

Étude comparée de la productivité de tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) en système intégré poisson-poule et non-intégré dans la commune d'Aplahoué au Sud Bénin

Rodrigue Vivien Cao DIOGO^{1*}, Denise Boderma BEBO¹ et Hugues Aguin ELEGBE²

¹ Université de Parakou, Faculté d'Agronomie, Département des Sciences et Techniques de Productions Animale et Halieutique, BP 123 Parakou, Bénin

² Université de Parakou, Faculté d'Agronomie, Département des Sciences et Techniques de Productions Animale et Halieutique, Laboratoire de Recherche en Aquaculture et Ecotoxicologie Aquatique (LaRAEAq), BP 123 Parakou, Bénin

* Correspondance, courriel : rodrigue.diogo@fa-up.bj

Résumé

L'élevage des poissons regagne de l'importance au Bénin. Cependant, le développement de la filière est freiné par les coûts élevés de production des intrants, qui réduisent les revenus des petits producteurs. Ainsi, des méthodes alternatives de production réduisant les coûts élevés des aliments sont recherchées. L'utilisation des systèmes intégrés volaille-poisson pourrait être une stratégie prometteuse. Cette étude a été donc conduite pendant 60 jours sur la ferme Wadey dans la commune d'Aplahoué au Sud Bénin. Quatre étangs de 600 m² dont deux vidangeables sous pilotis d'un poulailler de 48 m² et deux autres non-vidangeables à ciel ouvert ont été utilisés. Les alevins de tilapia *Oreochromis niloticus* (L.) de poids moyen initial $11,6 \pm 0,89$ g ont été mis en charge à raison de 3 poissons par m². Deux cent soixante-huit (268) poules pondeuses de souche Isa-Brown ont été utilisées par poulailler. Les poissons ont été nourris avec de la provende poisson locale (PPL) produite sur la ferme. De plus, ceux élevés sous poulaillers ont bénéficié des fientes issues des poulaillers et des restes de nourritures rejetées par les poules. Par contre, les poules ont été exclusivement nourries à l'aliment formulé des pondeuses du Groupe Vêto-Service (GVS-Bénin). Au bout de l'expérimentation, le poids moyen final des poissons était de $102,5 \pm 3,54$ g pour ceux élevés en système intégré (SI) contre $69,05 \pm 6,43$ g en système non-intégré (SNI, $P < 0,05$). Les performances de croissance telles que le gain de poids (GP); le taux de croissance journalier (TCJ); et le taux de croissance spécifique (TCS) enregistrées sont significativement élevées en SI ($P < 0,05$) avec des moyennes de $786,3 \pm 23,71$ % GP; $1,6 \pm 0,06$ g /j TCJ et $3,6 \pm 0,04$ % /j TCS comparées au SNI ($498,0 \pm 51,78$ % GP; $1,0 \pm 0,11$ g/j TCJ; $2,98 \pm 0,14$ % /j TCS). Le SI génère en plus de la production des poissons, des œufs et de la viande. Une évaluation de la rentabilité montre que le SI donne un bénéfice de 159.109,30 FCFA/600 m² (équivalent 242.60 Euros / 600 m²), quatre fois plus grand que celui du SNI en deux mois d'élevage. L'intégration permet d'améliorer les conditions d'alimentation des poissons tout en minimisant les coûts des intrants et d'obtenir en même temps plusieurs productions concourant à la rentabilité économique du SI.

Mots-clés : *élevage poisson, fientes de volaille, production intégrée, rentabilité économique.*

Abstract

Comparative productivity of tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) in an integrated fish-chicken and non-integrated system in Aplahoue, Southern Benin

There is a growing importance of fish farming in Benin. However, the economic profitability of this activity is hampered by the high costs of production inputs, and so reducing the benefit of smallholders. Therefore, this has pushed to seeking alternative production systems in order to reduce feed costs. In this context, the use of integrated poultry-fish farming could be a promising strategy. Hence, a sixty day on-farm experiment was conducted in the municipality of Aplahoué, southern Benin. Four ponds of 600 m² at an integrated fish-chicken farm of *Wadey* were used. Two were equipped with draining piles under a poultry barn of 48 m² and the remainder were without draining piles. The ponds were installed in an open air. The initial weight of tilapia fingerlings was 11.6 ± 0.89 g with a stocking rate of 3 fish per m². The laying hens Isa Brown line were used with 268 hens per barn. Fish were fed with on-farm made feeds (PPL). In addition, those raised under integrated systems benefited from poultry droppings and feeds' leftover discarded by the hens. The laying hens were fed on formulated purchased feeds from the Veto-Service Group (GVS-Benin). At the end of the experiment, the fish weighed on average 102.5 ± 3.54 g in integrated system (IS) and 69.05 ± 6.43 g in non-integrated system (NIS, $P < 0.05$). Growth performances, such as weight gain (WG), daily growth rate (DGR) and specific growth rate (SGR) recorded were significantly higher in IS ($P < 0.05$) with the mean values of 786.3 ± 23.71 % WG; 1.6 ± 0.06 g/d DGR and 3.6 ± 0.04 %/d SGR compared with NIS (498.0 ± 51.78 % WG, 1.0 ± 0.11 g/d DGR and 2.98 ± 0.14 %/d SGR). In addition to these, the IS was generated with the productions of fish, eggs and meat. The evaluation of the profitability of the two systems indicated a gross margin (GM) of 159,109.30 FCFA / 600 m² (equivalent to 242.60 Euros / 600 m²) for IS, which is four times larger than that of NIS over two months. Economic benefits increase when fish farming is integrated with poultry in smallholder systems in Benin. The integration improves the nutrition of fish while minimizing input costs, and at the same time promotes other outputs that contribute to the profitability of the IS.

