

## Performances zootechniques de trois aliments commerciaux pour le grossissement des juvéniles du poisson chat hybride *Heteroclarias* et efficacité de l'huile de clou de girofle et de la benzocaïne comme anesthésiques pour les sujets adultes

Djiman LEDEROUN\*, Imaculé Schadrac BAGLO, Armel GOUGBEDJI, Prince TELLA, Kenneth ASSOGBA et Philippe LALEYE

Laboratoire d'Hydrobiologie et d'Aquaculture, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, 01 BP 526 Cotonou, Bénin

(Reçu le 17 Février 2021 ; Accepté le 13 Avril 2021)

\* Correspondance, courriel : [ldjiman@yahoo.fr](mailto:ldjiman@yahoo.fr)

### Résumé

Un essai d'alimentation de 56 jours a été mené pour évaluer l'utilisation de trois aliments commerciaux (Biomar, Gouessant et Blue crown) par les juvéniles de poisson-chat hybride, *Heteroclarias* de poids moyen  $5,38 \pm 0,01$  g. Les aliments ont été testés en triplicat dans des bassins en béton de  $1\text{m} \times 1\text{m} \times 1\text{m}$  chacun disposant d'un système de renouvellement continu et de vidange. La densité de mise en charge a été de 50 juvéniles par bassin soit 100 juvéniles par  $\text{m}^3$ . Les poissons ont été nourris à satiété à intervalle régulier de 2 heures entre 8 heures et 18 heures tous les jours à l'exception des jours de contrôle de croissance. Les paramètres de qualité de l'eau (température, pH, oxygène dissous) ont été surveillés quotidiennement. Le gain de poids moyen, le taux de survie, le taux de croissance spécifique et le taux de conversion alimentaire ont été calculés. Les poissons nourris avec le Gouessant avaient les meilleures performances de croissance en termes de poids moyen final ( $94,90 \pm 5,10$  g), du taux de croissance spécifique ( $5,12 \pm 0,10 \text{ \%} \cdot \text{J}^{-1}$ ) et du gain moyen quotidien ( $1,60 \pm 0,09 \text{ g} \cdot \text{j}^{-1}$ ). La valeur moyenne du rapport de conversion alimentaire était significativement ( $P < 0,05$ ) la plus faible ( $0,83 \pm 0,04$ ) chez les poissons nourris avec le Gouessant. Pour une manipulation aisée des sujets adultes en élevage, une expérimentation a été menée pour déterminer les doses optimales de l'huile de clou de girofle et de la benzocaïne pour les endormir. Des individus de poids moyen  $193,75 \pm 15,5$  g et de taille moyenne  $31,74 \pm 1,08$  cm ont été mis dans des bains de différentes concentrations de l'huile de clou de girofle (0,05 ; 0,10 ; 0,15 ; 0,20 et 0,25 mL/L d'eau) et de benzocaïne (0,70 ; 0,90 ; 1,10 et 1,30 mL/L d'eau) identifiées après des pré-tests. Dix sujets ont été réservés pour chaque concentration. Les temps d'anesthésie ainsi que ceux de réveil ont été chronométrés. Cette étude révèle que l'huile de clou de girofle est un bon anesthésique pour *Heteroclarias*, plus performante que la benzocaïne, car agissant pour de plus faibles concentrations. Le temps de recouvrement de la position d'équilibre est nettement plus long chez les poissons anesthésiés avec l'huile de clou de girofle que chez ceux anesthésiés avec la benzocaïne. Les concentrations optimales se situent entre 0,15 et 0,20 mL pour l'huile de clou de girofle pour 1 litre d'eau ; 0,90 et 1,3 mL pour la benzocaïne.

**Mots-clés :** *Heteroclarias*, Croissance, anesthésique, huile de clou de girofle, benzocaïne.

## Abstract

### Zotechnical performance of three commercial feeds for grow-out of juveniles of hybrid catfish *Heteroclarias* and efficacy of clove oil and benzocaine as anesthetics for adult subjects

A 56-day feeding trial was conducted to evaluate the use of three commercial feeds (Biomar, Gouessant and Blue crown) by juveniles of hybrid catfish, *Heteroclarias* with an average weight of  $5.38 \pm 0.01$  g. The feeds were tested in triplicate in concrete tanks of  $1\text{m} \times 1\text{m} \times 1\text{m}$  each with a continuous renewal and emptying system. The stocking density was 50 juveniles per tank, i.e., 100 juveniles per  $\text{m}^3$ . The fish were fed to satiety at regular 2-hour intervals between 8 a.m. and 6 p.m. every day except on growth control days. Water quality parameters (temperature, pH, dissolved oxygen) were monitored daily. Average weight gain, survival rate, specific growth rate and feed conversion rate were calculated. Fish fed with Gouessant had the best growth performance in terms of average final weight ( $94.90 \pm 5.10$  g), specific growth rate ( $5.12 \pm 0.10$  %  $\text{d}^{-1}$ ) and average daily gain ( $1.60 \pm 0.09$   $\text{g} \cdot \text{d}^{-1}$ ). The mean value of the feed conversion ratio was significantly ( $P < 0,05$ ) the lowest ( $0.83 \pm 0.04$ ) in fish fed with Gouessant. For easy handling of the adult farmed subjects, an experiment was conducted to determine the optimal doses of clove oil and benzocaine to put them to sleep. Individuals with an average weight of  $193.75 \pm 15.5$  g and an average height of  $31.74 \pm 1.08$  cm were placed in baths with different concentrations of clove oil (0.05; 0.10; 0.15; 0.20 and 0.25 mL/L of water) and benzocaine (0.70; 0.90; 1.10 and 1.30 mL/L of water) identified after pre-tests. Ten specimens were reserved for each concentration. The anesthesia and recovery times were timed. This study reveals that clove oil is a good anesthetic for *Heteroclarias*, more effective than benzocaine, as it acts at lower concentrations. The recovery time from the equilibrium position is significantly longer in fish anaesthetized with clove oil than in those anaesthetized with benzocaine. Optimal concentrations are between 0.15 and 0.20 mL for clove oil per liter of water; 0.90 and 1.3 mL for benzocaine.

**Keywords :** *Heteroclarias*, Growth, anesthetic, clove oil, benzocaine.

## 1. Introduction

Le poisson représente une source essentielle de protéine dans l'alimentation humaine [1]. Sa production mondiale a connu une croissance exponentielle durant ces dernières décennies, passant de 67 % dans les années 60 à 87 % en 2014, soit plus de 146 millions de tonnes [2]. Cette croissance va de pair avec de fortes demandes qui ne sont pas toujours satisfaites. Au Bénin, la production halieutique ne permet que de couvrir 35 % des besoins estimés à 110000 tonnes par an [3]. Le poisson, bien qu'étant une source d'apport protéique de prédilection ne contribue qu'à 28,5 % des besoins de la population béninoise [4]. Afin de pallier ce déficit, plusieurs initiatives et projets de vulgarisation ont vu le jour [5]. Ainsi l'élevage de poissons a connu une forte expansion. Cependant, la fourniture d'aliments répondant aux besoins nutritionnels des poissons d'élevage reste une question importante [2]. Au Bénin, en plus du nombre limité d'espèces d'élevage, la pisciculture est confrontée à ce problème quel que soit l'espèce d'élevage. En effet, soit l'aliment s'avère très coûteux lorsqu'il est importé, soit il est de qualité médiocre quand il est formulé à base de sous-produits locaux. Pour l'heure, la majorité des éleveurs utilisent des aliments importés car donnant des résultats satisfaisants. Mais dans la panoplie d'aliments déversés sur le marché actuellement, le choix devient de plus en plus problématique. Des études [1, 6, 7] ont été réalisées dans ce sens par le passé mais sont encore nécessaires aujourd'hui face à l'arrivée de nouveaux aliments et la tendance à l'élevage des poissons hybrides. Dans le Sud Est du Bénin, l'élevage du poisson hybride (*Clarias gariepinus*  $\times$  *Heterobranchus longifilis*), communément appelé *Heteroclarias* a pris de l'ampleur ces dernières années et face à cette panoplie d'aliments importés disponibles et utilisés, la question d'aliment

approprié à proposer aux éleveurs mérite une réponse. Dans le même temps, la maîtrise de sa contention en milieu contrôlé s'avère nécessaire. Les anesthésiques comme le 2-phénoxy éthanol, la benzocaïne, la tricainemethanesulfonate (MS-222) et l'huile de girofle ont souvent été utilisés pour faciliter la manipulation, le tri, le marquage, les procédures de reproduction artificielle et la chirurgie, et pour supprimer les systèmes sensoriels pendant les procédures invasives [8 - 24]. Le 2-phénoxy éthanol a été le produit le plus couramment utilisé dans les stations piscicoles béninoises pour anesthésier les poissons [24]. Cependant il fut abandonné ces dernières années à cause de sa toxicité, des effets néfastes sur le système cardiovasculaire, la réaction physiologique au stress et surtout la marge étroite entre la dose d'induction et la dose létale [24, 25]. En définitive, la présente étude se focalise d'une part sur le choix de l'aliment granulé permettant à l'hybride *C. gariepinus* × *H. longifilis* l'expression de meilleures performances zootechniques parmi ceux disponibles actuellement sur le marché national et d'autre part sur la détermination des doses optimales de l'huile de clou de girofle et de la benzocaïne pour anesthésier les sujets adultes de *Heteroclarias*.

