

## Mise au point d'un aliment pour *Distichodus maculatus* Boulenger, 1898 à base des sous-produits agricole disponibles localement

Willy LUSASI SWANA<sup>1\*</sup>, Victor PWEMA KIAMFU<sup>1</sup>, Clément MUNGANGA KILINGWA<sup>1</sup>, Santos KAVUMBU M.<sup>1</sup> et MUTAMBWE SHANGO<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Université de Kinshasa (UNIKIN), Faculté des Sciences, Département de Biologie, Laboratoire de Limnologie, Hydrobiologie et Aquaculture, BP 190 Kinshasa XI, R. D Congo

<sup>2</sup> Université de Kinshasa (UNIKIN), Faculté des Sciences, Département des Sciences de l'Environnement, BP 190 Kinshasa XI, R. D Congo

\* Correspondance, courriel : [willy.lusasi@unikin.ac.cd](mailto:willy.lusasi@unikin.ac.cd)

### Résumé

Cette étude a pour objectif de mettre au point une ration alimentaire efficace et performante pour *Distichodus maculatus* Boulenger, 1898 à base des sous-produits agricole disponibles localement en procédant par une évaluation du coût de production de chaque ration et de production d'un kg de poisson avec les rations formulées. Chaque ration a été testée en duplicata en circuit ouvert pendant 90 jours. Cent soixante alevins de 3 à 7 g étaient répartis dans 4 bacs en béton et 160 autres dans 4 hapas recevaient l'aliment trois fois par jour (8h00', 12h00' et 16h00'). Les pesées et les mensurations étaient faites tous les 10 jours. Les résultats obtenus montrent que le poids moyen final et le taux de croissance spécifique les plus élevés étaient obtenus avec la ration R3 ( $F = 470,00$ ;  $p < 0,001$ ), soit  $22,40 \pm 0,85$  g et  $3,35 \pm 0,08$  % / J respectivement. Le taux de survie était élevé chez les poissons expérimentés dans les hapas (R3 :  $88,75 \pm 8,84$  % et R4 :  $96,25 \pm 1,77$  %). Le coût de production d'un kilogramme d'un aliment varie en fonction des ingrédients utilisés. Pour être formulée, la ration R1 a coûtée 1.240 FC, la ration R2 : 1.250 FC, la ration R3 : 1.152 FC et la ration R4 : 1.540 FC. En se référant aux données zootechniques obtenues chez les poissons soumis à la ration R2 et R3, on remarque un meilleur compromis de prix et de qualité avec les deux rations alimentaires précitées.

**Mots-clés :** *Distichodus maculatus*, alimentation, croissance, efficacité alimentaire.

### Abstract

**Development of a food for *Distichodus maculatus* Boulenger, 1898 based on locallyavailable agricultural by-products**

The overall objective of this study is to develop an effective and efficient food ration for *Distichodus maculatus* Boulenger, 1898 based on locallyavailable agricultural by-products by an assessment of the cost of production of Each ration and production of a kilogram of fish with the rations formulated. Each ration was tested in duplicate in open circuit for 90 days. One hundred and sixty fry (from 3 to 7 g) were distributed in 4 concrete bins and 160 others in 4 hapas received the food three times a day (8 : 00', 12 : 00' and 16 : 00'). Weighings and measurements were carried out every 10 days. The results showed that the final mean weight and the highest specific growth rate were obtained with the R3 ration ( $F = 470.00$ ;  $p < 0.001$ ), either  $22,40 \pm 0.85$  g

and  $3,35 \pm 0,08$  % / d, respectively. Survival rate was high for fish experienced in hapas (R3:  $88,75 \pm 8,84$  % and R4:  $96,25 \pm 1,77$  %). The cost of producing one kilogram of a food varies depending on the ingredients used. To be formulated, the R1 ration cost 1.240 FC, the ration R2 : 1.250 FC, the ration R3 : 1.152 FC and the ration R4 : 1.540 FC. Referring to the zootechnical data obtained in the fish submitted to the R2 and R3 rations, there is a better price and quality compromise with the two above-mentioned food rations.

