

# TROPICULTURA

2014 Vol. 32 N°3

Trimestriel (juillet, août, septembre)

Driemaandelijks (juli- augustus- september)

Se publica po año (julio- agosto- septiembre)



Boutures de *Jatropha curcas*

Crédit: G. Mergeai, 2013

Editeur responsable/ Verantwoordelijke uitgever: J. Vercruyse  
Avenue Louise 231 Louizalaan  
1050 Bruxelles/Brussel

Avec le soutien  
de l'Académie Royale des Sciences d'Outre-Mer ARSOM, [www.kaowarsom.be](http://www.kaowarsom.be)  
et de la Région Bruxelles Capitale

Met de steun van  
de Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen KAOW, [www.kaowarsom.be](http://www.kaowarsom.be)  
en van het Brusselse Gewest



## SOMMAIRE / INHOUD / SUMARIO

### ARTICLES ORIGINAUX/OORSPRONKELIJKE ARTIKELS/ARTICULOS ORIGINALES

- Climate Change Adaptation Strategies and Farm-level Efficiency in Food Crop Production in Southwestern, Nigeria  
Stratégies d'adaptation au changement climatique et efficacité des exploitations agricoles vivrières au sud-ouest du Nigeria  
Las estrategias de adaptación al cambio climático y la eficiencia alimentaria de las granjas en el suroeste de Nigeria  
Strategische aanpassing aan klimaatverandering en efficiëntie van de productie op het niveau van de landbouwbedrijven in het zuidwesten van Nigeria  
**M.A. Otitoju & A.A. Enete** 113
- La rizipisciculture au Mali: Pratiques et perspectives de l'innovation piscicole  
El cultivo de peces en campo de arroz en Mali: Prácticas y perspectivas de la innovación piscícola  
Rijst-visteelt in Mali: praktijken en vooruitzichten van visteelt innovatie  
**T. Niaré & M. Kalossi** 121
- Biologie de la reproduction d'un poisson chat Africain *Euchilichthys guentheri* (Schilthuis, 1891) (Mochokidae, Siluriformes) au Pool Malebo, Fleuve Congo (République Démocratique du Congo)  
Biología reproductiva de un pez gato africano *Euchilichthys guentheri* (Schilthuis, 1891) (Mochokidae, Siluriformes) en el pool Malebo, río Congo (República Democrática del Congo)  
Voortplantingsbiologie van de Afrikaanse katvis *Euchilichthys guentheri* (Schilthuis, 1891) (Mochokidae, Siluriformes) van de Malebo Pool, Congo stroom (Democratische Republiek Congo)  
**J.M. Tembeni, J.C. Micha, B.N.S. Mbomba, P. Vandewalle & V.Z. Mbadu** 129
- Effet de différents niveaux de supplémentation de feuilles de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A.Gray sur l'ingestion et la digestibilité *in vivo* de *Pennisetum purpureum* K. Schum. chez le cobaye (*Cavia porcellus* L.)  
Efecto de diferentes niveles de suplementación con hojas de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A.Gray sobre la ingestión y en la digestibilidad *in vivo* de *Pennisetum purpureum* K. Schum. en el conejillo de Indias (*Cavia porcellus* L.)  
Effect van verschillende niveaus van bijvoeding met bladeren van *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A.Gray op de opname en de *in vivo* verteerbaarheid van *Pennisetum purpureum* K. Schum bij het Guinees biggetje (*Cavia porcellus* L.)  
**M.N.B. Noubissi, F. Tendonkeng, T.G. Zougou & E. Tedonkeng Pamo** 138
- Consommation de produits d'origine animale dans la concession forestière 039/11 de la SODEFOR à Oshwe (R.D. Congo)  
El consumo de productos de origen animal en la concesión forestal 039/11 SODEFOR a Oshwe (R.D. Congo)  
Verbruik van dierlijke producten in de de bosconcessie 039/11 van de SODEFOR te Oshwe (D.R. Congo)  
**J. Semeki Ngabinzeke, J. Belani Masamba, R. Ntoto M'Vubu & C. Vermeulen** 147
- ANNONCES/ AANKONDIGINGEN/ ANUNCIOS 156

The opinions expressed, and the form adopted are the sole responsibility of the author(s) concerned  
Les opinions émises et la forme utilisée sont sous la seule responsabilité des auteurs  
De geformuleerde stellingen en de gebruikte vorm zijn op verantwoordelijkheid van de betrokken auteur(s)  
Las opiniones emitidas y la forma utilizada son de la exclusiva responsabilidad de sus autores

ARTICLES ORIGINAUX

OORSPRONKELIJKE ARTIKELS

ORIGINAL ARTICLES

ARTICULOS ORIGINALES

## Climate Change Adaptation Strategies and Farm-level Efficiency in Food Crop Production in Southwestern, Nigeria

M.A. Otitoju<sup>1</sup> & A.A. Enete<sup>1\*</sup>

Keywords: Climate change- Adaptation strategies- Technical efficiency- Nigeria

### Summary

*Food crop yields depend largely on prevailing climate conditions, especially in Africa, where rain-fed agriculture predominate. The extent to which climate impacts are felt depends principally on the adaptation measures used by farmers. This study focused on the effect of climate change adaptation strategies on farm-level technical efficiency. The study used primary data collected from 360 randomly selected farmers in Southwest Nigeria. Cobb-Douglass stochastic frontier production model was used to analyse the data. Multiple cropping, land fragmentation, multiple planting dates, mulching and cover cropping were the major climate change adaptation strategies employed by the farmers. While land fragmentation and multiple planting dates had significant positive relationships, years of climate change awareness and social capital had significant inverse relationships, with technical inefficiency. This may be because while land fragmentation may hinder farm mechanization, multiple planting dates may increase the monotonousness and drudgery of farming. On the other hand, social capital and climate change awareness could help ameliorate the effects of, particularly, land fragmentation through resource pooling. It is therefore recommended that the farmers be encouraged to form cooperative societies so as to leverage their resource status through collective efforts.*

### Résumé

**Stratégies d'adaptation au changement climatique et efficience des exploitations agricoles vivrières au sud-ouest du Nigeria**

*Les rendements des cultures alimentaires dépendent largement des conditions climatiques qui prévalent, notamment en Afrique, où l'agriculture pluviale prédomine. La mesure dans laquelle les impacts du changement climatique se font sentir dépend principalement des mesures d'adaptation utilisées par les agriculteurs. Cette étude a porté sur l'effet des stratégies d'adaptation aux changements climatiques sur l'efficience technique au niveau des exploitations. L'étude a utilisé des données primaires collectées auprès de 360 agriculteurs choisis au hasard dans le sud-ouest du Nigeria. Le modèle Cobb-Douglass de production avec la frontière stochastique a été utilisé pour analyser les données. Les cultures associées, la fragmentation des terres, les différentes dates de plantation, le paillage et les cultures de couverture ont été les principales stratégies d'adaptation au changement climatique employées par les agriculteurs. Alors que la fragmentation des terres et les différentes dates de plantation avaient des relations positives significatives, les années de changement climatique et le capital social avaient une relation inverse significative. Le morcellement des terres peut entraver la mécanisation agricole et plusieurs dates de plantation peuvent augmenter la monotonie et la corvée de l'agriculture d'une part. D'autre part, le capital social et la sensibilisation au changement climatique pourraient aider à atténuer les effets, en particulier, du morcellement des terres. Cela pourrait se faire à travers la*

<sup>1</sup> University of Nigeria, Nsukka, Department of Agricultural Economics.

\* Corresponding author : Email [anselmenete@hotmail.com](mailto:anselmenete@hotmail.com)

*mutualisation des ressources. Il est donc recommandé que les agriculteurs soient encouragés à former des coopératives afin de tirer*

*parti de l'état de leurs ressources grâce à des efforts collectifs.*

## Introduction

The process of producing food requires resources, which could be natural and/or man-made. The natural resources that are most essential for food crop production are land, water, sunshine, air, temperature and soil conditions. Man-made resources (including labour, capital or entrepreneurship) are supplied by man (32). Among the natural resources, climate is the predominant factor that influences food crop production. Climate refers to the state of the atmosphere, created by weather events over a period of time. A slight change in the climate will affect food crop production.

According to Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) report, the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) defines climate change as a change of climate which is attributed directly or indirectly to human activity (anthropogenic) that alters the composition of the global and/or regional atmosphere, and which is, in addition to natural climate variability (biogeographical), observed over comparable time periods (16). Climate change is already affecting people, their livelihoods and ecosystems and presents a great development challenge for the global community in general and for the poor people in developing countries in particular (19).

Available literature show that for the past decades, anthropogenic factors like urbanization, deforestation, population explosion, industrialization and the release of green house gases (GHGs) are the major contributing factors to the depletion of the ozone layer and its associated global warming and climate change (5, 28, 32). For example, unsustainable industrialization, which releases green house gases (GHGs), is viewed as the main cause (31). The increased level of GHGs has created a greenhouse effect which subsequently altered precipitation patterns and global temperatures around the world. Areas usually affected by these alterations include agriculture, forestry, water resources, biodiversity, desertification, human health, and ecosystems goods and services globally (19, 39).

The predominance of rain-fed agriculture, the scarcity of capital for adaptation measures, warmer

baseline climates and heightened exposure to extreme events (26) in Africa make agriculture more vulnerable to climate change. Food crop is particularly sensitive to climate change because crop yields depend largely on prevailing climate conditions (temperature and rainfall patterns) (38). As climate is changing, mitigation efforts to reduce sources or enhance the sinks of greenhouse gases will take time. Adaptation is therefore critical and of concern in developing countries, particularly Africa (including Nigeria) where vulnerability is high because the ability to adapt is low (10, 17).

Adaptation is identified as one of the options to reduce the negative impact of climate change (3, 21). Adaptation of agronomic techniques and farm strategies is already happening (9). The modification of agricultural practices and production in order to cope with climate change will be imperative in order to meet and continue meeting the growing food demands of Nigerians. Evidence shows that farming systems and farming technologies within the region have been changing in response to the effects of climate change. In their study conducted in Southwest Nigeria, Adebayo *et al.* (2) showed that the farmers agreed that climate change mainly reduces their productivity. Adapting to climate change at the farm-level, especially through the modification of agricultural practices and farming systems has been recognized as the main coping strategies. It is believed that these strategies are supposed to help the farmers improve their efficiency (productivity) in food crop production. Technical efficiency is the ability of farmers to derive maximum output from the inputs used in a farm. Although there have been some climate-related studies (13, 12, 27, 25) in Nigeria, none has examined the effect of climate change adaptation on technical efficiency of farmers. Available literatures on efficiency (e.g. 1, 29, 30, 35, 36, 37) have tended to concentrate on determinants of efficiency using farmers' characteristics (e.g. age, education, years of farming experience, etc.) and farm-specific and institutional factors (e.g. extension visit/contact, access to credit, etc.). None has looked at the effects of climate change adaptation strategies as farm-specific variables on technical efficiency. Against this backdrop, this study aims to bridge this gap in knowledge.

## Methodology

### Method of data collection

Multistage sampling technique was used in the selection of respondents (food crop farmers). Firstly, 2 states namely Ekiti and Ondo were randomly selected from five south-western states, considering the two dominant agro-ecological zones (i.e. savanna and rainforest) in the region. While Ekiti state was selected from the savanna, Ondo state was from the rainforest, agro-ecological zones. Secondly, the 4 agricultural zones in the 2 states were selected. Thirdly, 3 extension blocks were randomly selected from each agricultural zone, making 12 extension blocks in all. Fourthly, 2 farming communities were randomly selected from each extension block making a total of 24 communities. Lastly, in each community, with the assistance of the local extension personnel, a list of food crop farm households was compiled and then 15 households randomly selected, making a sample size of 360 farmers, 180 from each state.

### Model specification: Stochastic Frontier Production Function

The data were fitted into Cobb-Douglas and average production forms of stochastic frontier production function. The model was selected through the use of generalized log-likelihood (for meeting the econometric requirements), as the functional form that best fit the data.

Cobb-Douglas production form:

$$\ln Y_i = \beta_0 + \sum \delta_i \ln(X_i) + (V_i - U_i) \quad I$$

Where:  $\beta_0$  = parameter estimates,  $Y_i$  = the value of output in naira,  $X_1$  = the total labour used in mandays/ha;  $X_2$  = the total land area (farm size) used ha;  $X_3$  = the total quantity of fertilizer used in kilogrammes;  $X_4$  = the total value of other agrochemicals (i.e. pesticides and herbicides) used in Nigerian Naira, and  $X_5$  = the depreciated value of farm implements (i.e. hoes, cutlasses, watering can, etc.) in Nigerian Naira. It was calculated using straight line method. That is, (Purchasing cost of the asset - Salvage value) / (Life span of the asset in years).