## 2. Matériel et méthodes

### 2-1. Milieu d'étude et matériel vivant

L'étude a été réalisée entre novembre et décembre 2019 au Centre de Formation et de Recherche en Hydrobiologie et Aquaculture (CeFRHA) de la Faculté des Sciences Agronomiques (FSA) de l'Université d'Abomey-Calavi (UAC) au Bénin. Pour le test d'alimentation, 450 juvéniles de *Heteroclarias* de poids moyen  $5,38 \pm 0,01$  g ont été utilisés. Pour l'anesthésie, des poissons adultes de poids moyens  $193,76 \pm 15,50$  g ont été utilisés. Ces poissons proviennent tous d'une reproduction artificielle réalisée au CeFRHA.

### 2-2. Test d'alimentation

#### 2-2-1. Dispositif expérimental et conduite de l'étude

Neuf bassins en béton de  $1\text{m} \times 1\text{m} \times 1\text{m}$  chacun ont été utilisés pour la présente étude. Chaque bassin dispose d'un système de renouvellement et de vidange. Les bassins ont été remplis à moitié avec l'eau de forage. Le renouvellement a été continu durant toute l'expérience. Trois aliments à savoir Biomar, Gouessant et Blue crown ont été testés en triplicat. La densité de mise en charge a été de 50 juvéniles par bassin soit 100 juvéniles par  $\text{m}^3$ . Au cours de l'expérience, les paramètres physico-chimiques à savoir le pH, la température et l'oxygène dissous ( $\text{O}_2$ ) ont été pris dans les bassins pour le contrôle de la qualité de l'eau. Ils ont été relevés 2 fois par jour (7 heures et 17 heures) à l'exception des jours de contrôle de croissance. Les poissons ont été nourris à satiété à intervalle régulier de 2 heures entre 8 heures et 18 heures tous les jours à l'exception des jours de contrôle de croissance et ceci durant huit semaines. Le contrôle de croissance des poissons a été réalisé toutes les deux semaines. Pour cela, ils ont été individuellement pesés avec une balance électronique de marque Scout Pro, de portée 2000 g et de précision 0,1g. Afin d'évaluer la survie des juvéniles, un comptage de tous les individus a été effectué dans chaque bassin.

#### 2-2-2. Traitement des données

Les données collectées ont servi pour le calcul de la survie et des paramètres de croissance.

### 2-2-2-1. Survie

La survie (S) des individus a été estimée sur la base des moyennes mobiles de leur effectif au cours de l'expérience. Elle est exprimée en pourcentage de l'effectif initial en fonction de l'âge des individus.

$$S = 100 \times N(t_{i+1}) / N(t_i) \quad (1)$$

où, S = pourcentage de survie ;  $N(t_i)$  = effectif à la mise en charge et  $N(t_{i+1})$  = effectif à la pêche de contrôle.

### 2-2-2-2. Paramètres de croissances

Les différents paramètres de croissance calculés sont le Gain moyen quotidien (GMQ), le taux de croissance spécifique (SGR) et le taux de conversion alimentaire (TCA). La démarche de calcul de chacun de ces paramètres se présente comme suit :

$$GMQ = (Pmf - Pmi) / \Delta t \quad (2)$$

où, Pmi et Pmf = Poids moyens initial et final des poissons (g);  $\Delta t$  = durée de l'expérience.

$$SGR (\% \cdot j^{-1}) = 100 \times (\ln P_2 - \ln P_1) / \Delta t \quad (3)$$

où,  $\ln P_1$  = logarithme népérien du poids initial;  $\ln P_2$  = logarithme népérien du poids final et  $P_1$  et  $P_2$  = poids moyens initial et final des poissons (g).

$$TCA = PA \times (Bm_2 - Bm_1)^{-1} \quad (4)$$

où,  $Bm_1$  et  $Bm_2$  = biomasses initiale et finale des poissons par bassin (g); PA = poids sec d'aliment distribué par bassin (g).

## 2-3. Test d'anesthésie

### 2-3-1. Protocole et expérimentation

En raison de sa solubilité incomplète dans l'eau, l'huile de girofle pure (100 % d'eugénol) est généralement dissoute dans de l'alcool éthylique (92,8 %) dans un rapport de 1:9 (huile de girofle: alcool éthylique) lorsque la température de l'eau est inférieure à 15°C [8]. Cette solution est souvent diluée par la suite dans de l'eau afin d'obtenir différentes concentrations à tester. Mais la température de l'eau étant largement au-dessus de 15°C dans la zone d'étude (29,4 ± 0,1), l'huile de clou de girofle obtenue à la pharmacie n'a pas été diluée lors de cette étude. De plus, un pré-test effectué après dilution donnait des temps d'anesthésie beaucoup plus long. L'huile pure a donc été diluée directement dans l'eau afin d'obtenir des concentrations de 0,05; 0,10; 0,15; 0,20 et 0,25 ml d'huile de clou de girofle dans 1 litre d'eau. Pour la benzocaïne, la solution obtenue en diluant 100 g de poudre dans 1 litre d'alcool a été diluée dans l'eau pour obtenir les concentrations de 0,70; 0,90; 1,10 et 1,30 ml de la benzocaïne dans 1 litre d'eau. Ces concentrations ont été sélectionnées après référence aux données obtenues lors des pré-tests.

### 2-3-2. Conduite de l'expérience

L'anesthésie chimique d'un poisson est caractérisée par cinq différents stades [10]. Il s'agit de la (1) perte partielle de l'équilibre avec activité de nage « normale », (2) la perte de l'équilibre avec activité de nage « normale », (3) la perte partielle de l'activité de nage, (4) la perte totale de l'activité de nage avec de faibles

mouvements des opercules et (5) l'absence de mouvements operculaires. Le stade 4 est celui généralement requis pour des manipulations en aquaculture. Le stade 5 correspond à un surdosage et entraîne la mort. L'expérience a consisté à placer un poisson dans un récipient rempli d'eau contenant une concentration spécifique de solution d'huile de girofle ou de benzocaïne. Le temps mis par le poisson pour atteindre chaque stade d'anesthésie [10] a été chronométré. Cette procédure a été répétée 10 fois pour tous les traitements. Afin de déterminer le temps de récupération, l'individu anesthésié a ensuite été transféré dans un récipient rempli uniquement d'eau et ceci pour enregistrer les temps nécessaires pour qu'il fasse le premier mouvement et qu'il récupère l'équilibre et des mouvements réguliers. Pour chaque dose et traitement, lorsque les poissons ont été anesthésiés, la longueur totale a été mesurée avec un ichtyomètre et le poids déterminé avec une balance électronique de portée 2000 g et de précision 0,01 g. Après la récupération, les individus ont été replacés dans les bassins d'élevage. Les poissons morts au cours de l'expérience ont été fixés dans une solution de formol à 10 %, puis ramenés deux semaines plus tard dans une solution d'alcool à 70 % et stockés dans les collections du LHA/FSA/UAC.

## 2-4. Analyses statistiques

Pour le test d'alimentation, les résultats sont présentés sous forme de moyennes  $\pm$  erreur-type entre replicat. La comparaison des taux de survie a été réalisée en utilisant le test de  $\chi^2$  et celle des poids moyens finaux, des taux de croissance spécifique et de conversion alimentaire a été réalisée en procédant à une analyse de variance (ANOVA). Lorsque ces tests révélaient une différence significative, des comparaisons "Post Hoc" (Least Significant Difference: LSD) ont été exécutées. Dans tous ces tests statistiques, les différences ont été considérées significatives au seuil de 5 %. Les analyses ont été effectuées à l'aide du programme R-2.15.3. Concernant les données obtenues lors de l'anesthésie des poissons, des régressions exponentielles ont été utilisées pour étudier, pour chaque anesthésique, la relation entre les temps moyens d'induction des différents stades d'anesthésie (1 à 4) et les différentes doses testées d'une part, et entre les temps de réveils (premier mouvement et reprise de l'activité normale) et les différentes doses testées d'autre part. Le test d'ANOVA à un seul critère a été réalisé pour voir s'il existe une différence significative entre les temps enregistrés par anesthésie. Lorsqu'une différence significative est trouvée, des comparaisons, "Post Hoc" (Least Significant Difference : LSD) ont été exécutées pour faire une comparaison deux à deux des différentes doses et pour chaque anesthésie.

