

## Effets de l'aération sur les performances zootechniques et le transit digestif chez le tilapia rouge (*Oreochromis sp.*) élevé en happas

### [ Effects of aeration on zootechnical performance and digestive transit in red tilapia (*Oreochromis sp.*) bred in hapas ]

Amakoé ADJANKE<sup>1</sup>, Lamoussa LALLE<sup>1</sup>, Atti TCHABI<sup>1</sup>, and Kokou TONA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Université de Kara, Institut Supérieur des Métiers de l'Agriculture, Laboratoire des Sciences Agronomiques et Biologiques Appliquées, BP: 404 Kara, Togo

<sup>2</sup>Université de Lomé, Centre d'Excellence Régional sur les Sciences Aviaires, Laboratoire de Technique de Production Aviaire, 01 BP: 1515 Lomé, Togo

Copyright © 2023 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**ABSTRACT:** An experiment was conducted to evaluate the effect of aeration on the production parameters of red tilapia (*Oreochromis sp.*). For this purpose, fry of average weight 5 g were stocked at a density of 30 individuals per hapa in three replicates per concrete tank of 2.5m<sup>3</sup> capacity and subjected to four treatments T0 (control), T6, T12 and T24 which are respectively 0, 6, 12, and 24 hours of oxygen supply. The fish were fed three times a day for eight weeks with Raanan feed containing 33% crude protein. After this period, the fish were fasted for two days and then six fish from each batch were dissected to assess the effect of aeration on digestive transit. At the end of the trial, the results obtained show that the survival rate was generally around 97% for all batches. The best zootechnical performances were observed in fish of lots T12 and T24 (Feed conversion rate (FCR) = 2.04 and 1.95; Specific growth rate (SGR) = 3.97 and 4.02%/d). In addition, transit was slower in the digestive tract compartments of fish in these two treatments.

**KEYWORDS:** *Oreochromis sp.*, dissolved oxygen, zootechnical performance, digestive transit.

**RESUME:** Une expérience a été menée pour évaluer l'effet de l'aération sur les paramètres de production du tilapia rouge (*Oreochromis sp.*). Pour cela, des alevins de poids moyen 5 g ont été mis en charge à la densité de 30 individus par happa en trois répétitions par bac en béton de 2,5m<sup>3</sup> de capacité et soumis à quatre traitements T0 (témoin), T6, T12 et T24 qui sont respectivement 0, 6, 12, et 24 heures d'apport d'oxygène. Les poissons étaient nourris trois fois par jours pendant huit semaines avec l'aliment Raanan dosant 33% de protéines brutes. Après cette période, les poissons étaient soumis à un jeûne de 2 jours, puis six poissons de chaque lot ont été disséqués afin d'apprécier l'effet de l'aération sur le transit digestif. A l'issu de l'essai, les résultats obtenus montrent que le taux de survie a été en général de l'ordre de 97% pour tous les lots. Les meilleures performances zootechniques ont été observées chez les poissons des lots T12 et T24 (Taux de conversion alimentaire (TCS) = 2,04 et 1,95; Taux de croissance spécifique (TCS) = 3,97 et 4,02%/j). De plus, le transit a été plus lent dans les compartiments du tube digestif des poissons de ces deux traitements.