The  $V_{is}$  are random errors that are assumed to be independently and identically distributed as  $N(0, \sigma^2)$  random variables; and the  $U_{is}$  are non-negative technical inefficiency effects that are assumed to be independently distributed among themselves and between the  $V_{is}$  such that  $U_i$  is defined by the truncation of the  $N(U_i, \sigma)$  distribution,

where  $U_i$  is defined by:

$$U_i = \delta_0 + \sum_{j=1}^8 \delta_j Z_{ji} \quad II$$

Where:  $U_i$  = inefficiency effect;  $\delta_j$  = coefficients of climate change adaptation strategies and socio-economic factors.  $Z_{ji}$  = climate change adaptation strategies and socio-economic factors (i.e. hypothesised efficiency changing variables) defined as:

$Z_1$  = land fragmentation (number of fragmented farm land used for food crop production as a result of change in climate);  $Z_2$  = off-farm income (income from off-farm employment engaged in order to adapt to climate change in Nigerian Naira);  $Z_3$  = adjustment in farm size (if adjusted 1, 0 otherwise);  $Z_4$  = multiple planting dates (number of planting dates as a result of climate change in the cropping season);  $Z_5$  = crop diversification (number of crop mix practiced by the farmer as a result of climate change);  $Z_6$  = level of education in years (number of years of schooling);  $Z_7$  = years of awareness of climate change, and  $Z_8$  = social capital (number of relatives involved in the discussion of farm management issues in the farming village, excluding the farmer's household).

### Technical Inefficiency Effects Model

To choose the functional form that best describes the inefficiency effect, the following hypothesis was tested;

$H_0: \gamma = \delta_0 = \delta_1 = \dots = \delta_8 = 0$ , this hypothesis specifies that the technical inefficiency effects are not present in the model. If this hypothesis is accepted, then the food crop farmers are fully technically efficient. Then, the data will be better analyzed using average production function rather than frontier function, which assumes the presence of inefficiency in food crop production.

Test of the above hypothesis was obtained by using the generalized likelihood-ratio statistic, which is defined by;

$$\lambda = -2 \ln [L(H_0)/L(H_1)] = -2 \ln [L(H_0) - L(H_1)] \quad III$$

Where  $L(H_0)$  is the value of the likelihood function for the average production function (Model 1), in which the parameter restrictions specified by the null hypothesis,  $H_0$  were imposed; and  $L(H_1)$  is the value of the likelihood function for the general frontier model.

## Result and discussion

### Climate change adaptation strategies used by the respondents

About 14% of the respondents used multiple cropping as a crop management practice to adapt to climate change while mulching was used by about 12% of them in this regard. Downing *et al.* (10) reported that increasing the use of organic matters such as mulch could prevent excessive soil moisture loss, increase soil aeration and soil moisture holding capacity. Multiple planting dates was used by about 11% of the respondents. About 11% of them used land fragmentation as a land management practice to adapt to climate change while about 10% of them used cover cropping. Fertilizer application was used by about 8% of the respondents as a climate change adaptation strategy (Table 1). Increased use of fertilizers including organic manure was observed as one of the important climate change adaptation strategies in southeast Nigeria. This was because declining soil fertility was one of the land degradation sources that was overwhelmingly reported to have been on the increase in the last ten years. High fertilizer application was therefore expected as an adaptation practice in order to maintain soil fertility (13). In addition, all the farmers agreed that they held regular discussions with relatives on how to cope with the issue of climate change.

**Table 1**  
Frequency Distribution of Farm-level Climate Change Adaptation.

Strategies Used by Food Crop Farmers in Southwestern Nigeria

Adaptation Strategies	Frequency	Percentage
Multiple crop types/varieties	355	14.1
Land fragmentation	277	11.0
Alternative fallow /tillage practices	141	5.6
Multiple Planting Dates	286	11.4
Irrigation practices	52	2.1
Crop Diversification	183	7.3
Off-farm Employment	162	6.4
Mulching	303	12.0
Cover Cropping	264	10.5
Fertilizer Application	196	7.8
Planting of Trees	61	2.4
Shading/ Sheltering	37	1.5
Adjustment in farm size	199	7.9

Source: Computed from survey data, 2011.

### Maximum Likelihood Estimates (MLE) of the Stochastic Frontier Production Function

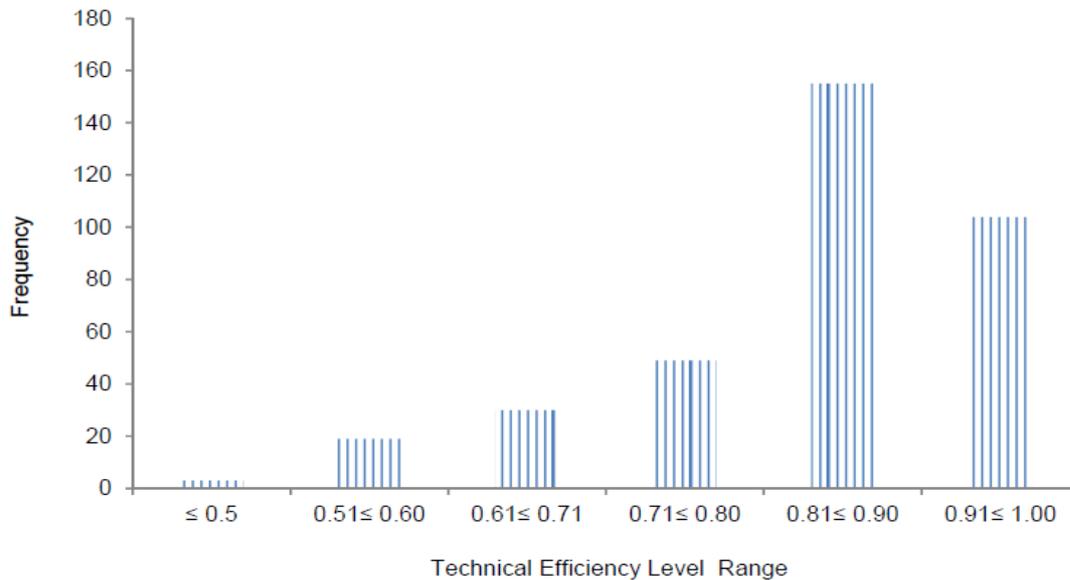
Maximum likelihood estimates for parameters of the two estimated models are presented in table 2. Labour, farm size and other agrochemicals were highly significant at 1% level of probability. The estimated value for the  $\gamma$  parameter in the preferred model (Cobb-Douglas stochastic frontier production function) was 0.287. The value was significant at 1% level of probability. This value indicates that technical inefficiency was highly significant in the food crop production activities. The  $\gamma$  parameter shows the relative magnitude of the variance in output associated with technical efficiency. The coefficients of the variables derived from the Maximum Likelihood Estimation (MLE) represent percentage change in the dependent variables as a result of percentage change in the independent variables.

### Technical efficiency estimates for the farmers

Technical efficiency shows the ability of farmers to derive maximum output from the inputs used in food crop production. Given the results of the preferred model (Cobb-Douglas stochastic frontier model), the technical efficiency estimates (Figure 1) showed high variability among the farmers; the computed technical efficiency varied between 0.48 and 0.98 with a mean of 0.84 for the respondents. This mean efficiency (0.84) is similar to the finding of Ototoju (35) on small-scale soybean farmers in Benue State, Nigeria and the work of Kurkalova and Jesen (20) who found average technical efficiency of grain-producing farms in Ukraine to be 0.82 in 1989 cropping year. This variation in the level of technical efficiencies in food crop production imply there is opportunity to improve the current level of technical efficiency by 16% for the sampled farmers in this study.

### The influence of climate change adaptation strategies on the technical efficiency of respondents

This section presents the results of the analysis of the factors (climate change adaptation strategies) that determine technical efficiency in food crop production in the area. The result of the inefficiency model is presented in table 2. The following variables, land fragmentation and multiple planting dates had significant positive relationship with technical inefficiency while years of climate change awareness, and social capital had significant inverse relationship with technical inefficiency (Table 2). The positive coefficients imply that the variables have the effect of increasing the level of



**Figure 1:** Frequency distribution of technical efficiency of food crop farmers in Southwestern Nigeria.

Source: Computed from field survey, 2011.

technical inefficiency. Any increase in the value of such variables would lead to an increase in the level of technical inefficiency. The inverse relationship implies that any increase in the value of the variable would lead to a decrease in the technical inefficiency (or an increase in technical efficiency).

#### Land fragmentation

Land fragmentation is the number of plots or fragments of land the farmer deliberately used in food crop production in the cropping season in order to cope with climate change. The result shows that the coefficient for land fragmentation was positive and significant at 5% level of probability. This suggests that an increase in land fragmentation tends to increase the level of their technical inefficiency. This is not surprising because land fragmentation could reduce the ability of the farmer to mechanize his farm. Land fragmentation is inherent in African land tenure, which is part and parcel of the African farming systems. It has also for long been the focus of major criticism of the system. This finding agrees with the findings of Obwona (29, 30) and partly with the findings of Otitoju (35) of small-scale soybean production in Benue state, Nigeria, which found that increased land fragmentation tended to decrease technical efficiency.

#### Off-farm income

The estimated coefficient for off-farm income was negative but not significantly related with technical inefficiency (Table 2). This positive relationship implies that as off-farm income increases, the level of technical inefficiency tended to increase (i.e. decrease technical efficiency). This may be because increases in nonfarm work could be accompanied by a reallocation of time, away from farm-related activities, such as adoption of new technologies, intensification of other crop management practices such as adaptation strategies and gathering of technical information that is essential for enhancing production efficiency. This finding agrees with the finding of Abdulai and Huffman (1) in which inefficiency increased with off-farm employment.

#### Multiple planting dates

Multiple planting dates mean the number of planting dates practiced as a result of change in climate. This could result from high temperature/excessive heat which smolders crops planted thereby necessitating re-planting. The estimated coefficient of multiple planting dates for respondents was positive and statistically significant. Multiple planting dates could make farming monotonous and hence increase its drudgery, which may introduce inefficiency.

**Table 2**  
Maximum Likelihood Estimates (MLE) of the Stochastic Frontier Production Function for Food Crop Farmers in Southwestern Nigeria.

Variable	Parameter	Model 1		Model 2 <sup>a</sup>	
		Coefficient	t-ratio	Coefficient	t-ratio
<b>Production Model</b>					
Constant	$\beta_0$	10.179 (0.319)	31.889* **	10.861 (0.306)	35.44***
Ln (Labour) ( $X_1$ )	$\beta_1$	0.486 (0.0562)	8.658***	0.401 (0.055)	7.275***
Ln (Farm size) ( $X_2$ )	$\beta_2$	0.358 (0.0372)	9.622***	0.377 (0.0338)	11.137***
Ln (Fertilizer) ( $X_3$ )	$\beta_3$	0.00372 (0.00809)	0.460	0.00783 (0.00769)	1.019
Ln (other agrochemical) ( $X_4$ )	$\beta_4$	0.0262 (-0.0205)	4.175***	0.0202 (0.00579)	3.493***
Ln (Depreciation) ( $X_5$ )	$\beta_5$	-0.0205 (0.0317)	-0.649	-0.0233 (0.304)	-0.767
<b>Technical Inefficiency Model</b>					
Constant	$Z_0$	0	-	0.344 (0.162)	2.127**
Land fragmentation	$Z_1$	0	-	0.0729 (0.0376)	1.939*
Off-farm income	$Z_2$	0	-	0.00000016 (0.000000258)	-0.623
Adjustment in farm size	$Z_3$	0	-	0.00754 (0.112)	-0.622
Multiple planting dates	$Z_4$	0	-	0.133 (0.0474)	2.802***
Crop Diversification	$Z_5$	0	-	-0.0119 (0.0383)	-0.310
Education level	$Z_6$	0	-	-0.00169 (0.0383)	-0.269
Years of awareness of climate change	$Z_7$	0	-	-0.0183 (0.00879)	-2.078**
Social capital	$Z_8$	0	-	-0.0416 (0.00668)	-6.231***
<b>Variance Parameters</b>					
Total Variance	$\delta_s^2$	0.174		0.183 (0.0208)	8.833***
Gamma	$\gamma$	0.0500		0.287 (0.0937)	3.064***
Log likelihood function	Llf	-190.614		-165.505	

\*, \*\*, \*\*\* stand for level of significance at 10%, 5%, and 1%, respectively.

<sup>a</sup> is the preferred model.

Values in parentheses are standard errors.

Source: Computed from Field survey, 2011.