## 3. Résultats

### 3-1. Test d'alimentation

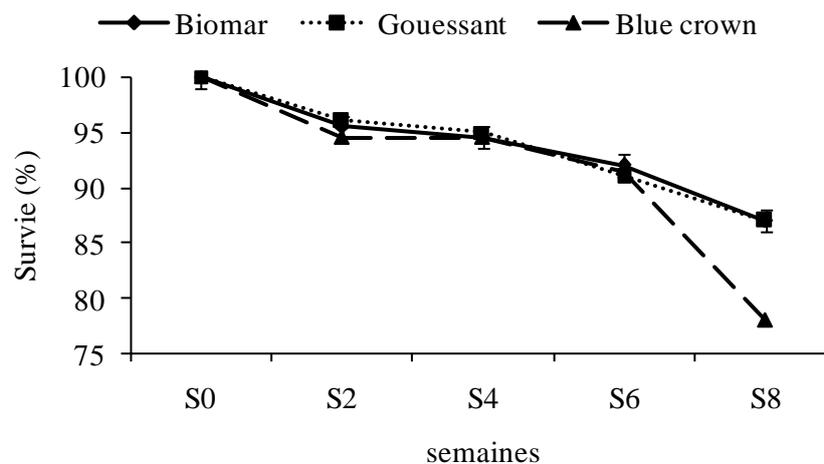
#### 3-1-1. Caractéristiques du milieu d'élevage

La température de l'eau au cours de l'expérience a très peu fluctué allant de 28,8 à 30°C, avec une moyenne générale de  $29,4 \pm 0,1$ . Comme la température, l'oxygène dissous n'a pas marqué beaucoup de fluctuations au cours de l'expérience. La valeur moyenne journalière d'oxygène dissous dans tous les bassins a été de  $5,46 \pm 0,10$  mg.L<sup>-1</sup>. Les valeurs extrêmes enregistrées ont été de 4,79 et de 5,80 mg.L<sup>-1</sup>. Le pH quant à lui a varié de 6,46 à 7,52 avec une moyenne de  $6,67 \pm 0,12$ . Pour tous les paramètres, il n'y a pas de différence significative d'un régime à un autre ( $p > 0,05$ ) et aucune valeur extrême, létale ou limitante, basique ou acide, n'a été enregistrée au cours de l'expérience.

### 3-1-2. Survie et croissance

#### • Survie

Durant la période d'étude, la survie des hybrides a diminué progressivement et dans les mêmes proportions de la première à la sixième semaine en passant de 100 à  $95,50 \pm 3,34$ ;  $95,50 \pm 3,70$  et  $95,13 \pm 3,54$  % respectivement dans les lots nourris avec Biomar, Gouessant et Blue crown (**Figure 1**). La diminution du taux de survie a continué de la sixième à la huitième semaine avec une chute brutale dans le lot nourris avec l'aliment Blue crown (**Figure 1**). Cependant, à la fin de l'expérience, les taux moyens de survie étaient tous supérieurs à 85 % pour les trois régimes (**Tableau 1**). Il n'y a pas de différence significative entre ces taux de survie obtenus à la fin de l'expérience ( $p > 0,05$ ).



**Figure 1 :** Évolution de la survie des juvéniles du poisson silure hybride *Heteroclaris* élevés en bassin en fonction de l'âge

**Tableau 1 :** Paramètres de survie et de croissance des juvéniles du poisson silure hybride *Heteroclaris* après 56 jours d'élevage en bassins avec 3 différents aliments (Biomar, Gouessant et Blue crown)

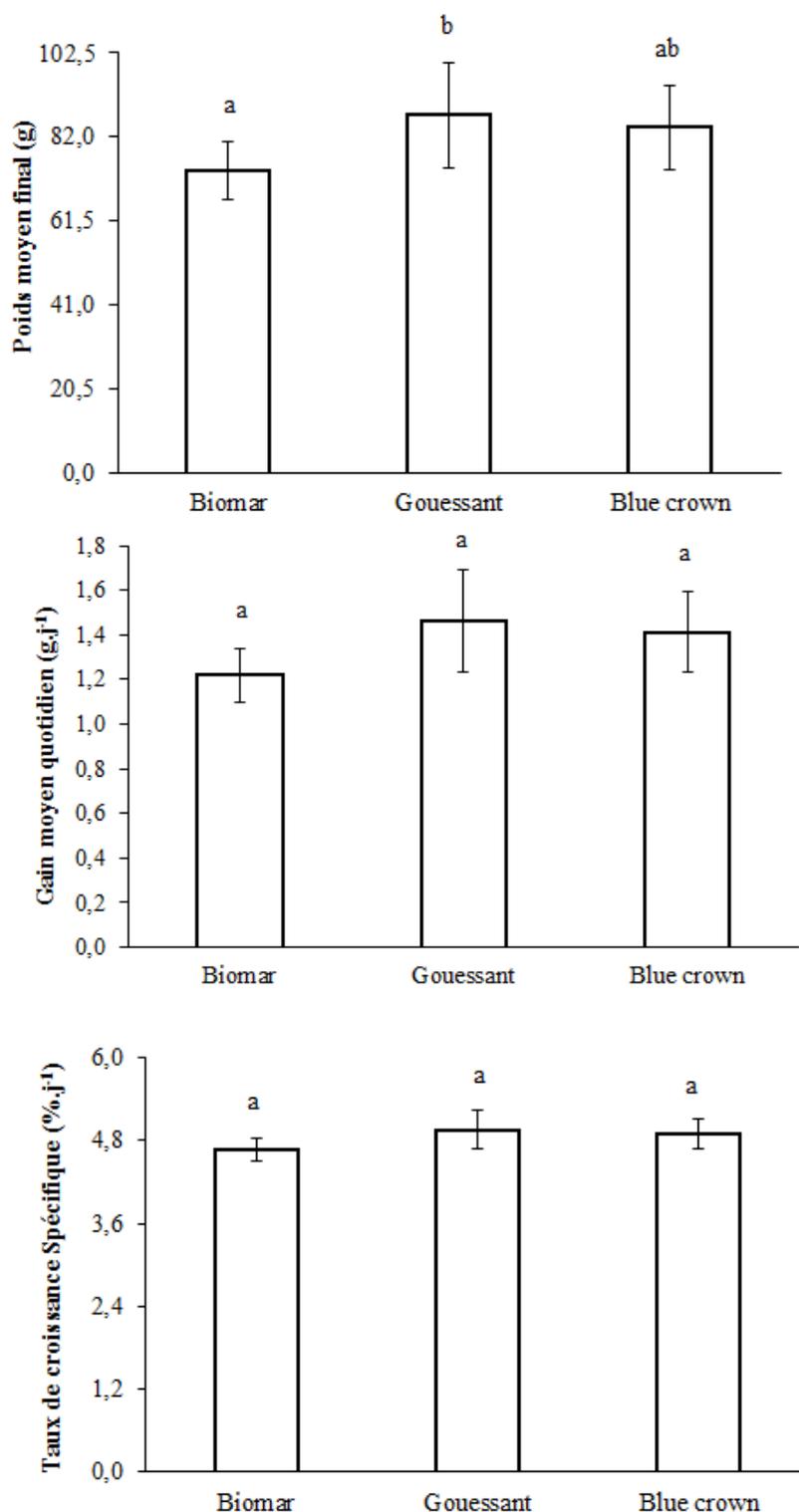
	Biomar	Gouessant	Blue crown	P
Pmi (g)	$5,39 \pm 0,00^a$	$5,38 \pm 0,01^a$	$5,39 \pm 0,00^a$	$> 0,05$
Pmf (g)	$76,72 \pm 7,50^a$	$94,90 \pm 5,10^b$	$82,89 \pm 6,63^{ab}$	$< 0,05$
SGR (%·j <sup>-1</sup> )	$4,74 \pm 0,17^a$	$5,12 \pm 0,10^a$	$4,88 \pm 0,15^a$	$> 0,05$
TCA	$1,05 \pm 0,14^a$	$0,83 \pm 0,04^b$	$0,98 \pm 0,04^{ab}$	$< 0,05$
GMQ (g·j <sup>-1</sup> )	$1,27 \pm 0,13^a$	$1,60 \pm 0,09^a$	$1,38 \pm 0,12^a$	$> 0,05$
Survie (%)	$86,67 \pm 4,16^a$	$85,33 \pm 4,16^a$	$85,33 \pm 15,49^a$	$> 0,05$

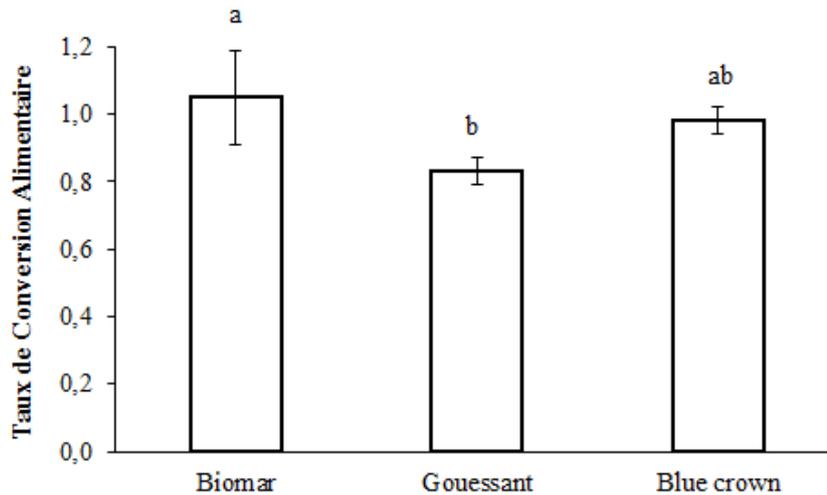
(Pmi = poids moyen initial, Pmf = poids moyen final, SGR = taux de croissance spécifique, GMQ = gain moyen quotidien, et TCA = taux de conversion alimentaire). Les erreurs-types ont été calculés entre replicats. Pour chaque ligne, des lettres différentes à côté des valeurs indiquent une différence significative  $p < 0,05$  (Post Hoc: LSD).