**MOTS-CLEFS:** *Oreochromis sp.*, oxygène dissous, performances zootechniques, transit digestif.

## **1 INTRODUCTION**

L'augmentation de la productivité piscicole passe par l'amélioration des systèmes de production et la conduite de l'élevage d'espèces bien adaptées et appréciées telles que les tilapias [1]. Parmi les tilapias, le tilapia rouge (*Oreochromis sp.*) commence à gagner en popularité chez les producteurs en raison de sa couleur attrayante et de son potentiel commercial [2]. Afin d'optimiser l'élevage de cette espèce, il est important d'évaluer ses performances et les paramètres d'élevage notamment l'oxygène dissous, la température, le pH, etc [3]. Parmi ceux-ci, l'oxygène dissous est considéré comme l'un des facteurs environnementaux les plus influents sur le développement et la croissance des poissons [4]. En effet, l'hypoxie est un phénomène courant dans les eaux stagnantes où les courants et la convection n'introduisent pas d'oxygène dissous dans le plan d'eau; cette situation peut retarder la croissance des poissons, [5]. Plusieurs fermes se plaignent du coût de production à cause de l'utilisation continue de machines telles que les aérateurs et pompes. Une solution possible serait de trouver une durée de fourniture d'oxygène favorable à un développement harmonieux des poissons. D'où important de mener une étude en vue de déterminer la durée optimale d'apport d'oxygène. De manière spécifique, il s'agit d'étudier l'effet de la fourniture d'oxygène sur les performances zootechniques et le transit digestif des alevins de tilapia rouge.

## **2 MATERIEL ET METHODES**

### **2.1 MATÉRIEL**

#### **2.1.1 ZONE D'ÉTUDE**

L'étude a été réalisée à l'unité d'expérimentations aquacoles de l'Institut Supérieur des Métiers de l'Agriculture (ISMA) de l'Université de Kara au Togo. Cette unité est située dans la commune 2 de la préfecture de Kozah; plus précisément dans le canton de Pya à environ 420km au Nord de Lomé, la capitale du Togo.

#### **2.1.2 MATÉRIEL BIOLOGIQUE**

L'expérimentation a été menée sur des alevins du tilapia rouge *Oreochromis sp.* de poids moyen  $5,00 \pm 0,02$  g. Ces poissons proviennent de la ferme Écloserie poisson d'Afrique sise à Hedzranawé à Lomé.

#### **2.1.3 SYSTÈME D'ÉLEVAGE**

Pour cette étude sur l'effet de l'aération, des bacs en béton de  $2,5 \text{ m}^3$  contenant des happas de  $1 \text{ m}^3$  faisant partie d'un circuit ouvert ont été utilisés. L'eau de la Société Togolaise des Eaux (TdE) est celle utilisée dans cette unité. Cette eau est stockée dans un bac pendant 48H puis acheminée grâce à une pompe dans les bacs d'élevage. Chaque bac est alimenté en eau par une pompe à partir du bac de rétention et en air grâce à un compresseur d'air. Ce système peut supporter une capacité de charge de  $40 \text{ kg} / \text{m}^3$  de poisson selon les travaux de [6] et [7]. Chaque bac d'élevage contient  $1 \text{ m}^3$  d'eau et des bulleurs sont introduits à une heure précise (5 heures du matin) pour une durée de consigne variable selon le traitement.

### **2.2 MÉTHODES**

#### **2.2.1 PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL**

Pour évaluer l'effet de la fourniture d'oxygène sur les performances zootechniques et le transit digestif chez le tilapia, des alevins de poids moyen de  $5,00 \pm 0,02$  g ont été utilisés. Dès leur arrivée, les alevins ont été acclimatés aux nouvelles conditions d'élevage pendant deux semaines. Les alevins ont été soumis à quatre traitements à savoir T0, T6, T12 et T24 qui sont respectivement de 0, 6, 12, et 24 heures d'apport d'oxygène ont été testés au cours de cette expérience à raison de trois happas par traitement. Ils ont été répartis dans les happas à la densité de 30 alevins par happa et nourris avec l'aliment Raanan (33% de protéines brutes), distribué manuellement trois fois par jour (8h, 12h et 16h), tous les jours pendant deux mois. L'apport d'oxygène selon les traitements a été effectué à 5H00 du matin par la mise du diffuseur d'air dans le bac pour la durée de consigne variable selon le traitement. Les paramètres physico chimiques de l'eau (température et pH) étaient régulièrement contrôlés. L'oxygène dissous a été relevés cinq fois dans la journée à savoir: 3H, 6H, 9H, 14H et 20H. A la fin de cette période, les poissons ont été mis à jeun pendant 2 jours. Au 3ème jour, certains ont été réalimentés à satiété une seule fois (08H) avant de les priver à nouveau d'aliment. Un échantillon de 6 poissons par lot a été euthanasié dans une solution de clou de girofle (6g/10L d'eau). Les poissons ont été disséqués juste après le jeûne et 1h, 4h, 8h, 12h et 24h après le nourrissage pour mesurer