Keywords : *economic profitability, fish pond farming, integrated production, poultry droppings.*

1. Introduction

La pisciculture constitue une source importante de protéine animale en Afrique de l'Ouest [1, 2]. Au Bénin, elle contribue à renforcer les demandes en protéine des zones rurales et urbaines [3, 4]. Cependant, la satisfaction de la demande reste encore faible du fait de la faible productivité en poisson et de la surexploitation des stocks des ressources naturelles aquatiques [5]. Introduite au Bénin dans les années 58-60, la pisciculture de type classique et les tentatives de relance de l'élevage intensif du tilapia en enclos et en étangs menées de 79 à 87 par le Centre de Développement de la Pisciculture de Godomey se sont soldées par des échecs [6]. Les travaux sur l'effet de l'alimentation à base d'*Azolla* sur la production du tilapia du Nil effectués au Bénin [7] n'ont pu permettre de régler les problèmes liés à l'intensification de cette production. Malgré ces investissements, la pisciculture classique (en étang contrôlé avec alimentation artificielle) a connu très peu de succès. Cependant, celle traditionnelle notamment en 'acadjá' (parc à branchages) ou en 'whedos' (trous traditionnels à poissons) attire de plus en plus les pêcheurs qui commencent à s'y adonner à plein temps [8]. Malgré ces travaux, l'amélioration de la production halieutique des 'whedos' du delta de l'Ouémé (Sud-Bénin) s'est intensifiée par la promotion de l'élevage des poissons-chats *Clarias gariepinus* et *Heterobranchus logifilis* [1] et du tilapia du nil *Oreochromis niloticus* [2, 9]. Cette pisciculture rencontre encore beaucoup de difficultés freinant son développement. Selon [10] la contrainte majeure à l'émergence de la

pisciculture dans les pays en développement est le coût de l'alimentation. Elle représente environ 50 % du coût de production du poisson d'élevage en termes de dépenses [10, 11]. Il est donc impérieux de développer des options d'optimisation de l'utilisation alimentaire dans les systèmes de production aquacoles. Les stratégies utilisées jusqu'à aujourd'hui dans le delta de l'Ouémé au Bénin sont la co-culture de *Clarias gariepinus-Oreochromis niloticus* [2] et l'hyperphagie compensatoire des poissons [9]. L'intégration agriculture-aquaculture a été soutenue en Asie à la fin des années 80-81, dans le but de contribuer à l'amélioration de la qualité de vie des producteurs des petites exploitations agricoles [12]. Les déjections animales peuvent être utilisées sous forme d'engrais mais peuvent aussi servir de nourriture à certaines espèces de poissons comme le poisson-chat et le tilapia du Nil [13]. Ces mêmes auteurs ont trouvé que la fiente des poules est une nourriture de meilleure qualité, très riche en nutriments plus que les fumiers des autres espèces animales. Ainsi, l'intégration de la pisciculture et l'aviculture par les producteurs serait un atout et une alternative pour limiter les tracasseries et les risques liés à la recherche de fientes de volaille tout en augmentant leur chiffre d'affaire. C'est dans cette dynamique que cette étude a été conduite. L'objectif est d'évaluer les effets des fientes des poules pondeuses sur la productivité du tilapia élevé en systèmes intégré (tilapia-poule) et non intégré dans la commune d'Aplahoué au Sud-Ouest du Bénin.

2. Matériel et méthodes

2-1. Milieu d'étude

L'étude a duré 60 jours et s'est déroulée sur la ferme Wadey située dans la commune d'Aplahoué, arrondissement d'Aplahoué, département du Couffo, au Sud-Ouest du Bénin. Elle est précisément située dans le quartier Dokomey non loin du Centre Piscicole de Dokomey (CPD) à 250 m environ de la route nationale inter-état (RNIE4) menant au Togo (**Figure 1**).

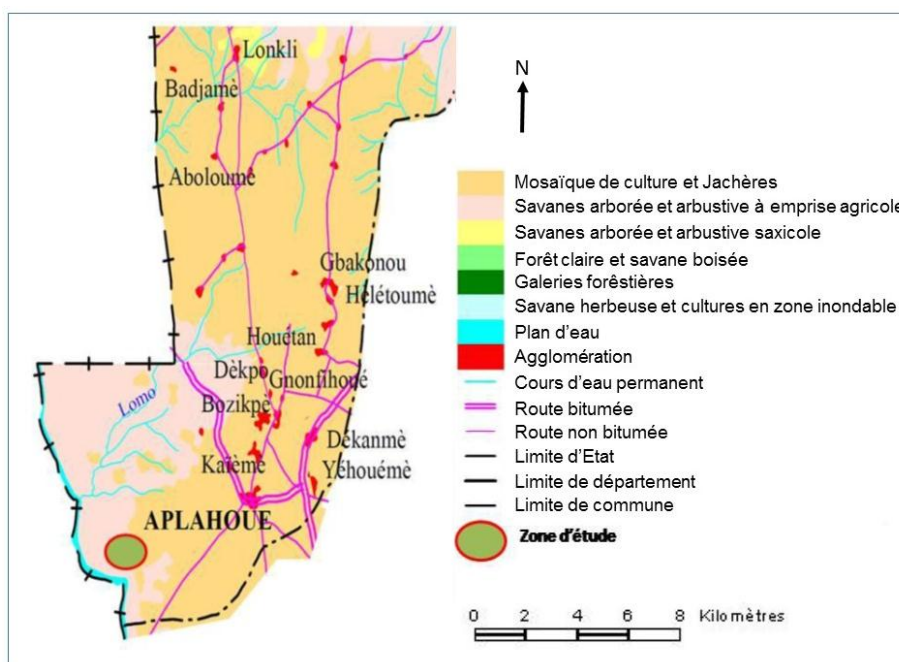


Figure 1 : Carte de la commune d'Aplahoué montrant la localisation de la zone d'étude

Source : PDC Aplahoué (2005-2009).

2-2. Matériel vivant

Les alevins mono-sexes mâles d'*Oreochromis niloticus* utilisés ont été produits sur la ferme Wadey, Aplahoué (Sud Bénin). Au total, 4800 alevins de poids moyen initial $11,6 \pm 0,89$ g et de taille moyenne $5,6 \pm 1,17$ cm ont été utilisés. La souche de poule pondeuse Isa-Brown (N = 536) a été utilisée. Les poussins pontes d'un jour ont été reçus sur la ferme. En suivant toutes les étapes d'élevage, ces derniers étaient dans leur 2^{ème} mois de ponte au démarrage de l'essai.