#### • Croissance

Après 8 semaines d'élevage, les poids moyens finaux les plus élevés ont été observés avec les régimes Gouessant ( $94,90 \pm 5,10$  g) et Blue crown ( $82,89 \pm 6,63$  g) et les plus faibles avec le régime "Biomar" ( $76,72 \pm 7,50$  g). La différence a été significative entre ces régimes pris deux à deux ( $p < 0,05$ ; (**Figure 2**). Les gains moyens quotidiens ont varié de  $1,27 \pm 0,13$  g·j<sup>-1</sup> avec Biomar à  $1,60 \pm 0,09$  g·j<sup>-1</sup> avec Gouessant,

mais il n'y a pas de différence significative entre les différents régimes ( $p > 0,05$ ; **Figure 2**). Les meilleurs taux de croissance spécifique des poissons ont été obtenus avec les régimes Guessant et Blue crown (respectivement  $5,12 \pm 0,10 \text{ \%} \cdot \text{j}^{-1}$  et  $4,88 \pm 0,15 \text{ \%} \cdot \text{j}^{-1}$ ) alors que les plus faibles ont été enregistrés au niveau du régime Biomar ( $4,74 \pm 0,17$ ). La différence entre les régimes n'est cependant pas significative ( $p > 0,05$ ) **Figure 2**). Les valeurs du taux de conversion alimentaire ont varié de façon significative ( $p < 0,05$ ) entre  $0,83 \pm 0,04$  avec le régime Guessant et  $1,05 \pm 0,14$  avec le régime Biomar **Figure 2**).





**Figure 2 :** Paramètres de croissance des juvéniles du poisson silure hybride *Heterolarias* après 56 jours d'élevage en bassins avec 3 différents régimes (Biomar, Gouessant et Blue crown). Les barres verticales représentent les écarts entre réplicats ( $n = 3$ )

### 3-2. Test d'anesthésie

Les moyennes des temps d'induction des différents stades d'anesthésie et celles des temps de réveil en fonction des différentes doses testées pour les deux anesthésiques sont synthétisées dans le **Tableau 2**.

#### 3-2-1. Temps d'anesthésie

Le temps moyen d'induction du stade 4 a varié de 58 s à 4 mn 3 s pour l'huile de clou de girofle et de 1 mn 4 s à 5 mn 2 s pour la benzocaïne (**Tableau 2**). Pour chaque anesthésique, le test d'ANOVA à un seul critère a indiqué qu'il existe une différence significative entre les temps d'induction du stade 4 ( $p < 0,05$ ). Pour l'huile de clou de girofle, le test LSD (Least Significant Difference) a indiqué que la différence se situait entre les temps d'anesthésie des faibles doses (0,05 à 0,1 ml/L) et les fortes doses (0,15 à 0,25 ml/L) (**Tableau 2**). Quant à la benzocaïne, le test LSD a indiqué que le temps d'anesthésie de la dose 0,7 ml/L a été significativement différent de ceux des autres doses (0,9 à 1,3 ml/L) (**Tableau 2**). Les temps mis par les individus pour atteindre les stades 1 à 4 ont été liés aux doses comme l'indiquent les valeurs de  $R^2$  des régressions exponentielles des stades 1 à 4 en fonction de la dose (**Figures 3 et 4**). Pour les deux anesthésiques, plus la concentration est importante, plus les poissons ont été vite endormis (**Figures 3 et 4**). La relation entre la dose et le temps d'anesthésie se traduit par la fonction exponentielle négative (**Figures 3 et 4**).

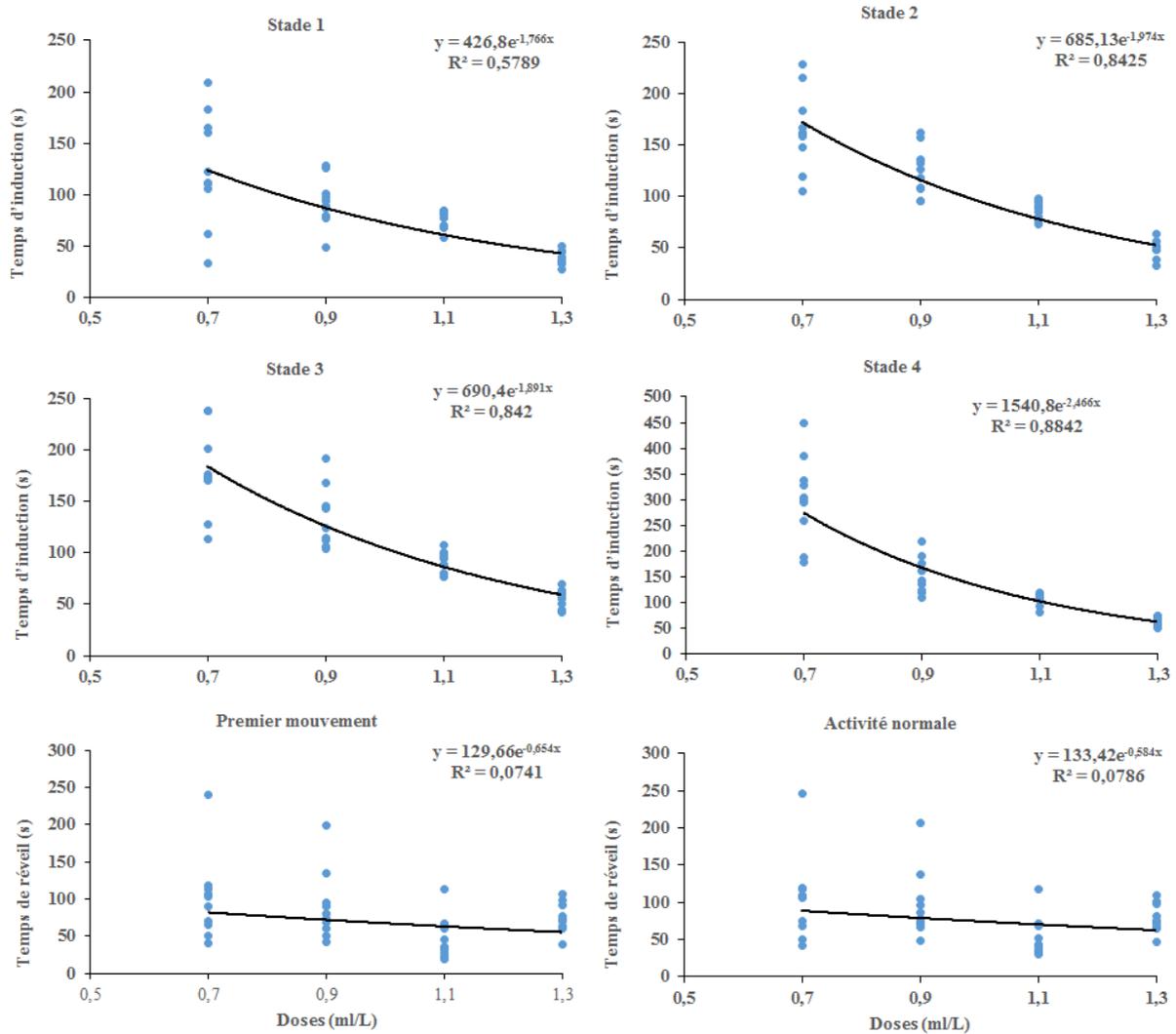
#### 3-2-2. Réveil

Le temps moyen de réveil a varié de 2 mn 11 s à 5 mn 56 s pour l'huile de clou de girofle et de 52 s à 1 mn 44 s pour la benzocaïne (**Tableau 2**). Pour les deux anesthésiques, les temps mis par les individus pour effectuer le premier mouvement et celui de reprise de l'activité normale n'ont pas été liés à la concentration du bain d'anesthésie (**Figure 3**). Chez *Heteroclaris*, il n'existe pas une relation entre le temps de réveil et la concentration en huile de clou de girofle ou en benzocaïne de la solution anesthésique (**Figures 3 et 4**). Le temps de réveil des poissons anesthésiés avec l'huile de clou de girofle a été largement supérieur à celui des poissons anesthésiés avec la benzocaïne. Pour la benzocaïne, les sujets anesthésiés se murent lors de la mesure de la taille ou de la prise du poids.

