

Utilisation d'un aliment piscicole local : quels défis et quelles opportunités pour les rizi-pisciculteurs Guinéens ?

Synthèse des recherches sur l'alimentation des poissons réalisés durant le projet PisCoFam (2019-2024)



Rédigé par Lucas Fertin^{1&2} et avec la participation de Kékoura Koivogui³, Raymond Lama³, Louis Pimont⁴ et Anne Périnelle^{5&2}

¹CIRAD, UMR ISEM, F-34398 Montpellier, France

²ISEM, University of Montpellier, CNRS, EPHE, IRD, Montpellier, France

³APDRA Pisciculture Paysanne, N'Zérékoré, Guinée

⁴AgroParitech, Université Paris-Saclay, Paris, France

⁵CIRAD, UPR AIDA, Montpellier, France



Table des matières

Résumé.....	3
1. Introduction.....	4
2. Méthodes.....	5
3. Résultat des 3 études menées sur le PisCoFam.....	6
3.1. Étude n°1 en 2021 : Test de la croissance des poissons avec un aliment disponible localement 6	
3.1.1. Méthode.....	6
3.1.2. Résultats.....	7
3.1.3. Discussion et conclusion.....	8
3.2. Étude n°2 : Test d'un aliment version 1 fabriqué par le projet.....	9
3.2.1. Méthode.....	9
3.2.2. Résultats.....	11
3.2.3. Discussion et conclusion.....	11
3.3. Étude n°3 : Test d'un aliment version 2 fabriqué par le projet.....	12
3.3.1. Méthode.....	12
3.3.2. Résultats.....	14
3.3.3. Discussion et conclusion.....	16
3.4. Étude n°4 : Test de l'aliment 2 dans un système fonctionnel.....	16
3.4.1. Méthode.....	16
3.4.2. Résultats.....	18
3.4.3. Discussion et conclusion.....	24
3.5. Résumé des résultats des tests.....	25
3.6. Résultat du bilan collectif des 3 études avec le groupe thématique aliment.....	29
3.6.1. Jour 1.....	29
3.6.2. Jour 2.....	30
4. Discussion.....	32
5. Conclusion.....	32



Bibliographie	34
Annexe	36

Résumé

En Guinée Forestière, les familles vivent des activités agricoles telles que la culture du café, des palmiers à huile, des hévéas, du maraîchage, du riz en coteau et du riz immergé dans les bas-fonds, sur leurs terres agricoles familiales. La pisciculture s'intègre avec efficacité dans les exploitations agricoles en association avec la culture du riz de bas-fond, et entre 2000 et 2023, plus de 2900 agriculteurs se sont mis à produire du poisson dans la région. En raison de la trésorerie limitée des producteurs et du coût élevé des aliments industriels pour poisson, leur utilisation est marginale, les seules pratiques d'alimentation des poissons observées ont été permises par des dons d'initiatives humanitaires ponctuelles. Dans ce contexte, les poissons sont stockés avec de faibles densités et grossissent en se nourrissant des aliments naturels présents dans l'étang. À travers le projet Pisciculture Commerciale et Familiale (2019-2024) des pratiques agroécologiques susceptibles d'augmenter les rendements et les revenus des exploitations piscicoles ont été discutés avec la profession. Les exploitants ont proposé d'orienter les recherches sur le test d'un aliment abordable donc fabriqué localement, de manière artisanale et avec des matières premières disponibles dans les exploitations. Le projet PisCoFam a créé un groupe de réflexion réunissant pisciculteurs, chercheurs, techniciens et stagiaires pour élaborer collectivement des solutions. Quatre études ont été menées pour répondre aux questions suivantes : est-ce qu'un aliment artisanal permet d'améliorer la performance technico-économique des piscicultures ? et quelles sont les conditions que l'exploitation doit réunir pour obtenir cette rentabilité ?

Les principaux résultats des tests en milieu contrôlés soulignent que les cycles alimentés avec un aliment pressé dégagent globalement une plus faible performance économique que les cycles non alimentés. Cependant les tests en milieu paysans montrent que ce sont les cycles alimentés avec l'aliment traditionnels (son de riz couplé à la feuille de patate douce) qui sont les plus performants économiquement ($p < 0,02$) et qui donnent les meilleurs rendements ($p < 0,03$). Les résultats des cycles de pré-grossissement sont prometteurs, notamment en raison de l'opportunité économique induite par la vente d'alevin, du faible renouvellement de l'eau et de la contribution importante de la nourriture naturelle.

Les échanges fréquents entre chercheurs, producteurs et techniciens ont permis de définir des conditions sociotechniques rationnelles pour évaluer l'opportunité économique des aliments. Il est désormais évident que les familles d'agro-pisciculteurs de Guinée Forestière ne sont pas en mesure d'intensifier leurs systèmes à court et moyen terme en adoptant des aliments achetés. Pour améliorer à moindre coût la performance nutritionnelle des co-produits présents dans les exploitations des recherches supplémentaires sur la transformation sont recommandées. L'étude la plus récente a généré des résultats encourageants malgré la variabilité écologique des systèmes rizi-piscicoles, justifiant la poursuite des questionnements sur l'intensification écologique avec la participation des pisciculteurs-expérimentateurs et de leurs pairs du village dans des étangs-écoles.



1. Introduction

En Guinée Forestière, les familles résidant en milieu rural consacrent principalement leur temps au travail agricole sur leurs terres familiales, ce dans un contexte d'instabilité politique et économique persistant depuis la décolonisation (Bah et al., 2018). Les activités agricoles prédominantes incluent la culture du café, des palmiers à huile, des hévéas, du maraîchage, ainsi que la culture du riz en coteau et en bas-fond (Souare et al., 1998). La pisciculture est intégrée de manière complémentaire aux pratiques agricoles, particulièrement en association avec la culture du riz de bas-fond, et ce partenariat entre agriculteurs et services d'appui (ONG, organisations de producteurs, parrains expérimentés, État, centres de recherche) a évolué au cours des 15 dernières années (Lethimonier et al., 2022). Le cadre recommandé par les services d'appui pour la pisciculture familiale d'*Oreochromis niloticus* en Guinée Forestière se compose de quatre étapes, variant en durée selon les paramètres de production du pisciculteur (Lereboullet, 2018). Ces étapes comprennent le cycle de reproduction, le cycle d'alevinage, le cycle de pré-grossissement, et le cycle de grossissement. Au cours du cycle de reproduction, des géniteurs sont placés dans de petits étangs d'environ 3 ares. Au bout d'un mois, les géniteurs sont retirés, permettant ainsi à une génération homogène d'alevins de se développer. Un mois plus tard, tous les alevins sont pêchés et comptés, les plus gros étant réintroduits dans le même étang pour la phase de pré-grossissement à une densité de 2 individus/m². Trois mois plus tard, tous les pré-grossis sont pêchés, les mâles et les femelles sont séparés. Les mâles, à croissance plus rapide que les femelles, sont transférés dans un étang de grossissement à une densité de 0,1 individus/m², avec *Hemichromis fasciatus* comme prédateur pour contrôler les pontes indésirables. Les femelles issues du sexage sont consommées ou vendues, amorçant ainsi un nouveau cycle.

Entre 2000 et 2023, plus de 3900 agriculteurs ont instauré des ateliers piscicoles au sein de leurs exploitations en Guinée Forestière (ANAG, 2023). Ce succès découle de la mobilisation exclusive de la main-d'œuvre familiale pour les tâches d'aménagement, de manipulation, et de tri (Glasser et al., 2001; Oswald, 2013). Malgré un prix de vente relativement modeste dans les zones rurales, ce poisson contribue au développement d'une filière de poisson frais, lucrative pour les producteurs, tout en restant compétitive face au poisson congelé de qualité médiocre issu de la pêche industrielle qui prédomine en Afrique de l'Ouest (Simon, 2009; Alfonso et al., 2016). En résumé, la croissance du poisson découle de la valorisation de la chaîne trophique dans un contexte à faibles intrants, avec l'utilisation de quatre espèces de poissons capturant le plancton, broutant les biofilms, et fouissant les sédiments de l'étang pour se nourrir des invertébrés benthiques naturellement présents (Thomas et al., 2020).

Dans ce contexte, en raison des ressources limitées des producteurs et des coûts élevés du poisson sur les marchés, l'utilisation d'aliments exogènes demeure marginale, principalement issue de dons d'initiatives humanitaires (ANAG, 2020). Cependant, malgré cette rareté documentée, l'idée d'utiliser de tels aliments suscite une controverse significative sur le territoire, restant au cœur des préoccupations de l'État guinéen et des organisations paysannes représentant les pisciculteurs (FPRGF, 2022). Le projet récent Pisciculture Commerciale et Familiale (2019-2024) vise à accompagner l'évolution des itinéraires techniques piscicoles dans de nouvelles régions et à explorer des pratiques agro-écologiques pour augmenter le rendement et le revenu des exploitations piscicoles (ANAG, 2019). L'objectif final est de faciliter une propagation de la pisciculture, passant d'une innovation agronomique locale à une filière territoriale commerciale, rémunératrice et source de protéines animales (MPEAM, 2022). Dans ce contexte, l'utilisation d'aliments semble appropriée pour atteindre les objectifs du projet. Afin de susciter un débat constructif sur l'utilisation d'aliments exogène, le projet PisCoFam a mis en place un groupe de recherche visant un processus de co-construction avec des rizi-pisciculteurs (Périnelle, 2021). Ces expérimentations visaient à évaluer la composition idéale d'un aliment capable d'améliorer les performances économiques des élevages piscicoles intégrés en Guinée forestière, ainsi que les conditions sociotechniques favorables à cette opportunité. Ce rapport présente une synthèse de ces travaux.

2. Méthodes

Les investigations sur la viabilité des aliments pour poissons en Guinée Forestière ont suivi une démarche de questionnement sur une période de 4 ans, s'inspirant à la fois des travaux zootechniques (Bosma, 2011; Kabir, 2019) et de la méthode de co-construction de systèmes innovants (Périnelle, 2021; Bakker, 2021). Un groupe thématique, composé de pisciculteurs, de chercheurs, de techniciens et de stagiaires, a mûri sa réflexion en testant trois évolutions d'aliments, impliquant également 7 jeunes diplômés guinéens pour le suivi des étangs et un stagiaire français d'AgroParisTech pour une expérimentation en milieu contrôlé. La question directrice de cette démarche de recherche était : quelles sont les conditions sociotechniques susceptibles de rendre un aliment rentable en Guinée Forestière ? Au final, cinq types d'aliments ont été étudiés (Figure 1) :

- L'aliment de référence (aliment 0 en 2020), disponible à N'Zérékoré et fabriqué par le président de la fédération des rizi-pisciculteurs ;
- L'aliment 1 en 2021, première version proposée par le projet ;
- L'aliment témoin 1 ;
- Les versions 2.1 (en poudre) et 2.2 (pressée) en 2022/2023, deuxième version proposée par le projet ;
- L'aliment paysan en 2023, habituellement utilisé dans les exploitations.

Ces aliments ont été évalués à l'aide de deux dispositifs : une station expérimentale pour des tests en hapas et un dispositif de suivi de cycle innovant (Fertin, et al., 2023) pour les tests en milieux paysans (Figure 1). La section des résultats propose une synthèse pour chacune des trois études, suivant le canevas méthodologique comprenant :

- Rappel méthodologique de l'expérimentation :
 - Objectifs et hypothèses
 - Présentation des aliments testés (coût, composition et résultats des analyses bromatologiques)
 - Plan expérimental
- Résultats : Principaux résultats interprétables :
 - Quantité d'aliment nécessaire pour produire 1 kg de poisson
 - Coût en aliment pour produire 1 kg de poisson
- Discussion et conclusion : Éléments de discussion essentiels et principales conclusions du test.

De multiples concertations ont eu lieu tout au long du processus, mais la dernière, tenue par le groupe aliment lors du bilan des trois années de recherche en septembre 2023, a été choisie pour intégrer ce rapport.

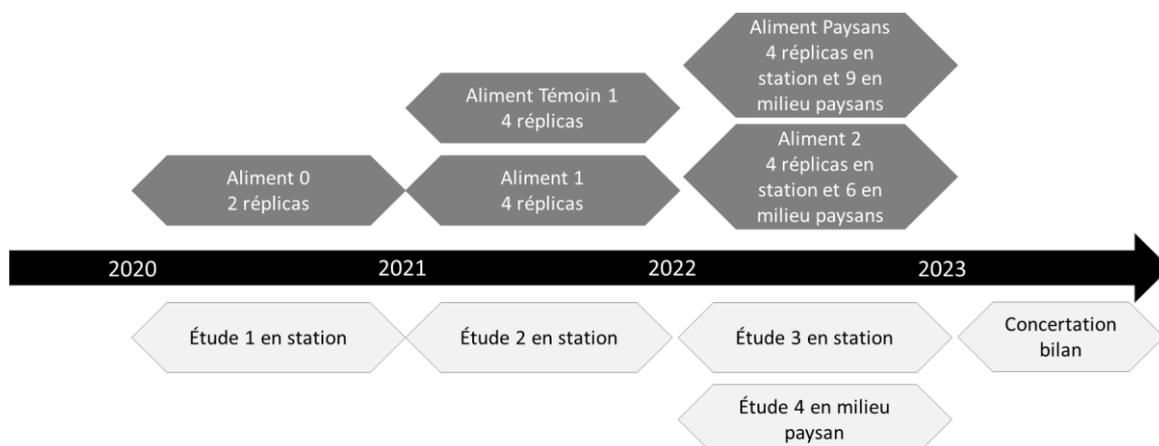


Figure 1 : Résumé de la chronologie des études et des aliments testés (L. Fertin, 2023)

3. Résultat des 3 études menées sur le PisCoFam

3.1. Étude n°1 en 2021 : Test de la croissance des poissons avec un aliment disponible localement

3.1.1. Méthode

Objectif et hypothèse

Cette expérimentation menée de Mai à Septembre 2021 a eu pour objectif de mesurer l'opportunité que peut offrir l'aliment 0 disponible à N'Zérékoré pour la production de pré-grossis mâles vis à vis d'une fertilisation organique habituellement réalisée par les exploitants. Cette étude a été réalisée avec l'aide de Kékoura Koivogui, récemment diplômé en environnement à l'Université de N'Zérékoré de Dalaba, dans le cadre d'un contrat de prestation.

Hypothèse 1 : L'aliment peut favoriser une croissance accélérée des poissons pour permettre le sexage après deux mois d'élevage ;

Hypothèse 2 : Il n'y a pas de différence de performance entre l'aliment et la fertilisation.

Présentation de l'aliment testé (aliment 0)

L'aliment pressé est produit et vendu par le président de la Fédération des Rizis-Pisciculteurs titré à 35% de protéines (Figure 2). Toutefois, les analyses en laboratoire montrent un taux important en matières minérales (35%) ce qui laisse entendre une utilisation de farine de poisson plutôt composée d'arrêtes que de chair.