2-3. Infrastructures d'élevage et densité de mise en charge

Deux (2) étangs non - vidangeables à ciel ouvert de 600 m² et deux (2) autres vidangeables de 600 m² placés sous pilotis de deux (2) poulaillers de 48 m² ont été utilisés. Les étangs vidangeables étaient alimentés en eau à partir du canal d'alimentation en eau de la rivière Dokomey. Chacun de ces étangs est muni d'un tuyau PVC 125 d'alimentation en eau et d'un système de vidange en PVC 125 perforé et portant un grillage au-dessus de l'ouverture (moine). La hauteur de l'eau est de 1 m dans les étangs avec un système d'alimentation et de vidange réglé pour faciliter le renouvellement continu de l'eau avec un débit moyen à l'entrée de 60 litres/minute. Dans le but de récupérer les fientes pour leur quantification et la fertilisation des étangs (Traitement sous pilotis), les poulaillers utilisés sont totalement fermés vers le bas à l'aide des sacs en jute de sorte qu'il n'y ait pas de passage des fientes vers les étangs. A l'intérieur des poulaillers, il a été installé un dispositif d'évaluation et de récolte des fientes et des restes d'aliments. Ce dernier est composé de cinq (5) carrés de 1 m² disposés sur les deux diagonales des poulaillers. Quant aux étangs à ciel ouvert, ils sont construits sur une nappe phréatique, avec un niveau d'eau maintenu à 1 m de hauteur. Tous ces quatre étangs ont reçu une fertilisation de fond dès le début de l'essai. Les alevins de *O. niloticus* ont été répartis dans les étangs avec une densité de mise en charge de 3 alevins / m² soit 1800 alevins / 600 m² dans chacun des 4 étangs. Chaque poulailler contient 268 poules réparties sur une surface de 48 m².

2-4. Alimentation des animaux

Les poules sont nourries deux (2) fois / jour (7 h 30 min et 17 h). L'aliment utilisé provient du groupe Vêto Service. Une quantité d'aliment de 110 g est offerte par poule par jour à 25 semaines d'âge et ajustée graduellement. L'eau simple ou encore médicamenteuse suivant le calendrier prophylactique ou en cas d'un traitement spécifique a été apporté. La composition de l'aliment des pondeuses est présentée dans le **Tableau 1**.

Tableau 1 : Composition bromatologique de l'aliment des poules pondeuses du Groupe Vêto-Service (GVS) utilisé durant deux mois d'expérimentation sur la ferme Wadey d'Aplahoué

Eléments	Valeurs (%)
Matière protéique brute	≥ 17,5
Lysine	≥ 0,84
Méthionine	≥ 0,44
Matière grasse brute	≥ 2,5
Acide linoléique C18:2	≥ 1,5
Sel	≥ 0,3
Phosphore total	≥ 0,5
Calcium	≥ 3,5
Cellulose brute	≤ 7
Cendre brute	≤ 15
Flavomicine	= 0,004
Méthionine liquide	= 0,14
Matière protéique brute	≥ 17,5

Source : Ferme Wadey Aplahoué (2015).

Les poissons ont été nourris trois (3) fois par jour avec deux catégories d'aliment : la provende poisson locale (PPL) de la Ferme Wadey (**Tableau 2**) dont les matières premières sont présentées (**Tableau 3**). En dehors de ces aliments, les poissons sous pilotis bénéficiaient de l'aliment naturel provenant des poules pondeuses après décomposition et minéralisation des fientes ou leur consommation. Une quantité de 1 kg de matière sèche de fiente est offerte par jour par étang.

Tableau 2 : *Composition bromatologique de la provende poisson locale (PPL) offerte sur la ferme Wadey d'Aplahoué durant deux mois d'expérimentation*

Composition	Azote (N)	Protéine	Phosphore (P)	Matière sèche (MS)	Fer (Fe)	Calcium (Ca)	Calcium (Ca)
Proportion (%)	5,42	33,88	1,98	93,37	0,18	2,19	0,52

Source : Ferme Wadey Aplahoué (2015).

Tableau 3 : *Composition des matières premières utilisées dans la fabrication de la provende poisson locale (PPL) sur la ferme Wadey d'Aplahoué au Sud Bénin*

Matières premières	Quantité
Soja torréfié (kg)	30
Tourteaux de graine de coton (kg)	23
Farine de poisson (kg)	40
Farine de blé remoulé (kg)	0,3
Feuille de <i>Moringa</i> (kg)	0,5
Huile de palme (L)	2
Spiruline (comprimés)	2
Prémix ponte (kg)	0,2
Calcium dopé racal (kg)	0,1
Sulfate de fer (kg)	0,1
<i>Azolla</i> (algue, kg)	0,5
Sel de cuisine (kg)	0,1
Méthionine (kg)	0,1
Total (kg)	100

Source : Ferme Wadey Aplahoué (2015).

Les résultats de l'analyse chimique des fientes de volaille issues de la biotransformation montrent que les fientes sont composées de fort taux de protéines (27,67 % ; **Tableau 4**) ce qui justifie leur valorisation pour la productivité des poissons des élevages à petite échelle.

2-5. Pêche de contrôle

Des pêches de contrôle ont été effectuées tous les 15 jours. Au cours de celles-ci, les poids et la taille des poissons ont été déterminés, respectivement à l'aide d'un peson (marque Kenlee de capacité 5 kg ± 0,1 g) et d'un ichtyo-mètre. Les paramètres physico-chimiques tels que: la température et le pH, l'oxygène dissous (mesurés à l'aide d'un multiparamètre) et la transparence (mesurée à l'aide d'un disque de Secchi) ont été mesurés à chaque pêche de contrôle. Les quantités d'aliment servies et restantes sont quantifiées quotidiennement. Les poids des poules ont été relevés mensuellement. A l'aide d'une balance électronique (30 kg ± 10 g) les quantités de fientes recueillies dans les 5 carrés disposés dans les deux poulaillers ont été déterminées. Les œufs sont ramassés tous les jours, comptés et mis en plateau de 30 œufs.