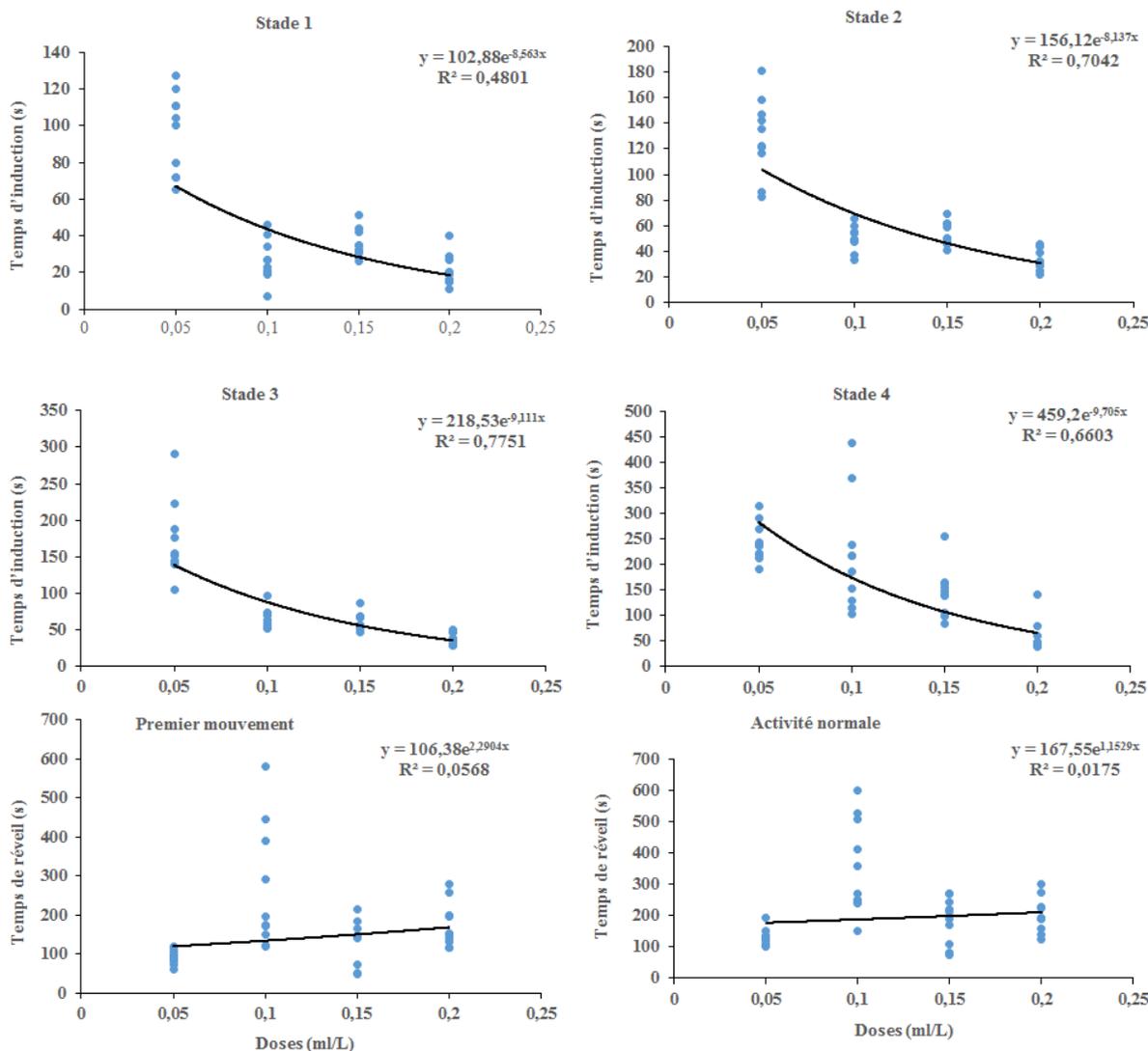
**Tableau 2 :** *Temps d'induction et de récupération pour les spécimens de Heteroclarias anesthésiés avec différentes concentrations (n = 10 par réplicat) de deux agents anesthésiques. Les données sont présentées sous forme de moyenne ± Ecat-type. PT: Poids total; LT : Longueur totale*

Anesthésie	PT (g)	LT (cm)	Temps d'induction (s)				Temps de récupération(s)	
			Stade 1	Stade 2	Stade 3	Stade 4	Premier mouvement	Equilibre
<i>Huile de clou de girofle (ml.L<sup>-1</sup>)</i>								
0,05	202,06 ± 39,24	36,14 ± 7,97	96,2 ± 19,16 <sup>a</sup>	129,2 ± 23,6 <sup>a</sup>	171,2 ± 38,24 <sup>a</sup>	243,2 ± 28,48 <sup>a</sup>	92,8 ± 14,04 <sup>a</sup>	131,8 ± 18,2 <sup>a</sup>
0,10	224,06 ± 44,66	31,86 ± 2,32	26,5 ± 8,5 <sup>b</sup>	49,6 ± 7,12 <sup>b</sup>	66,3 ± 10,1 <sup>b</sup>	216,3 ± 79,02 <sup>a</sup>	263,6 ± 130,52 <sup>b</sup>	356,8 ± 125,8 <sup>b</sup>
0,15	211,16 ± 36,84	31,43 ± 1,79	35,6 ± 6,04 <sup>c</sup>	53,2 ± 7,84 <sup>c</sup>	61,1 ± 9,32 <sup>c</sup>	145 ± 31,8 <sup>b</sup>	131,2 ± 44,52 <sup>b</sup>	184,7 ± 60,36 <sup>b</sup>
0,20	200,5 ± 35,8	31,61 ± 1,73	21,2 ± 6,48 <sup>c</sup>	32,4 ± 6,16 <sup>c</sup>	37,8 ± 6,36 <sup>c</sup>	58,3 ± 20,62 <sup>bc</sup>	173,8 ± 47,36 <sup>b</sup>	203,1 ± 43,52 <sup>b</sup>
0,25	146,4	28,8	27 <sup>c</sup>	51 <sup>c</sup>	57 <sup>c</sup>	64 <sup>c</sup>	Mort	Mort
<i>Benzocaïne (ml.L<sup>-1</sup>)</i>								
0,70	194,04 ± 41,68	31,47 ± 1,91	126,6 ± 42,32 <sup>a</sup>	164,7 ± 26,84 <sup>a</sup>	178,1 ± 28,54 <sup>a</sup>	302,4 ± 58,6 <sup>a</sup>	100 ± 36,8 <sup>a</sup>	104,1 ± 36,68 <sup>a</sup>
0,90	200,48 ± 33,22	32,13 ± 1,64	92,8 ± 16,4 <sup>b</sup>	123,9 ± 18,7 <sup>b</sup>	135,2 ± 23,2 <sup>b</sup>	154,3 ± 27,7 <sup>b</sup>	89,4 ± 32,28 <sup>a</sup>	97 ± 31,6 <sup>a</sup>
1,10	183,18 ± 37,14	30,91 ± 1,86	75,7 ± 7,56 <sup>b</sup>	87,1 ± 6,68 <sup>c</sup>	92,4 ± 7,12 <sup>c</sup>	105,1 ± 7,08 <sup>c</sup>	65,8 ± 20,76 <sup>ab</sup>	52,9 ± 19,66 <sup>ab</sup>
1,30	181,92 ± 44,56	31,35 ± 1,91	37,6 ± 5,52 <sup>c</sup>	49 ± 5,6 <sup>d</sup>	56,3 6,84 <sup>d</sup>	64,2 ± 6,56 <sup>d</sup>	75,3 ± 14,76 <sup>b</sup>	78,9 ± 14,88 <sup>b</sup>

Par anesthésie, pour chaque colonne, des lettres différentes à côté des valeurs indiquent une différence significative  $p < 0,05$  (Post Hoc: LSD)



**Figure 3 :** Temps d'induction et de récupération (s) en relation avec les concentrations de benzocaïne pour les spécimens de *Heteroclaris* ( $n = 10$  pour chaque essai)



**Figure 4 :** Temps d'induction et de récupération (s) en relation avec les concentrations d'huile de clou de girofle pour les spécimens de *Heteroclaris* (n = 10 pour chaque essai)

### 3-2-3. Doses adéquates

Les doses 0,05 et 0,10 mL/L d'eau de l'huile de clou de girofle ne paraissent pas satisfaisantes, car induisant des temps moyens d'anesthésie i.e. stade 4 supérieurs dans tous les cas à 3 mn. Pour les doses 0,15; 0,20 et 0,25 mL/L d'eau de l'huile de clou de girofle, les temps moyens d'induction du stade 4 d'anesthésie ont été tous inférieurs à 3 mn. Elles avaient induit toutes, à l'exception de la dose 0,25 mL/L, le réveil des individus entre 3 et 4 mn en moyenne (**Tableau 2**). La dose 0,25 mL/L par contre avait induit le stade 5 d'anesthésie et ne peut être considérée comme une dose adéquate. Ainsi, les doses 0,15 et 0,2 mL/L de l'huile de clou de girofle peuvent être recommandées pour l'anesthésie des adultes du poisson hybrides *Heteroclaris*. Pour la benzocaïne, les temps moyens d'anesthésie i.e. stade 4 ont été inférieurs à 3 mn pour toutes les doses exceptée 0,07 mL/L pour qui le temps moyens d'anesthésie a été de 5 mn 2 s. Toutes les doses avaient induit une activité normale en moins de 2 mn (**Tableau 2**). Toutes les doses testées excepté 0,70 mL/L seraient donc adéquates pour l'anesthésie de *Heteroclaris* car son temps d'induction du stade 4 a été supérieur à 3 mn. Les doses allant de 0,90 à 1,30 mL/L de la benzocaïne peuvent être recommandées pour l'anesthésie des adultes du poisson hybride *Heteroclaris*.