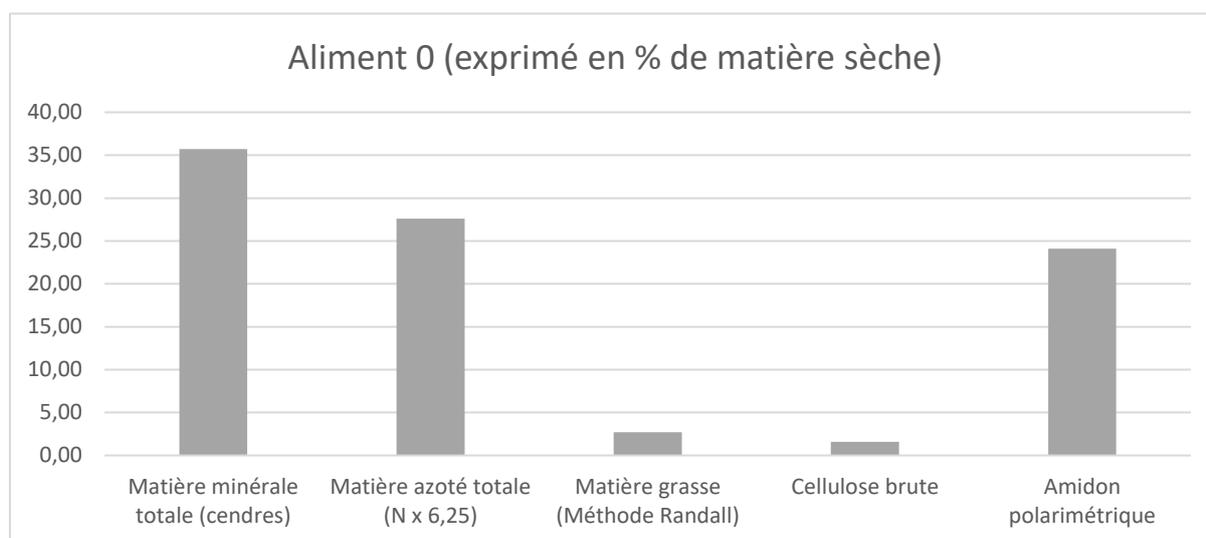


Figure 2 : Résultat des analyses de l'aliment 0 (US Analyse, Cirad, 2020)

Le taux de protéines est élevé (25 %) grâce à la farine de poissons qui compose plus de 40 % de l'aliment (Tableau 1).

<i>Ingrédient</i>	<i>Taux d'incorporation</i>
<i>Poudre de poissons (%)</i>	40
<i>Arrête de poissons (%)</i>	10
<i>Son de riz (%)</i>	15
<i>Tourteau de palmiste (%)</i>	15
<i>Feuilles de patates (%)</i>	15
<i>Feuilles de manioc (%)</i>	5
<i>Poudre de maïs (%)</i>	5
<i>Poudre de manioc (%)</i>	5

Tableau 1 : Composition de l'aliment et ingrédients utilisés (Loua, 2020)

Plan expérimental

Le test a été mené à la station expérimentale de la Fédération des Rizi-Pisciculteurs de Guinée Forestière dans 5 étangs de 1,5 à 3,9 ares sur une période de pré-grossissement de 2 mois (Figure 2).



Figure 2 : Plan expérimentale de l'étude 1 (L.Fertin, 2021)

Deux étangs ont reçu un traitement avec l'aliment 0 rationné à 4 % de la biomasse, une ration plus faible par rapport aux normes de 10% de la biomasse (El-Sayed, 2006) pour tenter de réduire les coûts. L'aliment est acheté à 18 000 GNF/kg (soit 2 euros/kg). Deux étangs avec une fertilisation organique à base de 3 kg/are/jour de raclure de porcherie séchées et le dernier étang utilisé comme témoin n'a rien reçu. Les bassins ont été empoissonnés à la même densité de 7,5 alevins/m² avec un poids moyen de 4,2 g. Les pré-grossis ont été pêchés et sexés 2 mois après. L'étang témoin qui ne reçoit pas d'aliments ni fertilisant a également été empoissonné avec la même densité.

3.1.2. Résultats

La première surprise est que les étangs 3 (fertilisé), 4 (fertilisé) et 5 (témoin) perdent respectivement 6, 19 et 17 % de leur volume en eau chaque semaine. La surface de ces 3 étangs fluctue de 0,5 à 1 are entre deux ajustements de la hauteur d'eau. Le renouvellement de l'eau n'est donc pas de la même ampleur pour les différents traitements et plus intense pour les étangs recevant une fertilisation et le témoin. Dans ces conditions les résultats suivants ont été obtenus pour le cycle de pré-grossissement :

Traitement	Taux de protéines (%)	GMQ	% de poissons sexables	% de males	Nbre de males obtenus	Coût en aliment pour produire 1 males (GNF)
Avec aliment	35	0,2	90,5	26,5	660	1413,6
Avec fertilisation	0	0,1	74,5	18,5	335	0
Témoin	0	0,1	31	4	38	0

Tableau 2 : Bilan zootechnique au sexage (Fertin, 2020)

On observe que l'aliment permet en 2 mois de sexer 90,5% des poissons (Tableau 2) (soit 165 mâles/ares) alors qu'il est observé en moyenne 60 % de poissons sexables (soit une moyenne de 109 mâles/ares) chez les exploitants sur des cycles d'en moyenne 3 mois. Cela ramène la production d'un mâle estimé à 1 400 GNF l'unité (sans compter le coût de la main d'œuvre et du transport de l'aliment). Les résultats zootechniques du traitement avec fertilisation sont similaires à ceux observés chez les exploitants. Cependant, les faibles concentrations en O₂ (1,4 mg/l) et la faible différence entre la concentration en O₂ du matin et du soir (delta : 1,5 mg/l) suggère soit une très faible activité phytoplanctonique donc une fertilisation qui ne fonctionne pas soit une eutrophisation par la boucle hétérotrophe très consommatrice d'O₂.

3.1.3. Discussion et conclusion

Les différences de concentration en oxygène entre le matin et le soir ne montrent pas d'activité phytoplanctonique importante ou une eutrophisation par la boucle hétérotrophe dans l'ensemble des étangs et notamment dans les étangs fertilisés. En ce sens, on peut questionner la concentration en azote de la fumure organique utilisée, et l'effet du renouvellement de l'eau important observé dans les étangs dépasse fortement le minimum de détention de 3 à 4 semaine nécessaire (Boyd, et al., 2012). On peut également questionner la densités testées (e.g. 7.5 alevins/m²) qui paraissent finalement trop ambitieuses à tester au vu des conditions particulières de la station. Ces 3 facteurs n'étant pas optimum, le traitement avec fertilisation est à reconduire. Par ailleurs, dans les conditions de l'expérience, les résultats obtenus ont tendance à montrer qu'au niveau technique, l'aliment apporte des résultats escomptés sur deux mois de pré-grossissement. En revanche le coût nécessaire pour obtenir ce résultat (e.g. 1 400 Gnf/mâle sexé, soit une trésorerie de 1 200 000 GNF à déboursier pour le cycle) est trop élevé au regard de des capacités financières des producteurs. En revanche, le prix de l'alevin mâle étant situé entre 2500 et 3000 GNF/mâles, il pourrait y avoir une opportunité pour certains entrepreneurs.

Hypothèse 1 : en 2 mois l'aliment peut permettre de sexer une majorité des poissons = Validée.

Hypothèse 2 : l'aliment et la fertilisation n'ont pas pu être comparés dans des conditions équivalentes = Non vérifiée.

Résumé de l'étude 1

Aliment 0 : quelle est la performance de l'aliment artisanal complet disponible à la vente à N'Zérékoré par rapport à la fertilisation ?

Hypothèse

Hypothèse 1 : en 2 mois l'aliment peut permettre de sexer une majorité des poissons = Validée.
Hypothèse 2 : l'aliment et la fertilisation n'ont pas pu être comparés dans des conditions équivalentes = Non vérifiée.

Enseignement

Lorsque le renouvellement des étangs est trop important il n'est pas possible d'obtenir des résultats sur la fertilisation ;
L'aliment artisanal pressé offre des résultats zootechniques satisfaisants
L'aliment artisanal pressé n'est pas accessible aux pisciculteurs à cause du prix élevé de son principal ingrédient : la farine de poisson.

Conclusion

Tester la performance d'un aliment sans poudre de poisson ;
Tester la fertilisation dans des étangs ou l'eau se renouvelle peu ;

3.2. Étude n°2 : Test d'un aliment version 1 fabriqué par le projet

3.2.1. Méthode

Objectifs et hypothèse

Le test de l'aliment 0 a eu les résultats techniques escomptés pour produire le nombre souhaité de pré-grossit mâles (165 alevins/are) dans le temps imparti (2 mois). En revanche, l'étude a également conclu que le prix de l'aliment granulé disponible à N'Zérékoré est rédhibitoire (1 400 gnf/mâles, soit un besoin en trésorerie de 700 000 gnf pour produire 500 mâles) au regard de la faible trésorerie des familles de producteurs et au regard du prix de vente du poisson d'élevage (18 000 gnf/kg). Ce prix élevé est principalement dû au prix de la matière première principale : la farine de poisson (13 000 gnf/kg).

Dans ce contexte l'étude n°2 menée d'Octobre 2021 à Mars 2022 a eu pour objectif de **tester la performance d'un aliment sans farine de poisson**. Cette étude a été réalisée avec l'aide de Raymond Lama, étudiant de l'ISSMV de Dalaba, pour la réalisation de son mémoire de fin d'étude.

Hypothèse 1 : Un aliment sans farine de poissons peut avoir les mêmes performances techniques et des meilleurs performances économiques qu'un aliment avec de la farine de poisson.

Présentation des aliments testés (aliment 1 et 2)

Deux nouvelles compositions ont été retenue (Tableau 3), l'aliment témoin 1 (8 500 GNF/kg soit 0,9 euros/kg) avec l'utilisation de la farine de poisson et l'aliment 1 (10 400 GNF/kg soit 1,1 euro/kg) dont la composition est basée sur du tourteau de sésame, la matière première la moins chère de la localité avec le plus de protéine végétale (45%) (Tram, et al., 2011) et utilise un mélange diversifié de tourteau de palmiste, de feuille de moringa, de farine de maïs et de manioc. Pour réduire les coûts, ces deux aliments ne font pas l'objet de cuisson ni de fermentation, seuls les sons de céréales ont été tamisés. Le prix de l'aliment ne prend pas en compte les coûts d'amortissement comme la granuleuse (1 000 000 GNF soit 111 euros), la presse (10 600 000 GNF soit 1177 euros) et le moteur pour entrainer la granuleuse (7 500 000 GNF soit 833 euros).

N°	Ingrédients	Taux d'incorporation (%)
<i>Aliment Témoin 1</i>	Farine de poissons	37
	Farine de maïs	37
	Son de riz	23
	Huile de palme	2
	Sel	1
	Tourteau de sésame	56
	Tourteau de palmiste	11
	Feuille de moringa en poudre	4
<i>Aliment 1</i>	Farine de maïs	20
	Farine de manioc	6
	Huile de palme	2
	Sel	1

Tableau 3 : Les 2 formulations proposé par le stagiaire Raymond Lama (Lama, 2021)

Les analyses en laboratoire (Figure 3) indiquent une concentration azotée plus importante pour l'aliment témoin (28%) qui contient de la poudre de poisson. L'aliment 1 se distingue par sa concentration en matières grasses (23 %) et amidon (37 %).

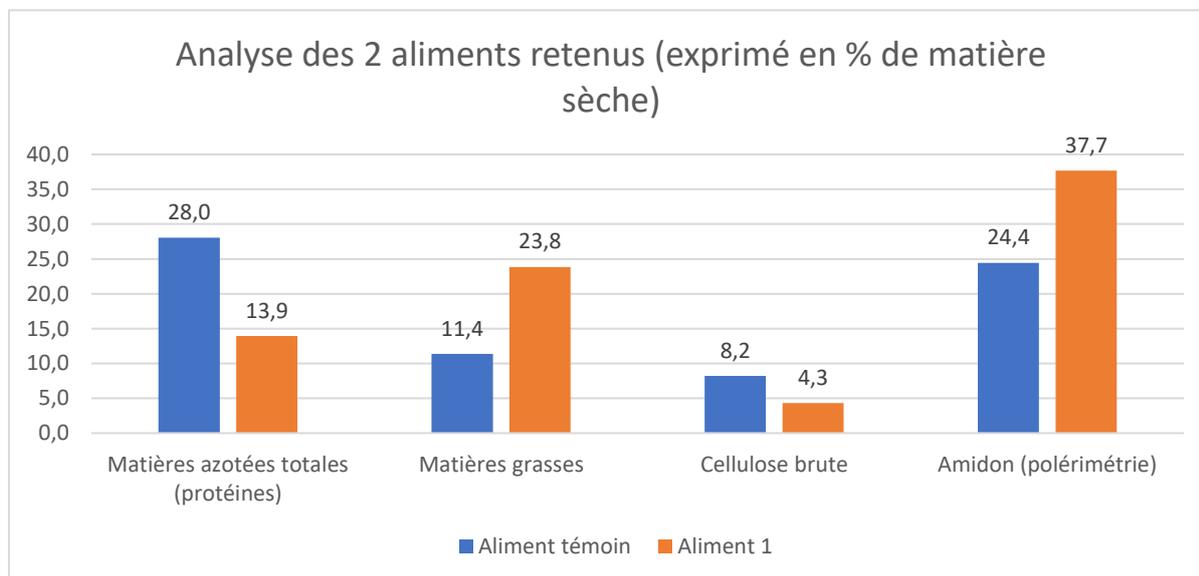


Figure 3 : Résultat des analyses des 3 aliments formulés par l'étude (US Analyse, Cirad, 2021)

Plan expérimental

L'expérience est menée sur 180 poissons disposés dans 12 happas dans 3 étangs de la station de la Fédération des Pisci-Riziculteurs de Guinée Forestière (Figure 3) pour isoler les résultats des variabilité écologiques des étangs, 2 réplicas de chaque traitement a été disposé dans chacun des 3 étangs. Les essais se porteront sur un cycle de grossissement avec l'utilisation de 15 pré-grossis mâles par happas d'*Oreochromis niloticus* d'un poids moyen initial de 40 g sur une période de 7 semaines en distribuant l'aliment *ad libitum*.

Le suivi de la croissance se fera en pesant 1 cage de chaque traitement de chaque bassin une fois par semaine le même jour. L'indice de conversion, le taux de survie, le gain de poids moyen par individu (en g), le gain moyen quotidien (en g/j), et le rendement (en kg/ha/an) seront calculé à la fin des manipulations. Pour cela il sera nécessaire de compter et de peser chaque poisson qui entre et qui sort de chaque cage (lors de l'empeisonnement, lorsqu'il y a des mortalités et lors de la pêche finale). Aussi il faudra peser chaque aliment donné dans chaque cage à chaque repas.



Figure 3 : Plan expérimental de l'étude 2. ©Google earth (L. Fertin, 2021)

3.2.2. Résultats

L'aliment témoin à base de farine de poisson est plus performant que l'aliment 1 du projet avec un GMQ de $0,9 \pm 0,3$ g/j contre $0,3 \pm 0,1$ pour l'aliment 1 (Tableau 4).