Tableau 4 : Composition chimique des fientes de la volaille

Indice chimique	Fiente fraîche de volaille
pH	8,8
Matière sèche (MS)	79,30
Matières minérales (% MS)	23,05
Protéines brutes (azote total x 6,25) % MS	27,67
Azote non-protéique (% d'azote total dans le PB)	0,19
Azote volatile total (% d'azote total dans le PB)	5,40
Matières grasses (% de MS)	3,00
Sucres totaux (% de MS)	2,40
Cellulose brute (% de MS)	18,00

MS : matière sèche ; PB : produit brut ; Source : [14]

2-6. Calcul des variables de croissance

Les **Formules** utilisées pour le calcul des différents paramètres ci-dessous sont tirées de [2, 15].

2-6-1. Chez les poissons

- Poids moyen initial

Le poids moyen initial (Pmi) est calculé en faisant le rapport de la biomasse initiale par le nombre initial de poissons (**Équation 1**). La biomasse initiale étant obtenue par le produit du poids initial et de l'effectif de poissons obtenu après la pêche de contrôle.

$$Pmi (g) = \text{Biomasse initiale (g)} / \text{Nombre initial de poissons} \quad (1)$$

- Poids moyen final

Le poids moyen final (Pmf) est calculé en faisant le rapport de la biomasse finale par le nombre final de poissons (**Équation 2**). La biomasse finale étant obtenue par le produit du poids final et de l'effectif de poisson obtenu après la pêche de contrôle.

$$Pmf (g) = \text{Biomasse finale (g)} / \text{Nombre final de poissons} \quad (2)$$

- Taux de survie

Le taux de survie (TS) représente le taux d'individu ayant survécu jusqu'à la fin de l'essai, il s'exprime par la relation (**Équation 3**).

$$TS (\%) = (\text{Nombre d'individu en fin d'expérimentation} / \text{Nombre d'individu initial}) \times 100 \quad (3)$$

- Gain moyen quotidien

Le gain moyen quotidien (GMQ) ou taux de croissance journalier (TCJ) représente le gain moyen de poids quotidien obtenu durant la durée de l'élevage. Il se traduit par **l'Équation 4**.

$$GMQ (g/j) = (\text{Poids moyen final} - \text{Poids moyen initial}) / \text{Durée de l'expérimentation} \quad (4)$$

- *Gain de poids*

C'est la quantité de poids gagnée par les individus au cours de l'élevage par rapport à leur poids initial. Il s'exprime par ***l'Équation 5***.

$$GP (\%) = (Poids\ moyen\ final - Poids\ moyen\ initial) / Poids\ moyen\ initial \times 100 \quad (5)$$

- *Taux de croissance spécifique*

Le taux de croissance spécifique (TCS) donne la vitesse instantanée de croissance des poissons. Il s'exprime par la formule suivante (***Équation 6***):

$$TCS (\% / j) = [(Ln (Pmf (g)) - Ln (Pmi (g))) \times 100 / Durée\ d'expérimentation] \quad (6)$$

- *L'indice de consommation alimentaire*

L'indice de consommation (IC) évalue l'efficacité de l'aliment utilisé pour la croissance des poissons. Il est calculé par la formule (***Équation 7***)

$$IC (g/g) = Quantité\ d'aliment\ distribuée\ (g\ matières\ sèches) / Gain\ de\ poids\ (g) \quad (7)$$

- *Rendement*

Le rendement annuel des poissons est calculé suivant la formule utilisée (***Équation 8***).

$$Rendement\ (T / Ha / an) = [(Biomasse\ finale - Biomasse\ initiale) \times 365 \times 100] / [Durée\ d'élevage \times superficie\ en\ Ha] \quad (8)$$

2-6-2. Chez les poules

- *Taux de ponte*

Le taux de ponte (TP) est calculé en divisant le nombre total d'œufs ramassés par les journées pondeuses c'est -à- dire l'effectif de poules multiplié par le nombre de journées de production récoltées. Il s'exprime par ***l'Équation 9***.

$$TP(\%) = [(Nombre\ d'œufs / Nombre\ de\ poules) \times Nombre\ de\ jours\ de\ ponte] \times 100 \quad (9)$$

- *Indice de consommation alimentaire*

C'est le rapport de la quantité totale d'aliment consommée par poule et le poids total des œufs produits. Il est calculé par ***l'Équation 10***.

$$IC (g / g) = (Quantité\ d'aliment\ total\ consommée\ par\ poule) / (Poids\ total\ des\ œufs\ produits) \quad (10)$$

2-7. Analyse économique des deux systèmes étudiés

La rentabilité économique des deux systèmes étudiés a été évaluée par le calcul des marges bénéficiaires. Les coûts variables considérés sont ceux des aliments offerts, de la biomasse initiale, des équipements et de la main d'œuvre. Les recettes obtenues proviennent exclusivement de la vente des poissons et des œufs. La marge bénéficiaire est donc calculée par la différence entre les recettes issues de la vente des productions et les coûts totaux investis dans la production.

2-8. Traitement et analyse des données

Les données collectées obtenues ont été enregistrées dans Excel puis nettoyées avant toutes analyses statistiques. La distribution des données a été vérifiée et lorsqu'elle est normale, les tests paramétriques appropriés sont effectués en utilisant le logiciel SAS (Statistical Analysis System, 2010). Le test de Tukey (HSD) a été utilisé pour la comparaison des moyennes des deux systèmes étudiés à 5 %.

3. Résultats

3-1. Paramètres physico-chimiques des étangs et taux de survie des poissons

Les valeurs moyennes de la température, du pH et de la transparence de l'eau obtenues en système intégré (SI) sont respectivement de $28,1 \pm 1,21^{\circ}\text{C}$, $7,1 \pm 0,17$ et $32,7 \pm 1,44$ cm comparées à $28,5 \pm 0,98^{\circ}\text{C}$, $7,2 \pm 0,18$ et $31,8 \pm 2,61$ cm dans le système non-intégré (SNI). L'analyse de variance à un facteur montre qu'il n'y a pas de différence significative entre les valeurs moyennes des paramètres physico-chimiques ($p > 0,05$) des deux milieux étudiés au seuil de 5 %.

3-2. Taux de survie

La **Figure 2** présente les taux moyens de survie des poissons élevés en SI et SNI. L'analyse du taux de survie des poissons montre que celui des poissons élevés en SI est significativement plus élevé (99,28 %) que ceux élevés en SNI (93,83% ; $p < 0,05$).