## 4. Discussion

### 4-1. Test d'alimentation

Les études sur la croissance de l'hybride *Heteroclarias* sont peu nombreuses [26 - 30] comparées à celles réalisées sur les parents. Durant toute l'expérience, la température de l'eau a varié de 28,8 à 30°C avec une moyenne de  $29,4 \pm 0,1$  °C, l'oxygène dissous dans tous les bassins a été de  $5,46 \pm 0,10$  mg.L<sup>-1</sup> en moyenne (valeurs extrêmes: 4,79 et de 5,80 mg.L<sup>-1</sup>). Quant au pH, il a varié de 6,46 à 7,52 avec une moyenne de  $6,67 \pm 0,12$ . Les normes recommandées pour la survie et la croissance de *Heterobranchus longifilis* en élevage sont de 25-33°C pour la température de l'eau et de 6,5-8,5 pour le pH [31 - 35]. Les paramètres physico-chimiques de l'eau des bassins d'élevage sont donc restés conformes aux normes recommandées pour la survie et la croissance de *H. longifilis*. Etant donné que *H. longifilis* et *Clarias gariepinus* ont des tolérances semblables aux grandes variations de la température, du pH et aux faibles taux d'oxygène dissous [36, 37], la qualité de l'eau des bassins d'élevage serait donc favorable pour la survie et la croissance de l'hybride issu de leur croisement. Les taux de survie enregistrés dans tous les bassins d'élevage après 8 semaines d'élevage (tous supérieurs à 85 %) sont meilleurs aux taux de 64-74 % obtenus par [38] chez les juvéniles de *H. longifilis*. La survie relativement bonne enregistrée durant toute l'expérience peut être expliquée par la densité de mise en charge [35, 39], l'absence d'hétérogénéité des tailles des juvéniles à la mise en charge (poids moyen  $5,38 \pm 0,01$  g) et une alimentation adéquate [34, 40 - 43].

En effet, les juvéniles ont été nourris à satiété à intervalle régulier de 2 heures de 8 à 18 heures avec trois aliments granulés dont les teneurs en protéines sont supérieures à 40 %. Cette disponibilité permanente de nourriture de bonne teneurs en protéines [34] et la densité d'élevage (50 individus au m<sup>3</sup>) relativement moyenne pour les silures africains auraient réduit la compétition et par conséquent le cannibalisme, ce qui explique la bonne survie obtenue à la fin de l'expérience. Mais les taux de survie obtenus ici sont inférieurs à 97,3 % obtenus par [28] pour l'élevage de *Heteroclarias* et  $83,56 \pm 9,42$  à  $94,44 \pm 0,00$  % obtenus par [44] pour l'élevage en monoculture et polyculture des juvéniles de *H. longifilis* et *C. gariepinus*. S'agissant de la croissance des juvéniles, tous les paramètres calculés (poids moyen final, taux de croissance spécifique, taux de conversion alimentaire et gain moyen quotidien) après 8 semaines d'élevage ont été en faveur des sujets nourris avec l'aliment Guessant, en suite viennent respectivement ceux nourris avec Blue crown et Biomar. Cependant, la comparaison deux à deux effectuée pour chaque paramètre a montré que les différences des performances des aliments n'ont été révélées significatives qu'au niveau des poids moyens finaux et des taux de conversion alimentaire (TCA).

Les taux de croissance spécifique obtenus dans cette étude ont été meilleurs pour les trois aliments ( $4,74 \pm 0,17$  à  $5,12 \pm 0,10$  %·j<sup>-1</sup>) comparativement à  $4,14$  %·j<sup>-1</sup> obtenu par [28],  $2,15$ - $2,40$  %·j<sup>-1</sup> par [28],  $0,98 \pm 0,01$ - $1,86 \pm 0,06$  %·j<sup>-1</sup> par [30] pour *Heteroclarias* et  $1,92 \pm 0,37$ - $2,12 \pm 0,51$  %·j<sup>-1</sup> par [44] pour *H. longifilis* et *C. gariepinus*. Les gains moyens quotidiens (GMQ) obtenus dans cette étude ( $1,27 \pm 0,13$ - $1,60 \pm 0,09$  g·j<sup>-1</sup>) sont supérieurs à  $0,23$ - $0,64$  g·j<sup>-1</sup> obtenus par [30] et  $0,13 \pm 0,03$ - $0,17 \pm 0,06$  g·j<sup>-1</sup> par [44] mais sont inférieurs à  $4,75$  g·j<sup>-1</sup> obtenu par [28] et proches de  $1,46$  g·j<sup>-1</sup> obtenu par [29]. Le poids moyen des juvéniles nourris avec Guessant est supérieur au poids moyens de ceux nourris avec Blue crown, qui à son tour, est supérieur au poids moyen des poissons nourris avec Biomar (Post Hoc: LSD,  $p > 0,05$ ). De même,  $0,83 \pm 0,04$  g de Guessant a permis de produire 1 g de poisson (TCA =  $0,83 \pm 0,04$ ) alors qu'il faut  $0,98 \pm 0,04$  g de Blue crown (TCA =  $0,98 \pm 0,04$ ) et plus de 1 g de Biomar (TCA =  $1,05 \pm 0,14$ ) pour produire la même quantité de biomasse de poisson. Ces écarts entre les TCA étant significatifs (Post Hoc: LSD,  $p > 0,05$ ), il ressort donc de ces comparaisons que Guessant est l'aliment le plus performant, ensuite viennent le Blue crown et Biomar qui est le moins performant pour la croissance des juvéniles de silure hybride *Heteroclarias*. Pour tous les aliments, les TCA obtenus sont meilleurs par rapport à 3 obtenu par

[28], 1,6-3,1 par [29] et  $1,07 \pm 0,03$ - $1,40 \pm 0,04$  obtenus par [30] pour *Heteroclarias*. Les meilleurs TCA enregistrés dans cette étude peuvent être affectés non seulement à la qualité des aliments mais aussi à la fréquence de nourrissage. En effet, les sujets ont été nourris à satiété à intervalle régulier de 2 heures entre 8 heures et 18 heures tous les jours à l'exception des jours de contrôle de croissance avec des aliments dont les taux de protéines sont tous supérieurs à 40 %.

#### 4-2. Test d'anesthésie

L'huile de clou de girofle est apparue être un anesthésique performant pour *Heteroclarias*, plus puissant que la benzocaïne, car agissant à des doses nettement plus faibles. Des résultats similaires ont été obtenus sur *Onchorhynchus mykiss* (Salmonidae), *Pomacentrus amboinensis* (Pomacentridae), *Salmo salar* (Salmonidae), *Brycon cephalus* (Bryconidae), *Protopterus annectens* (Protopteridae); *Oreochromis niloticus* (Cichlidae), *C. gariepinus* et *H. bidorsalis* (Clariidae) [8, 12, 23, 24, 45 - 47]. Pour l'huile de clou de girofle comme pour la benzocaïne, le temps moyen d'induction du stade 4 en fonction de la dose anesthésique est une fonction exponentielle négative. Plus la concentration d'anesthésique est forte, plus vite les poissons sont endormis. Le temps d'anesthésie est fonction de la concentration du bain anesthésique [12, 23, 24, 46-46]. Les temps de récupération de *Heteroclarias* sont nettement plus importants avec l'huile de clou de girofle qu'avec la benzocaïne. Ce résultat met en évidence l'importance d'utiliser l'huile de clou de girofle comme anesthésique pour des opérations nécessitant un temps d'endormissement important [24]. Plusieurs études ont mis en évidence cette particularité de l'huile de clou de girofle parmi les anesthésiques chimiques les plus utilisés en aquaculture [12, 23, 24, 46, 47]. Les temps de récupération des poissons soumis aux différentes doses de l'huile de clou de girofle et de la benzocaïne ne sont pas fonction de la dose. Les poissons soumis à des bains anesthésiques moins concentrés peuvent se réveiller au même moment que ceux soumis à des bains plus concentrés. [8] ont aussi rapporté que l'augmentation de la concentration n'a pas affecté le temps de récupération chez *O. mykiss*. D'après [48], un anesthésique idéal pour la pisciculture requiert plusieurs caractéristiques, notamment celles : (1) d'entraîner une rapide immobilité du poisson (3 minutes ou moins), (2) de permettre une récupération rapide (5 minutes ou moins), (3) d'être non toxique pour le poisson et pour l'homme, (4) d'avoir une grande marge de sécurité, (5) de permettre un temps d'exposition « raisonnable », (6) de ne pas engendrer d'effets cumulatifs suite à des expositions répétées.