Type d'aliment	Taux de protéine (%)	GMQ (g/j)	Gain biomasse /happas (g)	Quantité d'aliment pour produire 1kg de poisson (kg)	Coût en aliment pour produire 1kg de poisson (GNF)
Témoin	28	$0,9 \pm 0,3$ [0,6 ; 1,1]	$529,5 \pm 95,9$ [342 ; 630]	$2,2 \pm 0,5$ [1,7 ; 3,2]	$22\ 000 \pm 4\ 700$ [16 000 ; 30 600]
1	14	$0,3 \pm 0,1$ [0,1 ; 1,4]	$205,7 \pm 43,8$ [99 ; 273]	$6,1 \pm 1,8$ [4,3 ; 11,7]	$58\ 500 \pm 17\ 700$ [56 600 ; 111 000]

Tableau 4 : Résultats zootechniques (Fertin, 2021)

Les résultats zootechniques montrent un indice de conversion de 2,2 pour l'aliment témoin 1 et de 6,1 pour l'aliment 1.

3.2.3. Discussion et conclusion

La principale remarque est la quantité d'aliments 1 donnée aux poissons au regard de la faible croissance obtenue. Cela est probablement dû à plusieurs facteurs : des erreurs de surdosage lors du nourrissage *ad libitum*, le fait que ces aliments pressés coulent rapidement sans avoir le temps d'être ingérés par les poissons et au caractère anti nutritionnel du sésame qui compose principalement l'aliment 1 (Médale, 2009). Le prix du poisson étant de 18 000 GNF/kg dans les zones rurales, principales zones de production et de consommation du poisson de pisciculture, les résultats des deux aliments montrent que le prix de vente ne permet pas d'obtenir une opportunité satisfaisante en ajoutant un aliment dans la cadre de ce test. La farine de poisson donne plus d'appétence, de protéines et d'acides aminés essentiels à l'aliment témoin 1 ce qui a probablement augmenté sa consommation par les poissons et a amélioré

ses apports nutritionnels par rapport aux deux autres aliments. Il est tout de même nécessaire de poursuivre les futures formulations à base d'un mélange de son de céréales locales, en raisonnant la part en poudre de sésame pour ne pas dépasser 15 % (Olude, et al., 2016), et de tester également une composition simple de 2 ou 3 ingrédients avec un hachoir à viande pour diminuer le coût du pressage donc diminuer le prix final de l'aliment. Se passer de farine de poisson est toujours souhaité pour continuer de raisonner la recherche d'un aliment durable et accessible.

Hypothèse 1 : Un aliment sans farine de poissons peut avoir les mêmes performances techniques et des meilleurs performances économiques qu'un aliment avec de la farine de poisson = Rejetée.

<i>Résumé de l'étude 2</i>	Question : est-ce qu'un aliment sans farine de poissons peut avoir les mêmes performances qu'un aliment avec
<i>Hypothèse</i>	Un aliment sans farine de poissons peut avoir les mêmes performances techniques et des meilleurs performances économiques qu'un aliment avec de la farine de poisson = Rejetée.
<i>Enseignement</i>	Un aliment sans farine de poisson ne peut pas avoir les mêmes performances qu'un aliment avec farine de poisson dans des happas
<i>Conclusion</i>	Ne pas dépasser un taux d'incorporation de 15 % avec le tourteau de sésame ; Raisonner l'utilisation d'aliment sans poudre de poisson dans un milieu fertilisé ;

3.3. Étude n°3 : Test d'un aliment version 2 fabriqué par le projet

Suite aux résultats des précédentes études (cf. 3.1 et 3.2), le groupe aliment a souhaité travailler avec un nutritionniste afin d'éviter les erreurs d'ingrédient, notamment d'ingrédient antinutritionnels. Dans cette stratégie-là, une deuxième recette a été créé et testée avec le nutritionniste Guillaume Le Reste du bureau d'étude Halieutica.

3.3.1. Méthode

Objectif et hypothèse

Cet aliment 2 sera testés dans les mêmes conditions que l'aliment 1 afin de comparer les résultats et d'en obtenir des meilleurs. Ainsi, le but **est d'obtenir une croissance supérieure à 0,3 g/j sans farine de poisson (supérieur à l'aliment 1) dans des appas**. Cette étude a été réalisé avec l'aide de Louis Pimont, étudiant à AgroParisTech, dans le cadre de son stage de césure.

Hypothèse : les compléments alimentaires permettent d'obtenir plus de 0,3 g/j en happas

Présentation des aliments testés

Les poissons sont nourris en happas positionnés dans un seul étang donc isolés de la nourriture naturelle de l'étang. Ils se nourrissent uniquement des aliments incomplets que les expérimentateurs distribuent pour mesurer leurs potentiels, dans un premier temps, sans l'apport de la nourriture naturelle. Les poissons sont nourris ad-libitum, ce qui permet de suivre entre les modalités et les semaines l'évolution de l'appétence des poissons pour les aliments testés. Pour le reste, le dispositif expérimental vise à reproduire des conditions réelles d'exploitation. Les lots de poissons utilisés pour l'expérimentation ont un poids initial d'environ 40 +/- 5 g pour le cycle de grossissement en étang-barrage. Les poissons ont été choisis au hasard dans des lots destinés aux étapes classique d'un élevage local, plus précisément les poissons sont de différentes tailles, probablement constitués de 2 ou 3 générations et non habitués à la consommation d'aliments exogène.

- L'aliment 2

Les travaux avec le nutritionniste ont permis de retenir un aliment (l'aliment 2) que nous considérons comme un complément alimentaire (Tableau 5). L'aliment 2 a été élaboré dans un optique d'être fabriqué en grande quantité par un entrepreneur à N'Zérékoré avec les matières premières présentes au marché. Il faut noter que la farine de poisson a été utilisé avec un taux d'incorporation de 3 % uniquement pour augmenter l'appétence de l'aliment.

<i>Ingrédients</i>	<i>Taux d'incorporation de chaque ingrédient (%)</i>	<i>Prix unitaire de chaque ingrédient (GNF)</i>	<i>Prix de l'aliment pressé /kg</i>
<i>Poisson</i>	3	12000	3513
<i>SDR</i>	34	500	
<i>Farine manioc</i>	46	3500	
<i>Sang de bœuf</i>	6	5000	
<i>Sésame</i>	10	10000	
<i>Huile</i>	1	10000	

Tableau 5 : Composition nutritionnelle de l'Aliment 4 (Halieutica, 2022)

- **L'aliment industriel LeGuessant comme témoin positif :**

Un aliment complet spécial tilapia a été utilisé pour estimer la croissance maximum possible et situer les autres aliments testés, l'aliment est titré à 40% de protéine.

- **Un aliment paysan comme témoin négatif :**

Cet aliment a pour but d'estimer la croissance minimum au cout le plus faible. Il permettrait donc d'estimer le coût d'opportunité d'implémentation des 3 premiers aliments en comparaison des méthodes déjà utilisées par les pisciculteurs. Pour respecter les pratiques observées dans les étangs des producteurs, l'alimentation paysanne sera réalisée le matin ad-libitum à base de son de riz et le soir à base d'une balle de feuille de patate (formulation estimée à 75% de son de riz et 25% de feuille de patate).

Le plan expérimental pour le grossissement

Cela fait donc 3 types d'aliment différents (aliment 2, l'aliment industriel témoin positif et l'aliment témoin négatif paysans) qui seront distribué *ad-libitum*.

De plus, l'expérimentation questionnera la performance de ces 4 aliments par rapport à 2 fréquences de nourrissage quotidienne différentes : 3 fois par jours (potentiel maximal) et 1 fois par jours (potentiel réel). En effet, les réalités des pisciculteurs ne leur permettent pas d'aller plus d'une fois par jours sur les étangs du fait des autres activités agricoles ou extra-agricoles.

En résumé nous avons 4 modalités différentes testés 1 fois par jours avec 2 réplicas et 3 fois par jours 2 réplicas. À noter que pour l'aliment paysans c'est seulement la fréquence 1 fois par jour qui sera testé car les pisciculteurs vont généralement que 1 fois par jours sur leur étang. En résumé nous avons donc 7 modalités, en gras les modalités centrales car les plus ancrées dans la réalité des systèmes piscicoles de Guinée Forestière :

1. **Aliment 2_1x/j : A21 et A21(bis) ;**
2. Aliment 2_3x/j : A23 et A23(bis) ;
3. Témoin (+)_1x/j : T+1 et T+1(bis) ;
4. Témoin (+)_3x/j : T+3 et T+3(bis) ;

5. Témoin (-)_2x/j : T- et T-(bis) ;

Ce qui fera en tous 10 happas (Tableau 6).

Fréquence\Type d'aliment	Aliment 2	Témoin (+)	Témoin (-)	Total
1x/j	A21 et A21(bis)	T+1 et T+1(bis)	T- et T-(bis)	6
3x/j	A23 et A23(bis)	T+3 et T+3(bis)	-	4
Total	4	4	2	10

Tableau 6 : Nombre de happas par fréquence et types d'aliment testé, au total 10 happas. En gras les 2 modalités centrales dans l'étude car ancrées dans la réalité des exploitations (Pimont & Fertin, 2023)

3.3.2. Résultats

Analyse des aliments

La figure 4 montre les résultats de l'analyse de l'aliment 2, on constate que le taux de protéines est faible (8,6 %) par rapport à l'aliment paysans (11,8). Ce résultat ne représente probablement la qualité nutritionnelle de l'ensemble des lots d'aliments 2. En effet, la principale source en protéines est la farine de sang qui est très grumeleuse et s'incorpore mal dans les farines de céréale lorsque le mélange se fait à la main. Cela produit des granulés avec des taux de protéines très hétérogènes en fonction de la quantité de farine de sang reçus ou pas. Dans analyses complémentaires ont permis noter la forte proportion de matière minérale insoluble (7,5%) au dans l'aliment 2, ce qui pourrait probablement s'apparenter à du sable issu des farines souvent stockées à même le sol dans la poussière.

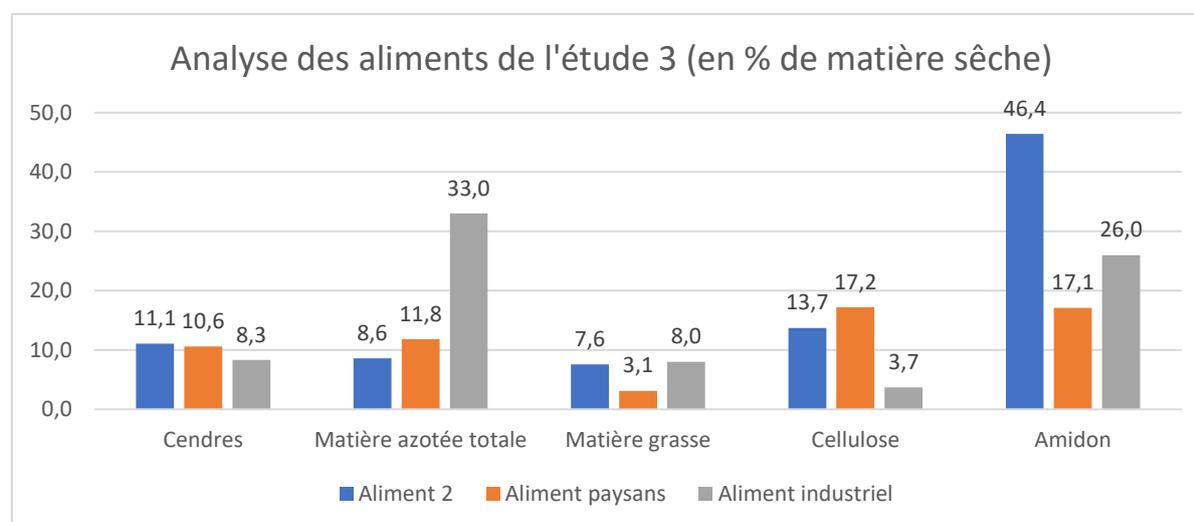


Figure 4 : Analyse nutritionnelle des aliments (US Analyse, Cirad, 2023 ; LeGuouessant) les résultats de l'aliment paysans sont estimés avec la banque de données ©feedipédia.

Le prix de l'aliment 2 est estimé à 6000GNF/kg en incluant les frais de transport (soit 0,7 euros/kg), celui de l'aliment paysans est estimé à 500 gnf/kg (soit 0,05 euros/kg) en valorisant le temps des actifs agricoles pour se déplacer à la décortiqueuse du village et récupérer les feuilles aux alentours des étangs. L'aliment LeGuouessant est estimé à 18 000 gnf/kg (soit 2 euros/kg).

Résultats

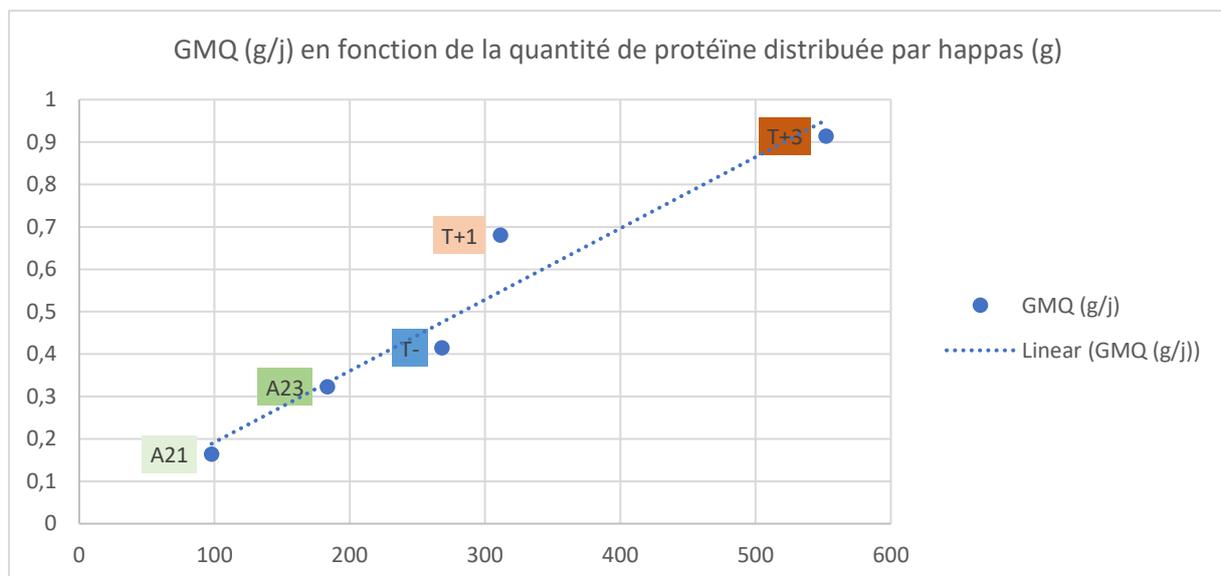
Les résultats montrent qu'il n'y a pas de lien significatif entre la fréquence d'aliment distribué par jours et le GMQ (ANOVA $p=0,4$), également aucune différence significative n'est observée entre l'efficacité protéiques des aliments testés (ANOVA $p=0,7$), cela est probablement dû au faible nombre de répliques.

Les résultats zootechniques traduisent un GMQ qui va de 0,9 à 0,2 g/j (Tableau 7), on constate également que les seules cages qui dégagent un résultat économique positif en termes de marge sur 1 kg de poissons vendu sont celles nourries avec l'aliment paysans (en prenant le prix de vente de poissons bord étangs qui est actuellement de 18 000 GNF/kg, soit 2 euros/kg). En regardant les résultats par produit on voit bien que les pisciculteurs font un choix rationnel en mobilisant le son de riz et la feuille de patate douce pour améliorer leur grossissement.