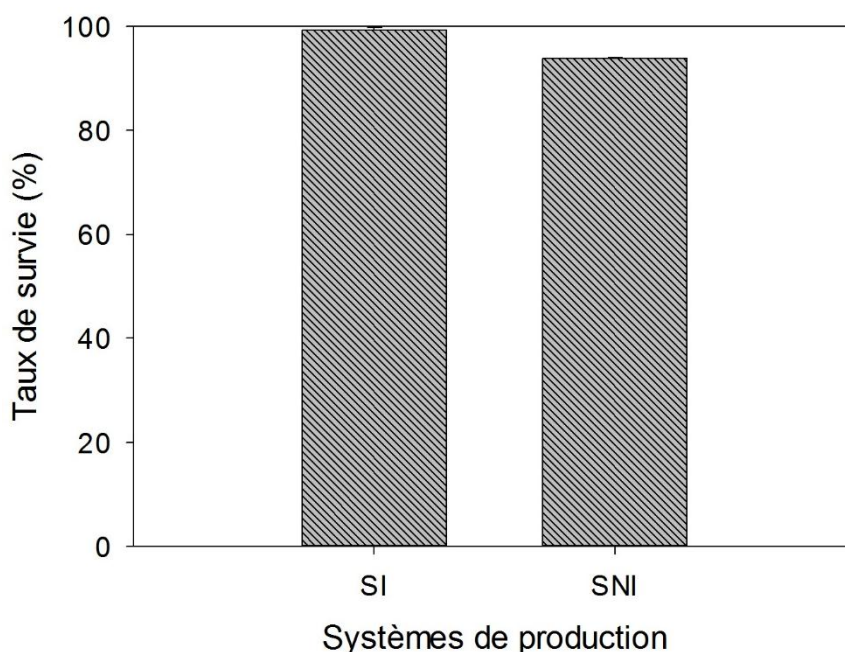


Figure 2 : Taux de survie moyens des poissons élevés en systèmes intégré (SI) et non-intégré (SNI) sur la ferme Wadey d'Aplahoué au Sud Bénin

3-3. Croissance pondérale des poissons

L'évolution du poids moyen des poissons en systèmes intégré (SI) et non-intégré (SNI) montre que durant toute l'expérimentation, les courbes représentatives des deux systèmes ont gardé une allure ascendante. De 0 au 15^{ème} jour, les poissons ont eu presque les mêmes poids dans les deux systèmes étudiés. Du 15^{ème} au 30^{ème} jour, une séparation nette a été observée au niveau des courbes deux systèmes, très marquée après le 30^{ème} jour où l'évolution du poids des poissons en SI est restée élevée jusqu'au 60^{ème} jour avec une moyenne de 102,5 g contre 69,05 g en SNI (**Figure 3**).

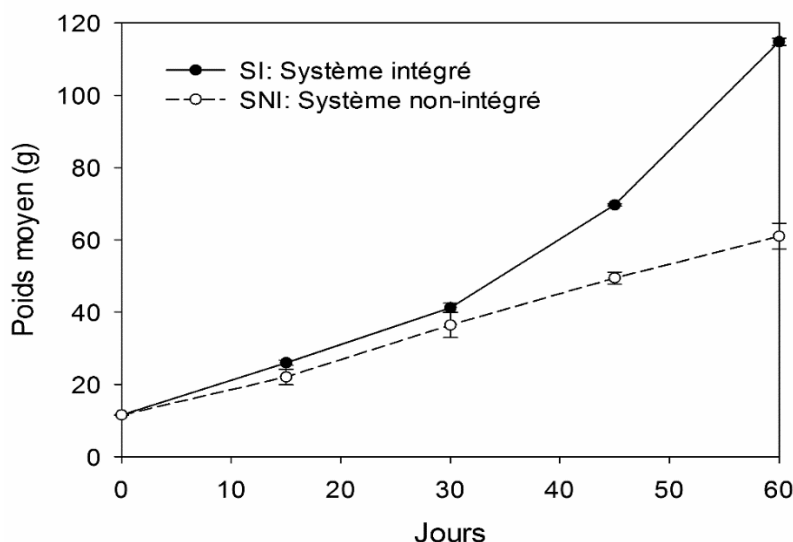


Figure 3 : Croissance pondérale moyenne des poissons élevés en systèmes intégré (SI) et non-intégré (SNI) sur la ferme Wadey d'Aplahoué au Sud Bénin

3-4. Variables de croissance des poissons

Le **Tableau 5** présente les valeurs moyennes des performances de croissance que sont : le gain de poids (GP, %), le taux de croissance journalier (TCJ, g / j) et le taux de croissance spécifique (TCS, % / j) obtenues au cours de l'essai. Il ressort du **Tableau 5** que les meilleures performances de croissance (GP; TCJ; TCS) respectivement de 786,33 %; 1,62 g / j; 3,64 % / j ont été déterminées au niveau du SI comparativement à celles du SNI (497,97 %; 1,03 g / j; 2,98 % / j). Le test de Tukey (HSD) montre que les valeurs moyennes des performances de croissance obtenues en SI sont significativement supérieures ($p < 0,05$) à celles obtenues en SNI (**Tableau 5**).

Tableau 5 : Croissance comparée des tilapias élevés en systèmes intégrés (poisson-poule) et non-intégré durant deux mois d'expérimentation à Wadey au Sud Bénin

Systèmes	GP (%)	TCJ (g / j)	TCS (% / j)
Non-intégré (SNI)	497,97 ± 51,78 ^b	1,03 ± 0,11 ^b	2,98 ± 0,14 ^b
Système intégré (SI)	786,33 ± 23,71 ^a	1,62 ± 0,06 ^a	3,64 ± 0,04 ^a

GP= Gain de poids; TCJ= Taux de croissance journalier; TCS= Taux de croissance spécifique. Les différentes lettres au sein d'une même colonne indiquent des différences significatives entre les deux systèmes (Tukey_{0,05}). Les valeurs du tableau représentent des moyennes ± écarts types.