les paramètres intestinaux selon la méthode de [8], adaptée au poisson. Le poids des différents compartiments du tube digestif ont été pris lors de la dissection. Ces données ont permis d'apprécier la morphométrie du tube digestif et le transit digestif alimentaire. La morphométrie du tube digestif est obtenue à partir de la longueur relative de ses différents segments. Le tube digestif a été prélevé dans sa totalité et mesuré. Les différents compartiments (estomac, intestin proximal et intestin distal) ont été pesés puis comparés aux compartiments du tube digestif des poissons non nourris. Le transit digestif a été évalué à partir du poids du digestat des différents compartiments. Le poids du digestat a été obtenu par la différence entre compartiments des poissons nourris et ceux des poissons non nourris après la période de jeûne.

### 2.2.2 INDICES ZOOTECHNIQUES CALCULÉS

Pour estimer la croissance des poissons au cours de l'essai et caractériser l'efficacité d'utilisation des différents régimes expérimentaux, les indices suivants ont été calculés (Tableau 2).

**Tableau 1. Formules utilisées pour l'évaluation des paramètres de production et économique**

Paramètres de production	Formules
(CIJ): Gain de poids journalier (g/j)	$CIJ = (Pf - Pi) / \text{durée de l'essai (jours)}$
(TCS): Taux de croissance spécifique (%/j)	$TCS = 100 (\ln Pf - \ln Pi) / \text{durée de l'essai (jours)}$
(TCA): Taux de conversion des aliments	$TCA = D / [(Bf + Bd) - Bi]$
Survie (%)	$Survie = 100 \times (Nf / Ni)$

*Pi: Poids initial; Pf: Poids final; D: quantité d'aliment distribuée; Bi: Biomasse initiale; Bd: Biomasse des morts; Bf: Biomasse finale; Ni: Nombre initial; Nf: Nombre final; Nj: Nombre de jours; Nk: Nombre de kilowatt; Nombre d'heure*

### 2.2.3 ANALYSE STATISTIQUE

L'effet de la durée d'aération des différents traitements sur le tilapia rouge a été évalué en comparant les différents paramètres zootechniques et d'utilisation alimentaire par l'analyse de la variance à un facteur (ANOVA 1). Le test LSD de Fischer a été utilisé pour apprécier les différences significatives au seuil de 5% au niveau des différents traitements. Les analyses statistiques ont été faites à l'aide du logiciel STATISTICA 5.1.

## 3 RESULTATS

### 3.1 SURVIE

Le taux de survie moyen à la fin de l'expérimentation a été compris entre 96,7 % et 97,8%. L'analyse statistique ne montre pas de différence significative ( $P > 0,05$ ) entre le taux de survie des différents traitements

### 3.2 CROISSANCE DES POISSONS

Les résultats des performances de croissance de tilapia rouge obtenus pendant le test d'aération sont présentés dans le tableau 2. Ces résultats sont proportionnels aux variations du taux d'oxygène dissous (Figure 1) liées aux heures d'apports d'oxygène. Le taux de survie des poissons dans les différents traitements à la fin de l'expérience avait varié de 96,7 à 97,8 %. Après 56 jours d'élevage, les poids moyens finaux obtenus étaient variés de 15,4 à 43,7g. Toutefois, les poids moyens finaux des lots de poissons T12 et T24 étaient significativement supérieurs ( $P < 0,05$ ) à ceux des sujets des lots T0 et T6 qui étaient statistiquement différents ( $P > 0,05$ ). Le gain poids journalier (CIJ) avait varié de 0,20 à 0,70g/j avec une différence significative entre lots T0 et T6 et lots T12 et T24 les lots ( $P < 0,05$ ). Ce pendant lots T0 et T6 gagnaient quotidiennement moins que ceux des lots T12 et T24. Le taux de croissance spécifiques (TCS) calculé était varié de 2,29 à 4,02%/j. Il était faible pour les poissons des lots T0 et T6 mais élevé pour ceux des lots T12 et T24 ( $P < 0,05$ ). A la fin de l'essai, le meilleur taux de croissance spécifique (3,97%/j et 4,02%/j) et taux de conversion alimentaire (2,04 et 1,95) étaient obtenus dans les traitements T12 et T24.