En se référant à ces caractéristiques, les doses allant de 0,15 à 0,20 mL de l'huile de clou de girofle et 0,90 à 1,30 mL de benzocaïne pour un litre d'eau sont des doses adéquates pour anesthésier les adultes de *Heteroclarias*. [23] ont trouvé que les doses optimales de l'huile de clou de girofle pour anesthésier les juvéniles de *C. gariepinus* et *H. bidorsalis* sont comprises entre 120 et 150 mg/L (soit 0,12 et 0,15 mL/L). Quant à [47], 50 mg/L (0,05 mL/L) de l'huile de clou de girofle suffit pour endormir les juvéniles de *C. gariepinus*. Ces doses sont légèrement inférieures à celles obtenues dans la présente étude à cause de la différence du stade de croissance. En effet, les travaux de [23, 47] ont été réalisées sur des juvéniles de *C. gariepinus* (respectivement  $3,26 \pm 2,30$  g;  $8,34 \pm 1,82$  cm et  $6,5 \pm 3,0$  g,  $10,6 \pm 1,6$  cm) et *H. bidorsalis* ( $2,89 \pm 1,80$  g;  $7,55 \pm 1,04$  cm) de poids et taille plus petits comparativement à ceux utilisés dans la présente étude ( $193,75 \pm 15,5$  g;  $13,74 \pm 1,08$  cm). Les travaux de [49] ont montré qu'une concentration d'environ 40 mg/l c'est-à-dire 0,04 ml//L de l'huile de clou de girofle est suffisante pour anesthésier les juvéniles de *B. cephalus*. De même, [46] ont trouvé que les doses allant de 20 à 25 mg/L (0,02 à 0,025 mL/L) de l'huile de clou de girofle permettent d'anesthésier des alevins ( $3,0 \pm 0,09$  g;  $2,63 \pm 0,25$  cm) de *O. niloticus* dans moins de 3 min. Ces résultats mettent en évidence la résistance des Clariidae comparativement aux Cichlidae et aux Bryconidae. [24] ont reporté que les doses optimales de l'huile de clou de girofle et de la benzocaïne pour anesthésier les juvéniles ( $50,3 \pm 5,5$  g;  $22,1 \pm 0,4$  cm) de *P. annectens* sont comprises entre 0,6 et 0,9 ml L<sup>-1</sup> pour l'huile de clou de girofle et entre 1,8 et 2,6 mL.L<sup>-1</sup> pour la benzocaïne. Ces doses sont supérieures à celles connues pour la plupart des poissons d'élevage.

Pour ces auteurs, les fortes doses d'anesthésiques nécessaires pour endormir les juvéniles de *P. annectens* peuvent s'expliquer non seulement par le caractère résistant de l'espèce mais aussi par son mode de respiration. L'huile de clou de girofle est considérée aux Etats-Unis comme une substance sans danger pour le manipulateur et le consommateur [8 - 12]. Elle possède de plus une grande activité antibactérienne et antifongique [12, 50, 51]. Même si des études récentes ont plus éclairé sur la toxicité de l'huile de clou de girofle [52], cette toxicité est négligeable face à celle de la benzocaïne. L'huile de clou de girofle est un anesthésique plus puissant que la benzocaïne, car elle agit efficacement pour des doses plus faibles que celles de la benzocaïne et est non toxique à l'organisme. De plus, le temps d'induction de l'activité normale chez la benzocaïne est très négligeable et ne permet pas une bonne manipulation des spécimens.

## 5. Conclusion

Parmi les trois aliments testés (Biomar, Guessant et Blue crown), l'aliment Guessant a présenté les meilleures performances de croissance et peut être recommandé pour le grossissement des juvéniles du poisson hybride *Heteroclarias*. L'huile de clou de girofle a été révélée plus performante que la benzocaïne pour anesthésier les adultes de *Heteroclarias*. Les concentrations permettant d'endormir les sujets en moins de 3 min avec un temps de réveil de moins de 6 min se situent entre 0,15 et 0,20 mL/L pour l'huile de clou de girofle et entre 0,90 et 1,3 mL/L pour la benzocaïne. Le temps de recouvrement de la position d'équilibre est nettement plus long chez les poissons anesthésiés avec l'huile de clou de girofle que chez ceux anesthésiés avec la benzocaïne.

## Références

- [1] - A. AYOOLA, Replacement of Fishmeal with Alternative Protein Sources in Aquaculture Diets. Thesis of Master of Science, Faculty of North Carolina State University, Nigeria, (2010)
- [2] - FAO, State of World Fisheries and Aquaculture 2016 (french). *Food & Agriculture Org*, (2016)
- [3] - E. RURANGWA, J. VAN DEN BERG, P. LALEYE, A. P. VAN DUIJN et A. J. ROTHUIS, Mission exploratoire Pêche, Pisciculture et Aquaculture au Bénin : un quick scan du secteur pour des possibilités d'interventions (No. C072/14). *IMARES*, (2014)
- [4] - C. BENE and S. HECK, "Fish and food security in Africa." *NAGA, WorldFish Center Quarterly*, 28 3-4 (2005) 8 - 13
- [5] - Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de La Pêche (MAEP), Plan Stratégique de Relance du Secteur Agricole, Bénin, (2011) 116
- [6] - Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche (MAEP)-Projet de Vulgarisation de l'Aquaculture Continentale en République du Bénin (PROVAC), (2018) 1 - 11. <https://www.agratime.com/2018/10/24/provac-notre-objectif-est-daccompagner-les-pisciculteurs-a-intensifier-leur-production-a-travers-des-technologies-modernes>
- [7] - C. BUREL et F. MEDALEDE, L'utilisation des protéines d'origine végétale en aquaculture ? *OCL Oilseeds and fats crops and lipids*, EDP, 4 (2014) 21, 10.1051/ocl/2014013. hal-02632885
- [8] - W. G. ANDERSON, R. S. MICKINLEY and M. COLAVECCHIA, The use of clove oil as an anesthetic for rainbow trout and its effects swimming performance. *North American Journal of Fisheries Management*, 17 (1997) 301 - 307
- [9] - J. L. KEENE, D. L. G. NOAKES, R. D. MOCELA and C. G. S. , The efficacy of clove oil as an anaesthetic for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Aquaculture Research*, 29 (1998) 89 - 101

- [10] - S. PEAKE, Sodium bicarbonate and clove oil as potential anaesthetics for nonsalmonid fishes. *North American Journal of Fisheries Management*, 18 (1998) 919 - 924
- [11] - P. W. TAYLOR and S. D. ROBERTS, Clove oil : an alternative anaesthetic for aquaculture. *North American Journal of Aquaculture*, 61 (2) (1999) 150 - 155
- [12] - M. CHANSEAU, S. BOSC, E. GALIAY et G. OULES, L'utilisation de l'huile de clou de girofle comme anesthésique pour les smolts de saumon atlantique (*Salmo salar L.*) et comparaison de ses effets avec ceux du 2- phenoxyethanol. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, 365-366 (2002) 579 - 589
- [13] - M. GULLIAN, J. VILLANUEVA, Efficacy of tricaine methanesulphonate and clove oil as anaesthetics for juvenile cobia *Rachycentron canadum*. *Aquaculture Research*, 40 (2009) 852 - 860
- [14] - G. J. HEO and G. SHIN, Efficacy of benzocaine as an anaesthetic for Crucian carp (*Carassius carassius*). *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 37 (2010) 132 - 135
- [15] - L. C. GOMES, A. R. CHIPPARI-GOMES, N. P. LOPES, R. ROUBACH and C. A. R. ARAUJO-LIMA, Efficacy of benzocaine as an anesthetic in juvenile tambaqui *Colossoma macropomum*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 32 (2011) 426 - 431
- [16] - S. JAVAHERY, H. NEKOUBIN and A. H. MORADLU, Effect of anaesthesia with clove oil in fish (review). *Fish Physiology and Biochemistry*, 38 (6) (2012) 1545 - 1552
- [17] - J. GHANAWI, M. SAMER and P. S. IMAD, Anesthetic efficacy of clove oil, benzocaine, 2 phenoxyethanol and tricaine methanesulfonate in juvenile marbled spinefoot (*Siganus rivulatus*). *Aquaculture Research*, 44 (2013) 359 - 366
- [18] - A. D. KAMBLE, V. P. SAINI and M. L. OJHA, The efficacy of clove oil as anesthetic in common carp (*Cyprinus carpio*) and its potential metabolism reducing capacity. *International Journal of Fauna and Biological Studies*, 1 (6) (2014) 01 - 06
- [19] - V. M. S. NAIR and E. S. WILLIAMS, Comparative study of 2- phenoxy ethanol and clove oil on its efficiency as anesthetics in anesthetizing *Hypselobarbus kurali*. *Banat's Journal of Biotechnology*, 6 (12) (2015) 15 - 19
- [20] - S. KUCUK and D. COBAN, Effects of tricaine as an anaesthetics on goldfish, *Carassius auratus* (Linnaeus 1758) at different salinities and concentrations. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 16 (2016) 611 - 661
- [21] - S. N. BOLASINA, A. D. AZEVEDO and A. C. PETRY, Comparative efficacy of benzocaine, tricaine methanesulfonate and eugenol as anesthetic agents in the guppy *Poecilia vivipara*. *Aquaculture Reports*, 6 (2017) 56 - 60
- [22] - A. FERNANDES, P. MAKOS, J. A. KHAN and G. BOCZKAJ, Pilot scale degradation study of 16 selected volatile organic compounds by hydroxyl and sulfate radical based advanced oxidation processes. *Journal of cleaner production*, 208 (2) (2017) 54 - 64
- [23] - I. B. OKEY, R. I. KEREMAH and U. U. GABRIEL, The efficacy of clove (*Eugenia caryophyllata*) powder as anaesthesia on African catfishes (*Clarias gariepinus* and *Heterobranchus bidorsalis*) fingerlings. *Journal of Aquaculture & Marine Biology*, 7 (4) (2018) 182 - 188
- [24] - D. LEDEROUN, I. S. BAGLO, E. DE PEDICEPUS, A. GOUGBEDJI, M. N. A. FAGBEMI and P. A. LALEYE, Efficacy of clove oil and benzocaine as anesthetics for *Protopterus annectens* (Owen, 1839) (Acanthopterygii : Protopteryidae). *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 7 (6) (2019) 203 - 209
- [25] - P. A. ACKERMAN, J. D. MORGAN and G. K. IWAMA, Anesthetics. In Supplement to the Guidelines on: the care and use of fish in research, teaching and testing. *Canadian Council on Animal Care (CCAC)*, Ottawa, Ont, (2005). [http://www.ccac.ca/Documents/Standards/Guidelines/Add\\_PDFs/Fish\\_Anesthetics.pdf](http://www.ccac.ca/Documents/Standards/Guidelines/Add_PDFs/Fish_Anesthetics.pdf). Googe Scholarn
- [26] - M. A. ADEWOLU, S. L. AKINTOLA and O. O. AKINWUNMI, Growth performance and survival of hybrid african catfish larvae (*Clarias gariepinus x Heterobranchus bidorsalis*) fed on different diets. *The Zoologist*, 7 (2009) 45 - 51