### Crop diversification

This has to do with the number of crops the farmer plants in the same or different farms as a result of climate change, knowing very well that different crops respond differently to different climate scenarios. An inverse and statistically insignificant relationship was found between crop diversification and technical inefficiency. This implies that further diversification of crops may lead to higher technical efficiency perhaps because this could act as insurance against crop failure and hence reduce

their farm income/resource variability and hence improve their technical efficiency. Enete *et al.* (13) reported that multiple/intercropping, though a tradition for smallholder farming in Nigeria may have been intensified as a result of climate change because different crops have different levels of resilience to weather variability, hence, planting many crops in a field could ensure that the farmer get some output in the face of extreme weather situations. Benhin (7) reports that growing a variety of crops on the same plot is an appropriate adaptation strategy for farmers because it helps to

avoid complete crop failure as different crops may be affected differently by climate change. It is also a measure of diversification by the farmers. Hassan and Nkemechena (15) had reported that increased diversification is a strong climate change adaptation measure.

### Years of climate change awareness

A negative and statistically significant relationship is found between years of climate change awareness and technical inefficiency. This implies that an increase in the years of awareness tends to increase technical efficiency (i.e. decrease technical inefficiency). This is in line with a priori expectation. The awareness of climate problems and the potential benefits of taking action is an important determinant of adoption of agricultural technologies (15). Maddison (22) argued that farmer awareness of change in climate attributes (temperature and precipitation) is important to adaptation decision making. For example, Araya and Adjaye (5) and Anim (4) reported that farmers awareness and perceptions of soil erosion problem as a result of changes in climate, positively and significantly affected their decisions to adopt soil conservation measures.

### Social capital

Social capital was defined here to mean the number of relatives/friends that a particular farmer held discussions with on how to cope with climate change. A negative and statistically significant relationship was found between social capital and technical inefficiency. This implies that the more the number of relatives that were able to discuss issues of climate change adaptation, the more technically efficient the farmers were. This suggests a great potential for social capital in the farmers' abilities to surmount adverse events such as climate change.

Generally, the severity of income and food supply shocks and what coping strategies families may choose to utilize to cope with the shocks may depend primarily on the strength of the social networks they have access to Mtika (23) and Muga & Onyango-Ouma (24).

### Conclusion

Multiple cropping, land fragmentation, multiple planting dates, mulching and cover cropping were presented in this study as the major climate change adaptation strategies employed by the farmers. The computed mean technical efficiency estimate was 0.84, thus suggesting that technical efficiency of the average farmer could still be improved by about 16%. The technical inefficiency model showed that land fragmentation and multiple planting dates had significant positive relationship, while years of climate change awareness and social capital had significant inverse relationship, with technical inefficiency. The positive effects of land fragmentation and multiple planting dates could be because while the former may hinder farm mechanization, the later may increase the monotonousness and drudgery of farming. However, the negative effects of social capital and climate change awareness suggest that the two factors could help to ameliorate the effects of, particularly, land fragmentation. It is therefore recommended that the farmers be encouraged to form cooperative societies so as to leverage their resource status through collective efforts.

## Literature

1. Abdulai A. & Huffman W., 2000, Structural adjustment and economic efficiency of rice farmers in Northern Ghana. *Econ. Dev. Cultural Change*, **48**(3), 503-520.
2. Adebayo K., Dauda T.O., Rikko L.S., George F.O.A., Fashola O.S., Atungwu J.J., Iposu S.O., Shobowale A.O. & Osuntade O.B., 2011, *Emerging and indigenous technology for climate change adaptation in southwest Nigeria* (ATPS Research Paper N<sup>o</sup>. 10). Nairobi, Kenya: African Technology Policy Studies Network.
3. Adger W.N., Agrawala S., Mirza M.M.Q., Conde C., O'Brien K., Pulhin J., *et al.*, 2007, Assessment of adaptation practices, options, constraints and capacity. *Climate change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of working group II to the Fourth assessment report of the IPCC*. In: M.L. Parry, O.F. Canzian, J.P. Palutikof, P.J. Vander Linden & C.E. Hanson (Eds.) (pp.717- 743). Cambridge UK: Cambridge University Press.
4. Anim F.D.K., 1999, A note on the adoption of soil conservation measures in the Northern Province of South Africa. *J. Agric. Econ.*, **50**, 336-345.
5. Araya B. & Adjaye J.A., 2001, Adoption for farm level soil conservation practices in Eritrea. *Indian J. Agric. Econ.*, **56**, 239-252.
6. Awotoye O.O. & Mathew O.J., 2010, Effects of temporal changes in climate variables on crop production in tropical sub-humid South-western, Nigeria. *Afr. J. Environ. Sci. Technol.*, **4**(8),500-505. Retrieved August 12, 2011 from <http://www.academicjournals.org/AJEST>
7. Benhin J.K.A., 2006, *Climate change and South African agriculture: Impacts and adaptation options*. CEEPA

- Discussion paper N° 21. CEEPA, University of Pretoria, South Africa.
8. Buba A.D., 2004, Climate change and water problems in Chad Republic. *J. Arid. Environ.*, 3(2), 24-27.
  9. Commission of the European Communities (CEC) (2009), *Adapting to climate change: challenges for the European agriculture and rural areas*. Commission staff working document accompanying the white paper- Adapting to climate change: towards a European framework for action.
  10. Downing T.E., Ringius L., Hulme M. & Waughray D., 1997, Adapting to Climate Change in Africa'. *Mitigation Adaptation Strategies Global Change*, 2, 19-44.
  11. De Wit M. & Stankiewicz J., 2006, Changes in surface water supply across Africa with predicted climate change. *Science*, 311, 1917-1921.
  12. Enete A.A. & Onyekuru A.N., 2011, Challenges of agricultural adaptation to climate change: empirical evidence from southeast Nigeria. *Tropicultura*, 29(4), 243-249
  13. Enete A.A., Madu I.I., Mojekwu J.C., Onyekuru A.N., Onwubuya E.A. & Eze F., 2011, *Indigenous agricultural adaptation to climate change: study of southeast Nigeria*. (ATPS Research Paper N°. 6). Nairobi, Kenya, African Technology Policy Network.
  14. Fasola T.R., 2007, Controlling the advancement of savanna into southwestern Nigeria. *Zonas Aridas*, 11(1), 251-259.
  15. Hassan R. & Nhemachena C., 2008, Determinants of African farmers' strategies for adapting to climate change: Multinomial choice analysis. *Afr. J. Agric. Resour. Econ.*, 2(1), 83-104.
  16. Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], 2001, *Climate Change 2001: Impacts, Vulnerability and Adaptation*. Contribution of Working Group III to the Third Assessment Report on the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge.
  17. International Institute for Sustainable Development (IISD), 2007, *Community-based adaptation to climate change Bulletin*. A summary of the second International Workshop on Community-based adaptation to climate change. IISD reporting services.
  18. Kaschula S., 2008, Wild foods and household food security responses to aids: evidence from South Africa. *Popul. and Environ.*, 29, 162-185.
  19. Khanal R.C., 2009, Climate change and organic agriculture. *J. Agric. Environ.*, 10, 100-109,
  20. Kurkalova L.A. & Jensen H.H., 2000, *Technical efficiency of grain production in Ukraine*. (CARD Working Paper 00-WP 250). Ames, Iowa: Centre for Agricultural and Rural Development, Iowa State University.
  21. Kurukulasuriya P. & Mendelsohn R., 2006, *A Ricardian analysis of the impact of climate change on African cropland*. (CEEPA Discussion paper N° 8): Pretoria, South Africa: Centre for Environmental Economics and Policy in Africa.
  22. Maddison D., 2006. *The perception of and adaptation to climate change in Africa*. CEEPA Discussion paper No. 10, CEEPA, University of Pretoria, South Africa.
  23. Mtika M., 2001, The AIDS epidemic in Malawi and its threat to household food security. *Hum. Organiz.*, 60, 178-188.
  24. Muga G. & Onyango-Ouma W., 2009, Changing household composition and food security among the elderly caretakers in rural western Kenya. *J. Cross Cultural Gerontology*, 24, 259-272.
  25. Nigerian Environmental Study/Action Team (NEST), 2003, *Climate change in Nigeria. A communication guide for reporters and educators*. Ibadan: NEST pp. 5-16.
  26. Nnamchi H.C. & Ozor N.O., 2009, *Climate change and uncertainties facing farming communities in the Middle Belt Region of West Africa*. Paper presented at the 7<sup>th</sup> International Science Conference on the Human Dimensions of Global Environment Change (IHDP Open Meeting 2009) held at the United Nations University, Bonn, Germany from April 26- May 1, 2009, available at [http://www.openmeeting2009.org/pdf\\_files/pdf%20papers/Nnamchi\\_Ozor.pdf](http://www.openmeeting2009.org/pdf_files/pdf%20papers/Nnamchi_Ozor.pdf)
  27. Nzeh E.C. & Eboh O.R., 2011, *Technological challenges of climate change adaptation in Nigeria: Insights from Enugu State* (ATPS Working Paper Series N°. 52). Nairobi, Kenya: African Technology Policy Studies Network.
  28. Nigerian Environmental Study/Action Team (NEST), 2003, *Climate change in Nigeria*. A communication guide for reporters and educators. Ibadan: NEST pp. 5-16.
  29. Obwona M., 2000, *Determinants of technical efficiency differentials amongst small- and medium-scale farmers in Uganda: a case of tobacco growers*. A final report presented at AERC Bi-annual workshop, Nairobi, Kenya.
  30. Obwona M., 2006, *Determinants of technical efficiency differentials amongst small- and medium-scale farmer in Uganda: A case of tobacco grower* (AERC Research Paper 152). Nairobi, Kenya: African Economic Research Consortium. Retrieved October 10, 2006, from <http://www.aercafrica.org/documents/rp152>.
  31. Odjugo P.A.O., 2009, Quantifying the cost of climate change impact in Nigeria: Emphasis on wind and rainstorms. *J. Human Ecol.*, 28(2), 93-101.
  32. Odjugo P.A.O., 2007, The impact of climate change on water resources; global and regional analysis. *Indonesian J. Geogr.*, 39, 23-41.
  33. Olayide S.O. & Heady E., 1982, *Introduction to Agricultural Production Economics*. Ibadan: Ibadan University Press.
  34. Onyeneke R.U. & Madukwe D.K., 2010, Adaptation measures by crop farmers in the southeast rainforest zone of Nigeria to climate change. *Sci. World J.*, 5(1), 32-34.
  35. Otitoju M.A., 2008, *Determinants of technical efficiency in small and medium-scale soybean production in Benue State, Nigeria*. Unpublished M.Sc dissertation submitted to the Dept. of Agricultural Economics, University of Nigeria, Nsukka.
  36. Otitoju M.A. & Arene C.J., 2010, Constraints and determinants of technical efficiency in medium-scale soybean production in Benue state, Nigeria. *Afr. J. Agric. Res.*, 5(17), 2270-2280. Available online at <http://www.academicjournals.org/AJAR>
  37. Otitoju M.A., Omole M.O., Ezihe J.A.C. & Arene C.J., 2012, Technical efficiency differentials and resource-productivity analysis among smallholder farmers in Benue state, Nigeria. *J. Res. Agric.*, 1(2), 108-113. Available online at <http://ficuspublishers.com/documents/AG0024.pdf>
  38. Palatnik R.R. & Roson R., 2009, *Climate change assessment and agriculture in general equilibrium models: alternative modelling strategies*. In: C. Carraro (ed.) Sustainable development series. Notado Di lavoro 67.
  39. Rosegrant M.W., Ewing M., Yohe G., Burton I., Huq S. & Valmonte-Santos R., 2008, *Climate change and agriculture: threats and opportunities*. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ). Climate protection program for Developing Countries. Federal Ministry for Economic Cooperation and Development, Germany.

M.A. Otitoju, Nigerian, PhD student, University of Nigeria, Nsukka, Department of Agricultural Economics. Senior Scientific Officer, National Biotechnology Development Agency, Development Department.

A.A. Enete, Nigerian, PhD, Lecturer, University of Nigeria, Nsukka, Department of Agricultural Economics.