Tableau 2. Performances de croissance de tilapia rouge en fonction des traitements

Variables	Traitements			
	T0	T6	T12	T24
PMI (g)	4,27±0,37 <sup>a</sup>	4,29±0,62 <sup>a</sup>	4,27±0,37 <sup>a</sup>	4,60±0,27 <sup>a</sup>
PMF (g)	15,37±1,22 <sup>d</sup>	25,03±0,45 <sup>c</sup>	37,94±2,08 <sup>b</sup>	43,69±1,70 <sup>a</sup>
Survie (%)	96,67±0,00 <sup>b</sup>	97,78±0,24 <sup>a</sup>	97,78±0,24 <sup>a</sup>	96,67±0,00 <sup>b</sup>
CIJ (g/j)	0,20±0,02 <sup>d</sup>	0,37±0,00 <sup>c</sup>	0,60±0,03 <sup>b</sup>	0,70±0,03 <sup>a</sup>
TCS (%/J)	2,29±0,01 <sup>c</sup>	3,16±0,23 <sup>b</sup>	3,97±0,02 <sup>a</sup>	4,02±0,08 <sup>a</sup>
TCA	2,65±0,02 <sup>a</sup>	2,27±0,24 <sup>b</sup>	2,04±0,11 <sup>a</sup>	1,95±0,05 <sup>a</sup>

T0; T6; T12 et T24: Traitement de 0; 6; 12 et 24 heures d'apport d'oxygène. PMI: Poids moyen initial; PMF: poids moyen final. Les différentes lettres sur une même ligne du tableau indiquent une différence significative ( $p < 0,05$ ) entre les traitements.

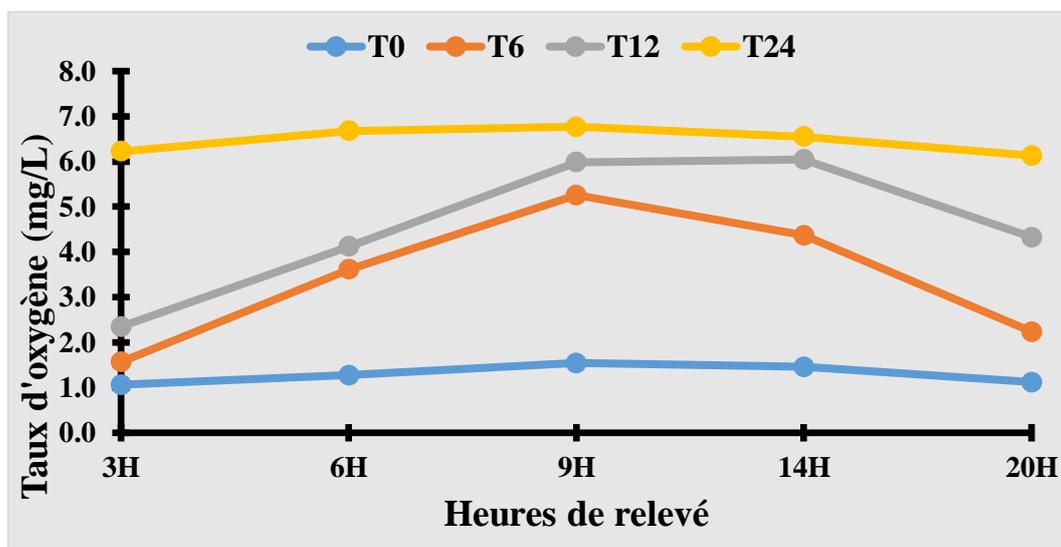


Fig. 1. Fluctuation du taux d'oxygène dissous selon les traitements de 3H à 20H

T0; T6; T12 et T24: Traitement de 0; 6; 12 et 24 heures d'apport d'oxygène.