3-5. Utilisation alimentaire, taux de ponte des poules et rendement des poissons

L'indice de consommation alimentaire (IC) moyen déterminé chez les poissons élevés en SI est significativement inférieur à celui du SNI ($P < 0,05$). Celui des poules est de 2,1 g MS/g GP avec un taux de ponte moyen de $77,0 \pm 1,97$ % (**Tableau 6**). Chez les poissons, bien que les biomasses initiales soient identiques dans les deux systèmes étudiés, la biomasse en fin d'expérimentation des poissons élevés en SI est nettement plus élevée (3.052,83 kg / Ha) que celle obtenue en SNI (1.943,16 kg / Ha, $P < 0,05$; **Tableau 7**) après deux mois d'essai. De cette production un rendement annuel de plus de 27 t/ha/an est calculé pour le SI; ceci est de 1,7 fois supérieur à celui déterminé pour le SNI ($P < 0,05$; **Tableau 7**).

Tableau 6 : Indices moyens de consommation (IC) des tilapias et pondeuses élevés en système intégré (SI) et non-intégré (SNI, tilapia seulement) et taux moyen de ponte (TP) des pondeuses en SI durant deux mois à Wadey au Sud Bénin

Systèmes	Espèces	IC (g MS/g gain de poids)	TP (%)
Non-intégré (SNI)	Poisson	1,8 ± 0,19 ^b	n.a.
Système intégré (SI)	Poisson	1,0 ± 0,04 ^a	n.a.
	Pondeuse	2,1 ± 0,17	76.8 ± 1,97

MS = matière sèche, n.a. = non applicable. Les différentes lettres au sein d'une même colonne indiquent des différences significatives entre les deux systèmes (Tukey_{0,05}). Les valeurs du tableau représentent des moyennes ± écarts types.

Tableau 7 : Rendement total des tilapias élevés en SI (poisson-poule) et non-intégré (SNI) durant deux mois d'expérimentation à Wadey au Sud Bénin

Systèmes	Pmi (g)	Pmf (g)	Bi (kg / Ha)	Bf (kg / Ha)	Rendement (T / Ha / an)
Non-intégré (SNI)	11,5 ± 0,10 ^a	69,1 ± 6,43 ^b	346,3 ± 2,26 ^a	1 943,2 ± 171,17 ^b	16 190,4 ± 1 712,56 ^b
Système intégré (SI)	11,6 ± 0,10 ^a	102,5 ± 3,54 ^a	346,9 ± 2,69 ^a	3 052,8 ± 107,72 ^a	27 435,2 ± 1 064,88 ^a

Pmi : Poids moyen initial, Pmf : Poids moyen final, Bi = Biomasse moyenne initiale, Bf = Biomasse moyenne finale. Les différentes lettres au sein d'une même colonne indiquent des différences significatives entre les deux systèmes (Tukey_{0,05}). Les valeurs du tableau représentent des moyennes ± écarts types.

3-6. Rentabilité des élevages poissons et poules

Les coûts de production obtenus sont presque similaires dans les deux systèmes étudiés. Par contre, dans l'unité poisson, les recettes obtenues en SI par 600 m² sont nettement supérieures avec une moyenne de 329 706 FCFA contre 209 862 pour le SNI (**Tableau 8**). Il en résulte un bénéfice moyen de 159 109,3 FCFA/600 m² (équivalent à 242,56 Euros /600 m²) en SI; ceci étant 4 fois plus élevé que le gain déterminé en SNI (**Tableau 8**). En plus de cette marge bénéficiaire obtenue en SI poisson, la vente des œufs des pondeuses du SI-tilapia-poule produit un bénéfice moyen de 160 931 FCFA/48 m² x 2 mois correspondant à 245,34 Euros/600 m² en 2 mois d'élevage (**Tableau 9**).

Tableau 8 : Rentabilité économique des tilapias élevés en SI (poisson-poule) et non-intégré (SNI) durant deux mois d'expérimentation à Wadey au Sud Bénin

Variabes	Système non-intégré (SNI)	Système intégré (SI)
Aliment offert (kg / 600 m ²)	168	168
Prix aliment (FCFA / kg)	550	550
Coût aliment offert (FCFA)	92 400	92 400
Biomasse moyenne initiale (kg / 600 m ²)	20,78	20,81
Prix poisson (FCFA / kg)	1800	1800
Coût biomasse moyenne initiale (FCFA)	37 398,0 (244,38)	37 465,2 (290,19)
Coût des équipements (FCFA / kg)	10 731,51	10 731,51
Main d'œuvre (FCFA / 600 m ²)	30 000	30 000
Coût total (FCFA / 600 m ²)	170 529,51	170 596,71
Recette moyenne (FCFA / 600 m ²)	209.862 (18 486,6)	329.706 (11 633,3)
Bénéfice moyen (FCFA / 600 m ²)	39 332,0 (18 242,25)	159 109,3 (11 343,12)
Bénéfice moyen (FCFA / Ha)	655 533,7 (304 037,60)	2 651 821,6 (189 052,10)

Les valeurs entre parenthèses représentent les écarts types des moyennes

Tableau 9 : Apport économique additionnel de la vente des œufs de l'élevage poule du système intégré (Tilapia-poule) durant deux mois d'expérimentation à Wadey au Sud Bénin

Paramètres	Valeur
Production moyenne d'œufs (n)	12 532,5 (736,10)
Production moyenne par plateau d'œuf (n)#	417,8 (24,54)
Prix du plateau d'œufs (FCFA)	2 000
Quantité moyenne d'aliment offert (kg/48 m ²)	1 867,1 (11,91)
Prix aliment offert (FCFA / kg)	300
Coût moyen d'aliment (FCFA / 48 m ²)	560 122,5
Main d'œuvre (FCFA / 48 m ²)	40 000
Coût d'infrastructure (FCFA / 48 m ²)	33 017
Coût des produits vétérinaires / (FCFA / 48 m ²)	33 000
Coût moyen total (Fcf / 48 m ²)	674 568,8 (3 574,42)
Coût moyen total (FCFA / Ha)	140 535 173 (744 671,8)
Recette moyenne des œufs vendus (Fcf / 48 m ²)	835 500 (49 073,2)
Recette moyenne des œufs vendus (FCFA / Ha)	174 062 500 (10 223 585,5)
Bénéfice moyen/ (FCFA / 48 m ²)	160 931 (45 498,78)
Bénéfice/ (FCFA / Ha)	33.527.327 (9.478.913,7)

Nombre de poules = 268 ; # Un plateau d'œufs contient 30 œufs. Les valeurs entre parenthèses représentent les écarts types des moyennes.