Modalité	Taux de protéines de chaque aliment	Quantité de protéine distribuée sur l'ensemble du cycle	GMQ	IC	Coût pour produire 1kg de poisson (GNF)
A21	8,6	97,8	0,2	4,0	24 019
A23	8,6	183,4	0,3	4,5	26 963
T+1	33,0	311,4	0,7	1,2	21 943
T+3	33,0	551,9	0,9	2,1	37 290
T-	11,8	268,2	0,4	4,6	2 280

Tableau 7 : Résultats zootechnique par type d'aliment classé du plus petit GMQ au plus grand (Pimont et Fertin, 2023).

Les GMQ observés sont liés de manière significative ($p < 0,0001$) avec la quantité de protéines distribuée sur le test parmi les modalités étudiées (Figure 5). En ce sens, l'aliment paysans apporte finalement plus de protéines (268,2 g) que l'aliment 2 (140,6 g) sur l'ensemble du cycle.



A21 = Aliment 2 1x/j
A23 = Aliment 2 3x/j
T- = Aliment paysans (Témoign négatif) 2x/j
T+1 = Aliment industriel (Témoign positif) 1x/j

T+3 = Aliment industriel (Témoign positif) 3x/j

Figure 5 : Régression linéaire du GMQ par modalité en fonction de la quantité de protéine distribuée durant la période de nourrissage ($p < 0,0001$) (Pimont & Fertin, 2023).

3.3.3. Discussion et conclusion

Dans le cadre de cette expérimentation, la plus grande surprise a été d'avoir obtenu des compromis technique et économique intéressants avec un complément alimentaire simple déjà utilisé par les paysans (son de riz + feuille de patate). L'indice de conversion de l'aliment paysan étant le même que l'aliment 2, il donne une meilleure croissance et cout moins chère ce qui pourraient justifier le choix très rationnel que font les paysans dans l'état actuel du marché et des systèmes d'élevage piscicoles. Cela étant dit, tous les paysans n'ont pas accès à du son de riz et des feuilles de patate dans ces quantités toute l'année. Les taux de protéines des aliments sont corrélés aux performances de croissance ce qui ne montre qu'aucune autre source alimentaire naturelle a influé dans ce milieu non-fonctionnel. L'hypothèse que les compléments alimentaires permettent une croissance de plus de 0,3 g/j en happas ne peut pas être retenue avec l'aliment 2 mais l'hypothèse peut être retenue avec l'aliment paysans. Il paraît cependant nécessaire de tester en grandeur nature ces aliments en milieu paysans pour avoir une conclusion générale technique et économique.

Résumé du test sur l'aliment 2	Question : est-ce qu'un aliment sans farine de poissons peut avoir les mêmes performances qu'un aliment avec ?
<i>Hypothèse</i>	Hypothèse : l'aliment 2 permet d'obtenir plus de 0,3 g/j en happas = Rejeté En ajoutant que l'aliment paysans permet d'obtenir 0,4 g/j
<i>Enseignement</i>	La feuille de patate douce associé au son de riz a été sous-estimée par le groupe aliment depuis le début des travaux
<i>Conclusion</i>	Nécessité de tester l'aliment 2 et la feuille de patate dans des étangs fertilisé et d'expérimenter des cycles réels avec de vrais ventes

3.4. Étude n°4 : Test de l'aliment 2 dans un système fonctionnel

3.4.1. Méthode

Objectifs et hypothèse

Lors de cette dernière étude, une nouvelle manière de raisonner l'utilisation d'un aliment émerge, rejoignant les travaux sur la nutrition des étangs (Kabir, 2019). Plus précisément, cette réflexion basée sur un concept de complément alimentaire raisonne l'élaboration des aliments par une entrée économique et durable. En effet, le rapport carbone/azote (C:N) dans un étang, détermine la productivité des aliments naturels. L'idée est de créer un aliment le moins cher possible en réduisant la part de macronutriments rare et couteux (comme les protéines de la farine de poissons) tout ajoutant des fibres alimentaires pour stimuler la boucle hétérotrophe et en compensant la manque de protéine par une amélioration accrue des aliments naturels (phytoplancton) grâce à un rapport C/N plus élevé. Autrement dit, le fait de supprimer certains macronutriments de l'aliment nécessite de réfléchir l'aliment exogène en complément de l'aliment naturel. Ainsi, le milieu d'utilisation doit être définis comme fonctionnel dans le sens où l'étang doit pouvoir au moins permettre la fertilisation de l'eau et donc la production d'un minimum d'aliment naturel que le complément alimentaire viendra renforcer pour améliorer la croissance des poissons.

Dans le contexte des systèmes piscicoles de Guinée Forestière qui sont intégrés dans une exploitation agricole et en polyculture avec le riz, cette échelle de l'étang n'est plus suffisante pour tester la réussite de la complémentarité aliment/fertilisation car elle n'intègre pas suffisamment de paramètres pour comprendre les résultats et imaginer les solutions. En effet, il est nécessaire de prendre également en



compte d'autres conditions qui peuvent être notamment écologiques et économiques. L'échelle du système d'élevage, voir même de l'exploitation, paraît plus adaptée, on ne parle plus d'un étang fonctionnel mais plutôt de système fonctionnel, compatible avec l'utilisation de complément alimentaire. Autrement dit, en plus d'être fonctionnel pour obtenir une eau fertilisée, le système pourrait également nécessiter, par exemple, un seuil de trésorerie minimum, un prix minimum pour vendre le poisson ou encore la capacité de maîtriser les densités de poissons.

Hypothèse 1 : L'utilisation d'un complément alimentaire dans un système fonctionnel améliore le rendement

Hypothèse 2 : L'utilisation d'un complément alimentaire dans un système fonctionnel améliore la marge des cycles piscicoles

Deux questions dirigent l'expérimentation :

- Quelles différences technico-économiques sont observées entre les cycles alimentés et non alimentés ?
- Dans quelle mesure les systèmes dans lesquels ont été menés les expérimentations sont-ils fonctionnels ?

Présentation des aliments testés

Le test précédent a pu comparer la performance zootechnique de l'aliment 2 et de l'aliment paysans. Cette 4^{ème} et dernière expérimentation propose de comparer à nouveau ces deux aliments, pas seulement pour comparer leur performance zootechnique mais surtout pour comparer leur performance économique dans des cycles rizi-piscicoles réels.

À partir d'une croissance habituelle de 0,5 g/j (PPGF, 2006) à laquelle nous ajoutons les 0,2g/j apporté par l'aliment 2 en happas (cf. 3.3), les quantités d'aliment à distribuer ont été estimées avec une croissance prévisionnelle de 0,7 g/j avec une ration de grossissement de 4 % de la biomasse (El-Sayed, 2006). Le prix de l'aliment 2 a été estimé à 6000 GNF/kg et inclue la livraison et une marge qu'un fabricant d'aliment serait en droit de pratiquer. Pour que le test s'aligne sur la faible trésorerie disponible des ménages et pour augmenter l'efficacité économique, l'aliment 2 a été distribué uniquement durant le dernier tiers du cycle de grossissement en partant du principe que la productivité naturelle pouvait subvenir aux besoins des poissons durant les 2 tiers du cycle lorsque la biomasse des poissons est plus faible (De Silva, et al., 1997). Le prix de l'aliment 2 est estimé à 6000GNF/kg (soit 0,7 euros/kg), en incluant les frais de transport. Celui de l'aliment paysans est estimé à 500 gnf/kg (soit 0,05 euros/kg) en valorisant le temps des actifs agricoles pour se déplacer à la décortiqueuse du village et récupérer les feuilles aux alentours des étangs. Pour que le test s'aligne sur l'utilisation des ressources réelle des producteurs en aliment paysans, aucune consigne n'a été donnée aux pisciculteurs qui utilisent l'aliment paysans si ça n'est de mener leur cycle habituellement. Inscrire le test dans la réalité des trésoreries disponible pour calibrer les quantités d'aliment 2 et des quantités d'aliment paysans permet à l'étude de produire et de comparer des résultats qui s'inscrivent dans la réalité technico-économique des systèmes piscicole de Guinée forestière.

Plan expérimental grossissement

Pour ce faire 30 cycles de grossissement ont été suivis d'août 2022 à août 2023. Après avoir réalisé le test de Dixon pour supprimer les valeurs aberrantes des variables retenues et donc les cycles aberrants, ce sont 22/32 cycles qui ont été retenus. 3 modalités ont pu être testées :

- 3 cycles ont été alimentés avec les aliments 2 ;
- 8 cycles ont été alimentés avec des aliments paysans ;
- 11 cycles n'ont pas été alimentés ni fertilisés ;

Un contrat d'expérimentation a été élaboré avec les producteurs expérimentateurs afin de synthétiser l'ensemble des discussions réalisés collectivement sur la manière de tester l'aliment 2 (Annexe 1). Ce contrat indique dans quel étangs l'aliment doit être testé (i.e. avec peu de renouvellement d'eau, sans C.z), les poissons à empoissonner (O.n mâles avec 2 H.f pour 10 O.n), la nécessité de fertilisé et la fréquence de distribution minimum souhaité (2x/j).

Le suivi inclus plusieurs indicateurs, certains mesurés et d'autre calculés (annexe 2). Aussi, en 2023 plus de 5 000 étangs sont recensés, cette étude qui s'est faite avec 26 cycles n'aura donc pas la prétention de communiquer ses résultats en parlant de représentativité statistique du territoire.

3.4.2. Résultats

3.4.2.1. Différences entre les cycles alimentés et non alimentés

Les statistiques descriptives montrent de fortes variabilités dans les résultats, cela est dû à l'hétérogénéité des pratiques des pisciculteurs et des configurations des étangs. Les tests statistiques ne montrent pas de différences significatives entre la performance des 3 cycles alimentés avec l'aliment 2 proposé par le projet et les 8 cycles alimentés avec l'aliment paysans. L'aliment paysans ayant été distribué en plus grande quantité et en étant plus concentré en protéine, cela induit finalement une plus forte distribution de protéine dans les étangs avec aliment paysans (1231 ± 1259 g/ha/j) par rapport à l'aliment avec aliment 2 (469 ± 256 g/ha/j).

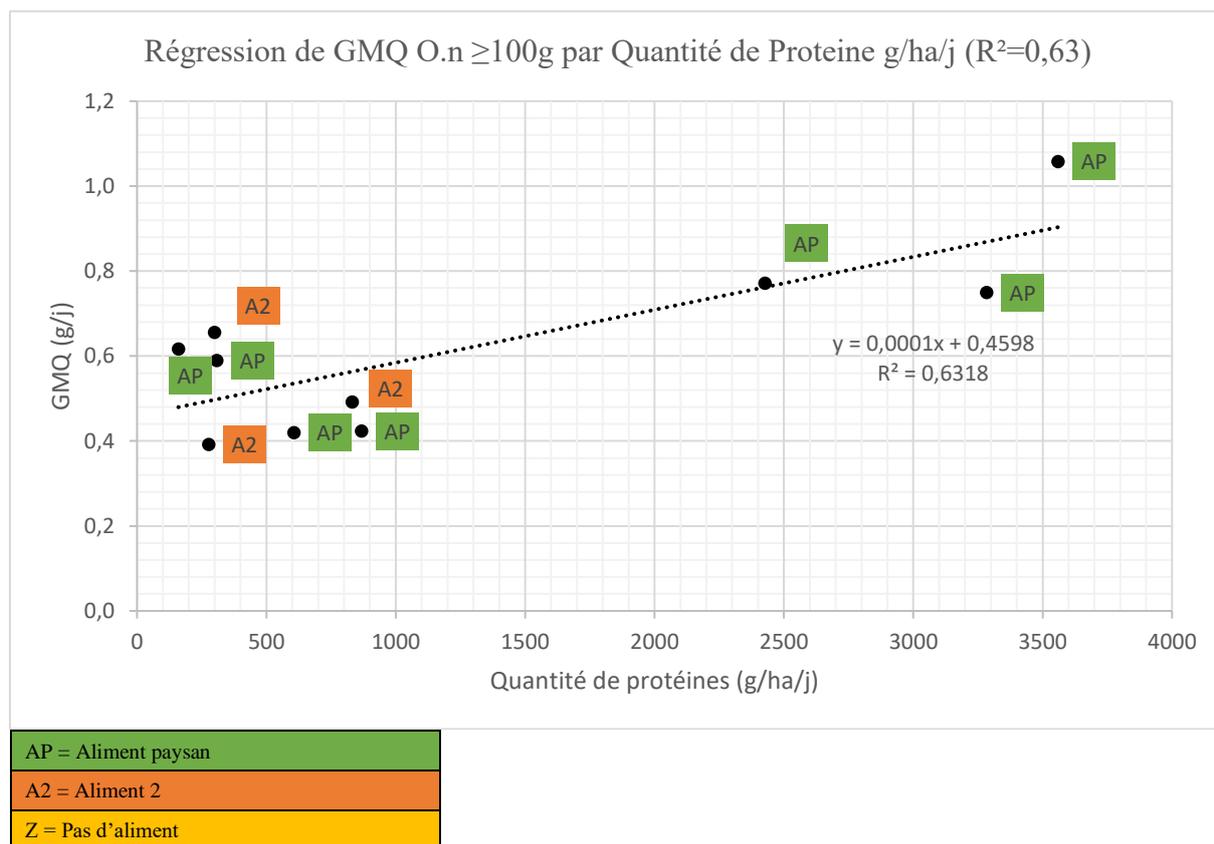


Figure 5 : Quantité de protéines distribuées (g/ha/j) en fonction du GMQ des poissons ≥ 100 g ($p < 0,0001$) (Fertin, 2023).

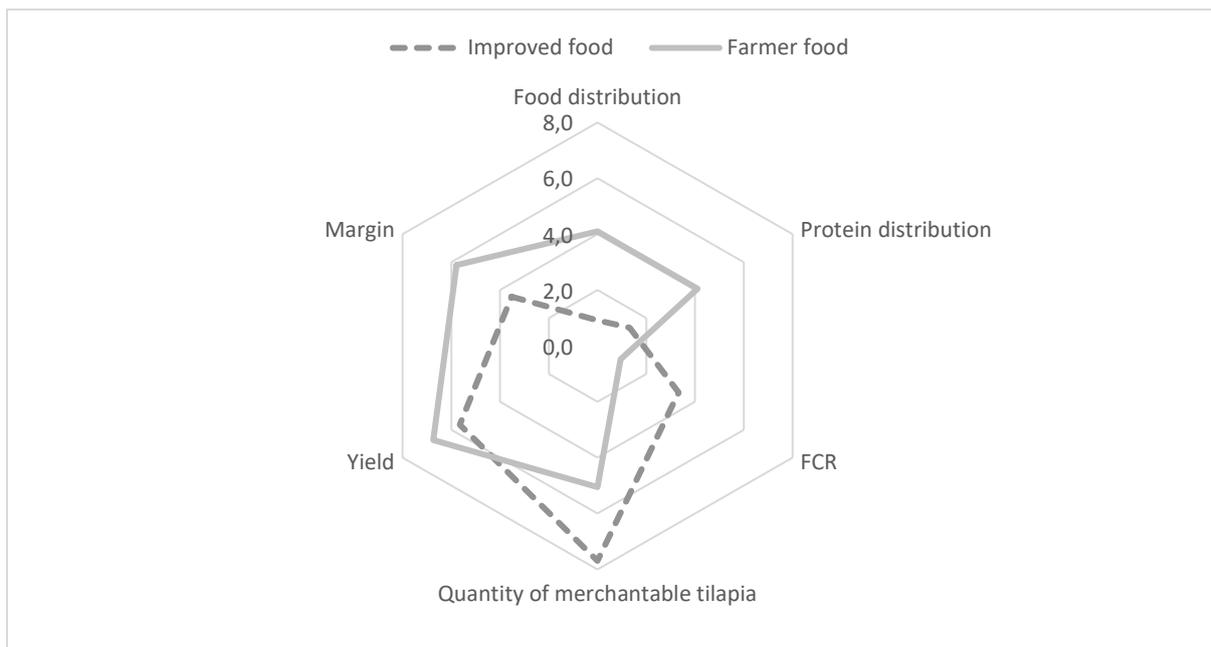


Fig 1 : Comparaison des performances des 3 cycles alimentés avec l'aliment 2 (amélioré) et des 8 cycles alimentés avec l'aliment paysan.