# La rizipisciculture au Mali: Pratiques et perspectives de l'innovation piscicole

T. Niaré<sup>1\*</sup> & M. Kalossi<sup>2</sup>

Keywords: Traditional inland fisheries- Rizipisciculture- Irrigated area- Technological innovation- Ricefields- Mali

## Résumé

*Le Mali est un pays de tradition halieutique dans ses eaux fluviales. Sa production halieutique, la plus élevée d'Afrique de l'Ouest, reste tributaire du régime des crues du fleuve Niger. La pisciculture apparaît donc comme une alternative pour accroître la disponibilité de poissons en cas de sécheresse. Depuis 2006, une nouvelle activité de production de poissons s'implante peu à peu dans les zones rurales: la rizipisciculture. Cette activité émergente est un nouveau défi pour la recherche agricole malienne qui suscite plus d'interrogations que de solutions actuellement. C'est pour répondre à ces questions que des enquêtes individuelles ont été réalisées auprès des rizipisciculteurs de l'Office du Périmètre Irrigué de Baguineda (OPIB). Quinze des 23 paysans, soit 65%, pratiquant la rizipisciculture, ont été enquêtés et suivis en 2011. A la lumière de cette investigation, les pratiques rizipiscicoles et les résultats sont disparates. Le rendement piscicole des casiers varie entre 408 et 438 kg.ha<sup>-1</sup>. Cette activité est confrontée à des contraintes d'ordres environnemental, socio-culturel, technique, institutionnel et financier. L'existence d'importants potentiels de riziculture irriguée au Mali est un espoir pour envisager le développement de cette innovation technique qui doit être éprouvée et sa rentabilité socio-économique démontrée.*

## Summary

### Rice-Fish Culture in Mali: Practices and Prospects of Piscicultural Innovation

*Mali is a country of fishing tradition in its rivers streams. Its fish production is the highest in West Africa, but it is dependent on the flood regime of Niger River. Fish farming appears to be a good alternative for increasing the amount of fish available during drought periods. A new fish production activity has progressively taken place in rural areas, i.e. "rizipisciculture" (rice-fish farming), since 2006. This emergent activity constitutes another challenge for agricultural research in Mali, actually raising up more questions than solutions. Individual surveys were conducted in the area of 'Office du Périmètre Irrigué de Baguineda (OPIB)', a rice extension service. Fifteen out of 23 farmers, so 65% of those practicing rizipisciculture, were surveyed and monitored in 2011. This investigation showed some disparities in the practices and the results of rice-fish production. Fish yield in the rice compartments varies between 408 and 438 kg.ha<sup>-1</sup>. This activity is facing environmental, socio-cultural, technical, institutional and financial constraints. In Mali, there is an important potential for irrigated rice production, which is favorable for the development of rice-fish farming. The sustainability of this new technology must however still be proved, and its socio-economic profitability demonstrated.*

## Introduction

Le tryptique agriculture, élevage et pêche constitue la base de l'économie malienne auquel s'ajoute depuis une décennie l'exploitation de l'or pour former le «quatuor» majeur du Produit Intérieur Brut. La production halieutique des eaux continentales maliennes (Delta Central du Niger) est la plus élevée en Afrique de l'Ouest avec des

captures totales annuelles oscillant entre 70 000 et 120 000 tonnes. En corollaire, la consommation moyenne annuelle de poissons par tête d'habitant, 10,5 kg; est plus élevée que celle de la viande (7,5 kg). Cette relative bonne production des pêches artisanales continentales reste toutefois tributaire des aléas climatiques et notamment du régime des pluviométries dans le bassin amont du fleuve Niger.

1 Université de Ségou, Faculté d'Agronomie et de Médecine Animale, Ségou, Mali.

2 IPR/IFRA, Koulikoro, Mali.

\* Auteur correspondant : Email : tiemaniare@sfr.fr.

La pisciculture est une activité qui peut contribuer à accroître la disponibilité de poissons aux consommateurs. Son introduction récente au Mali date de la fin des années 1970 à la faveur de la sécheresse qui a induit des déficits de production halieutique. Un des mérites des multiples projets de développement qui se sont succédés est d'avoir modifié les paysages et activités agricoles même si les résultats technico-économiques souhaités n'ont pas été atteints (13).

Depuis la création en 2006 d'une institution nationale en charge de la pêche et de la pisciculture au Mali, une nouvelle activité de production de poissons s'implante peu à peu dans les paysages agricoles: la rizipisciculture.

Très développée en Asie (5, 6, 7, 18), elle est presque inexistante en Afrique subsaharienne et intéresse rarement les programmes de développement en raison de la taille modeste des poissons produits (60 g de poids moyen) d'après Saurin *et al.* (17). Toutefois, elle est décrite comme une méthode efficiente d'utilisation de l'eau (12) qui permet de produire sur une même surface des denrées complémentaires dans l'alimentation humaine: des protéines animales de qualité et du riz. Ce qui a amené Halwart (6) à annoncer la formule «une parcelle – 2 fois plus de nourriture».

Cette activité émergente est un nouveau défi pour la recherche agricole malienne: Quelles sont les réalités d'applications de cette nouvelle technologie de production piscicole? Quels sont les environnements mis en place pour sa promotion? Quels sont les résultats technico-économiques? Que faut-il pour promouvoir l'implantation durable de cette innovation technologique? C'est pour répondre à ces interrogations que le présent article tentera de répondre après une analyse critique des savoirs locaux découlant des pratiques individuelles avant de proposer des pistes découlant d'une réflexion sur la démarche de construction d'un système local d'innovation.

## Matériels et méthodes

### Milieu d'étude et données

Cette étude a été menée dans la commune rurale de Baguinéda située à 30 km de Bamako sur la rive droite du fleuve Niger (Figure 1). D'un millier (1 250) de km<sup>2</sup> de surface, la commune est constituée de 32 villages dont 22 sont encadrés par l'OPIB (Office des Périmètres Irrigués de Baguinéda). Cette structure technique anime les activités agricoles conduites sur une surface totale de 19 200 ha dont 16% (3 000 ha) sont aménagées avec maîtrise totale d'eau grâce au barrage des Aigrettes

de Sotuba, source du canal principal d'amenée d'eau long de 37 km (Figure 2).

Les données proviennent des enquêtes réalisées en 2011 auprès des rizipisciculteurs de la zone de l'Office du Périmètre Irrigué de Baguinéda (OPIB).

Des enquêtes individuelles ont été réalisées auprès des rizipisciculteurs de Baguinéda dans les villages concernés. Ils sont répartis entre les quatre secteurs agricoles de l'OPIB. Ainsi, 15 des 23 paysans, soit 65%, pratiquant la rizipisciculture, ont été enquêtés. Ces enquêtes ont permis la collecte de données aussi bien qualitatives que quantitatives sur les pratiques de la rizipisciculture. Un total de 75 variables ont été collectées.

### Traitement des données

Les données d'enquêtes ont été saisies avec Excel 2007. De nouvelles variables ont été calculées comme les proportions des variétés de riz cultivées, des paysans pratiquant les traitements phytosanitaires, du type de pisciculture, des fertilisants et compléments utilisés en pisciculture. Les données ont été ensuite importées dans le logiciel SPSS pour des analyses approfondies. Elles ont porté sur l'estimation des paramètres statistiques élémentaires (moyennes, erreurs standards) de la surface des casiers, des doses d'engrais à l'hectare, du poids et de la taille des poissons à l'empoisonnement, de la densité de poissons, du ratio nombre de *Clarias* sur celui de *Tilapias* et des rendements (riz et poisson).

L'influence du secteur a été testée par analyse de variance (ANOVA) sur les variables suivantes: surface des casiers, doses d'engrais (urée+DAP), densité à l'empoisonnement, durée d'élevage et rendements (riz et poisson).

## Résultats

### Exploitation rizicole des casiers

La surface des casiers varie de 490 à 1130 m<sup>2</sup> sans que les différences observées entre les secteurs ne soient statistiquement significatives. La surface moyenne des casiers est de 803,6±61,41 m<sup>2</sup>.

La variété de riz la plus utilisée est le riz *Adeni* (73%), suivie de la variété BG90-2 (13%). Les semences de riz Ir32302-101 ou variété «wassa» et de *Severang* MR79 sont peu exploitées (7%) dans cette zone irriguée. Tous les paysans font la pépinière avant de semer. Cette pépinière a une durée d'un mois qui est respectée par tous les exploitants. Par contre, leur date d'implantation ne fait pas toujours l'unanimité.



Figure 1: Carte du Mali avec indication de la zone d'étude [Tirée et adaptée du Rapport (8)].



Figure 2: Casier de rizipisciculture après la récolte du riz à Baguinéda.

En effet, la grande majorité (88%) des rizipisciculteurs installent leur pépinière en juin, une faible proportion (6%) l'installe soit précocement en mai ou un peu tard en juillet.

L'urée et le DiAmmonium Phosphate (DAP) sont les engrais utilisés par les paysans pour la fertilisation de leurs casiers. La dose moyenne d'urée utilisée par les rizipisciculteurs est de  $263,79 \pm 35,63$  kg/ha, celle du DAP est de  $159 \pm 26,57$  kg/ha.

La moyenne du ratio DAP-urée est de l'ordre de  $0,6 \pm 0,06$ . Bien que ce ratio varie entre  $0,88 \pm 0,11$  et  $0,50 \pm 0,06$ ; les différences constatées ne sont pas statistiquement significatives. Elles dénotent le non respect de la norme dans les secteurs suivis.

L'utilisation des herbicides et des insecticides dans les rizières aménagées semble peu pratiquée par les paysans enquêtés. Seulement 13% des exploitants utilisent des herbicides (Roundup) et 7% utilisent les insecticides. Une forte majorité de rizipisciculteurs ne fait donc pas usage de produits chimiques qui peuvent être toxiques pour les poissons.

### Pratiques d'élevage des poissons dans les rizières

#### *Type de pisciculture*

La quasi-totalité des paysans rizipisciculteurs de la zone de Baguinéda font de la polyculture (93%). Elle consiste en l'élevage de deux ou de plusieurs espèces de poisson dans un même étang. Elle a pour but d'éviter la surpopulation causée par l'absence de sexage des alevins de tilapia, qui n'est effectué dans aucune des exploitations concernées par l'étude.

#### *Espèces de poisson utilisées*

Les deux espèces préférées dans la zone sont : *Clarias anguillaris* (Linnaeus, 1758) (Manogo en Bambara) et *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) (tèben n'fing, le nom vernaculaire).

#### *Densité à l'empoissonnement*

La densité varie de 0,15 à 1,70 individus au m<sup>2</sup>. Le nombre de poissons mis en eau, toutes espèces confondues, est compris dans l'intervalle  $93,71 \pm 12,29$  pour 100 m<sup>2</sup>.

Le ratio *Clarias/Tilapias* est fonction du secteur. Sa variabilité est très significative ( $F_{3,10}=19,34$ ;  $P<0,05$ ). L'étendue des moyennes du ratio est considérable allant de  $0,02 \pm 0,25$  à  $3,16 \pm 0,36$ .

### *Paramètres biométriques à l'empoissonnement*

Le poids moyen individuel des poissons à la mise en eau dans la zone de Baguinéda est de  $29,80 \pm 6,71$  g pour les tilapias et de  $87,50 \pm 5,75$  g pour les clarias.

Les poids moyens considérables et les écarts élevés entre les deux espèces sont les conséquences de l'approvisionnement à partir du milieu naturel, donc sans tri.

Les alevins de tilapias en provenance de l'écloserie de Niono ont une taille individuelle moyenne de 8 cm et pèsent environ chacun 17 g.

### *Conduite et durée de l'élevage*

La sensibilisation sur la fertilisation organique des étangs par les techniciens à Baguinéda est une réussite car tous les paysans la pratiquent. Et pour cela, ils utilisent différents fertilisants:

- 7%, les fientes de volaille ; riche en protéines;
- 7%, la bouse de vache moins riche en protéines ;
- 86%, utilisent à la fois des fientes et de la bouse.

Ces fertilisants viennent de leurs fermes. Leur quantité n'a pu être précisée, mais l'apport est toujours effectué par l'exploitant lui-même ou un membre de sa famille. Les exploitations sont de type familial.

Si les fertilisants favorisent la production de la biomasse naturelle, les paysans de Baguinéda apportent également des compléments alimentaires. Ils utilisent trois types de formule alimentaire :

- 27% distribuent du son de riz et des termites ;
- 67%, la majorité combine son de riz, termites et restes domestiques;
- une faible proportion (6%) donne aliment volaille, restes d'abattoir et termites.

La durée d'élevage se trouve dans la fourchette de  $6 \pm 0,8$  à  $10 \pm 1,8$  mois par an suivant le secteur. Dans les secteurs où la durée d'élevage va au-delà des 8 mois, on y pratique les cultures de contre saison. On y fait également de la pisciculture de grossissement. Compte tenu du déficit en eau du secteur de Tanima, les rizipisciculteurs procèdent à une récolte précoce (Février).

### **Production rizipiscicole et leurs valorisations**

La réussite de la politique de production rizipiscicole dépend des rendements de production et de leur valorisation.