**Keywords :** *Distichodus maculatus*, diet, growth, food efficiency.

## 1. Introduction

Le poisson constitue l'une des ressources naturelles les plus précieuses tant dans les pays développés que dans ceux en voie de développement. De nos jours, on observe une baisse de la productivité halieutique naturelle au niveau des plans d'eau à cause des différentes pressions anthropiques [1]. Jusqu'en 2012, un poisson sur deux consommés dans le monde provenait de l'élevage étant donné la chute des captures mondiales depuis 1990 [2]. Actuellement, l'aquaculture connaît une augmentation de la production un peu partout dans le monde [3]. En République Démocratique du Congo, les importations des poissons occupent 48,5 % tandis que la production piscicole artisanale est faible. Près de 90 % des Congolais mangent du poisson importé pendant 5 jours de la semaine et ceux produits artisanalement 2 à 3 jours le mois. Le poulet est mangé 1 fois le trimestre ; la viande de cochon, bœuf, chèvre et mouton est mangée 3 à 4 fois l'année et le plus souvent pendant les fêtes (noël, nouvel an, pâques, le jour d'un mariage et de baptême). Sur nonante huit pour cent (98 %) des poissons importés, *Trachurus capensis* appelé Thomson en langue lingala est le plus vendu et le plus consommé par la population [4]. La population Kinois n'accède pas facilement aux poissons frais issus de la pisciculture et de la pêche à cause du coût élevé. De plus, la production piscicole jadis développée est moins valorisée et quelquefois négligée [5]. En effet, en R.D Congo comme dans plusieurs pays d'Afrique, la pisciculture a connu une régression spectaculaire après les années qui ont suivis l'indépendance suite en l'absence d'encadrement important [6].

Les résultats de la relance de la pisciculture au pays sont négatifs; le constat sur le terrain indique une mauvaise gestion des étangs piscicoles : souches des espèces cultivées dégénérées, densités et techniques de mise en charge inappropriées, manque de provenderies spécialisées dans la fabrication des aliments piscicoles, indisponibilité d'alevins en quantité et qualité certifiée, encadrement technique insuffisant et inefficace [3]. La difficulté liée à la dégénérescence des souches domestiquées et au manque de provenderies spécialisées dans la fabrication des aliments piscicoles poussent à entreprendre des recherches pour la mise au point des nouvelles espèces à croissance rapide et appréciées par les consommateurs [7]. L'aquaculture et particulièrement la pisciculture, était jusqu'en 1957, l'un des secteurs agricoles relativement simple à mettre en place et peu coûteux pour la production des protéines animales. Malgré cette importance, elle n'a pas générée les améliorations attendues. Le rendement estimatif moyen à ce jour est inférieur à celui d'avant 1960 (20 T/Ha/an dans toute l'étendue du pays dont 3 T/Ha/an pour la ville province de Kinshasa) [7, 8]. Dans le contexte congolais, l'élevage des espèces locales rustiques telles que *Oreochromis niloticus*, *Clarias gariepinus*, *Chrysichthys nigrodigitatus*, *Heterobranchus longifilis*, *Heterotis niloticus*, *Parachanna obscura*, *Distichodus* sp, *Mormyrops* sp, *Synodontis* sp, *Schilbe* sp et autres doit être soutenu. La domestication d'une nouvelle espèce en pisciculture passe tout d'abord par l'étude de sa biologie (détermination de ses besoins alimentaires qualitatifs et quantitatifs, les exigences écologiques de l'espèce, etc.). La connaissance des besoins alimentaires d'une espèce permettra sans doute de réduire les coûts de production afin d'assurer une meilleure rentabilité aux entreprises aquacoles [1]. *Distichodus maculatus* est un poisson à croissance rapide et très prisé par la population en République Démocratique du Congo. Des tentatives d'élevage de ce poisson

ont eu lieu dans les étangs de pisciculture situés en périphérie de Kinshasa d'une manière artisanale et sans un suivi de l'évaluation de ses performances zootechniques. La biologie et l'écologie de *Distichodus* ont été déjà étudiées par plusieurs auteurs [9 - 12] tout en relevant l'intérêt scientifique et socio-économique qu'ont ce groupe des poissons. Cependant, leurs besoins nutritionnels n'ont jamais été évalués et demeurent inconnus jusque-là. Il est donc nécessaire d'entreprendre des études sur la domestication de *Distichodus* en vue de diversifier la pisciculture Congolaise et de mettre en évidence leurs exigences nutritionnelles et leurs performances zootechniques qui donneront des nouvelles orientations à la pisciculture africaine en générale et congolaise en particulière. C'est dans ce cadre que s'inscrit la présente étude dont l'objectif est la mise au point d'un aliment pour *Distichodus maculatus* Boulenger, 1898 à base des sous-produits d'origine végétale et animale disponibles localement en vue de combler ce vide.

## 2. Méthodologie

### 2-1. Conduite de l'expérience

L'expérience a été conduite dans les étangs et bacs hors-sol de la Ferme la "Kinoise des Poissons" (Kin-Poissons) à Maluku (04° 04',7" S, 015° 32',7" E) à 994 m d'altitude. Trois cent vingt (320) alevins de *D. maculatus* de poids variant entre 3 et 7g (**Figure 1**) achetés chez un pêcheur œuvrant au port fluvial de Kinkole (fleuve Congo) (04° 18',26" S, 15° 30'33',7" E) étaient expérimentés dans quatre bacs en béton et quatre hapas.



**Figure 1** : *D. maculatus* Boulenger, 1898 ; LT : 99 mm

Les alevins ont d'abord été mis dans deux hapas à raison de 160 alevins par hapas et ont été soumis à une période d'acclimatation de six jours avant d'être distribués dans quatre bacs en béton et quatre happas. Cent soixante individus étaient placés dans quatre bacs en béton et 160 autres dans quatre hapas. L'expérience a été conduite du 10 septembre au 09 décembre 2016 soit, 90 jours.