### 3.3 EFFET DE L'AÉRATION SUR LE TRANSIT DIGESTIF

Une diminution progressive du poids moyen du contenu de l'estomac a été observée au niveau de tous les traitements (Tableau 2). Cette diminution est plus prononcée chez les lots T0 et T6 que ceux des lots T12 et T24 ( $P < 0,05$ ). Suivi d'une augmentation du poids du contenu de l'intestin proximal dans tous les traitements au cours des huit premières heures (Tableau 3). Et une diminution du poids de ce contenu au-delà de la huitième heure jusqu'à la fin, entraînant l'augmentation du poids du contenu de l'intestin distal de manière similaire jusqu'à la 8<sup>ème</sup> heure dans tous les traitements (Tableau 4). Et suivi d'une diminution similaire du contenu de l'intestin distal dans tous les traitements ( $p > 0,05$ ).

**Tableau 3.** Evolution du poids moyen (g) du contenu de l'estomac des poissons nourris après le jeûne selon les différents traitements

Heures	Traitements			
	T0	T6	T12	T24
1	0,04±0,02 <sup>b</sup>	0,27±0,10 <sup>a</sup>	0,39±0,16 <sup>a</sup>	0,45±0,08 <sup>a</sup>
4	0,06±0,02 <sup>c</sup>	0,16±0,05 <sup>bc</sup>	0,26±0,04 <sup>b</sup>	0,36±0,11 <sup>a</sup>
8	0,02±0,01 <sup>a</sup>	0,02±0,01 <sup>a</sup>	0,09±0,08 <sup>b</sup>	0,04±0,03 <sup>ab</sup>
12	0,05±0,03 <sup>a</sup>	0,03±0,01 <sup>a</sup>	0,04±0,03 <sup>a</sup>	0,04±0,03 <sup>a</sup>
24	0,05±0,03 <sup>a</sup>	0,06±0,03 <sup>a</sup>	0,10±0,06 <sup>a</sup>	0,09±0,04 <sup>a</sup>

T0; T6; T12 et T24: Traitement de 0; 6; 12 et 24 heures d'apport d'oxygène.

Les différentes lettres sur une même ligne du tableau indiquent une différence significative ( $p < 0,05$ ) entre les traitements.

**Tableau 4.** Evolution du poids moyen (g) du contenu de l'intestin proximal des poissons nourris après le jeûne selon les différents traitements

Heures	Traitements			
	T0	T6	T12	T24
1	0,01±0,00 <sup>c</sup>	0,14±0,05 <sup>b</sup>	0,29±0,11 <sup>b</sup>	0,37±0,18 <sup>a</sup>
4	0,19±0,05 <sup>c</sup>	0,27±0,08 <sup>b</sup>	0,58±0,17 <sup>a</sup>	0,52±0,20 <sup>a</sup>
8	0,20±0,07 <sup>b</sup>	0,30±0,11 <sup>ab</sup>	0,44±0,04 <sup>a</sup>	0,50±0,21 <sup>a</sup>
12	0,07±0,05 <sup>b</sup>	0,10±0,04 <sup>b</sup>	0,40±0,23 <sup>a</sup>	0,36±0,18 <sup>a</sup>
24	0,02±0,01 <sup>a</sup>	0,08±0,05 <sup>a</sup>	0,14±0,06 <sup>a</sup>	0,12±0,06 <sup>a</sup>

T0; T6; T12 et T24: Traitement de 0; 6; 12 et 24 heures d'apport d'oxygène.

Les différentes lettres sur une même ligne du tableau indiquent une différence significative ( $p < 0,05$ ) entre les traitements.