## Rendement de riz

Le rendement moyen en riz paddy est de  $3,2 \pm 0,35$  t.ha<sup>-1</sup>. Ce rendement est fonction du secteur d'après les résultats de l'analyse de variance ( $F_{3,9}=4.45$   $p<0,05$ ).

A Kobala-coura, le rendement moyen est le plus élevé de la zone de Baguinéda avec  $5,40 \pm 0,65$  t.ha<sup>-1</sup>. Dans les autres secteurs, il varie de  $2,76 \pm 0,41$  à  $2,97 \pm 0,93$  t.ha<sup>-1</sup>. Il est à noter qu'à Kobala-coura, la moyenne des surfaces cultivées (490 m<sup>2</sup>) est moindre par rapport à celle des autres secteurs.

## Production et rendement piscicoles

La production piscicole moyenne, globalement faible, varie de  $21,50 \pm 17,96$  à  $46,21 \pm 9,6$  kg par casier suivant le secteur. La production est plus élevée à Baguinéda-camp que dans les autres secteurs. La plus faible production de poissons est celle de Kobala-coura. Le rendement piscicole annuel des casiers, également faible, varie entre 408 et 438 kg.ha<sup>-1</sup>.

Le complément alimentaire constitué de termites, d'aliment volaille et de restes d'abattoir permet d'obtenir un rendement moyen de 568 kg.ha<sup>-1</sup>. L'apport de termites en complément aux sons et restes domestiques permet d'améliorer le rendement de 50% (314 vs 471 kg.ha<sup>-1</sup>).

## Valorisation de la production piscicole

La production piscicole est aussi bien destinée à la consommation familiale (autoconsommation) qu'à la vente. Cette dernière se fait par espèce et selon le poids (94%) et le reste (6%) par tas.

La part de l'autoconsommation dans la production piscicole à Baguinéda varie selon le secteur. A Tanima et à Sébéla, la production est quasiment autoconsommée (respectivement  $83,89 \pm 14,89\%$  et 100%), tandis que moins de 30% de la production piscicole fait l'objet de consommation familiale dans les autres secteurs (Kobala-coura et Baguinéda-camp).

Le prix des poissons de poids moyen (100 g pour tilapia et 200 g pour Clarias) varie également en fonction des secteurs ( $F_{2,6}= 5,78$ ;  $P<0,05$ ). Le poisson de taille moyenne, quelque soit l'espèce, est vendu plus cher à Kobala-coura ( $1\ 250 \pm 90$  F CFA) qu'à Baguinéda-camp ( $975 \pm 52$  F CFA) et Tanima ( $750 \pm 128$  F CFA). Les poissons de petite taille sont également vendus à peu près au même prix de 690 F CFA par kg dans l'ensemble de la zone.

## Discussion

### Analyse critique des pratiques actuelles

Les résultats de ces enquêtes montrent les différences de pratique dans la rizipisciculture tant au niveau des pratiques culturales que celles de l'élevage des poissons en rizières. Les paysans n'utilisent pas toujours les mêmes variétés, n'appliquent pas des doses d'engrais identiques et n'ont pas toujours le même calendrier agricole. L'utilisation de pesticides, fortement déconseillée en rizipisciculture, est très peu courante. Ces pratiques divergent également de celles pratiquées dans les périmètres irrigués villageois de Mopti (9).

Le type d'élevage des poissons dans les rizières est également différent selon la zone de même que les densités à l'empoissonnement. Ce qui dénote une absence totale de référentiels techniques établis.

Les espèces utilisées sont couramment exploitées en aquaculture tropicale même si au Mali aucune recherche n'a permis la création de souches performantes. *Clarias anguillaris*, poisson chat d'eau douce, est une espèce omnivore à tendance ichtyophage. C'est un prédateur moyen des alevins. En effet, il ne le devient que si son poids à la mise en charge est supérieur à 150 g.

Le cichlidé *Oreochromis niloticus* exige plutôt des températures élevées. Il est l'espèce la plus adaptée à la pisciculture en étang et à la rizipisciculture. Son élevage est plutôt recommandé dans les régions à basse altitude ou chaudes.

La densité d'élevage des poissons pratiquée par les riziculteurs à Baguinéda se rapproche de celle de l'expérience menée à Mopti (9). Le ratio à l'empoissonnement montre cependant que la proportion théorique d'un Clarias pour trois Tilapias préconisée par Dansoko (3) n'est pas partout respectée. En effet, le paysan a tendance à introduire des poissons à chaque fois qu'il en a l'occasion, la norme reste donc une notion abstraite pour lui.

La variabilité de la durée de séjour de l'eau dans certains casiers fait émerger des idées de spécialisation des rizipisciculteurs soit pour l'alevinage ou le pré-grossissement.

L'apport de compléments alimentaires protéiques est favorable à l'accroissement du rendement de production de poissons. A Mopti, les travaux de Kodio *et al.* (9) montrent que l'amélioration du rendement en poisson résulte de l'utilisation de la fumure organique sous forme de bouse de vache

ou de compost disposant des taux de cellulose élevés qui réduisent les risques de fermentation d'après Bard *et al.* (1) et Halwart *et al.* (4). Globalement, les rendements observés dans ces premiers travaux au Mali, proches de ceux observés en polyculture dans le Delta du Mekong avec 1 poisson/m<sup>2</sup> ou ailleurs en Asie d'après des auteurs cités par Long *et al.* (10), dépassent les prévisions estimées par Miller (12) et confortent dans l'idée qu'il existe un réel potentiel d'amélioration de cette innovation technologique. Mais les conditions pratiques de sa mise en œuvre restent disparates et imprécises.

La part de l'autoconsommation reste prépondérante dans la valorisation des productions piscicoles des rizières. Toutefois, certains ont tendance à monétiser leur production piscicole au détriment de leur alimentation, puisque la valeur marchande du poisson est plus élevée que pour les céréales.

Bien que cela ne soit pas démontré dans cette étude, l'impact de l'élevage des poissons dans les rizières sur le rendement en riz a été déjà évoqué. Ainsi, des résultats similaires ont été rapportés par Bard *et al.* (1) qui ont indiqué une augmentation de 5 à 15%. Cet impact positif pourrait être dû à une fertilisation supplémentaire provenant des déjections des poissons. Selon Pan Yinhe (15), la quantité journalière de déjections produites par un poisson a été estimée à 2 g, équivalent à 450 kg .ha<sup>-1</sup> pour une densité de poisson de 3000 individus par hectare pendant une durée d'élevage de 75 jours. Xiao Fan (19) a montré que les fèces produits par les poissons sont de bonne qualité et renferment 42% de phosphore (un niveau plus élevé que celui produit par les porcs et bovins).

### **Réflexion sur la démarche de construction d'un Système Local d'Innovation (SLI)**

Une innovation ne s'impose pas du fait de ses qualités propres, mais c'est le réseau qui le porte qui lui permet ou non de le faire. La rizipisciculture en tant qu'innovation technologique comporte, comme tout Système Local d'Innovation, quatre pôles (production-valorisation, formation, recherche et financement) qui interagissent (2).

Pour favoriser le SLI, il est essentiel que les différentes composantes de la production (producteurs d'alevins, fabricant d'aliments, transporteurs de poissons,...) soient dans le même territoire ou dans des zones proches pour une mise en contact permanente avec les pisciculteurs, les vulgarisateurs et les chercheurs. Ce qui n'est pas le cas actuellement pour cette rizipisciculture naissante où les alevins proviennent de sources diverses,

l'alimentation des poissons ne se fait pas selon les normes et les aliments sont des sous-produits agricoles disponibles localement.

Pour que cette innovation puisse s'implanter, il importe que les techniques de production soient construites avec les producteurs pour permettre leur appropriation et leur adaptation. En revanche, selon da Silva *et al.* (2) lorsque la technique de production est inféodée à une structure extérieure, cela crée une dépendance vis-à-vis de cette ressource exogène.

Au Mali, de nombreuses expériences montrent une absence de continuité de l'action publique tant au niveau de la formation (vulgarisation) qu'au niveau de la recherche mais aussi une absence de collaboration étroite entre ces structures de l'Etat. Ce manque de continuité de l'action publique ne peut favoriser aucune dynamique locale dans les apprentissages et les innovations.

Les propos de Lemasson de 1953 rapportés par Mikolasek *et al.* (11) sont transférables au contexte malien: «la réussite de cette nouvelle activité économique introduite est probablement en bonne voie. La bataille ne sera cependant gagnée et l'avenir ne sera vraiment assuré que lorsque des travaux sur une période suffisamment longue auront démontré la rentabilité des opérations». Ajoutons que cela passe également par la mise en place de Recherche-Action-Partenarial (RAP). Cette vision de la recherche en milieu rural, en impliquant fortement les acteurs dans toutes les phases de la recherche a, selon Mikolasek *et al.* (11), le double mérite de trouver des solutions aux problèmes identifiés avec et pour les acteurs et aussi de produire par l'expérimentation des connaissances tant locales que génériques. En outre, le financement ne doit pas être disparate (diversifié) afin de favoriser l'intégration voire l'interaction entre les principaux acteurs et engendrer des apprentissages féconds à l'origine de l'innovation technologique.

L'analyse critique des expériences de pisciculture réalisées par Niaré *et al.* (13) garde toute sa portée dans la mesure où les premiers résultats technico-économiques ne sont pas stimulants ou sont à confirmer et les acteurs concernés confrontés à d'énormes contraintes (cf INFRA).

### **Contraintes**

Les contraintes rencontrées en rizipisciculture peuvent être d'ordre environnemental, d'ordre socio-culturel, d'ordre technique, institutionnel ou financier.

Les contraintes environnementales sont liées d'une part aux aléas climatiques, d'autre part à la présence dans les rizières de prédateurs naturels (grenouilles, serpents et oiseaux).

Les contraintes socioculturelles sont le plus souvent en rapport avec des difficultés liées :

-au besoin en main d'œuvre requis pour les activités de rizipisciculture;

-le manque de conscience du public qui s'en prend aux biens d'autrui à travers les vols fréquents.

La rizipisciculture performante ne peut pas se faire sans une bonne maîtrise technique. Les difficultés de cet ordre auxquelles les paysans sont confrontés sont:

-l'insuffisance de production d'alevins sélectionnés en station chez 80% des paysans;

-le manque de normes ou de référentiels zootechniques utilisant de façon optimale les systèmes existants (dose de fertilisant, densité, ratio Clarias-Tilapias, alimentation, durée optimale de l'élevage,...);

-le manque voire l'absence de référentiel technique d'aménagement des casiers pour y élever des poissons.

Les entraves à la réussite de l'activité rizipiscicole sont également d'ordre institutionnel. Il s'agit:

-de l'insuffisance du suivi évaluation de l'activité durant la campagne;

-du faible niveau d'organisation du marché;

-de l'absence d'une politique de communication adéquate (formation, sensibilisation et information des rizipisciculteurs);

-du manque ou l'insuffisance de techniciens de qualité sur le terrain;

-de l'absence de participation des universités et des institutions de recherche dans la réflexion en amont et en aval de ce processus;

-de l'absence de cadre de concertation entre la recherche et les opérations de développement;

A ces contraintes qui rejoignent celles décrites par Peterson et Kalende (16), s'ajoute le manque de professionnalisme et de ressources financières des rizipisciculteurs et des coopératives créées.

## Perspectives d'amélioration

La rizipisciculture est une activité qui peut être rentable. En effet, les résultats obtenus à Mopti dans les PPIV dégagent des marges bénéficiaires non négligeables d'après Kodio *et al.* (9). Les expériences paysannes conduites à Baguinéda donnent des tendances économiques dispersées. Pour élucider cette énigme des recherches sont actuellement conduites dans les casiers rizicoles de Baguinéda (14). Elles permettront d'acquérir des données fiables. Leur partage avec les producteurs et les responsables techniques sera le socle de la démonstration de l'intérêt de développer cette innovation technologique.

Toutefois, des mesures susceptibles de rendre performante cette nouvelle activité aquacole doivent être envisagées. Il s'agit :

-d'assurer la disponibilité en eau sur toute l'année ;

-de mettre en place des systèmes de protection et -de sécurité contre les prédateurs;

-de permettre l'accès au crédit bancaire par les rizipisciculteurs et leurs coopératives à condition qu'il y ait une organisation des producteurs voire de toute la filière ;

-d'œuvrer pour une bonne maîtrise des techniques d'élevage des espèces utilisées par des recherches d'établissement de normes et d'accompagnement;

-d'assurer un approvisionnement régulier des rizipisciculteurs en alevins sélectionnés; d'où l'intérêt de la mise en place de stations ou de structures privées de production d'alevins;

-d'assurer la formation des techniciens de qualité et des rizipisciculteurs dans les techniques de production;

-d'assurer un meilleur suivi évaluation des rizipisciculteurs durant la campagne;

-de conduire des recherches pour promouvoir le développement de la filière ;

-d'évaluer la durabilité du nouveau système de production.