- [27] - J. R. SOLOMON and S. G. BORO, Survival Rate in Poly Culture of Catfish *Heteroclarias / Tilapia (Oreochromis niloticus)*, Fed 2% Body Weight. *New York Science Journal*, 3 (9) (2010) 68 - 78
- [28] - F. G. OWODEINDE, K. A. FAKOYA and M. A. ANETEKHAI, Growth performance of hybrid catfish (*Clarias gariepinus* × *Heterobranchus bidorsalis*) in earthen ponds. *Asian Journal of Biological Sciences*, 5 (4) (2012) 192 - 200
- [29] - C. O. MONEBI and A. A. A. UGWUMBA, Utilization of the earthworm, *Eudrilus eugeniae* in the diet of *Heteroclarias* fingerlings. *International Journal of Fisheries and Aquaculture*, 5 (2) (2013) 19 - 25
- [30] - I. A. ADEBAYO, Growth Responses of Hybrid Catfish (*Heteroclarias*) Juveniles Fed All Plant: Protein Diets Supplemented with L-lysine and L-methionine. *Fisheries Livest Prod*, 5 (1) (2017) 219 doi: 10.4172/2332-2608.1000219
- [31] - M. LEGENDRE et G. G. TEUGELS, Développement et tolérance à la température des œufs de *Heterobranchus longifilis*, et comparaison des développements larvaires de *H. longifilis* et de *C. gariepinus* (Teleostei, Clariidae). *Aquatic Living Resources*, 4 (1991) 227 - 240
- [32] - M. J. ANDERSON and W. FASTA, Temperature and feed rate effect on chine catfish, *Clarias fuscus* (Lacepède). Growth. *Aquatic Fish Magazine*, 22 (1991) 435 - 441
- [33] - P. LUQUET, Z. J. OTEME and S. B. METONGO, Élevage du silure *Heterobranchus longifilis* Val. en bassin sans renouvellement d'eau : effets de l'évolution de quelques paramètres chimiques de l'eau sur la croissance et la survie. *Journal Ivoirien d'Océanologie et de Limnologie*, 2 (2) (1993) 43 - 53
- [34] - S. GILLES, R. DUGUE et J. SLEMBROUK, Manuel de production du silure africain *Heterobranchus longifilis*. *Maisonneuve et Larose, Paris*, (2001) 128
- [35] - H. AGADJIHOUEDE, A. CHIKOU, E. MONTCHOWUI et P. LALEYE, Effet de densité initiale de mise en charge sur la survie et la croissance des larves d'*Heterobranchus longifilis* Valenciennes, 1840 élevées en bassins fertilisés. *Journal of Applied Biosciences*, 84 (2014) 7644 - 7653 ISSN 1997-5902
- [36] - T. HECHT, L. OELLERMANN and L. VERHEUST, Perspectives on clariidcatfish culture in Africa. *Aquatic Living Resources*, 9 (1996) 197 - 206
- [37] - Z. L. OTEME, S. HEM et M. LEGENDRE, Nouvelles espèces de poissons-chats pour le développement de la pisciculture africaine. *Aquatic Living Resources*, 9 (1996) 207 - 217
- [38] - A. COULIBALY, I. N. OUATTARA., C. G. KONDGEH, V. N. DOUBA, J. SNOEKS, BI. G. GOOR and R. E. P. KOUUAM, First results of floating cage culture of African catfish *Heterobranchus longifilis* Valenciennes, 1840: Effect of stocking density on survival and growth rates. *Aquaculture*, 263 (2007) 61 - 67
- [39] - I. I. TOKO, E. D. FIOGBE, B. KOUKPODE and P. KESTEMONT, Rearing of African catfish (*Clarias gariepinus*) and vundu catfish (*Heterobranchus longifilis*) in traditional fish ponds (whedos) : effect of stocking density on growth, production and body composition. *Aquaculture*, 262 (2007) 65 - 72
- [40] - E. BARAS, Functional implications of early sexual growth dimorphism in vundu. *Journal of Fish Biology*, 54 (1999) 119 - 124
- [41] - E. BARAS, F. TISSIER, J. C. PHILIPPART and C. MELARD, Sibling cannibalism among juvenile vundu under controlled conditions. II. Effect of body weight and environmental variables on the periodicity and intensity of type II cannibalism. *Journal of Fish Biology*, 54 (1999) 106 - 118
- [42] - E. BARAS and A. F. D'ALMEIDA, Size heterogeneity prevails over kinship in shaping cannibalism among larvae of sharptooth catfish *Clarias gariepinus*. *Aquatic Living Resources*, 14 (2001) 251 - 256
- [43] - E. BARAS and M. JOBLING, Dynamics of intracohort cannibalism in cultured fish. *Aquaculture Research*, 33 (2002) 461 - 479
- [44] - N. T. ALGRIENT, N. R. ROMEO, T. PEGUY, E. E. THOMAS and J. SALIFOU, Comparative effect of monoculture and polyculture in Two Species of Clariidae: *Heterobranchus longifilis* and *Clarias gariepinus* in Post Fingerlings Growth. *Int J Fisheries Sci Res*, 3 (1) (2019) 1010
- [45] - P. L. MUNDAY and S. K. WILSON, Comparative efficacy of clove oil and other chemicals in anaesthetisation of *Pomacentrus amboinensis*, a coral reef fish. *Journal of Fish Biology*, 51 (1997) 931 - 938

- [46] - U. CHAROENDAT, N. AREECHON, P. SRISAPOOME et D. CHANTASART, Efficacy of synthetic eugenol as an anesthetic for Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus* Linn.). *Kasetsart J (Nat Sci)*, 43 (2009) 132 - 140
- [47] - F. ÖGRET MEN and K. GÖKÇEK, Comparative efficacy of three anesthetic agents on juvenile African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 13.1 (2013) 51 - 56
- [48] - L. L. MARKING and F. P. MEYER, Are better anesthetics needed in fisheries? *Fisheries*, 10 (6) (1985) 2 - 5
- [49] - L. A. K. A. INOUE, C. SANTOS-NETO and G. MORAES, Clove oil as anaesthetic for juveniles of matrinxã *Brycon cephalus* (Gunther, 1869). *Ciência Rural*, 33 (2003) 943 - 947
- [50] - L. B. BULLERMAN, F. Y. LIEU and S. A. SEIER, Inhibition of growth and aflatoxin production by cinnamon and clove oils. Cinnamic aldehyde and eugenol. *J. Food Sc*, 4 (42) (1977) 1107 - 1116
- [51] - J. BRIOZZO, L. NUNEZ, J. CHIRIFE, L. HERSZAGE and M. D'AQUINO, Antimicrobial activity of clove oil dispersed in a concentrated sugar solution. *J. Appl. Bacter*, 66 (1989) 69 - 75
- [52] - S. O. AOUADHI, Atlas des risques de la phytothérapie traditionnelle. À étude de 57 plantes recommandées par les herboristes. *Faculté de médecine de Tunis, mémoire online*, (2010)