### 2-2. Structures expérimentales

Les bacs en béton (hors-sol de 100 cm de long, 45 cm de large et 55 cm de profondeur) étaient composés d'un système de renouvellement continu d'eau provenant d'un filtre biologique et d'évacuation constitués de trop plein long de 45 cm permettant de vider l'eau pendant les pêches de contrôle. Les hapas (3 m de long, 1 m de large et 1 m de profondeur) fabriqués à l'aide de filet moustiquaire (mailles de 1-3 mm) en nylon, étaient attachés à des montants des piquets en bois enfoncés dans le fond de l'étang de faible profondeur et placés à 10-20 cm du fond de l'étang.

### 2-3. Fabrication des aliments

Quatre différents types d'aliments à 34,41 %, 41,01 %, 46,02 % et 50 % de protéines étaient fabriqués à partir des produits et sous-produits agricoles locaux (son de riz, son de blé, farine de soja, farine de manioc, farine de sang, farine de poisson et l'huile de palme). Chaque ingrédient était pesé à l'aide d'une balance électronique de marque Salter (précision 0,1 g), puis mélangés manuellement avant d'être broyer au moulin à manioc. La farine moulue a été plongée dans l'eau bouillante puis malaxée jusqu'à obtenir une pâte homogène tendre. La pâte ainsi obtenue était compactée en spaghettis de 1 mm à l'aide d'un hachoir électrique de marque Fabio Leonardi 22. Les rations ainsi obtenues étaient séchées au soleil pendant 72 heures. La composition bromatologique des rations préparées et administrées aux alevins de *D. maculatus* sont présentées dans le **Tableau 1**.

**Tableau 1 : Composition analytique des rations alimentaires**

Paramètres	Rations alimentaires			
	R1	R2	R3	R4
Humidité (% MS)	15,34	13,74	14,06	11,58
Cendres (% MS)	9,99	9,17	10,15	11,43
Cellulose brute (% MS)	21,57	17,77	19,53	17,77
Matières grasses (% MS)	6,26	6,06	8,91	7,45
Protéines brutes (% MS)	34,41	50,61	41,01	46,02

Source : Laboratoire Agro-Alimentaire de l'Office Congolais de Contrôle.

### 2-4. Alimentation des alevins

L'aliment était distribué trois fois par jour (8 h00', 12h00' et 16h00'). La quantité journalière d'aliments donnés aux poissons correspondait à 10 % de leur biomasse totale tel que la stipule Orobyi [13]. Après chaque pêche de contrôle la quantité d'aliment à distribuer les jours qui suivent ces pêches était ajustée par rapport à l'évolution du poids moyen des poissons. L'aliment R1 était distribué aux poissons gardés dans les bacs en béton 1 et 2, les poissons élevés dans les bacs en béton 3 et 4 recevaient l'aliment R2, l'aliment R3 était destiné aux poissons gardés dans les hapas 1 et 2 et l'aliment R4 était distribué aux poissons expérimentés dans les hapas 3 et 4.

### 2-5. Mesure des paramètres physico-chimiques

Les paramètres physico-chimiques (température, conductivité, pH, Solides Totaux Dissouts (STD) de l'eau des bacs et de l'étang où étaient placés les hapas étaient prélevés à l'aide de la sonde multi paramètres combo pH de marque HANNA.

### 2-6. Pesée et mensuration

Le poids des poissons a été prélevé à l'aide d'une balance électronique de marque Salter (précision 0,1 g) et leur taille a été mesurée à l'aide d'un pied à coulisse électronique [14]. A chaque pêche de contrôle, le nombre des alevins de *D. maculatus* était compté.

### 2-7. Calcul des paramètres zootechniques

Pour estimer la croissance des poissons étudiés et caractériser l'efficacité d'utilisation des différentes rations alimentaires mis en essai, les différents paramètres zootechniques et indices suivants (Poids moyen, Gain de masse corporel, Croissance Individuelle Journalière, Taux de Survie et Indice de Consommation) étaient calculés selon les relations suivantes [14, 15] :

$$PM = B/NP \tag{1}$$

*PM* : Poids Moyen (g), *B* : Biomasse (g) et *NP* : Nombre des Poissons.

$$GMC = Pf - Pi \tag{2}$$

*GMC* : Gain de Masse Corporel (g), *Pf* : Poids final (g) et *Pi* : Poids initial (g).

$$CIJ = (Pf - Pi) / DE \tag{3}$$

*CIJ* : Croissance Individuelle Journalière (g/j), *Pf* : Poids final (g), *Pi* : Poids initial (g) et *DE* : Durée d'Élevage (j).

$$TS = Nf / Ni \times 100 \tag{4}$$

*TS* : Taux de Survie (%), *Nf* : Nombre des poissons final et *Ni* : Nombre des poissons initial.

$$IC : QASI / GMC \tag{5}$$

*IC* : Indice de Consommation, *QASI* : Quantité d'Aliment Sec Ingéré et *GMC* : Gain de Masse Corporel (g).