Ces actions permettront de faire de la rizipisciculture une technique efficace d'accroissement de la production de poisson mais aussi comme le souligne Miller (12) d'être un levier de développement par la création d'emplois. Cependant, pour atteindre un taux d'adoption plus élevé, nous convenons avec Peterson et Kalende (16) qu'il faudrait développer des approches

participatives et améliorer la collaboration entre les structures impliquées (ONG, partenaires financiers, organisations paysannes, services techniques, organismes recherches institutionnelles et universitaires).

## Conclusion

Basée sur la valorisation des sous-produits agricoles ainsi que sur une meilleure utilisation de l'eau, la rizipisciculture est un exemple de réussite agronomique.

Dans un milieu irrigué, la rizipisciculture peut être un bon créneau de lutte contre la pauvreté. Demandant une main d'œuvre importante (aussi bien dans la conception des étangs, qu'à la récolte) elle permet la création d'emplois et pourrait réduire

l'exode rural. L'élevage combiné riz et poisson assure une diversification de la production agricole et constitue une source de protéines de qualité dans une alimentation basée sur le riz.

En dépit de ces avantages, elle reste une activité marginale très peu ou mal maîtrisée. Son développement au Mali passera, au delà de la maîtrise de l'eau, par la détermination des normes techniques, l'assistance aux rizipisciculteurs par l'appui-conseil, l'accès au crédit et l'organisation du marché.

En raison d'importants potentiels de riziculture irriguée au Mali, serait-ce un vœu pieux d'envisager d'améliorer la productivité de la rizipisciculture dans toutes nos rizières?

## Références bibliographiques

- Bard J., De Kimpe P., Lemasson J. & Lessent P., 1974, *Manuel de pisciculture tropicale*. Centre technique forestier tropical. 45 bis, Av. de la Belle- Gabrielle. 94130 Nogent- sur -Marne, France. 209 p.
- Da Sylva NJR, Beuret J. E., Mikolasek O., Fontenelle G., Dabbadie L., Lazard J. & Martins M., 2009, Dynamique du développement de la pisciculture dans deux régions du Brésil : une approche comparée, *Cahiers Agric.*, **18**(23), 284-291.
- Dansoko F.D., 2008, *Cours d'aquaculture/pisciculture*. IPR/IFRA 106 p.
- Halwart M. & Gupta M.V., 2004, *Culture of fish in rice fields. Internal year of rice-FAO- WorldFish center*. 77 p.
- Halwart M., Dam A.A. Van., (eds), 2010, *Intégration de l'irrigation et de l'aquaculture en Afrique de l'Ouest: concepts, pratiques et perspectives d'avenir*. Rome. FAO, 199 p.
- Halwart M. & Gupta M.V. (eds), 2010, *Elevage des poissons en rizière*. FAO and World Fisch Center, 87 p.
- Hong S., 2007, *Le stockage, la production et la collecte de poissons dans les casiers à riz irrigué dans le Bassin de Mékong*. Synthèse technique, CIRAD, 16 p.
- Kane M.A. & Touré N.O., 2005, *Rapport d'évaluation du projet d'intensification du périmètre irrigué de Baguinéda*. Fonds Africain de Développement, 71 p.
- Kodio A.D., Samaké O., Cisse S. & Sinaba F., 2008, *Introduction de technique de rizipisciculture dans les périmètres irrigués villageoises en 5<sup>e</sup> région*. Rapport de recherche IER, 13 p.
- Long D.N., Lanh N.V., Lan L.M. & Micha J.-C., 2002, Experiment on an Integrated Ricefish Polyculture System (6 species, 1-2 fish/m<sup>2</sup>) in the Mekong Delta. *Tropicultura*, **20**(3),140-150.
- Mikolasek O., Barlet B., Chia E., Pouomogne V. & Tabi M.T.E., 2009, Développement de la petite pisciculture marchande au Cameroun: la recherche-action en partenariat, *Cahiers Agric.*, **18**(23), 270-276.
- Miller J., 2010, Le potentiel de développement de l'aquaculture et son intégration avec l'irrigation dans le contexte du programme spécial de la FAO pour la sécurité alimentaire dans le Sahel. Dans M. Halwart & A. A. Van Dam (eds). *Intégration de l'irrigation et de l'aquaculture en Afrique de l'Ouest : concepts, pratiques et perspectives d'avenir*. Rome, FAO, pp. 65-79.
- Niaré T., Kassibo B. & Lazard J., 2000, Quelle pisciculture mettre en œuvre au Mali, pays de pêche artisanale continentale, *Cahiers Agric.*, **9**(3), 173-179.
- Niaré T., Kodio A., Kouyaté S., Maïga M.S. & Coulibaly M., 2012, *Amélioration de la productivité de la rizipisciculture dans la zone irriguée de Baguinéda au Mali*. Projet de recherche financé par l'UEMOA (n° 07815/2012/DDS/DESFP/PAES), 59 p.
- Pan Yinhe, 1996, *Ecological effects of rice-fish culture*. International Development Research Centre, 5 p.
- Peterson J. & Kalende M., 2010, Les possibilités d'intégration de l'irrigation et de l'aquaculture au Mali. Dans M. Halwart & A.A. Van Dam (eds). *Intégration de l'irrigation et de l'aquaculture en Afrique de l'Ouest: concepts, pratiques et perspectives d'avenir*. Rome, FAO, pp. 85-100.
- Saurin H., Curtis M.Y., Sène S., Sow M.A. & Sagbla C., 2001, *Pisciculture Extensive en Guinée Forestière. Modèle de développement intégré et rizipisciculture*. Rapport final - Projet 7. ACP.GUI.104 - Convention CEE/IRD, 2001- 75 p.
- Symoens J.-J. & J.-C. Micha (éds.), 1995, Séminaire. "L'aménagement des écosystèmes agro-piscicoles d'eau douce en milieu tropical" (Bruxelles, 16-19 mai 1994). Actes publiés sous la direction de J.-J. Symoens & J.-C. Micha. Centre Technique de Coopération Agricole et rurale (CTA), Académie royale des Sciences d'Outre-Mer (Bruxelles), 633 p.
- Xiao F., 1998, *Rice-Fish Culture in China: Rice-Fish Symbiosis*. International Development Research Centre, 4 p.

T. Niaré, Malien, Docteur-ingénieur, Doyen de la Faculté d'Agronomie et de Médecine Animale, Université de Ségou, Ségou, Mali.

M. Kalossi, Malienne, Ingénier zootechicienne, Adjointe au chef de projet PAFEC, IPR/IFRA, Koulikoro, Mali

# Biologie de la reproduction d'un poisson chat Africain *Euchilichthys guentheri* (Schilthuis, 1891) (Mochokidae, Siluriformes) au Pool Malebo, Fleuve Congo (République Démocratique du Congo)

J.M.Tembeni<sup>1\*</sup>, J.C. Micha<sup>2</sup>, B.N.S. Mbomba<sup>1</sup>, P. Vandewalle<sup>1</sup> & V.Z. Mbadu<sup>1</sup>

Keywords: *Euchilichthys guentheri*- Spawning period-First sexual maturity- Fecondity- Malebo Pool- Congo River- Democratic Republic of Congo

## Résumé

Dans le Pool Malebo (fleuve Congo, R.D. Congo), *Euchilichthys guentheri* (Schilthuis 1891), une espèce très prisée pendant la saison sèche, subit une forte pression de pêche alors qu'on connaît peu de choses sur sa biologie de la reproduction. Les paramètres de la reproduction de l'espèce ont été déterminés afin d'assurer une gestion rationnelle et durable de la ressource au Pool Malebo. L'échantillonnage a été effectué de janvier à décembre 2009, puis de février à décembre 2011. Au total 248 spécimens dont 35 immatures, 118 femelles et 95 mâles ont été examinés. Le sex-ratio est équilibré entre mâles et femelles (1 : 0,99 ;  $\chi^2=12$ ;  $p>0,05$ ). La taille de première maturité sexuelle est de 54,20 cm chez les mâles et de 54,49 cm chez les femelles. L'analyse de l'indice gonado-somatique (IGS) montre que ce poisson se reproduit à la fin de la saison sèche avec des pics en août et septembre. La fécondité absolue estimée varie de 1953 à 7256 ovules avec une fécondité relative de  $1745\pm 582$  ovules/kg de femelle. Le diamètre ovocytaire moyen juste avant la ponte est de  $2,12\pm 0,39$  mm. Ces caractéristiques de la reproduction de *E. guentheri*, permettent de classer ce poisson parmi les espèces à gros œufs et à faible fécondité.

## Summary

**Reproductive Biology of the African Catfish *Euchilichthys guentheri* (Schilthuis, 1891) (Mochokidae, Siluriformes) of Malebo Pool, Congo River (Democratic Republic of Congo)**

In the Malebo Pool of the Congo River in DRC, *Euchilichthys guentheri* (Schilthuis, 1891) a highly consumed fish during the dry season, undergoes a strong pressure of fishing whereas one does not have knowledge on his reproductive biology. Reproductive parameters of *E. guentheri* were determined to ensure rational and sustainable management of the resource at Malebo Pool. Fish were collected monthly between January and December 2009, and subsequently from February to December 2011. The whole sample consisted of 248 specimens of which 35 immature, 118 females and 95 males were examined. The observed sex-ratio was balanced between males and females (1:0.99;  $\chi^2=12$ ;  $p>0.05$ ). The standard length at first sexual maturity was 54.20 cm for males, and 54.49 cm for females. The spawning period of *E. guentheri* was established by analyzing the temporal evolution in the monthly variations of the gonado-somatic index (GSI). *E. guentheri* in Malebo Pool spawns in the end of the dry season but the main breeding season was August and September. The ripe ovaries contained 1953 to 7256 eggs. The relative fecundity was  $1745\pm 582$  eggs.kg<sup>-1</sup> of females. The mean oocyte diameter was  $2.12\pm 0.39$  mm at spawning. These reproduction characteristics of *E. guentheri* make it possible to classify this fish among the species with big eggs and low fecundity.

1 Université de Kinshasa, Faculté des Sciences, Département de Biologie, Laboratoire de Limnologie, Hydrobiologie et Aquaculture, République Démocratique du Congo.

2 Université Namur (UN); Unité de Recherche en Biologie Environnementale et Evolutive, Namur, Belgique.

3 Université de Liège, Laboratoire de morphologie fonctionnelle et évolutive, Institut de chimie, Liège, Belgique.

\* Auteur correspondant: Email: john\_tembeni@yahoo.fr

## Introduction

Pour une meilleure gestion des ressources halieutiques, la compréhension de la biologie de la reproduction d'une population de poissons est essentielle. Les paramètres tels que l'âge, la taille de première maturité, la fécondité, le diamètre des œufs et la variation des indices gonado-somatique et hépato-somatique permettent de mieux caractériser la reproduction en indiquant la période de reproduction, le stade de maturation sexuelle et la stratégie de ponte (7, 16). Par ailleurs, l'utilisation rationnelle et la protection des ressources halieutiques peuvent, dans bien des cas, être planifiées si les habitats et les stratégies de reproduction sont connus (4).

L'espèce *Euchilichthys guentheri* (Schilthuis, 1891) appartient à la famille des Mochokidae. Le genre est endémique du bassin du Congo, tandis que l'espèce est retrouvée au Pool Malebo (15). Elle fait partie des groupes de poissons débarqués par les pêches artisanales et représente une part importante des captures commerciales surtout pendant la saison sèche. Ce poisson est très apprécié par les populations locales et les pêcheurs artisanaux, ce qui lui confère une valeur économique élevée sur les marchés locaux, occasionnant ainsi une surexploitation au Pool Malebo (17).

Cependant, il n'existe pas de données sur la biologie de la reproduction de *E. guentheri* dans sa zone de distribution, et plus particulièrement au Pool Malebo.

L'objectif de cette étude est de déterminer la biologie de la reproduction de *E. guentheri* dans le Pool Malebo à travers la connaissance du sex-ratio, de la taille de première maturité sexuelle, de la fécondité et de la période de reproduction.

Une telle étude vise à améliorer les connaissances relatives à la biologie des espèces de la famille des Mochokidae particulièrement bien diversifiée dans le pool Malebo. Sur le plan de la recherche appliquée, elle contribue à apporter une base scientifique à l'exploitation et à la gestion rationnelle et durable du stock de *Euchilichthys guentheri* dans le Pool Malebo.