4. Discussion

Les valeurs moyennes de température et de pH obtenues, respectivement de 28,1°C et 7,1 en SI et 28,5°C et 7,2 en SNI se situent dans l'intervalle recommandé pour l'élevage de l'espèce *Oreochromis niloticus*. Cette espèce supporte bien pour son développement des températures moyennes comprises entre 26 - 40°C [16, 17] ; et des pH allant de 6,5 - 11 [17, 18]. Les valeurs de température et de pH déterminées dans cette étude sont différentes de celles trouvées par [1] dans les whedos du delta de l'Ouémé qui étaient respectivement de $29,3 \pm 0,2^\circ\text{C}$ et $6,5 \pm 0,2$. Ceci peut s'expliquer par le fait que dans la présente étude nous avons travaillé dans les étangs sous pilotis qui étaient alimentés en partie par la nappe phréatique et le cours d'eau Lomo, alors que [1] avait travaillé sur les whedos alimentés seulement par le fleuve Ouémé. Les taux de survie moyens de 93,83 % à 99,28 % obtenus respectivement en système de production non-intégré (SNI) et système de production intégré (SI) sont comparables à ceux obtenus par [1 - 3] dans les trous à poisson du delta de l'Ouémé au Bénin et plus élevés que ceux obtenus par [9] en étang (62,3 - 77,8 %). Les mortalités enregistrées dans le cas de cette étude en SNI pourraient s'expliquer par la présence des oiseaux piscivores qui pullulaient sur la ferme. Ces derniers pourraient capturer les poissons surtout dans les étangs à ciel ouvert qui étaient les plus exposés. Les autres étant plus ou moins protégés par les poulaillers.

L'évaluation de la croissance pondérale des poissons sous pilotis (SI) et en SNI, ne montre aucune différence significative au bout des premières deux semaines d'observation. Ceci, serait certainement dû à la non disponibilité des nutriments de la fertilisation appliquée qui ne seraient encore complètement décomposée pour déclencher une forte production de planctons dont les alevins ont le plus besoin à ce stade de croissance [17]. Aussi, l'aliment apporté, les rejets des poulaillers (la provende des poules et les fientes) ne seraient directement valorisables par ceux-ci durant cette période. La croissance rapide et la nette démarcation des poids moyens des poissons élevés en SI du 30^{ème} au 60^{ème} jour (**Figure 3**) seraient dues à l'abondance des aliments disponibles dans l'étang et à la grande capacité des tilapias à les utiliser convenablement. Les poissons ont ainsi besoin d'une quantité suffisante de protéine pour mieux croître. Non seulement les aliments apportés sont riches en protéines, mais également les fientes de volaille pour la consommation directe de certaines espèces de poissons comme le poisson-chat et le tilapia du Nil [13, 19]. Ces fientes représentent de meilleurs fertilisants libérant les éléments nutritifs pour la production de planctons [20]. Les poissons élevés en SI ont un avantage comparatif de la disponibilité d'une gamme variée de nourritures dont la provende apportée, les restes de la provende des poules pondeuses, une partie des fientes, les zooplanctons et les phytoplanctons (issus de la production naturelle) dont ils en tirent les nutriments nécessaires pour leur embonpoint, à l'opposé de ceux élevés en SNI.

Ces derniers ne se contentent que de la provende poisson et de la production naturelle. Ces résultats expliqueraient les performances de croissance (GP, TCJ et TCS) élevées déterminées en SI comparées au SNI. Malgré la distribution égale d'aliment aux poissons dans les deux systèmes, l'indice de consommation le plus faible est enregistré chez les poissons en SI. Ce constat serait dû au fait que les poissons élevés sous les poulaillers disposent d'une multiplicité de nourritures leur permettant de gagner chaque jour plus de poids que leurs voisins élevés en SNI. Chez les poissons du SI, 1 kg d'aliment suffirait pour produire 1 kg de chair alors qu'en SNI il faudrait 1,8 kg d'aliment pour produire 1 kg de chair. Les taux journaliers de croissance obtenus sont compris entre 1,03 et 1,62 g / j en SI qui présente les taux les plus élevés. Ces valeurs sont supérieures à celles obtenues par [2, 21] ($0,23 \pm 0,01$ g / j et $0,47 \pm 0,02$ g / j), respectivement en co-culture régime mixte dans les whedos du delta de l'Ouémé au Bénin et en étang en terre. Le taux de croissance spécifique a varié de 2,98 à 3,64 % / j avec la valeur plus élevée obtenue en SI. Cette valeur est largement supérieure à celle obtenues par [2, 22] qui étaient respectivement de 1,88 % / j et 1.17 % / j dans les trous à poisson et en étang. A la fin de l'essai, un rendement en poissons de plus de 27 T / Ha / an était obtenu en SI. Ce rendement est très supérieur à celui obtenu en SI intégré poulet-tilapia au Togo qui varie de 8 à 10 T / Ha / an durant 7 mois d'élevage, avec une densité de 4 alevins / m² et de 15 à 30 poulets / are d'étang sans

apport d'aliment artificiel [13]. Les rendements poissons obtenus au Togo sont très faibles sur une durée d'élevage très longue comparativement aux résultats de notre étude. Il s'agit certes d'un élevage extensif, où aucun apport d'aliment artificiel n'est fait pour augmenter la production des poissons. Dans le cas de cette étude, il s'agit d'un élevage semi-intensif où l'aliment artificiel est complété par la production naturelle et des rejets de poulailler ce qui nous a permis d'obtenir un rendement optimal. Il faut souligner que l'utilisation de l'aliment poisson fabriqué à base des sous-produits de la ferme (à moindre coût) nous permet d'augmenter la production des poissons dans un délai d'élevage court (Deux mois) en SI poisson-pondeuse. Du point de vue économique, le SI est très rentable comparé au SNI. Il permet de réaliser un bénéfice moyen de 2.651.821,6 FCFA / Ha (**Tableau 8**) provenant de l'unité poisson; couplé avec la vente des œufs de l'unité pondeuse qui rapporterait un gain de 33.527.327 FCFA / Ha (**Tableau 9**). Ce bénéfice élevé enregistré dans le SI serait dû à la réduction du coût de l'alimentation suite au complément apporté par les rejets de l'élevage de poule pour la consommation directe et la fertilisation des étangs. Comme l'ont déduit [13, 19], notre étude confirme également que la production des poissons est plus élevée dans une ferme intégrée que lorsque les activités sont effectuées séparément. Ainsi, les coûts de production sont réduits substantiellement en combinant les deux sous entités ici étudiés.