**Tableau 5.** Evolution du poids moyen (g) du contenu de l'intestin distal des poissons nourris après le jeûne selon les différents traitements

Heures	Traitements			
	T0	T6	T12	T24
1	0,02±0,01 <sup>b</sup>	0,03±0,02 <sup>b</sup>	0,06±0,03 <sup>a</sup>	0,08±0,07 <sup>a</sup>
4	0,01±0,00 <sup>b</sup>	0,04±0,02 <sup>b</sup>	0,13±0,02 <sup>a</sup>	0,15±0,09 <sup>a</sup>
8	0,11±0,07 <sup>b</sup>	0,20±0,07 <sup>b</sup>	0,36±0,04 <sup>a</sup>	0,35±0,05 <sup>a</sup>
12	0,05±0,02 <sup>b</sup>	0,08±0,05 <sup>b</sup>	0,35±0,13 <sup>a</sup>	0,24±0,11 <sup>a</sup>
24	0,01±0,00 <sup>b</sup>	0,05±0,02 <sup>b</sup>	0,14±0,06 <sup>a</sup>	0,15±0,03 <sup>a</sup>

T0; T6; T12 et T24: Traitement de 0; 6; 12 et 24 heures d'apport d'oxygène.

Les différentes lettres sur une même ligne du tableau indiquent une différence significative ( $p < 0,05$ ) entre les traitements.

#### 4 DISCUSSION

Durant l'expérimentation, le taux d'oxygène dissous a fluctué selon certaines activités effectuées dans la journée. En effet, l'augmentation du taux d'oxygène dissous observée serait due au siphonage, à l'apport d'oxygène et aux renouvellements d'eau effectués. Par contre, sa diminution serait due à l'absence d'apport d'oxygène, au nourrissage, à la présence de fèces dans l'eau, à l'augmentation des déchets ou reste d'aliments. Ces fluctuations du taux d'oxygène dissous observées sont similaires à celles obtenues par [9]. A la fin de l'essai, le taux de survie obtenu a varié entre 96,7 et 97,8% selon les traitements. Ces valeurs sont dans la gamme recommandée en aquaculture. En effet, selon [10] et bien d'autres auteurs, les taux de survie admis en aquaculture sont ceux qui sont au-delà de 90%. Les quelques mortalités enregistrées au cours de l'expérience ne semblent pas être liées à l'apport d'oxygène, mais, seraient dues au stress des manipulations lors des pêches de contrôle car

elles sont survenues au lendemain de cette activité. La survie des poissons n'était donc pas affectée par l'oxygène dissous, bien que les poissons du lot T0 pipaient parfois l'air. Des résultats similaires ont été obtenus chez le tilapia du Nil [11]. D'une manière générale, l'apport d'oxygène durant 24 heures a procuré de meilleures performances de croissance par rapport aux autres durées d'aération. En effet, les poids moyens finaux les plus élevés ont été obtenus avec les poissons du lot T24 suivis de ceux du lot T12. L'écart de croissance observé entre les différents lots pourrait être expliqué par les activités métaboliques. En effet, ces activités sont fortement affectées par la concentration d'oxygène dans les bacs. Les travaux de [12] réalisés sur *Oreochromis niloticus* ont montré une corrélation positive entre leur croissance et le niveau d'oxygène dissous. La faible croissance obtenue dans des traitements T0 et T6 pourrait être expliquée par le manque d'oxygène dissous disponible pour la croissance des poissons. Dans cette préoccupation, [5] ont constaté que la croissance du tilapia du Nil était considérablement retardée avec un faible niveau d'oxygène dissous.