## Matériel et méthodes

Le Pool Malebo (4°5'- 4°18'S et 15°19'- 15°32'E) qui est une portion du fleuve Congo (Figure 1) a été notre milieu d'étude. Il bénéficie d'un climat de type tropical caractérisé par une saison de 4 mois secs comme l'indique le diagramme ombro-thermique (Figure 2).

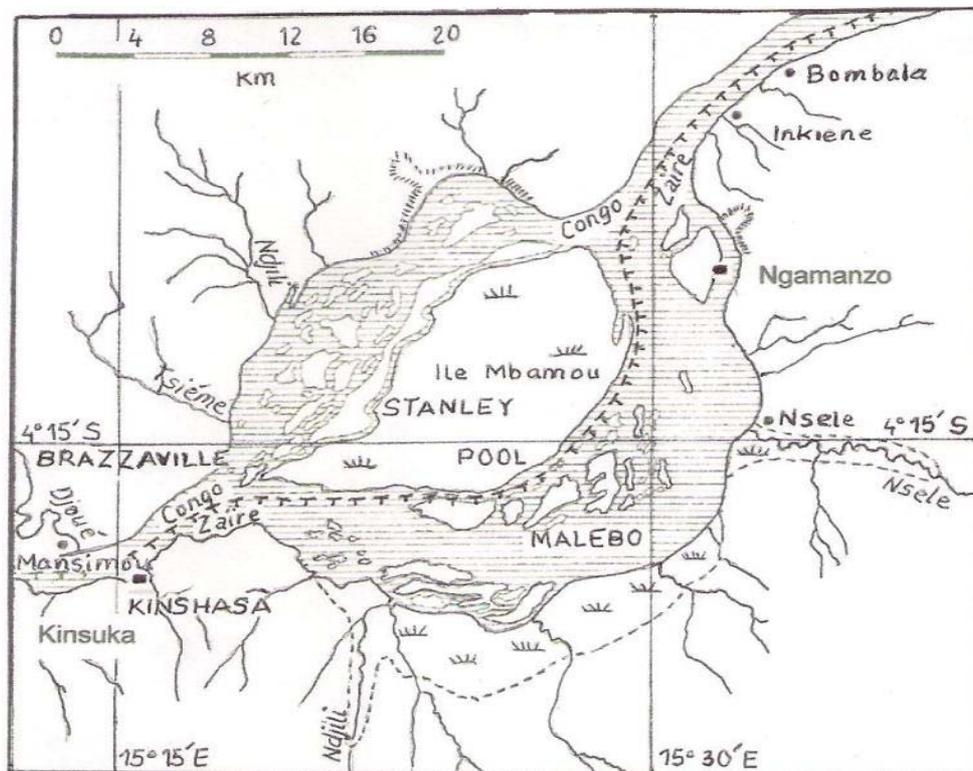
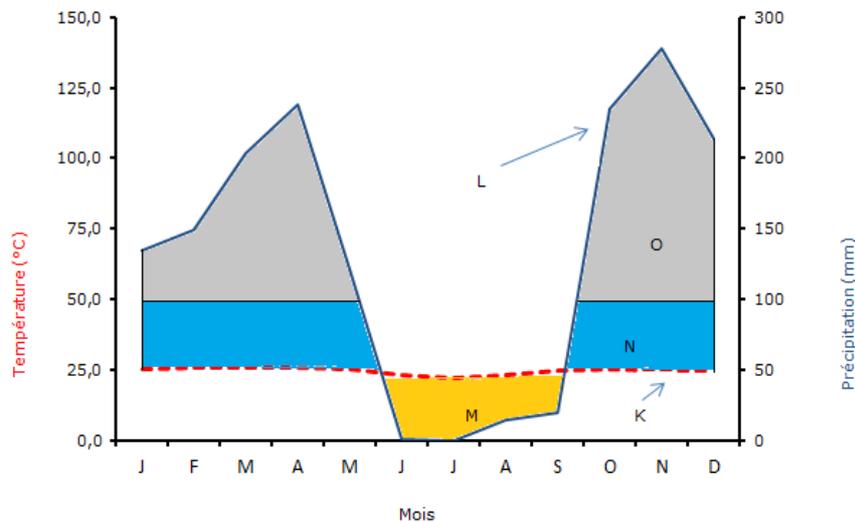


Figure 1: Carte du Pool Malebo sur le fleuve Congo et la localisation des stations d'échantillonnage (■).



**Figure 2:** Courbe ombro-thermique pour le Pool Malebo/Ville Province de Kinshasa (données climatiques couvrant la période allant de 2001 à 2011). Source : METELSAT/Stations météorologiques de Binza et de N'djili.

Légende : (K) Courbe de températures moyennes mensuelles (une division de l'axe = 25°C), (L) Courbe de précipitations moyennes mensuelles (1 division de l'axe = 50 mm et 25°C = 50 mm), (M) Les lignes horizontales correspondent à une saison relativement sèche, (N) Les lignes verticales correspondent à une saison relativement humide, (O) Précipitations moyennes mensuelles supérieures à 100 mm.

Deux stations de pêche ont été sélectionnées pour l'échantillonnage des poissons: Ngamanzo (4°10'39"S et 15°32'12"E) et Kinsuka (4°19'45"S et 15°18'15"E).

L'échantillonnage a été effectué mensuellement de janvier à décembre 2009, et de février à décembre 2011. Les captures ont été obtenues par pêches expérimentales et artisanales tout en utilisant des filets dérivants de 800 à 1.000 m de long; de 2,5 m de chute et de 10 à 50 mm de mailles; des filets maillants dormants de 50 à 100 m de long; de 2,5 m de hauteur et de 8 à 50 mm de mailles ainsi que des épuisettes à mailles de 0,5 à 2 mm.

Deux cents quarante huit spécimens ont été examinés sur le terrain. Pour chaque individu, le sexe, les longueurs totale (LT) et standard (LS) à 0,1 cm près ainsi que les poids totaux (PT) et éviscérés à 0,1 g près ont été mesurés.

Les gonades aux stades II à V considérées comme actives ont été pesées pour les individus mâles ou femelles (11). Le stade de maturité a été déterminé suivant l'échelle conventionnelle de degré de maturité de la mission CAPART (5). Les gonades femelles ont été échantillonnées suivant Lalèye *et al.* (10) en prélevant par femelle deux portions de

gonades (une à l'extrémité et une au milieu). Elles ont été conservées dans du liquide de Gilson pour l'étude de la fécondité et de la structure ovarienne (10).

La fonction de forme sigmoïde adaptée selon Neter *et al.* (12) a permis de déterminer la taille de première maturité sexuelle ( $LT_{50}$ ). Elle a été estimée pour les deux sexes à partir de la longueur totale à laquelle 50% des poissons échantillonnés au Pool Malebo sont matures. Elle s'exprime comme suit (Formule I):

$$P = b_0 - b_0 / \left[ 1 + \left( \frac{L_T}{b_2} \right)^{b_1} \right] \quad (1)$$

Avec  $P$ : proportions des individus matures;  $LT$ : longueur totale (cm);  $b_0$  est la taille attendue pour que tous les poissons soient matures;  $b_1$  est la pente de la fonction;  $b_2$  est la taille moyenne atteinte par 50% des spécimens de poissons étudiés c'est-à-dire la  $LT_{50}$ .

Le modèle logistique de la taille de première maturité sexuelle a été déterminé à l'aide du logiciel Statistica 10.0 (StatSoft, Inc.).

La période de ponte de *E. guentheri* a été déterminée suivant l'évolution mensuelle de l'indice gonado-somatique (IGS) donné par la formule suivante (II):

$$IGS(\%) = \frac{Pg_o(g)}{Pt(g)} \times 100 \quad \text{II}$$

où  $Pg_o$  est le poids des gonades (g) et  $P_t$ , le poids total (g).

La fécondité a été estimée à partir de gonades de 34 femelles de 58,68-66,91 cm LT (poids total 1828-2738 g), toutes au stade IV de maturité sexuelle (ovocytes expulsables à la pression manuelle) (10). Après dissociation du tissu ovarien, les ovocytes contenus dans 1 g de gonade ont été comptés et les diamètres mesurés au moyen d'une loupe binoculaire Wild Heerbrugg 113099 (grossissement 10x). Les fécondités absolue ( $F_a$ ) et relative ( $F_r$ ) sont obtenues selon Kone *et al.* (8). Les relations "fécondité absolue  $F_a$ - longueur corporelle LT" et "fécondité absolue  $F_a$ -poids corporel PT" ont été obtenues par les équations  $F_a = a + bLT$  et  $F_a = a + bPT$ ,  $a$  et  $b$  étant les coefficients des droites ajustées. Le diamètre ovocytaire a été déterminé à partir des mesures faites sur 30 ovocytes présents dans une fraction d'ovaire du stade IV. Le diamètre ovocytaire moyen a été déterminé en faisant la moyenne arithmétique des mensurations effectuées. L'homogénéité des ovocytes a été testée en calculant le coefficient de variation (CV) inspiré de Ouattara *et al.* (13).

Les tests de Chi carré ( $\chi^2$ ) et de Mann Whitney ont été utilisés pour déterminer la signification des résultats au seuil de 5%.

## Résultats

### Sex-ratio

Sur les 248 poissons collectés, 35 étaient immatures, 95 étaient mâles aux stades II à V et 118 femelles aux mêmes stades de maturité sexuelle. Ainsi, pour l'ensemble de la composition des poissons adultes échantillonnés, les femelles et les mâles ont été en nombre équilibré, avec un sex-ratio de 1:0,99. Ce sex-ratio (1:0,99) n'est pas significativement différent du sex-ratio théorique 1:1 ( $\chi^2=12$ ;  $p>0,05$ ). L'examen du sex-ratio en fonction des saisons hydrologiques (Tableau 1) a permis de constater qu'il n'y a pas de différence significative entre la saison sèche et celle des pluies ( $\chi^2=1,7$ ;  $p=0,19$ ).

**Tableau 1**

Nombre de mâles, de femelles et sex-ratio correspondants selon les saisons hydrologiques de *Euchilichthys guentheri* au Pool Malebo.

Saisons	Mâles	Femelles	Sex-ratio
Saison sèche	59	49	01:00,8
Saison des pluies	48	57	01:01,2
Total	107	106	1 : 0,99

### Evolution de l'indice gonado-somatique (IGS)

Les indices gonado-somatiques moyens de *Euchilichthys guentheri* croissent d'octobre à juillet pour les mâles et de novembre à juillet pour les femelles (Figure 3) avec un pic en juillet ( $0,20 \pm 0,00$  chez les mâles et  $0,35 \pm 0,08$  chez les femelles) indiquant la maturation des gonades. Les valeurs de l'IGS sont plus basses d'août à octobre correspondant à la période de frai aussi bien chez les mâles que chez les femelles.

### Taille de première maturité sexuelle

Le critère de maturité sexuelle retenu est le stade 2. La figure 4 illustre les courbes générées par le modèle pour les mâles et les femelles. Pour l'ensemble des poissons de l'espèce collectés, la longueur à laquelle 50% des mâles ont atteint la maturité sexuelle a été de 54,20 cm LT, tandis que 50 % des femelles ont atteint la maturité sexuelle à 54,49 cm LT. Les tailles à la maturité ne sont pas significativement différentes ( $\chi^2=0,16$ ;  $p>0,05$ ) entre les mâles et les femelles et les proportions de poissons matures sont données par les équations suivantes :

Pour les mâles ( $R=0,985$  ; Variance = 97,1; écart-type=0,98;  $t=55,07$ ;  $p<0,05$ )

$$P = (1,00) - (1,00) / [1 + [(LT/54,20)]^{**}(21,73)]$$

Pour les femelles ( $R=0,988$  ; Variance= 97,6; écart-type = 1,72;  $t=31,72$  ;  $p<0,05$ ) :

$$P = (1,09) - (1,09) / [1 + [(LT/54,49)]^{**}(10,03)]$$

### Fécondités absolue et relative

La fécondité absolue de *E. guentheri* varie entre 1953 et 7256 ovules (moyenne:  $4165 \pm 1,258$  ovules) chez des poissons de tailles respectives de 58,68 cm (Poids= 1828 g) et de 66,5 cm (Poids= 2731 g), avec une fécondité relative moyenne de  $1745 \pm 582$  ovules/kg. Les variations des fécondités de *E. guentheri* entre les stations de pêche ont été évaluées à partir du test de Mann Whitney (Tableau 2).