### 2-8. Prix des rations alimentaires

Le prix d'un ingrédient donné dans un kilogramme d'aliment est obtenu en multipliant le prix d'un kilogramme de cet ingrédient par son taux d'incorporation divisé par 100. Le prix total de production d'un kilogramme d'une ration alimentaire est la somme des prix de chaque ingrédient qui constitue cette dernière [15].

### 2-9. Estimation du coût d'un aliment pour produire un Kg de poisson

Le coût de production d'un Kg de poisson est estimé en multipliant le prix du kg d'aliment par l'indice de consommation (IC) [15]. Les données relatives à la croissance pondérale et linéaire des poissons étudiés étaient traitées par une analyse de la variance à un critère de classification (ANOVA 1).

## 3. Résultats

### 3-1. Paramètres physico-chimiques

Le **Tableau 2** présente les valeurs de quatre paramètres physico chimiques des eaux des bacs et de l'étang où étaient placés les hapas.

**Tableau 2** : Valeurs des paramètres physico-chimiques de l'eau des bacs et de l'étang

Paramètres	Eau des bacs	Eau de l'étang
Température (°C)	28,1	31,7
Conductivité (µS/cm)	20	18
pH	6,69	6,51
STD (ppm)	10	9

Les valeurs des paramètres physico-chimiques telles que reprises au **Tableau 2** montre que les eaux des bacs et de l'étang ont des températures de 28,1 et 31,7 °C, sont moins chargées en cation et anion (soit 20 et 18 µS/cm de conductivité), ont un pH légèrement acide (6,69 et 6,51) et sont moins chargées en solides (10 et 9 ppm des STD respectivement).

### 3-2. Évolution du poids moyen des alevins de *D. maculatus*

Les *D. Maculatus* nourris avec la ration R1 (renfermant 34,41 % de protéines) ont montré un gain de poids de 1,8 g après 90 jours. Le poids est passé de  $5,60 \pm 0,00$  g à la mise en charge à  $7,40 \pm 0,28$  g à la fin de l'expérience. Ceux nourris avec la ration R2 (ayant 50,61% de protéines) ont montré un gain de poids de 7,6 g en passant de  $6,00 \pm 0,00$  g à la mise en charge à  $13,60 \pm 0,99$  g à la fin de l'expérience. Les poissons nourris avec la ration R3 (taux de protéines : 41,01 %) ont eu un gain de poids de 18,2 g ( $4,20 \pm 0,00$  g à la mise en charge et  $22,40 \pm 0,85$  g à la fin de l'expérience). Les poissons soumis au régime R4 (46,02 % de protéines) ont gagné 0,6g ( $4,50 \pm 0,00$  g à la mise en charge et  $5,10 \pm 0,07$  g à la fin de l'expérience). L'analyse de la variance appliquée aux poids des alevins nourris aux rations R1, R2, R3 et R4 a révélé une différence très hautement significative entre les rations ( $F = 269,00$  ;  $p < 0,001$ ). Le test de comparaison multiple par paire (LSD = 1,85) a indiqué que la ration 3 a eu une influence plus significative sur le poids des poissons que la ration 4 au niveau des hapas tandis que la ration 2 a eu un impact plus significatif sur ce même paramètre que la ration 1 au niveau des bacs en béton.

### 3-3. Évolution de la taille des alevins de *Distichodus maculatus*

La taille des alevins nourris aux quatre types d'aliment a augmenté. Celle des alevins nourris avec la ration R1 est passée de  $46 \pm 0,00$  mm à  $51,00 \pm 6,75$  mm à la fin de l'expérience, celle des alevins nourris avec la ration R2 est passée de  $56,1 \pm 0,00$  mm à  $81,09 \pm 10,8$  mm. La taille des poissons soumis à la ration R3 est passée de  $57,3 \pm 0,00$  mm à  $69,39 \pm 12,8$  mm à la fin de l'expérience tandis que celle des poissons soumis à la ration R4 est passée de  $53,2 \pm 0,00$  mm à la mise en charge à  $54,21 \pm 8,10$  mm. L'analyse de la variance appliquée aux tailles des alevins nourris aux rations R1, R2, R3 et R4 au bout de 90 jours met également en évidence une différence très hautement significative entre les rations ( $F = 33,90$  ;  $p < 0,001$ ). La valeur critique de LSD test montre que la ration R2 a sensiblement influencée la taille des poissons que la ration R1 dans les bacs en béton et la ration R3 a eu un impact significatif sur ce même paramètre comparativement à la ration R4 pour les poissons gardés dans les hapas.