Les valeurs du CIJ enregistrées augmentent avec la durée croissante d'apport d'oxygène. Ceci explique mieux les écarts de croissance observés entre les différents lots. Nos valeurs par rapport aux traitements sont similaires à celles (0,25 g/j pour l'oxygène dissous faible, 0,32 g/j pour l'oxygène dissous moyen et 0,49 g/j pour l'oxygène dissous élevé) obtenues par [9]. Les résultats du taux de conversion alimentaire (TCA) enregistrés sont similaires à ceux (1,32 à 3,25) obtenus par [13] en bac. Le TCA enregistré au niveau du lot T0 serait dû au manque d'apport d'oxygène. Ce qui confirme l'assertion de [14] selon laquelle le faible niveau d'oxygène dissous entraîne un effet négatif sur l'utilisation de l'aliment. À cet égard, [15] et [16] ont signalé que l'efficacité de l'alimentation est affectée par la disponibilité d'oxygène dissous, et que les poissons montrent toujours une bonne efficacité de l'alimentation lorsqu'ils sont nourris avec suffisamment d'oxygène dissous dans l'eau. Selon [12] et [17], la faible consommation d'aliments et la faible croissance observées chez les poissons dans des conditions de faible taux d'oxygène dissous sont dues à la réduction de l'appétit et de la digestibilité des poissons. On peut supposer que l'augmentation de la croissance observée pour les traitements T12 et T24 résulterait principalement d'une meilleure consommation d'aliments et d'une meilleure digestibilité des nutriments.

L'ingestion alimentaire, chez les poissons, dépend le plus souvent des conditions expérimentales [18]. Des réductions d'appétit sont observées chez les poissons après le jeûne. Par ailleurs, le transit alimentaire a été plus lent dans tous les compartiments intestinaux des poissons soumis aux traitements T12 et T24 par rapport aux poissons des lots T0 et T6. Ce processus serait lié au niveau d'oxygène dissous des traitements T0 et T6 qui serait probablement plus faible que les traitements T12 et T24. Cette observation confirme l'assertion de [15] selon laquelle un faible niveau d'oxygène dissous peut affecter le comportement alimentaire chez le tilapia.

Les résultats obtenus pourraient être dus aux variations de poids des poissons suivant chaque traitement et ces variations de poids s'expliqueraient à leur tour par l'effet des différentes durées de fourniture d'oxygène.

## **5 CONCLUSION**

Au terme de cette étude, dont le but était de déterminer l'influence de l'apport d'oxygène sur les performances zootechniques et le transit digestif chez le tilapia rouge, il ressort que l'aération est un paramètre important pour le métabolisme et le ralentissement du transit de l'aliment dans le tube digestif du poisson. D'après les résultats de notre étude sur l'aération, nous pouvons conclure que l'apport d'oxygène pendant 12 heures (traitement T12) est le plus rentable dans l'élevage des tilapias. L'étude peut être reprise dans la structure hors-sol (bac) avec un aliment fabriqué à base des sous-produits agricoles locaux qui correspondrait aux besoins nutritionnels des poissons afin d'aboutir à une rentabilité supportable en milieu paysan.

## **REMERCIEMENTS**

Les auteurs remercient tous les masterants du laboratoire Laboratoire des Sciences Agronomiques et Biologiques Appliquées (LaSABA) de l'Institut Supérieur des Métiers de l'Agriculture (ISMA) de l'Université de Kara et les doctorants Laboratoire de Technique de Production Aviaire du Centre d'Excellence Régional sur les Sciences Aviaires (CERSA) de l'Université de Lomé.