En revanche, l'analyse de la variance a révélé des différences statistiquement significatives ($P > F$ inférieur au seuil de significativité 0,05) entre le groupe des cycles alimentés et celui des cycles non alimentés au niveau « nombre de poissons marchands produits », « rendement du cycle » et « marge dégagée par le cycle » et « valeur ajoutée à la surface ». En revanche, aucune différence statistiquement significative n'a été observée entre les groupes au niveau du « prix du poisson à la vente » et « autoconsommation ». Les données ont respecté les hypothèses de l'ANOVA, telles que la normalité des résidus et l'homogénéité des variances.

Les résultats montrent une forte variance dans la quantité d'aliment ($19,2 \pm 21,5$ kg/ha/jour) et quantité de protéines distribués ($1190,2 \pm 1267,9$ g/ha/jour) dans les étangs (table. 2). Cela suggère qu'il existe une hétérogénéité de pratique d'alimentation paysanne sur le territoire.

	<i>With food</i>				<i>Without food</i>				<i>Pr>F ANOVA</i>
	Min	Max	Average	Standard deviation (n-1)	Min	Max	Average	Standard deviation (n-1)	
<i>Food Quantity kg/ha/j</i>	2,7	59,3	19,2	21,5	0,0	0,0	0,0	0,0	
<i>Protein Quantity g/ha/j</i>	159,7	3559,4	1190,2	1267,9	0,0	0,0	0,0	0,0	
<i>Quantity of merchantable tilapia (%)</i>	0,0	56,8	32,3	20,3	0,0	43,8	15,2	17,0	<u>0,04</u>
<i>Fish prices (euros/kg)</i>	1,1	4,5	2,1	1,0	1,4	3,0	2,0	0,5	0,6
<i>Yield (kg/ha/an)</i>	360,8	1831,1	1179,5	384,7	174,3	1228,1	812,6	389,1	<u>0,03</u>
<i>Margin (euros)</i>	46,7	303,9	157,2	89,5	0,0	137,2	76,0	48,6	<u>0,02</u>
<i>Surface added value (euro/ha)</i>	230,2	2329,7	1258,6	617,3	0,0	1891,4	692,6	594,6	<u>0,04</u>
<i>Self-consumption per asset (kg)</i>	0,8	15,8	7,1	5,9	1,3	7,5	4,0	2,1	0,1

Table 2 : Statistique descriptive et valeur de F (Pr>F) de l'analyse des variances entre les 2 groupes en fonction des indicateurs retenus par l'étude

Les résultats montrent que les cycles alimentés ont une proportion significative ($p_v=0,04$) de tilapia de taille marchande deux fois plus élevée ($32,3 \pm 20,3$ %) que les cycles non alimentés ($15,2 \pm 17$ %). Le rendement est également significativement plus élevé ($p_v=0,03$) pour les cycles alimentés ($1179,5 \pm 384,7$ kg/ha/an) par rapport aux cycles non alimentés ($812,1 \pm 389,1$ kg/ha/an). Également, au niveau économique la marge et la valeur ajoutée ramenée à l'hectare sont deux fois plus importantes pour les cycles alimentés ($157,2 \pm 89,5$ euros et $1258,6 \pm 617,3$ euro/ha) que non alimentés ($76 \pm 78,6$ euros et $692,6 \pm 594,6$ euros/ha).

3.4.2.2. Dans quelle mesure les systèmes dans lesquels ont été menés les expérimentations sont-ils fonctionnels pour valoriser un complément alimentaire ?

Coût des aliments

Pour produire 1 kg de poisson, les exploitants ont dépensé 0,7 euros avec de l'aliment paysans et en moyenne 1 euro avec l'aliment 2 proposé par le projet. Dans le cas de l'aliment paysans les exploitants ont trouvé par opportunité du son de riz à proximité des exploitations ce qui a fortement réduit les coûts, voir couler uniquement du temps de main d'œuvre familiale pour transporter les sacs de son de riz. Dans le cas des compléments alimentaire, cela s'est traduit par la nécessité pour l'exploitant d'investir 500 000 GNF en début de cycle (montant pris en charge par le projet dans le cadre de cette expérimentation au regard du risque conséquent). À l'unanimité les 6 exploitants qui ont testés les aliments du projet ont conclu qu'il n'était pas envisageable de débloquer 500 000 GNF en début de cycle. Ces résultats montrent que les exploitant n'ont pas une trésorerie assez importante pour financer les quantités d'aliment nécessaires en début de cycle même lorsque la période de nourrissage est réduite à 1/3 du cycle.

Renouvellement de l'eau

Les résultats montrent que 7/23 étangs ont des eaux qui se renouvellent peu durant 3 mois de l'année. Le reste des étangs, dont les étangs avec un canal de contournement (ACC) en orange sur la figure 9, ont un renouvellement de l'eau toute l'année.

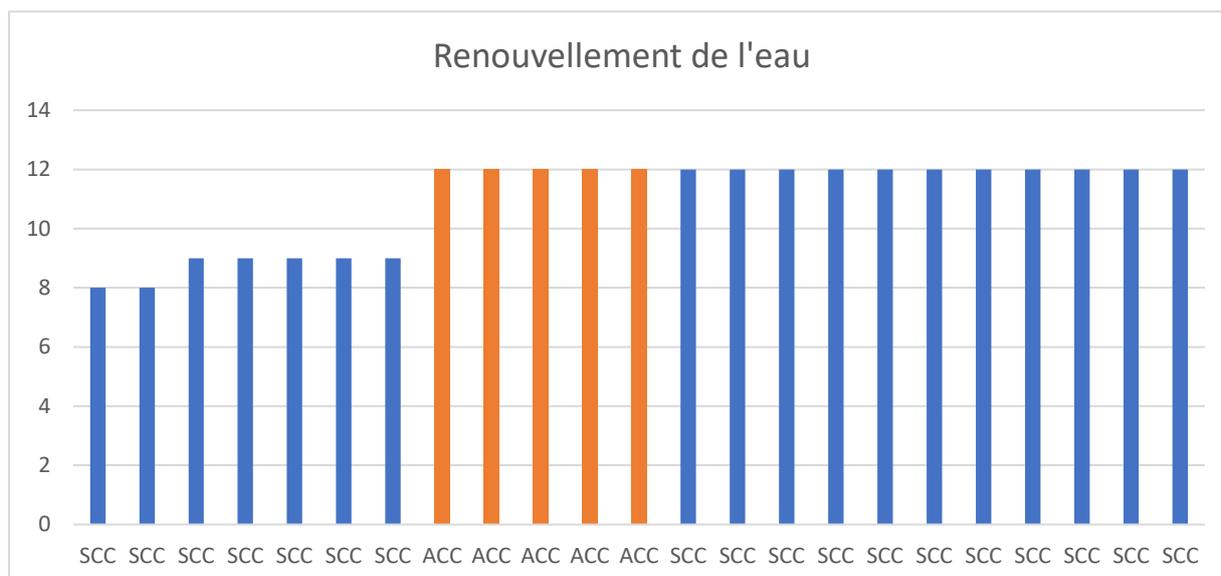


Figure 9 : Nombre de mois durant lesquels l'eau coule à travers le système de vidange. En orange les étangs Avec Canal de Contournement (ACC) et en bleu les étangs Sans Canal de Contournement (SCC) (Fertin, 2023).

Ces résultats montrent que les exploitant ont du mal à gérer le renouvellement de l'eau dans leurs étangs ce qui freine la fertilisation qui nécessite une rétention d'au moins 3 à 4 semaines pour fonctionner (Boyd, et al., 2012). De plus les étangs subissent de forte intrusion de C. z avec ou sans canaux de contournement.

Densités

Les densités des tilapias toutes espèces et tailles confondues passent de $0,3 \pm 0,2$ i/m² à $0,8 \pm 0,6$ i/m² entre l'empeisonnement et la pêche, autrement dit la densité a été multiplié par 2,6 au cours des cycles.

Les *C. z* et les Alevin *O. n* représentent 43 % de la biomasse à la pêche (Figure 10). En testant par analyse de la variance (ANOVA) sur les 28 étangs suivis, aucun liens statistiques n'est observé entre la proportion de la biomasse en *C. z* et la présence de canal de contournement sensé réduire les invasions. En d'autres termes, les canaux de contournement n'influent pas sur la présence des *C. z* dans le cadre de cette expérimentation.

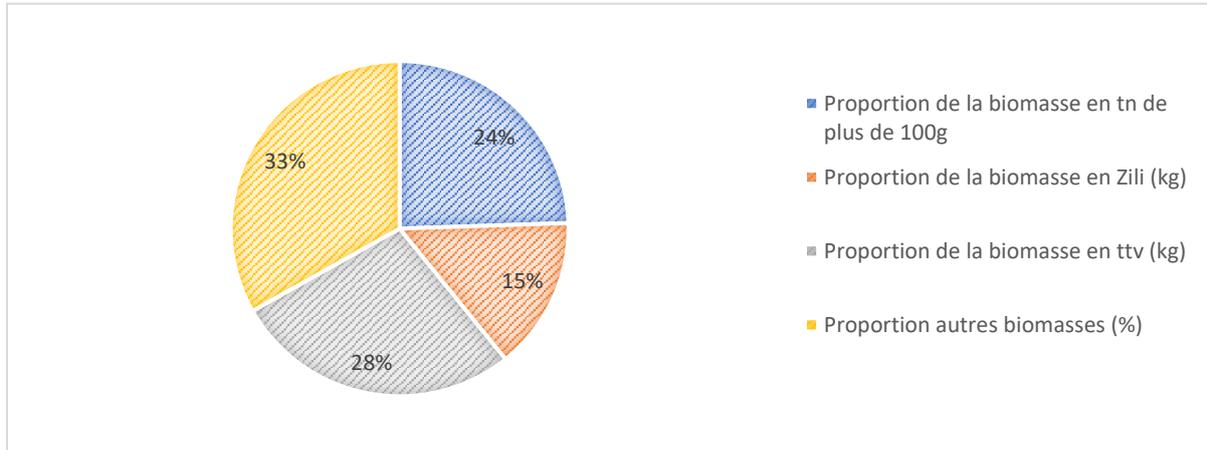
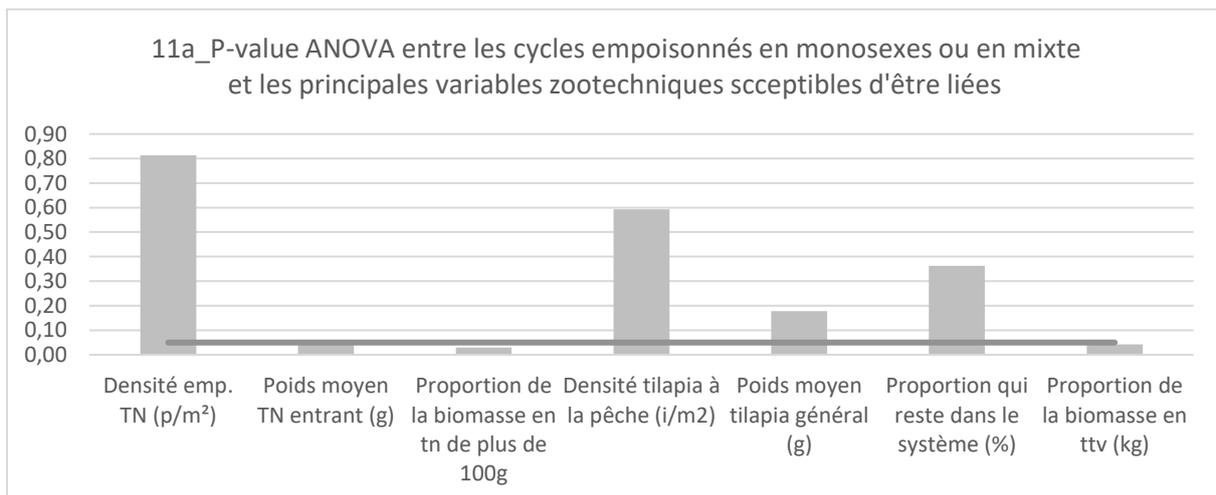


Figure 10 : Proportion des différentes catégories de poisson lors des pêches (Fertin, 2023).

Lors des pêches c'est 43 % de la biomasse qui est renvoyé dans le système, ce volume est principalement composé d'alevins d'*O. n*. Il est difficile d'observer l'effet escompté de l'utilisation de monosexes *O. niloticus* et d'*H. f*¹ sur les 28 étangs suivis car peu de liens significatifs sont observables (figure 11a et 11b). On remarque tous de même que :

- La proportion de la biomasse d'*O. niloticus* de plus de 100g est plus importante dans les cycles empoisonnés monosexes (p-value : 0,03)
- La proportion d'alevins tout venants (ttv) est plus faible dans les cycles empoisonnés monosexes (p-value : 0,04)



¹ Pour rappel, les tilapias mâles grandissent plus vite, les mâles sont donc à prioriser lors empoisonnement pour obtenir des poissons plus gros à la pêche. Lorsque les poissons sont triés à pour séparer les mâles et les femelles on observe systématiques des erreurs et des femelles se glissent dans le lot des mâles entrainant des reproductions durant le cycle de grossissement. Pour contrôler la population d'alevin issus de ces reproductions, il est conseillé d'ajouter un prédateur : l' *Hemichromis fasciatus*, à raison de 2 *H. fasciatus* pour 10 tilapias mâles.