### 3-4. Taux de croissance spécifique

Les poissons nourris avec la ration R1 et gardés dans les bacs en béton 1 et 2 ont enregistré un taux de croissance spécifique de  $0,56 \pm 0,08$  % / j alors que ceux soumis à la ration R2 et gardés dans les bacs en béton 3 et 4 ont enregistré un taux de croissance spécifique de  $1,63 \pm 0,15$  % / j. Les poissons nourris avec la ration R3 et gardés dans les hapas 1 et 2 ont enregistré un taux de croissance spécifique de  $3,35 \pm 0,08$  % / j et ceux nourris avec la ration R4 et gardés dans les hapas 3 et 4 ont enregistré un taux de croissance spécifique de  $0,23 \pm 0,03$  % / j. Les rations formulées et mis en essai se sont différenciées de manière très hautement significative ( $F = 470,00$  ;  $p < 0,001$ ). Avec la valeur critique de 0,25, le LSD test indique que la ration R3 est celle qui a eu un effet favorable sur la croissance des poissons que la ration R4 au niveau des hapas. La ration R2 s'est montrée plus efficace sur ce même paramètre que la ration R1 chez les poissons gardés dans les bacs en béton.

### 3-5. Taux de survie

Le taux de survie est de  $88,75 \pm 8,84$  % et  $96,25 \pm 1,77$  % respectivement pour les poissons nourris avec les aliments R3 et R4 et gardés dans les hapas. Pour les poissons élevés dans des bacs en béton, le taux de survie est de  $45,00 \pm 3,54$  % chez les poissons nourris avec la ration R1 et de  $32,50 \pm 7,07$  % pour ceux nourris à la ration R2. L'analyse de la variance appliquée aux de survies des poissons révèle une différence hautement significative entre les rations ( $F = 55,60$  ;  $p = 0,001$ ) avec la valeur de LSD de 16,64.

### 3-6. Indice de consommation (IC)

Les spécimens de *D. maculatus* nourris avec la ration R4 présentent un indice de consommation significativement élevé ( $46,25 \pm 5,30$  %) que ceux soumis à la ration R3 ( $6,16 \pm 0,05$  %) au niveau des hapas. Les poissons nourris avec la ration R1 montrent un indice de consommation relativement important ( $20,75 \pm 2,47$  %) comparativement à ceux soumis à la ration R2 ( $28,98 \pm 0,52$  %) pour les poissons gardés dans les bacs en béton. Les valeurs enregistrées pour ce paramètre varient de manière très hautement significative en fonction des types de rations ( $F = 77,40$  ;  $p < 0,001$ ). Avec LSD de 8,16 ; la ration R3 est bien prisée par les poissons suivi de la ration R2. Les résultats des paramètres zootechniques et les indices calculés sont repris au **Tableau 3**.

**Tableau 3 :** Paramètres zootechniques de *D. maculatus* et indices alimentaires calculés (Pi : Poids initial (g) ; Pf : Poids final (g) ; Ti : Taille initiale (mm) ; Tf : Taille finale (mm) ; TCS : Taux de croissance spécifique (% / j) ; TS : Taux de survie (%) ; GPM : gain de poids moyen (g / j) ; IC : Indice de consommation)

Rations	Pi	Pf	Ti	Tf	TCS	TS	GPM	IC
R1	5,60 ± 0,00	7,40 ± 0,28	46 ± 0,00	51,00 ± 6,75	0,56 ± 0,08	45,00 ± 3,54	0,04 ± 0,01	20,75 ± 2,47
R2	6,00 ± 0,00	13,60 ± 0,99	56,1 ± 0,00	81,09 ± 10,8	1,63 ± 0,15	32,50 ± 7,07	0,15 ± 0,02	8,98 ± 0,52
R3	4,20 ± 0,00	22,40 ± 0,85	57,3 ± 0,00	69,39 ± 12,8	3,35 ± 0,08	88,75 ± 8,84	0,36 ± 0,02	6,16 ± 0,05
R4	4,50 ± 0,00	5,10 ± 0,07	53,2 ± 0,00	54,21 ± 8,10	0,23 ± 0,03	96,25 ± 1,77	0,01 ± 0,00	46,25 ± 5,30

### 3-7. Prix des rations alimentaires

L'estimation du coût de production des rations alimentaires (en Franc Congolais) est reprise dans le **Tableau 4**.

**Tableau 4 :** Prix des différentes rations alimentaires (1\$ US = 1.400 FC)

Ingrédients	Prix / kg	R1	R2	R3	R4
Son de riz	1.200	240	120	24	48
Son de blé	1.200	360	360	30	144
Farine de soja	1.000	300	400	940	250
Farine de manioc	600	250	20	25	50
Farine de poisson	1.500	75	90	-	300
Farine de sang	1.350	67,5	135	-	473
Huile de palme	1.000	40	24	6	20
Sel de cuisine	500	5	1	2	5
TOTAL		1.240	1.250	1.152	1.540

- : non utilisé.