5. Conclusion

Au terme de ce travail, nous pouvons retenir que les paramètres de croissance et de production des poissons sont améliorés au niveau du système intégré de production comparativement au système non intégré. De plus, l'indice de consommation des poissons au niveau du système intégré est faible comparativement au système non-intégré. L'analyse économique des deux systèmes montre que le rendement obtenu en système intégré est largement supérieur que lorsque l'élevage est fait en unité non intégrée. La marge nette obtenue en système intégré est significativement supérieure à celle du système non-intégré. Ainsi, les petits producteurs du Bénin et de l'Afrique sub-Saharienne pourront augmenter leurs profits et assurer leur survie et celle de leur famille tout en valorisant les aliments locaux de leurs fermes. Ceci participerait du point de vue environnemental au recyclage des fientes de volailles mais aussi du point de vue économique à leur valorisation car elles sont le plus souvent mal gérées dans les systèmes d'élevage à petite échelle.

Remerciements

Nous exprimons notre gratitude au Colonel M. C. E. Paul SAGBO, promoteur de la ferme Wadey d'Aplahoué pour avoir accepté et facilité la conduite de nos essais sur sa ferme. Notre profonde reconnaissance à tous les techniciens de la ferme Wadey.

Références

- [1] - I. IMOROU TOKO, '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 unique, Université de Namur, Belgique, (2007) 186 p.
- [2] - A. H. ELEGBE, P. T. AGBOHESSI, P. BEKIMA N'KOUÉ, I. IMOROU TOKO, A. CHIKOU, C. BLE, P. LALEYE et M. TOMEDI EYANGO, *International Journal of Biological and Chemical Science*, 9 (4) (2015a) 1937 - 1949
- [3] - G. HAYLOR, J. A. YOUNG, J. F. MUIR and D. C. B. SCOTT, *Commercial Aquaculture in Africa*. CDC, London, (1994) 105 p.

- [4] - J. GAYE-SIESSEGER, U. FOCKENA and H. J. K. ABEL BECKER, *Comparative Biochemistry and Physiology*, 140 (2005) 117 - 124
- [5] - A. G. J. TACON, *Aquatic Resources, Culture and Development*, 1 (2004) 3 - 14
- [6] - Z. SOHOU, R. C. HOUEJISSIN et N. R. A. AHOYO, *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin*, 66 (2009) 48 - 59
- [7] - Y. ABOU, E. D. FIOGBÉ and J. C. MICHA, *Aquaculture Research*, 38 (2007) 595 - 604
- [8] - P. LALÈYÈ, A. CHIKOU, A. EZIN, J. C. PHILIPPART and R. L. WELCOMME, *Phnom Penh*, (2003) 2003
- [9] - A. H. ELEGBE, P. T. AGBOHESSI, P. BEKIMA N'KOUE, I. IMOROU TOKO, A. CHIKOU, C. BLE, P. LALEYE et M. TOMEDI EYANGO, *Afrique Science*, 11 (6) (2015b) 125 - 138
- [10] - E. RURANGWA, J. VAN DEN BERG, P. A. LALEYE, A. P. VAN DUIJN et A. ROTHUIS, *IMARES Report C072/14 LEI*, (2014)
- [11] - G. GOURENE, K. B. KOBENA et A. F. VANGA, *Rapport Technique*, (2002) 41 p.
- [12] - P. SIDDHURAJU and K. BECKER, *Aquaculture Research*, 34 (6) (2003) 487 - 500
- [13] - A. HILBRANDS et C. YZERMAN, *Fondation Agromisa & CTA, Wageningen, Pays Bas Agrodok*, N° 21 (2004) 70 p.
- [14] - M. H EI JALIL, M. FAID et M. ELYACHIOUI, *Agricultures (Montrouge)*, 12 (3) (2003) 175 - 180
- [15] - C. K. KANANGIRE, 'Effet de l'alimentation des poissons avec Azolla sur l'écosystème agropiscicole au Rwanda'. Thèse unique, Facultés universitaires Notre - Dame de la paix, Namur, Belgique, (2001) 220 p.
- [16] - E. BARAS and M JOBLING, *Aquaculture Research*, 33 (2002) 461 - 479
- [17] - R. IGA-IGA, Contribution à la mise au point d'aliments pour tilapia *Oreochromis niloticus* à base d'intrants locaux : cas du Gabon. Master, Sciences Agronomiques et Agroalimentaires. IRAF/Gabon, (2008) 47 p.
- [18] - H. AGADJIHOUEDE, C. A. BONOUE et P. LALEYE, *Annales des Sciences Agronomiques*, 14 (1) (2010) 63 - 75
- [19] - A. ADJANKE, *Coordination Togolaise des Organisations Paysannes et de Producteurs Agricoles (C.T.O.P)*, (2011) 37 p.
- [20] - V. MODADUGU et F. GUPTA NOBLE, *Département des pêches de la FAO*, N° 407 (2003) 161 p.
- [21] - N. I. OUATTARA, V. N'DOUBA, J. KONE SNOCKS et J. C. PHILIPPART, *Annales de l'Université Marien Ngouabi*, 6 (1) (2005) 7
- [22] - M. N. MONDAL, J. SHAHIN M. A. WAHAB, M. ASADUZZAMAN and Y. YANG, *Journal of the Bangladesh Agricultural University*, 8 (2) (2010) 313 - 322