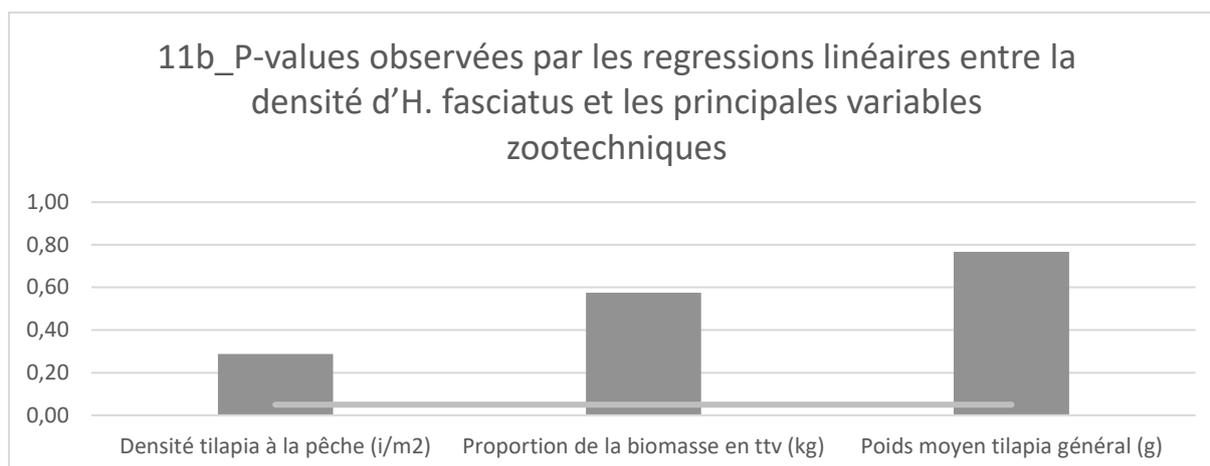


Figure 11a et 11b : Xa (en haute) les différentes p-values observées par l'ANOVA entre les cycles monosexes et les cycles mixtes et Xb (en bas) les différentes p-values observées par les régressions linéaire entre la densité d'H. fasciatus et les principales variables zootechniques (L.Fertin, 2023)

Il faut noter que 11 cycles n'ont pas utilisé d'H.f et que les 16 qui en ont utilisé avaient un ratio de 1,4 H.f pour 10 tilapias, ces résultats peuvent en partie expliquer la forte proportion d'O.n alevin dans les cycles.

Ces résultats contrastés montrent que les exploitants ont du mal à gérer les densités de poissons dans leurs étangs. Les pratiques qui permettent de gérer les densités sont pourtant proposées par les organismes d'appui techniques et retenue dans le contrat d'expérimentation (Annexe 1) (i.e sexage, utilisation d'H. f en quantité suffisante, densité de 0,1 i/m² à l'empoissonnement) mais on observe que les exploitant ne peuvent pas, ou n'ont pas d'intérêt à les mettre en place. De fait, cette situation permet difficilement de valoriser l'aliment ajoutée par les poissons de taille marchande.

Prix du poisson

Le prix de vente du poisson bord étang a été enregistré à 14 800 ± 7 500 GNF/kg, c'est une surprise car dans leur déclaration, les exploitants étaient confiants de vendre le poisson à 20 000 voire 25 000 GNF/kg. Une autre surprise sur les 24 ventes suivies bord-champ est de ne pas avoir observé de fluctuation du montant de la vente (p-value = 0,4), ni du prix de vente (p-value = 0,3) en fonction de la proportion d'O.n de >100g produite ou en fonction de la proportion des autres catégories de poissons (Tableau 9).

<i>Nombre de vente de poisson bord étang suivies</i>	<i>9</i>	<i>8</i>	<i>9</i>
Quantité de gros poisson à la pêche (% de la biomasse totale)	(min)6.3 <> 11	12 <> 52	52 <> 61(max)
Calibre moyen des tilapias de plus de 100 (g)	193	163	161
Prix au kg vendu bord étang (GNF)	18 000	19 000	16 500

Tableau 9 : Différence de prix du poisson au kg en fonction de la proportion de poisson de plus 100g obtenu à la pêche (L. Fertin, 2023)

Ces résultats montrent que les exploitants n'ont pas vendu leur poisson plus cher lorsque la pêche était composée d'une plus grande proportion de gros poissons.



Hypothèse 2 : L'utilisation d'un complément alimentaire dans un système fonctionnel améliore la marge des cycles piscicoles = Rejetée.

3.4.3. Discussion et conclusion

Les résultats montrent que les systèmes de sont pas fonctionnels pour valoriser l'apport de l'aliment 2 du projet par rapport aux pratiques déjà en place avec l'aliment paysan :

- La faible trésorerie des ménages ne permet pas d'investir dans un aliment en début de cycle même si cet investissement est réduit au minimum grâce à un aliment peu protéiné et une distribution réalisée sur 1/3 du cycle ;
- Le prix du poisson est trop faible pour qu'une marge soit réalisée dans le cas d'un cycle qui utilise un aliment acheté d'autant plus que le gros poisson n'a pas pu se vendre plus cher ;
- Le renouvellement important de l'eau des étangs ne permet pas d'augmenter le rapport C/N et donc de fertiliser les étangs. Dans ce cas, un aliment complet (mais inaccessible) ou une très grande quantité d'aliment complémentaire, comme l'aliment paysan, sont plus approprié techniquement. Le glucides et lipides apportées par le complément alimentaire distribué ne sont donc pas complétées par les protéines issues de l'alimentation naturelle car les fibres alimentaires supposée présentes dans le son de riz de l'aliment projet ne sont pas valorisées pour stimuler la productivité naturelle car lessivées ;
- La forte connexion des étangs aux cours d'eau induit des invasions importantes de *C. zillii* ce qui augmente les densités de poisson donc la tension sur la quantité d'aliment naturelle et distribuée qui est limité ;
- La majorité des cycles ne sont pas empoissonné en monosexes mâles. Cela est probablement dû à des erreurs de sexe ou le faible intérêt de l'exploitant à passer du temps à sexer. Seulement la moitié des cycles ont mobilisé des *H. f* et dans de faibles proportions ce qui ne permet pas à ce prédateur d'être efficace. Le coût d'opportunité de mettre en place ces pratiques doit être questionné car on n'observe pas une meilleure rémunération des exploitants qui ont mis en place des cycles en monosexes par rapport à ceux qui ont mis en place des cycles mixtes.

Le nombre de kg de poissons ramené par actif pourrait être ? une nouvelle variable capable de mesurer la performance de ces cycles d'un point de vue nutritionnel. Pour exemple sur ces cycles, en moyenne 37 % de la biomasse qui sort du système lors de la pêche est consommée, cela fait 5 kg de poisson par actif par cycle.

Résumé de l'étude 3

Questions :

- **Quelle croissance supplémentaire le complément alimentaire peut fournir à des poissons qui évoluent dans un milieu non-fonctionnel.**
- **Est-ce qu'une amélioration du rendement des étangs et de la marge dégagée par la vente des poissons est observée avec l'utilisation des compléments alimentaires ?**

<i>Hypothèse</i>	<p>L'hypothèse 1 : L'utilisation d'un complément alimentaire dans un système fonctionnel améliore le rendement pour l'aliment paysan. Il faut ajouter que l'aliment 2 et l'aliment paysans permettent une plus forte croissance du lot de poisson stocké.</p> <p>Hypothèse 2 : L'utilisation d'un complément alimentaire acheté dans un système fonctionnel améliore la marge des cycles piscicoles est rejeté car c'est uniquement les cycles alimentés avec l'aliment paysans qui ont eu une meilleur marge.</p>
<i>Enseignement</i>	<p>Les systèmes dans lesquels les compléments alimentaires ne sont pas fonctionnel car :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le renouvellement de l'eau de l'étang est important et il n'y a pas de fertilisation ; - Les étangs ne sont pas isolés du cours d'eau ce qui induit une prolifération de C. z qui sont en compétition avec le tilapia marchands par rapport au phytoplancton ; - Les empoisonnements se font avec une part trop importante de tilapias femelles avec une part trop faible H.f ce qui engendre une multiplication forte des alevins qui vont également entrer en compétition avec le tilapia marchands par rapport au phytoplancton ; - Les poissons sont vendus à un prix trop faible pour permettre de dégager une marge ;
<i>Conclusion</i>	<p>L'aliment 2 n'a pas d'effet sur le rendement et aucun effet sur la marge dégagé par les cycles paysans ;</p> <p>L'aliment 2 permet d'augmenter de la croissance des poissons marchands ;</p> <p>Le prix de vente du poisson et le montant de la vente ne varie pas en fonction de la qualité de la pêche, autrement dit, la proportion de gros poissons à la pêche n'induit pas forcément une meilleure rémunération ;</p> <p>Il n'y a pas d'opportunité à alimenter des cycles de grossissement avec aliment acheté, comme l'aliment 2, dans l'état actuel de la maîtrise technique du système d'élevage et du marché ;</p> <p>Dans l'état actuel des systèmes, le son de riz reste la meilleure option pour ces cycles. Dans ces système ou l'eau se renouvelle fortement, le son de riz peut être considéré comme un aliment.</p>

3.5. Résumé des résultats des tests

En résumé, 4 études ont été réalisées pour tester en happas et en étang 2 prototypes d'aliment (Tableau 9a et 9b). L'élevage en happa et en étang sont deux types de milieu qui ne peuvent pas être comparée, notamment à cause de la part importante que peut jouer la nourriture naturelle dans les étangs.

Pour exemple, les taux de croissances spécifiques² enregistrés en happas (sans que les poissons aient accès à la nourriture naturelle) sont de $0,7 \pm 0,4$ alors qu'ils sont de $1,6 \pm 1,2$ dans les étangs. Les gains

² Le TCS est une mesure de la vitesse à laquelle un organisme aquatique gagne du poids pendant une période donnée. Un TCS élevé indique une croissance rapide, tandis qu'un TCS faible indique une croissance plus lente.



moyens quotidiens confirment également ce phénomène avec $0,4 \pm 0,3$ g/j en happas et $0,5 \pm 0,2$ g/j en étang.

Il faut également mettre en valeur la performance zootechnique de l'aliment 0 qui a permis d'atteindre en étang de dérivation un rendement de 8520 kg/ha/an alors que l'ensemble des autres tests ont une moyenne de 844 ± 324 kg/ha/an (Tableau 9b). Les étangs avaient un renouvellement de l'eau faible de 3,3 % /j ce qui semble montrer que l'étang a pu être fertilisé par les résidus d'aliment non consommés.

Correspondance avec les études présentées dans le rapport
 Nombre de réplikas
 Prototype d'aliment

		ETUDE 2 4 <i>Aliment 1</i>	ETUDE 2 4 <i>Témoin aliment 1</i>	ETUDE 3 4 <i>Aliment 2</i>	ETUDE 3 4 <i>Aliment Paysans</i>
Caractéristiques protocole	Structure expérimentale	Happas	Happas	Happas	Happas
	Type de cycle	Grossissement	Grossissement	Grossissement	Grossissement
	Type d'aliment	Pressé	Pressé	Pressé	Poudre + feuilles
Composition aliment	Farine de poisson (%)		37,0	3,0	
	Sang de bœuf (%)			6,0	
	Feuilles manioc (%)				25,0
	Farine de manioc (%)	6,0		46,0	
	Tourteau de sésame (%)	56,0		10,0	
	Farine de maïs (%)	20,0	37,0		
	Son de riz (%)		23,0	34,0	75,0
	Tourteau de palmiste (%)	11,0			
	Huile de palme (%)	2,0	2,0	1,0	
	Feuille de Moringa (%)	4,0			
	Sel (%)	1,0	1,0		
Valeur nutritive	Protéine (% MS)	13,9	28,0	8,6	11,8
	Lipide (% MS)	23,8	11,4	7,6	3,1
	Fibres (% MS)	7,9	10,2	13,6	17,2
	Cendre (% MS)	8,0	19,0	11,1	10,6
	Amidon (%MS)	37,7	24,4	46,4	17,2
	EB (cal/g sec)	53,8	4833,3	2391,2	2995,5
	Prix/kg (euros)	1,1	0,9	0,7	0,1
	Prix/kg de protéine (euro)	8,0	3,4	7,8	0,5
Résultats tous les poissons	Durée du cycle (jours)	49,0	49,0	40,0	40,0
Résultats O.niloticus	GMQ (g/j)	0,3	0,9	0,2	0,2
	TCS (%)	0,5	1,4	0,5	0,5
Résultat alimentation	Taux de rationnement (% de la biomasse)	3,2	3,2	7,8	
	IC	6,1	2,2	4,2	4,6
	Gain de biomasse/g de protéine	1,2	1,6	0,8	1,3
	Fixation protéines	20,0	27,6	47,1	31,3
	Prix aliment/kg poissons (€)	6,8	2,1	2,8	0,3
	Prix/kg poisson (euros)	2,0	2,0	2,0	2,0

Tableau 9a : Résumé des résultats des aliments testés en happas (L. Fertin,2023)

3.6. Résultat du bilan collectif des 3 études avec le groupe thématique aliment

La concertation a eu lieu sur 3 demies journées les 7 et 8 septembre 2023, le programme est en annexe (Annexe 2).

3.6.1. Jour 1

Le groupe thématique aliment était présent sur 2 jours, les membres sont un mélange de producteurs, de techniciens, de cadre du projet PisCoFam et de cadre de la Fédération des Rizi-Pisciculteur de Guinée Forestière. Les 4/6 pisciculteurs expérimentateurs invité ayant fait les essais d'aliment grandeur nature dans leurs étangs (cf 3.3) sont venus partager leur ressenti en répondant à la question : Quelles leçons vous tirez de votre test d'aliment sur votre cycle ? (Tableau 10).

Pisciculteurs expérimentateurs	1	2	3	4
Évaluation générale	« J'ai eu de bons résultats : les poissons ont aimé et ont bien grossi »	« J'ai eu de bons résultats : il a eu des plus gros poissons, par exemple les gros hétérotis sont passé de 2,5 kg à 4 kg »	« J'attends de voir s'il y aura des différences entre l'aliment à base de son de riz qu'il a l'habitude de donner, et l'aliment du projet »	« J'ai eu de bons résultats, surtout sur les géniteurs qui sont dans un étang de service, mais il faut en mettre beaucoup. Il test aussi un aliment qu'il fabrique lui-même »
Réponse à « avez-vous produit de plus gros poissons »	Oui	Oui	Non	Non
Réponse à l'aliment a-t-il été rentable	Je n'ai ni gagné ni perdu	Je n'ai ni gagné ni perdu	Je pense que j'ai perdu	Je pense que j'ai perdu
Gain issu de la vente du poisson sur les cycles alimentés (en GNF, 1euros = 9500 GNF)	2 600 000 pour 2 cycles	1 390 000 pour un cycle (les techniciens ont aidé à vendre le poisson à la ville)	256 000	7 200 000
Coût de l'aliment (en GNF, 1euros = 9500 GNF)	680 000 pour 2 cycles	520 000 pour 1 cycle	230 000 pour 1 cycle	2 200 000 pour 3 cycles

Tableau 10 : résumé des évaluations des rizi-pisciculteurs ayant fait les essais aliment (L. Fertin & A. Périnelle, 2023)

Concernant la rentabilité de l'aliment, l'attention des pisciculteurs n'était pas centrée sur les coûts de l'aliment, nécessitant une intervention de l'animateur pour les rappeler avant toute réponse. Après les retours des quatre participants aux essais, des discussions et des questions ont émergé de la part de ceux qui n'avaient pas effectué les tests. Une question lancée par un pisciculteur résume ces échanges :



comment est-il possible de produire davantage sans accroître les revenus ? Après une brève pause, l'animateur a synthétisé l'historique des trois études sur l'aliment menées depuis 2021. Les discussions ont également porté sur l'efficacité de l'aliment : toute la quantité distribuée est-elle consommée ? Les résidus non consommés fertilisent-ils la parcelle ? Un pisciculteur a souligné l'importance de maintenir la parcelle fermée pour que les résidus de l'aliment contribuent à la fertilisation de l'étang. Une discussion s'est ensuivie sur les éléments ajoutés à l'aliment (décantât d'huile, termites, morceaux de nénuphar, fruits du fromager) et les modalités d'alimentation (emplacement constant, alimentation limitée au début pour habituer les poissons). Le pisciculteur expérimentateur 3 a souligné l'importance de fournir une quantité suffisante d'aliment, en adaptant les quantités à la densité de poisson, une tâche facilitée dans l'étang de service lors des pêches de contrôle.