Le **Tableau 4** indique que la quatrième ration alimentaire est celle qui coûte chère (1.540 FC) suivit de la deuxième ration (1.250 FC) puis la première ration (1.240 FC).

### 3-8. Estimation du coût d'un aliment pour produire un kg de poisson

Le coût de production d'un kg de poisson à partir de chaque ration alimentaire est repris au **Tableau 5**.

**Tableau 5 : Coût (FC) de la ration alimentaire permettant de produire un kg de poisson**

Rations	Prix du kg d'aliment	IC	Prix de production du kg de poisson
R1	1.240	20,75	25.730
R2	1.250	8,98	11.225
R3	1.152	6,16	7.096
R4	1.540	46,25	71.225

Selon le **Tableau 5**, il faut 25.730 FC pour produire un kg de poisson avec la R1, 11.225 FC avec la R2, 7.096 FC avec la R3 et enfin 71.225 FC avec la R4.

#### 4. Discussion

Les performances de croissance pondérale observées chez les poissons nourris avec les rations R2 et R3 sont proches de celles obtenus par [5] sur les alevins de 8,40 g de *Parachanna obscura*. Ces résultats sont aussi similaires à ceux obtenus par [16] lors de la détermination des besoins nutritionnels de *Schilbe intermedius*. Ces performances seraient due à la teneur en protéines brutes que les rations R2 et R3 renferment 41,01 % et 50,61 % respectivement et qui ont permis une croissance maximale des poissons [17], mais aussi au niveau trophique (phytophage) de ces poissons [11]. Les résultats relatifs à la croissance spécifique obtenus pour les poissons soumis aux rations R2 ( $1,63 \pm 0,15$  % / J) et R3 ( $3,35 \pm 0,08$  % / j) sont proches de ceux obtenus par [1] ( $2,63$  % / j) sur les alevins de *Parachanna obscura*. Ces résultats sont aussi conformes à ceux de Nyinawamwiza [18] ( $3,10$  % / J) sur les alevins de *Clarias gariepinus*. La faible croissance observée chez les poissons nourris avec la R4 dans les hapas pourrait être liée au taux élevé de protéines d'origine animales (29,75 % des protéines de farine de sang) qui diminuerait le coefficient d'utilisation digestive des nutriments à cause de son comportement alimentaire naturellement phytophage [10 - 12]. Les taux de survie enregistrés au cours de cette étude varient de  $32,50 \pm 7,07$  à  $96,25 \pm 1,77$  %. Ces taux de survie élevés, témoignent l'adaptation des alevins de *D. maculatus* aux régimes expérimentaux utilisés et aux conditions d'élevage [16]. La quasi-totalité des cas de mortalités étaient observée trois à quatre jours après la mise en charge dans les bacs en béton. Cette situation serait due à l'incompatibilité des bacs avec le comportement des poissons étudiés d'une part et aux stress de manipulation d'autre part.

Celle enregistrée dans les hapas serait due aux stress de manipulation [15]. L'indice de consommation obtenue des poissons nourris avec la ration R4 ( $46,25 \pm 5,30$  %) s'explique par la composition analytique de cet aliment qui, formulée en grande partie par la farine de sang a diminuée sa prise alimentaire et sa digestibilité, avec comme conséquence une réduction de la croissance des poissons [18] car, les variations de la digestibilité d'un aliment dépendent également de la qualité des ingrédients et de leur niveau d'incorporation [19]. Le prix de production d'un kilogramme d'une ration alimentaire varie en fonction des ingrédients utilisés. Pour être formulée, la ration R1 a coûtée 1.240 FC, la ration R2 : 1.250 FC, la ration R3 : 1.152 FC et la ration R4 : 1.540 FC. En effet, un kg d'aliment importé est vendu à 66.033 FC à Kinshasa. La comparaison des prix du kilogramme de l'aliment fabriqué à partir des sous produits locaux et de celui importé montre que l'aliment importé coûte plus cher que celui fabriqué sur place avec les sous-produits locaux disponibles. Cette observation est conforme à celle faite par [20]. Le coût de production d'un kg de poisson avec la R2 est de 11.225 FC. Il est de 25.730 FC pour la ration R1. Il faut dépenser 7.096 FC pour produire un kg de poisson avec la R3 et 71.225 FC avec la R4. Ces résultats sont différents de ceux obtenus par Iga-iga [15] qui a mis au point deux rations alimentaires pour *Oreochromis niloticus* à base d'intrants locaux au Gabon. Selon les résultats d'Iga-iga [15], produire un kg de poisson avec l'aliment R1 coûtera 257 FCFA (équivalent à 675 FC) et il faudra dépenser 300,3 F CFA (équivalent à 810 FC) pour produire un kg de poisson avec l'aliment R2. [20] a mis au point trois rations alimentaires pour *Clarias gariepinus* à base des