## REFERENCES

- [1] FAO, 2012. Stratégie Nationale de Développement Durable de l'Aquaculture au Togo-Etat de lieux de l'aquaculture Togolaise, 57 p.1.
- [2] Lovshin L. L., 2000. Criteria for Selecting Nile Tilapia and Red Tilapia for Culture. CRSP Research Report p: 157.
- [3] Strand Å., Magnhagen C., Alanärä A., 2007. Effects of repeated disturbances on feed intake, growth rates and energy expenditures of juvenile perch, *Perca fluviatilis*. *Aquaculture* 265, 163–168.
- [4] Diaz R. J. et Breitburg D. L., 2009. Chapitre 1 L'environnement hypoxique. In: *Fish Physiology* (ed. by Jeffrey G. Richards APF, Colin JB). Academic Press, pp. 1-23.
- [5] Abdel-Tawwab M, Hagraas AE, Elbaghdady HAM, Monier MN (2014) Effets du niveau d'oxygène dissous et de la densité de peuplement sur la croissance, l'utilisation des aliments, la physiologie et l'immunité innée du tilapia du Nil, *Oreochromis niloticus*. *J Appl Aquacul* 26: 340-355.
- [6] Mélard C., 1986 - Les bases biologiques de l'élevage intensif du tilapia du Nil. *Cahiers d'Ethologie appliquée*, Fasc. 3, Vol. 6, 224p.
- [7] Akinwole O., Dauda, A., Nwolisa. E.C., (2014). Influence of Culture Water Draw-off on Growth of the African catfish (*Clarias gariepinus*, Burchell 1822) cultured under Integrated system. *International Journal of Applied Agricultural and Apicultural Research*. 10. 139-144.
- [8] Hocking, P.M., V. Zaczek, Jones E.K., Macleod M.G. 2004. Different concentrations and sources of dietary fibre may improve the welfare of female broiler breeders. *Bri. Poult. Sci.* 45
- [9] Tsadik G. & Kutty M.N., 1987. Influence of ambient oxygen on feeding and growth of tilapia, *Oreochromis niloticus* ARAC/87/WP/10. United Nation Development Programme. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Nigerian institute for oceanography and marine research project RAF/87/009.
- [10] Kestemont P., Micha J. & Falter U., 1989. Méthodes de production des alevins de tilapia *Nilotica*. FAO/PNUD-Programme de mise en valeur et coordination de l'aquaculture. ADCP/REP/89/46. p 131.
- [11] Ross L. G., 2000. Environmental physiology and energetics. Dans *Tilapias: Biology and exploitation*, ed. M. C. M. Beveridge et B. J. McAndrew, 89-128. Dordrecht: Kluwer Academic.
- [12] Tran-Duy A., Schrama J. W., van Dam A. A. et Verreth J. A. J., 2008. Effets de la concentration en oxygène et du poids corporel sur la consommation maximale d'aliments, la croissance et les paramètres hématologiques du tilapia du Nil, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture* 275: 152-162.
- [13] Yovita J., 2007. The effects of dissolved oxygen on fish growth in aquaculture. *UNU-Fisheries Training Programme*, p 11-18.
- [14] Abdel-Tawwab M., Hagraas A. E., Elbaghdady H. A. M. et Monier M. N., 2015. Effets de l'oxygène dissous et de la taille des poissons sur le tilapia du Nil, *Oreochromis niloticus* (L.): performance de croissance, composition du corps entier et immunité innée. *Aquacult Int* DOI 10.1007/s10499-015-9882-y.
- [15] Bergheim A., Gausen M., Næss A., Holland P. M., Krogedal P., Crampton V., 2006. A newly developed oxygen système d'injection pour les élevages en cage. *Aquacul Eng* 34: 40-46.
- [16] Duan Y., Dong X., Zhang X. et Miao Z., 2011. Effets de la concentration d'oxygène dissous et de la densité de peuplement sur la croissance, le bilan énergétique et la composition corporelle du flet japonais juvénile, *Paralichthys olivaceus* (Temminck et Schlegel). *Aquacul Res* 42: 407-416.
- [17] Gan L., Liu Y. J., Tian L. X., Yue Y. R., Yang H. J., Liu F. J., Chen Y. J. et Liang G. Y., 2013. Effet de l'oxygène dissous et des niveaux de lysine alimentaire sur les performances de croissance, l'indice de consommation et la composition corporelle de l'amour blanc, *Ctenopharyngodon idella*. *Aquacul Nut* 19: 860-869.
- [18] Moreau Y., 1996. Détermination des coefficients de digestibilité apparents pour *Oreochromis niloticus* de sous-produits agro-industriels disponibles en Côte d'Ivoire, p. 226-233.