Enfin, un tour de table a été effectué avec la question : "À la lumière des discussions, quelles sont vos intentions pour l'année prochaine ?" Globalement, tous les exploitants souhaitent poursuivre leur pratique habituelle, c'est-à-dire alimenter les poissons avec l'aliment qu'ils fabriquent à partir des ressources disponibles, notamment le son de riz et les feuilles de manioc, enrichis de restes de cuisine et autres. Seuls les pisciculteurs expérimentateurs 2 et 3 montrent un intérêt à tester à nouveau un aliment amélioré, à condition qu'il ne soit pas acheté.

L'après-midi, l'animateur a présenté les résultats chiffrés des essais du champ thématique, tout en rappelant les critères d'un atelier piscicole fonctionnel dans le contexte de l'utilisation d'un aliment : disposer d'une trésorerie pour payer l'aliment en début de cycle et la capacité de vendre le poisson à un prix plus élevé par kilogramme, avec un faible renouvellement d'eau pour favoriser la fertilisation et économiser l'aliment coûteux, et en limitant les invasions de *C. Zilli* et d'alevins d'*O. niloticus* pour éviter les surdensités compte tenu de la quantité limitée d'aliment naturel et ajouté disponible. Les discussions ultérieures ont porté sur trois sujets : la commercialisation, la gestion piscicole et l'aménagement (voir Annexe 3) :

- Le marché : les gros poissons ne sont pas mieux valorisés que les petits, bien que cela dépende de la distance jusqu'à la ville ;
- La difficulté d'obtenir un faible débit d'eau pour favoriser la fertilisation de l'étang : un canal de contournement peut ne pas suffire dans la plupart des situations ;
- La maîtrise de la densité par la gestion des poissons : sexage, pêche de contrôle (difficile en présence de riz ou en saison sèche), introduction d'hémichromis suffisamment gros et nombreux pour contrôler les alevins indésirables.

3.6.2. Jour 2

Deux pisciculteurs se sont rajoutés : un 5^{ème} pisciculteur expérimentateur et une piscicultrice qui est la femme du président de la FPRGF. Parmi l'équipe PisCoFam c'est le directeur du projet et la chargée du suivi-évaluation qui ont rejoint l'atelier.

La question de ce deuxième jour est : « Qu'est-ce qu'on peut faire pour l'aliment devienne rentable dans nos étangs ? » L'idée est d'imaginer une situation idéale souhaitée même si celle-ci n'est pas forcément possible à obtenir à très court terme. L'idée n'est pas de vendre du rêve pour utiliser l'aliment mais de se rendre compte collectivement de la distance qui sépare les systèmes d'élevage piscicole de Guinée Forestière par rapport à cette nouvelle technologie qui reste actuellement en rupture (Tableau 11 et annexe 4).

	<i>Situation actuelle</i> <i>Pas favorable à l'utilisation d'un aliment</i>	<i>Situation souhaitée</i> <i>Favorable à l'utilisation d'aliment</i>
Prix de vente du poisson	18 000 GNF/kg Entre 1,2 et 1,9 euros/kg au village Entre 1,9 et 2,2 euros/kg en ville	30 000 GNF/kg Entre 3 et 3,2 euros/kg au village
Prix d'achat de l'aliment	8 000 GNF/kg 0,8 euros/kg	6 000 GNF/kg 0,6 euros/kg
Marché d'écoulement	Vente au village pour 80% des pisciculteurs	Possibilité de vendre au village et dans les marchés urbains
Infrastructures	Pistes	Goudron
Distribution	Seul 20% des pisciculteurs proche de la ville peuvent vendre à des grossistes	Les grossistes viennent payer le poisson dans les villages
Organisation	Les pisciculteurs pêchent sans se concerter	Vendre en stratégie de groupe pour échelonner les pêches

Tableau 11 : Comparaison entre la situation actuelle et la situation souhaitée pour que l'aliment devienne opportun (L. Fertin & A. Périnelle, 2023)

Trois groupes de réflexion, qui approfondira la question posée « Qu'est-ce qu'on peut faire pour l'aliment devienne rentable dans nos étangs ? » (Tableau 12).

Groupe	Restitution	Remarque
Commercialisation	En conclusion, l'aliment n'est pas rentable au prix de vente actuel. Il faudrait donc pouvoir augmenter le prix de vente, mais même si c'est possible de vendre à un bon prix, ce ne sera pas possible de vendre	Si au début c'était la thématique qui intéressait le moins de participants, finalement c'est celui qui me semble avoir eu les discussions les plus en rupture avec les discussions habituelles au sein du projet. C'est également une orientation qui n'est pas souhaitée sur le plan de la sécurité alimentaire.
Aménagement	Il est parfois difficile ou insuffisant de faire un canal de contournement. Dans ce cas, nous proposons de découper l'étang en de plus petits bassins pour lesquels la maîtrise de l'eau sera plus simple à avoir. On pourrait même faire un petit étang de dérivation. Par contre on risque de perdre de la surface de riz.	La proposition semble assez innovante, et un des inconvénient (perdre en riz) a été évoqué. On pourrait en revanche davantage discuter des autres inconvénients et difficultés liées à cette proposition.
Gestion piscicole	Proposition de diverses options possibles pour mieux maîtriser la densité (introduire de gros Hémi suffisamment tôt, sexage, pêche de contrôle...)	C'est le groupe le plus décevant : ils ont listé diverses options possibles sans faire le lien avec les aménagements. Et les solutions citées sont déjà normalement connues des pisciculteurs. Ce qui serait intéressant de comprendre est pourquoi ne le font-ils pas ?



Tableau 12: Résumé des restitutions des 3 groupes de réflexion sur les changements de pratiques possibles pour rentabiliser l'aliment (L. Fertin & A. Périnelle, 2023)

4. Discussion

Après trois années d'expérimentation sur l'aliment en Guinée Forestière, le bilan dresse un constat sociotechnique peu propice à la valorisation aliment lorsque celui-ci est acheté par le pisciculteur. La principale cause de cette difficulté à tirer profits d'un aliment acheté semble résider dans le type d'aménagement pratiqué par les exploitants, devant simultanément servir à la production de riz et à l'élevage de poisson.

En raison de l'importance du riz dans les systèmes agraires locaux (Souare et al., 1998), cette culture prime autant, voire davantage, que l'élevage de poisson dans le choix d'aménager un bas-fond (Lavigne Delville, 1996) et dans l'amortissement des travaux associés. Les tâches supplémentaires liées à l'utilisation d'un aliment telles que les pêches de contrôle nécessaires pour ajuster les rations, sont impossibles sans risquer des pertes de riz. Aussi, les exploitants ont tendance à aménager des étangs de grande surface pour maximiser la plantation de riz, s'opposant ainsi à l'idée d'aménager plusieurs petits étangs en dérivation, pourtant plus fonctionnels pour valoriser les aliments et obtenir une fertilisation satisfaisante. Les autres activités de plantation, telles que le défrichage des parcelles, la récolte du café et le pressage de l'huile, entrent également en concurrence avec la pisciculture, surtout lorsque celle-ci nécessite d'aller au-delà de la fréquence habituelle de trois fois par semaine à l'étang pour atteindre un objectif d'alimentation des poissons deux ou trois fois par jour.

Les résultats indiquent que le son de riz et les feuilles de patate, utilisés par les producteurs, présentent un intérêt financier significatif. En effet, la marge moyenne sur neuf cycles alimentés est de 138 euros par cycle, tandis que celle des cycles non alimentés est de 81 euros par cycle. Il serait judicieux d'explorer davantage l'opportunité de transformer les co-produits (cuisson, tamisage) utilisés à la ferme (Amian et al., 2018), en les fermentant pour les rendre plus digestes (Muaddama et al., 2021; SURIANTI et al., 2021).

L'étude 1 et 4 ont pu fournir quelques données encourageantes, notamment en ce qui concerne les cycles de pré-grossissement. Les résultats de l'étude 1 indiquent que les étangs d'alevinage peuvent répondre à certaines conditions écologiques favorables à la valorisation d'un aliment (faible renouvellement d'eau, peu d'entrée de poisson sauvage, maîtrise des densités). Il serait pertinent de poursuivre les tests de compléments alimentaires dans des systèmes fonctionnels, où le produit distribué servira autant à nourrir les poissons qu'à fertiliser l'étang (Kabir, 2019). Avec l'augmentation du prix des alevins mâles au cours du projet, des producteurs pourraient se spécialiser dans l'alevinage, utilisant des matières premières locales dans des étangs de petite surface et bientôt fertilisés. Ces perspectives, bien que nécessitant une trésorerie considérable, pourraient être saisies en privilégiant la main-d'œuvre locale bon marché pour le sexage par rapport à la masculinisation chimique (Macintosh, 2008).

La complexité des systèmes occupant une niche socio-écologique représente un défi pour la recherche et les services de conseil (Khumairoh et al., 2019). Cette démarche de recherche sur l'aliment a permis un véritable co-apprentissage (Descheemaeker et al., 2019) dans le processus d'accompagnement des agriculteurs à l'adaptation et à la gestion de systèmes complexes. Le co-apprentissage a permis au personnel du projet (techniciens, chercheurs et cadres du projet) de faire le lien entre leurs connaissances sur l'alimentation des poissons, les phénomènes biologiques de l'étang et le répertoire des options techniques disponibles pour les agriculteurs compte tenu de leurs contraintes et de leurs priorités. Il serait opportun de poursuivre ces tests au sein d'étangs-écoles, conduits collectivement par un pisciculteur-expérimentateur et ses voisins (Bakker, 2021).

5. Conclusion



Les résultats de cette étude soulignent la complexité des systèmes agricoles et piscicoles dans un contexte de faibles intrants, où les familles qui pratiquent l'agriculture ont intégré avec succès la pisciculture dans leurs systèmes. L'aliments exogènes en tant que produit acheté pour être quotidiennement distribué dans l'étang reste une innovation confrontée à des défis technico-économiques importants. En effet, les résultats montrent que l'achat d'aliments pour les poissons n'est pas actuellement viable dans le contexte spécifique de la rizi-pisciculture intégrée en Guinée Forestière. Les systèmes actuels, conçus pour la production de riz et l'élevage de poissons simultanément, ne sont pas adaptés à la gestion des aliments achetés.

Cette étude en 4 expérimentations a permis d'engager un débat scientifique sur l'utilisation d'aliments exogènes achetés, mettant en évidence les contraintes liées aux ressources limitées des producteurs et aux coûts élevés des aliments sur les marchés. Les différentes études menées ont révélé des perspectives encourageantes, notamment en ce qui concerne les cycles de pré-grossissement dans des conditions écologiques spécifiques. Cependant, la conclusion principale met en évidence les difficultés d'intégration des aliments achetés dans les systèmes existants, en raison de la priorité accordée à la production de riz et des contraintes logistiques liées aux tâches agricoles concurrentes.

En fin de compte, la recherche suggère la nécessité de repenser les approches d'alimentation en pisciculture dans la Guinée Forestière, en prenant mieux en compte les réalités socio-économiques et les contraintes pratiques des exploitants. Des études ultérieures, notamment dans des étangs-écoles, pourraient offrir des solutions pratiques et éventuellement des innovations écologiques pour intensifier la production piscicole de manière durable dans cette région.



Bibliographie

- Amian, Atsé Franck, et al. 2018.** *Zooplankton diversity and abundance in extensive fish ponds during the rearing of tilapia *Oreochromis niloticus* juveniles fed with rice bran (West Africa, Côte d'Ivoire)*. s.l. : International Journal of Fisheries and Aquatic Studies, 2018. pp. vol. 6, no 4, p. 131-136.
- Bakker, Teatske. 2021.** *Effets des démarches participatives sur les changements de pratiques agricoles: cas des champs-écoles en Afrique de l'Ouest*. Montpellier : Montpellier SupAgro, 2021. Thèse de doctorat.
- Bosma, R. H., & Verdegem, M. C. 2011.** *Sustainable aquaculture in ponds: principles, practices and limits*. s.l. : Livestock science, 2011. pp. 139(1-2), 58-68.
- Boyd, Claude E. et Tucker, Craig S. 2012.** *Pond aquaculture water quality management*. s.l. : Springer Science & Business Media, 2012.
- De Silva, Sena S. et Tacon, Albert G.J. 1997.** *Feed preparation and feed management strategies within semi-intensive fish farming systems in the tropics*. 1997.
- Descheemaeker, K., et al. 2019.** *WHICH OPTIONS FIT BEST? OPERATIONALIZING THE SOCIO-ECOLOGICAL NICHE CONCEPT*. s.l. : Experimental Agriculture, 2019. pp. 55(S1), 169-190.
- El-Sayed, Abdel. 2006.** *Tilapia Culture*. Oceanography Department, Faculty of Science, . Alexandria University, Alexandria, Egypt : CAB publishing, 2006.
- Fertin, Lucas et Bakker, Teatske. 2023.** *How can we support farmers in the management of complex systems? A case study on multi-trophic rice-fish farming systems in Guinea*. Toulouse, France : Sustainability transitions of agriculture and the transformation of education and advisory services: convergence or divergence? Book of abstracts. INRAE. Toulouse : INRAE, 2023. pp. pp. 292-296.
- Kabir, Kazi Kazi . 2019.** *Feeding fish or pond...?* Wageningen University and Research. s.l. : Wageningen University and Research, 2019. Thèse de doctorat.
- Kazi A., Kabir, et al. 2020.** *Effect of dietary carbohydrate to lipid ratio on performance of Nile tilapia and enhancement of natural food in pond aquaculture*. s.l. : Aquaculture Research, 2020. pp. vol. 51, no 5, p. 1942-1954.
- Khumairoh, Uma, et al. 2019.** *Modifying the farmer field school method to support on-farm adaptation of complex rice systems*. s.l. : The Journal of Agricultural Education and Extension, 2019. pp. 25:3, 227-243.
- Lavigne Delville, Philippe. 1996.** *Les bas-fonds en Afrique tropicale humide*. 1996. Guide de diagnostic et d'intervention.
- Macintosh, Donald J. 2008.** *Risks associated with using methyl testosterone in tilapia farming*. s.l. : Desde http://media.sustainablefish.org/MT_WP_, 2008. p. 12 p.
- Médale, F., & Kaushik, S. 2009.** *Les sources protéiques dans les aliments pour les poissons d'élevage*. Cahiers Agricultures. 2009. pp. 18(2-3), 103-111.
- Muaddama, Fitratul et Putri, Rii Sahni. 2021.** *Application of Fermented rice bran using *Lactobacillus sp.* in artificial feed for survival rate and FCR of Tilapia (*Oreochromis niloticus*)*. s.l. : In



: 3rd KOBICONGRESS, International and National Conferences (KOBICINC 2020). Atlantis Press, 2021. pp. p. 529-534.