sous-produits agricoles disponibles au Burkina Faso et a eu des résultats similaires aux nôtres. Les intrants utilisés pour la préparation des rations alimentaires ont été achetés en détail, le coût d'un kg de chaque ration alimentaire et de production d'un kg de poisson pouvait être revu à la baisse en achetant les intrants au prix de gros afin de minimiser d'avantage le coût d'un kg d'une ration alimentaire qui va aussi faire baisser le coût de production d'un kg de poisson. L'estimation du coût de production d'aliment pour les poissons à base d'ingrédients locaux montre l'intérêt économique à utiliser les rations R1, R2 et R3 plutôt que l'aliment commercial. Etant donné qu'un meilleur aliment est celui qui couvre au mieux et au moindre coût les besoins nutritionnels de l'animal et qui optimise les résultats économiques ; en se référant aux données zootechniques obtenues chez les poissons soumis à la ration R2 et R3, on remarque un meilleur compromis de prix et de qualité avec les deux rations alimentaires précitées.

## 5. Conclusion

Cette étude a pour objectif général de mettre au point une ration alimentaire efficace et performante pour *Distichodus maculatus* Boulenger, 1898 à base des sous-produits agricole disponibles localement tout en évaluant le coût de production de chaque ration et de production d'un kg de poisson avec les rations formulées. Les résultats obtenus montrent qu'au niveau des hapas, la R3 ( $4,20 \pm 0,00$  à  $22,40 \pm 0,85$  g) a occasionnée la croissance pondérale (g) des poissons par rapport à la R4 ( $4,50 \pm 0,00$  à  $5,10 \pm 0,07$  g). Au niveau des bacs en béton, la R2 ( $6,00 \pm 0,00$  à  $13,60 \pm 0,99$ ) s'est montrée plus efficace que la R1 ( $5,60 \pm 0,00$  à  $7,40 \pm 0,28$ ). La taille (mm) des poissons a évolué dans tous les lots expérimentés au cours de cette étude avec une différence significative. Le gain de masse corporelle, le taux de survie et de croissance journalière spécifique observés pour tous les traitements témoignent la bonne adaptation des alevins de *D. maculatus* aux conditions d'élevage dans un milieu contrôlé. L'analyse économique sur le coût de production d'un kg de ration alimentaire avec les ingrédients utilisés ainsi que le coût de production d'un kg des poissons avec une ration donnée suivi des résultats obtenus montrent à suffisance la nécessité de valoriser les sous-produits agricoles afin de permettre aux entreprises piscicoles d'augmenter leur revenu. Des recherches complémentaires sur l'estimation des rations alimentaires optimales pour ces poissons permettront de connaître de manière précise les besoins nutritionnels de cette espèce en pisciculture.

## Remerciements

*Un grand merci au Directeur Général de l'écloserie et de la ferme la Kinoise des Poissons de Maluku / Kinshasa (R.D Congo) ainsi qu'à tous ses travailleurs pour les différents matériels mis à notre disposition et pour leur assistance technique. Nous remercions également les autorités du Laboratoire de Limnologie, Hydrobiologie et Aquaculture de l'Université de Kinshasa de la Faculté des Sciences, Département de Biologie pour leur accompagnement scientifique. Merci également à Monsieur Jean MBOTO qui nous a fourni les alevins de *D. maculatus*.*