Olude, Oluwagbenga, George, Francisca et Alegbeleye, Wilfred. 2016. *Utilization of autoclaved and fermented sesame (*Sesamum indicum* L.) seed meal in diets for Til-aqua natural male tilapia.* s.l. : Animal Nutrition, 2016. pp. 2(4), 339-344.

Périnelle, Anne. 2021. *Co-conception de systèmes de culture innovants avec deux communautés villageoises du Burkina Faso: Articulation entre traque aux innovations, prototypage participatif et expérimentations paysannes.* Cirad. Paris - Saclay : s.n., 2021. thèse.

PPGF. 2006. *Rapport d'activité du Projet Piscicole de Guinée Forestière.* s.l. : APDRA, 2006.

Souare, Diawara et Traoré Sékouba, Gbamou. 1998. *Systèmes agraires et dynamiques paysannes de la riziculture en Guinée forestière.* s.l. : Agriculture et Développement, 1998. pp. pp. 62-72.

Surianti, Surianti, Hasrianti, Hasrianti et Wahyudi, Wahyudi. 2021. *Effect of fermented rice bran flour in artificial feed on survival rate and feed conversion ratio of tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758).* s.l. : Jurnal Iktiologi Indonesia 21.3 , 2021. pp. p. 267-276.

Tram, N. D. Q., et al. 2011. *comparative study on the apparent digestibility of selected feedstuffs in hybrid catfish (*Clarias macrocephalus* × *Clarias gariepinus*) and Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*).* s.l. : Aquaculture Nutrition, 2011. pp. vol. 17, no 2, p. e636-e643.

Annexe

Annexe

1 :

Contrat expérimentation pour : DISKO KOLIE

Test aliment sur cycle d'alevinage sur E1 et E2

1. Engagement du pisciculteur et du projet

Le pisciculteur s'engage à tester l'aliment en fonction du projet d'amélioration discuté avec le dispositif de suivi de cycle dont il fait partie, c'est-à-dire :

- Échanger l'ensemble des données à récolter avec son chargé de suivi de cycle ;
- Respecter les quantité d'aliment à mettre quotidiennement dans l'étang ;
- Utiliser dans des étangs fertilisés durant les 2 derniers mois du cycle lorsque la productivité naturelle de l'étang ne peut plus faire grossir les poissons qui sont devenu plus gros qu'au début du cycle ;
- Utiliser dans des étangs qui ne contiennent pas ou peu de poissons sauvages pour éviter que l'aliment soit mangé par ces poissons qui grossissent peu ;
- Utiliser dans des cycles de grossissement qui sont empoisonnés avec 20 hémi pour 10 TN mâles afin de supprimer les reproductions indésirables ;
- Utiliser dans des étangs empoisonnés en monosexes mâles pour que l'aliment soit mangé par des poissons qui grossissent vite ;
- Utiliser dans des cycles de grossissement entre 0,1 et 0,3 p/m² (100 et 300 poissons par are) pour limiter la quantité d'aliment à acheter et pour avoir des résultats satisfaisant au niveau de la taille des poissons à la fin du cycle ;
- Avoir les moyens de vendre le poisson minimum à 25 000 gnf/kg pour pouvoir dégager une marge confortable malgré l'achat d'aliment et/ou malgré le temps passé à fabriquer de l'aliment ;

Le projet s'engage à impliquer le pisciculteur dans la création, la fabrication et à l'évaluation des performances techniques et économique de l'aliment.

2. Mise en œuvre du test

→ Fertilisation

La fertilisation des étangs consiste à mettre dans la compostière (ou directement dans l'étang), des matières organiques : déjections animales, déchets végétaux, sous-produits divers provenant de l'agriculture ou du ménage.

- Les déchets solides (fumier, cendre, paille de riz, matière végétale fraîche/sèche), qui mettent longtemps à se décomposer, seront placés dans la compostière ;
- Les déchets solubles ou liquides (lisier) seront dilués dans l'eau, puis mélangés, on peut éprendre ensuite le liquide dans l'étang plutôt vers la partie amont.
- Pour les fertilisants chimique on peut utiliser 1 Kg de N P K (16/20/0) ou (15/15/15) par 50 ares dilués dans de l'eau les 4 premières semaines de mise en eau plutôt vers la partie amont ;

→ Alimentation

Pour que les poissons aient un gain de poids rapide il faut qu'ils mangent l'aliment plusieurs fois par jours donc il faut idéalement le mettre dans l'étang 2 fois chaque jour pour des poissons de plus de 50g et 3 fois par jours pour les moins de 50g. L'idéal c'est 1 fois le matin et 1 fois le soir et à chaque fois au même endroit de l'étang vers le moine sans envoyer trop prêt non plus. Aussi il faut suivre si les poissons mangent et si les poissons arrêtent de manger il faut stopper l'envoi d'aliment.

- Pour le cycle d'alevinage sur E1
 - Duré du nourrissage : du 31 octobre 2022 au 20 novembre 2022 : 20 jours (normalement il aurait fallu faire le test sur 60 jours)
 - Surface : 2 ares
 - Nombre de poissons : 1200 poissons
 - Densité : 6 p/m² (normalement il faudrait compter 5 p/m²)

- Poids moyen estimé au comptage : 10 g

Semaine 1 : 2 kg/j : 14 kg
Semaine 2 : 2 kg/j : 14 kg
Semaine 3 : 3 kg/j : 21 kg
TOTAL : 49 kg d'aliment, donc 172 000 gnf

Objectif final : obtenir un poids moyen de 30g et pouvoir obtenir 40% de mâles sexés sur l'ensemble des 1200 poissons.

- Pour le cycle d'alevinage sur E2
 - 17 ares
 - 1000 poissons
 - Densité : 0,06 p/m² (normalement il faudrait compter 5p/m²)
 - Poids moyen estimé au comptage : 10 g

Semaine 1 : 1 kg/j : 7 kg
Semaine 2 : 2 kg/j : 14 kg
Semaine 3 : 2 kg/j : 14 kg
TOTAL : 35 kg d'aliment donc 122 000 gnf

Objectif final : obtenir un poids moyen de 30g et pouvoir obtenir 40% de mâles sexés sur l'ensemble des 1000 poissons.

- ➔ Données à récolter
 - Pour les cycles d'alevinage

Indicateur technique : la prise de poids et le nombre de mâles par rapport au nombre de femelles et par rapport au nombre d'alevins non sexables.

- Peser l'ensemble des poissons à la pêche de comptage et à la pêche finale et regarder la prise de poids ;
- Peser 30 poissons à la pêche de comptage et à la pêche finale pour faire un poids moyen ;
- Compter et peser :
 - Les mâles ;
 - Les femelles ;
 - Les poissons non sexables.

3. Bilan

Un total de 84 kg d'aliment testé chez DISKO KOLIE à GUELA du 31 octobre 2022 au 20 novembre 2022 pour un montant estimé à 295 000 gnf pris en charge par le volet recherche-action du projet PisCoFam.

Rq : pourquoi ne pas avoir divisé proportionnellement aux surfaces les nombres de poisson ? Normalement il aurait fallu mettre 200 poissons dans E1 et 2000 dans E2 ?

Le responsable recherche –
action

Le pisciculteur
expérimentateur

Le chargé de suivi de cycle

Annexe 2 : indicateurs mesurés et calculés :

- Mesurés :

- Surface (ares) : la surface de l'étang en eau pour le cycle ;
- Empoisonnement en prégrossis mâles ou en indéterminés ;
- Quantité d'aliment donnée (kg) ;
- Nombre d'Hémichromis empoisonné ;
- Cout de l'aliment donné (GNF) ;
- Biomasse totale initiale (kg) : le poids de l'ensemble des poissons empoisonnés dans l'étang ;
- Part des poissons vendus : biomasse de poissons vendu par rapport à la biomasse totale ;
- Part des O.n de moins de 100g à la pêche : Biomasse d'O. n de moins de 100g par rapport à la biomasse totale ;
- Part des O.n de plus de 100g à la pêche : Biomasse d'O. n de moins de 100g par rapport à la biomasse totale ;
- Part des C. zili à la pêche : Biomasse des C. zili par rapport à la biomasse totale ;
- Nb de jours de cycle : le nombre de jours entre l'empoisonnement et la pêche ;
- Biomasse totale finale (kg) : le poids de l'ensemble des poissons à la pêche ;
- Montant de la vente de poisson enregistrée (GNF) : le montant total de la vente réalisé bord-étang le jours de la pêche et les jours suivants avec le poisson de la même pêche ;

- Calculés :

- Gain total (kg) : Biomasse finale – biomasse initiale ;
- Rendement (kg/ha/an) : Gain obtenu sur le cycle ramené à l'hectare et sur 1 an ;
- Valeur de la pêche (GNF) : La biomasse de la pêche x la moyenne des prix du poisson pratiqué bord étang sur l'année ;
- Cout en aliment pour produire 1kg de poisson (GNF) : Gain total / coût total en aliment ;
- Marges : Montant de la vente – coût total en aliment ;
- Prix du poisson au kg : la moyenne des prix du poisson pratiqué bord étang sur l'année ;
- Marge dégagée pour 1kg de poisson produit (GNF) : Prix du poisson au kg – Coût en aliment pour produire 1kg de poisson ;
- IC : Gain total / quantité d'aliment utilisé sur le cycle ;

Annexe 2 : Programme réalisé pour les ateliers “alimentation”

Horaire		Activité	Objectif
Jour 1			
09h	15min	Intro (présenter la journée et le lieu) Tour de table	
09h15	1h	Feed back des 5 agriculteurs qui ont testés l'aliment chez eux dernièrement : Quelles leçons vous tirez de votre test d'aliment sur votre cycle ? Vote à main levée : qui pense que l'aliment a été rentable ? Qui pense que l'aliment a permis de produire de gros poissons ?	L'idée est d'avoir une première évaluation de la part de ceux ayant testé, sans les influencer par les résultats du suivi
10h15	15min	Synthétiser les 5 témoignages Raconter l'histoire sans aller jusqu'à l'interprétation	L'animateur explicite les raisons ayant menés aux essais proposés sans donner les résultats afin de favoriser les échanges surs « est-ce que les essais ont répondu aux objectifs des paysans mais aussi du projet ? »
	2h30	Impressions des agriculteurs : Qu'en pensez-vous ? est-ce que vous avez envie d'essayer ou de réessayer ? Pourquoi ? Quels intérêts vous y voyez ? Poser les questions en demandant de lever la main et recueillir 1 témoignage d'1 personne qui n'a pas essayé puis un 2ème témoignage d'une personne qui a essayé. Essayer de faire le même exercice avec ceux qui ne veulent pas.	L'idée est de creuser l'évaluation des paysans en commençant à réfléchir sur les intentions pour la suite.
		Pause déjeuner	
		Restitution des résultats de la dernière expérimentation et discussions selon les discussions du matin Quelles incohérences ? Est-ce que les chiffres se recourent avec la conclusion des agriculteurs ? si non pourquoi ? Quelles seraient les perspectives pour la recherche ?	Cette session a pour objectif de discuter l'évaluation davantage quantitative faite par le projet, en quoi cela change les perspectives des paysans ? Un des objectifs du jour 1 est d'identifier les freins à la mise en place des pratiques proposées
Jour 2			
9h		Récap des discussions de la veille et discussions	Le jour 2 a pour objectif d'explorer des pistes de solutions pour les freins identifiés le jour 1
1àh		Travaux de groupe sur les 3 thématiques identifiées précédemment	
12h		Restitution (20 minutes par groupe)	
13h		Conclusion et fin.	

9 cycles avec aliments paysans
 8 _____ du projet
 11 cycles sans aliment

12 kg → 1 kg de poisson
~~7000 GNF~~ → 1 kg de poisson
 6000

2,4 kg → 1 kg de poisson
~~9000 GNF~~ → 1 kg de poisson
 8000

Aliment paysan
 Aliment projet

→ La part des gas poissons est plus importante

→ @ 8 etangs = 5 etangs qui ont un
 = 7 dont l'eau coule - 8 mois
 2 2d avec l'eau qui coule 12m

→ Aléins et les Zli

300m → 1500 f
 ← 25% SDR et Zli
 ← 25% des TW de plus de 7000
 50% Aléins et Zli

→ Pas de différence de prix bord champ

= 4000 GNF/kg

Pepe = 1kg le soir, 1kg le matin, puis augmentation...

Mu bon résultat les poissons ont bien grossi
 Les poissons mangent beaucoup, les mêmes résultats qu'avec la poudre
 La taille des poissons était bonne 680 000 GNF
 2 cycles

Kelifa = à la fin de mes nuit la pêche de urdange Beaucoup d'ur
 Avant j'utilisais le SDR et les fertilisants. On a pas fait de pêche de
 contrôle et il aurait fallu. Quels poissons mangent l'aliment que je donne?
 Pas de boue d'aliment au fond de l'étang. 520 000 GNF
 1 cycle

J'ai trouvé de bons résultats car les poissons avaient de bonne taille (200g)
 et les héris sont passés de 2,5 à 4 kg grâce à l'aliment.

Solo = Avec les aliments Bomaha j'ai eu de bons résultats. Avec l'aliment
 Sou de riz et patate j'ai eu 20/kg. J'ai testé la poudre mais je voulais
 l'aliment flottant, j'ai eu 11/kg. L'aliment flottant est mieux.

Ibrahim = Je pense que c'est bon mais si il y a trop de poissons
 différents ça marche pas. Mais j'ai essayé dans l'étang de service. Ça n'a pas
 beaucoup marché sur les aliments mais sur les granulés ça a marché.
 2000g → 2 200 000 GNF
 Sur le barrage les poissons étaient mélangés (c'est pour cela
 que ça n'a pas marché).
 J'ai fait seul 20kg et j'ai déjà utilisé dans les étangs de service avec
 cycle de per-grossissement. → SDR + Maïs + Minoc

ANNEXE 4 : Paper boards réalisés le jour 2 de l'atelier, avant les travaux de groupe, sur les discussions sur les problèmes liés à l'alimentation des poissons, et sur des pistes de solutions ('Qu'est ce qu'on peut changer'). Ces discussions ont eu lieu.

Les problèmes de l'aliment

- Beaucoup de renouvellement d'eau
- Pas de fertilisation
- Beaucoup de Zili
- Trop de poisson dans l'étang par rapport à la quantité d'aliment mise (trop d'alevins et de zili)
- Venir 2x/j c'est trop
- Les gros poissons se vendent mal
- On a pas l'argent pour payer l'aliment

Qu'est ce qu'on peut changer ?

- Faire étang de stockage
- Faire le soilage de manure pour ensemencer que des mâles
- Changer la manière de vendre
- Faire un élevage d'hemichauris pour en avoir toujours à disposition
- Alimenter dans les étangs sans selumeh?
- Faire des assoce, puis mettre les herbes avant de mettre les tilapias pour les étangs fermés.
- Digue amont → Alimenter dans les étangs ou il n'y a pas de riz?
- Moustiquaire
- Ensemencer à 30g