## Références

- [1] - D. KAPOGUE, M. SEZONLIN, H. HOUEDETE et E. FIOGBE, "Estimation de la ration alimentaire optimale chez les alevins de *Parachanna obscura* (Perciformes, Channidae)", Unité de Recherches sur les Zones Humides, Département de Zoologie et Génétique, Faculté des Sciences et Techniques, Université d'Abomey-Calavi, *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 5 (6) (2011) 2434 - 244
- [2] - FAO, "La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture", Rome, Italy, (2012) 241 p. Disponible sur : <http://www.fao.org/docrep/016/i2727f/i2727f00.htm>
- [3] - J. C. MICHA, "La pisciculture dans le bassin du Congo : passé, présent et futur", Unité de Recherche en Biologie Evolutive et Environnementale (URBE). Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université de Namur (UN, Belgique), (2013) 101 p.
- [4] - N. J. MAVINGA, "Rapport d'enquête sur l'impact des importations des poissons sur la pêche artisanale au bas-fleuve". Version révisée I ; mandat : EED/BONN, (2008) 15 p.
- [5] - Z. V. MBADU, L. E. KAKUMA, S. MUTAMBWE, N. USIMESA et M. C. YANDJU, "Effets de trois types d'aliments sur la croissance des alevins de *Parachanna insignis* Sauvage, 1884 Channidae Perciformes élevés en bacs", *Congo Sciences*, Vol. 5, N°2 (2017)
- [6] - S. A. TOENGAHO, "Rapport de la synthèse sur état actuel de la pisciculture dans la ville de Kisangani", Université de Kisangani, Dép. d'écologie et biodiversité des Ressources Aquatiques « DEBRA », R.D Congo, (2016) 5 p.
- [7] - MINPE (Ministère de la Pêche et Elevage), "Atelier sur l'aquaculture en zone COMHAFAT : un potentiel en quête de valorisation", M'DIQ : du 13 au 15 avril 2017, Maroc, (2017) 18 p.
- [8] - MINAGRI (Ministère d'Agriculture), "Stratégie de développement durable de l'aquaculture en République Démocratique du Congo", Inédit, (2016) 22 p.
- [9] - B. SIAKA, P. K. ESSETCHI, O. I. NAHOUA, K. TIDIANI, V. N'DOUBA et J. K. N'GUESSAN, "Régime alimentaire de *Distichodus rostratus* (Characiformes, Distichodontidae) dans un bassin Ouest africain (fleuve Bandama, Côte d'Ivoire)", Laboratoire d'Hydrobiologie, UFR-Biosciences, Université de Cocody Abidjan, Côte d'Ivoire, *Sciences & Nature*, Vol. 5, N°2 (2008) 167 - 17
- [10] - N'G. G. ALIKO, K. S. Da COSTA, Y. M. DIETOA, A. OUATTARA et G. GOURÈNE, "Caractéristiques de la population de *Distichodus rostratus* Günther, 1864 (pisces : Distichodontidae) du lac de barrage de Taabo (bassin du Bandama, Côte d'Ivoire) Implications pour une gestion rationnelle du stock", *Tropicultura*, 28, 1, (2010) 50 - 56 p.
- [11] - Z. V. MBADU, "Biologie des espèces du genre *Distichodus* Müller et Troschel, 1845 (Distichodontidae, Pisces) du Pool Malebo (fleuve Congo) en rapport avec les mécanismes d'exploitation de leurs niches trophiques", Thèse présentée et défendue en vue de l'obtention du grade de docteur en Sciences, groupe Biologie, Université de Kinshasa, (2011) 442 p.
- [12] - S. J. OSOMBAUSE, L. B. HYANGYA, A. J. ULYEL, B. A. KANKONDA et J.- C. MICHA, "Reproduction et régime alimentaire de *Distichodus antonii* Schilthuis, 1891 (Distichodontidae) ans la zone de confluence du fleuve Congo et des rivières Lindi et Tshopo à Kisangani (R.D. Congo) ", *Tropicultura*, (2013) 179 - 186
- [13] - E. P. R. OROBIYI, "Contribution à l'amélioration de la productivité de la pisciculture dans les trous traditionnels à poissons (Whedos) et mise en route d'une ferme agro piscicole à Save", Mémoire de Licence Professionnelle, *Ecole nationale supérieure des sciences et techniques agronomiques de Djougou-Bénin UP/ENSTA-DJ/STPA/Benin*, (2012) 42 p.
- [14] - Y. FERMON, "La pisciculture de subsistance en étangs en Afrique : Manuel technique", *ACF - INTERNATIONAL NET WORK*, (2008) 294 p.

- [15] - R. IGA-IGA, 'Contribution à la mise au point d'aliments pour tilapia *Oreochromis niloticus* à base d'intrants locaux : cas du Gabon', Mémoire de fin d'études présenté pour l'obtention du Master en Sciences Agronomiques et Agroalimentaires spécialité Sciences Halieutiques et Aquacoles Dominante Aquaculture, *ARGO CAMPUS Ouest*, (2008) 37 p.
- [16] - C. M. E. TOSSAVI, "Domestication de *Schilbe intermedius* (Siluriforme : Schilbeidae): transfert, reproduction et besoins nutritionnels", Thèse présentée pour l'obtention du Titre de Docteur en Sciences, Université d'Abomey-Calavi, Benin, (2017) 221 p.
- [17] - K. JAUNCEY and B. ROSS, "A guide to tilapia feeds and feeding .Institute of Aquaculture", *University of Stirling, Scotland*, (1982) 111 p.
- [18] - L. NYINAWAMWIZA, "Valorisation des sous-produits agro-industriels dans l'élevage du poisson-chat africain *Clarias gariepinus* au Rwanda : Effet sur les performances de croissance et de reproduction", These de doctorat, *FUNDP. Namur*, (2007) 188 p.
- [19] - A. E. ABDELGHANY, "Partial and complete remplacement of fish meal with Gambia meal in diets for red tilapia *Oreochromis niloticus* x *O. mossambicus*", *Aquacult. Nutr*, (2003) 145 - 154
- [20] - B. S. OUEDRAOGO, "Analyse de l'offre des produits et sous-produits agricoles utilisés 1 pour la fabrication d'aliments destinés au poisson-chat africain *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822)", Mémoire de fin de cycle en vue de l'obtention du diplôme de master en sociologie et économie rurale, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso (UPB), Burkina Faso, (2014) 72 p.