Les valeurs moyennes de la fécondité absolue ont été de  $3874 \pm 1198$  (médiane: 3809) ovules à Kinsuka et  $4428 \pm 1271$  (médiane : 4274) ovules à Ngamanzo. Les fécondités relatives moyennes calculées par station de pêche ont été de  $1776 \pm 622$  et  $1717 \pm 554$  ovules/kg, respectivement à Kinsuka et à Ngamanzo, avec des valeurs extrêmes qui varient entre 767 et 3404 ovules/kg. Ces différentes valeurs de la fécondité (absolue et relative) ne diffèrent pas significativement entre les deux stations de pêche (Mann Witney,  $p > 0,05$ ). La

fécondité absolue augmente de façon curviligne avec la longueur totale et le poids corporel. Les équations de régression et les coefficients de corrélation ( $Fa = 44,82.LT^{1,126}$ ;  $r = 0,82$  et  $Fa = 3,268.PT^{0,930}$ ;  $r = 0,82$ ) obtenus montrent que les relations sont statistiquement significatives.

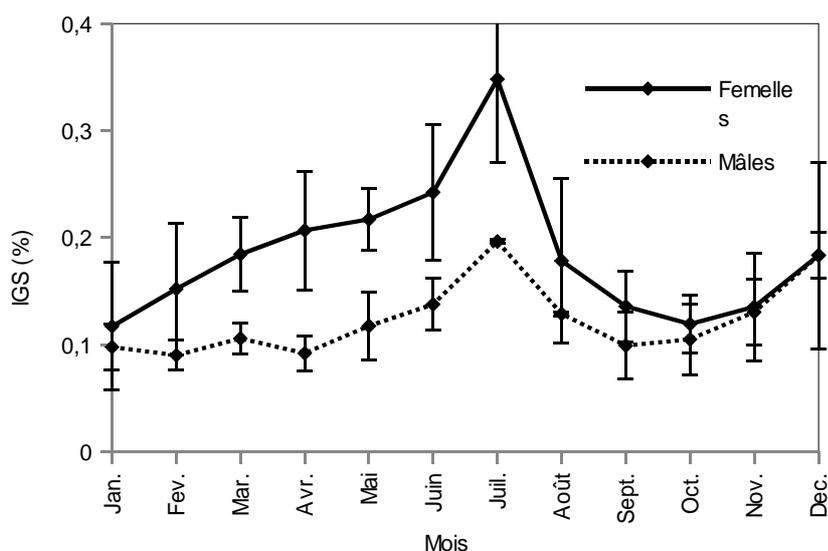
Le diamètre ovocytaire est compris entre 1,24 mm et 2,98 mm (moyenne  $2,12 \pm 0,39$  mm) avec une valeur médiane de 2,22 mm à la ponte pour tous les poissons échantillonnés. Par rapport aux stations de pêche, les diamètres ovocytaires moyens ont été de  $2,14 \pm 0,40$  mm (valeur médiane de 1,98 mm) à Kinsuka et  $2,10 \pm 0,39$  mm (valeur médiane de 2,24 mm) et à Ngamanzo (Tableau 2). Ces valeurs ne sont pas significativement différentes (test de Mann Witney,  $p = 0,89$ ). La structure ovarienne a été homogène dans l'ensemble des gonades avec un coefficient de variation calculé de 19%. Cette structure est du type unimodal indiquant l'existence d'une seule population ovocytaire et d'une seule ponte annuelle.

**Tableau 2**

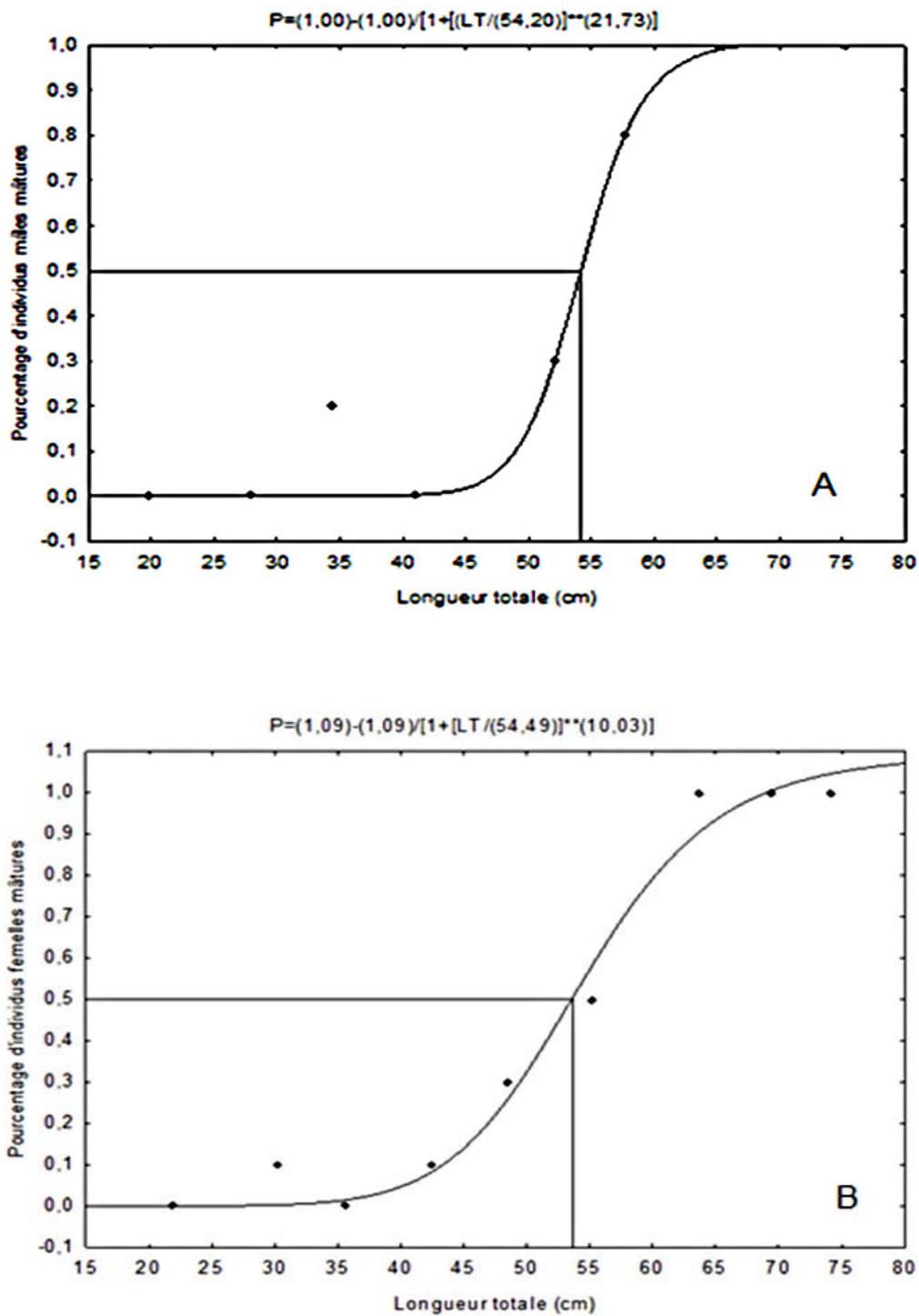
Valeurs médianes et valeurs extrêmes de la fécondité (absolue et relative) ainsi que les diamètres ovocytaires des femelles de *Euchilichthys guentheri* pêchées dans deux stations de pêche au Pool Malebo.

Stations (n)	Fécondité absolue		Fécondité relative		Diamètre des ovocytes	
	Médiane	Min – max	Médiane	Min – max	Médiane	Min – max
Kinsuka (27)	3809	1953 – 6308	1718	767- 3404	1,98	1,67-2,92
Ngamanzo (30)	4274	2376 – 7256	1579	958 – 3196	2,98	1,24-2,98

n = nombre d'ovaires examinés.



**Figure 3:** Variation mensuelle de l'indice gonado-somatique (I.G.S = poids des gonades en % du poids corporel total) chez *Euchilichthys guentheri* mâles et femelles.



**Figure 4:** Relation entre le pourcentage de maturité sexuelle (stade II à V) et la longueur corporelle (LT) chez *Euchilichthys guentheri* mâles (A) et femelles (B).

## Discussion

L'ensemble des captures d'*E. guentheri* dans le Pool Malebo montre un sex-ratio qui est équilibré entre mâles et femelles (1:0,99). La variation saisonnière ne révèle pas du tout la prédominance de l'un des sexes pendant les deux saisons considérées. Les travaux antérieurs sur la reproduction des poissons téléostéens ont montré que la prédominance d'un des sexes à l'approche des frayères est un phénomène relativement fréquent chez de nombreuses espèces (1).

La première maturité sexuelle observée est atteinte à la taille de 54,20 cm pour les mâles et de 54,49 cm pour les femelles de *Euchilichthys guentheri*. L'analyse de cette première maturité sexuelle indique que les poissons de ces deux sexes deviennent matures presque à la même taille, avec une légère différence relative en faveur des femelles.

La taille de la première maturité sexuelle dépend de la croissance des individus (8). Dans de nombreux cas, les différences de taille sont associées aux différences sexuelles liées à la relative répartition de l'énergie pour la production des gamètes (18). Comme chez *E. guentheri*, la taille de première maturité est quasi identique pour les mâles comme pour les femelles (LT50~55 cm). Par ailleurs, cette taille de première maturité de 55 cm indique que les captures de cette espèce devraient se limiter à des poissons de plus de 55 cm pour permettre aux poissons de se reproduire au moins une fois avant d'être éliminés du milieu. Cela implique que les mailles des filets utilisés régulièrement devraient toutes être supérieures à 50 mm, ce qui est loin d'être le cas au Pool Malebo.

L'analyse de l'évolution saisonnière de l'IGS suggère que *E. guentheri* se reproduit en majorité pendant le début des crues (septembre-octobre). Le développement maximum des gonades des poissons est atteint en juillet. La chute du poids des gonades constatés aux mois d'août et de septembre chez cette espèce correspond au maximum de reproduction.

Chez *E. guentheri*, les variations mensuelles de l'IGS montrent que le développement des gonades est amorcé dès le mois de novembre (Figure 3) et il augmente progressivement de mars à mi-juillet, avec l'installation de la saison sèche. Ces observations sont semblables à celles qui ont été faites pour beaucoup de poissons tropicaux dont le début du développement des gonades intervient dès l'apparition des premières crues (4). De plus, plusieurs auteurs (6, 19) rapportent que l'activité de

reproduction des poissons-chats est liée aux quantités de pluies tombées. Ces observations confirment celles que nous avons faites sur *E. guentheri* au Pool Malebo. Dès le mois d'août, l'IGS diminue significativement pour atteindre son niveau le plus bas au mois d'octobre (Figure 3). Cela signifie que la ponte des ovules commence en août et se poursuit jusqu'au mois d'octobre, les maxima de la ponte se situant en octobre. Ces observations sont soutenues par la présence et l'abondance relative des alevins (avec la taille moyenne de 4,23 cm; poids moyen de 3,22 g) échantillonnés au début des crues des mois de septembre et d'octobre. Ces observations sont également conformes à celles de Paugy (14) qui trouve que pour plusieurs espèces tropicales la ponte intervient au début de la crue et jusqu'à son maximum, mais plus rarement durant la phase de stabilisation de la crue. Nos résultats montrent une grande similarité avec ceux qui sont obtenus chez la plupart des poissons tropicaux (14). Pour plusieurs espèces de poissons chats, la saison de reproduction coïncide avec le début de la période des grandes eaux: *Chrysichthys nigrodigitatus* et *C. auratus* d'août-septembre à octobre dans le lac Nokoué et la lagune de Porto-Novo au Bénin (10).

La fécondité absolue moyenne trouvée chez *E. guentheri* est de  $4.165 \pm 1.258$  ovules avec une valeur médiane de 3.930 ovules. Par comparaison aux espèces des Mochokidae, cette fécondité se situe dans l'intervalle de variation donnée par Lalèye *et al.* (9) pour *Synodontis schall* et *S. nigrita*, estimées respectivement à 1841-15076 et 2647-9212 ovules dans le fleuve Ouémé au Bénin. Cette faible fécondité trouvée chez *E. guentheri* pourrait invoquer une stratégie de reproduction de type K adoptée par cette espèce au Pool Malebo.

De même, la fécondité relative moyenne de  $1745 \pm 582$  ovules/kg révèle une fécondité relativement faible chez *E. guentheri* par comparaison à d'autres poissons-chats: 168 000 ovules/kg chez *C. gariepinus* (3) et 18 000 et 11 000 ovules/kg respectivement chez *Chrysichthys auratus* et *C. nigrodigitatus* (10). Cette faible fécondité pourrait expliquer la possibilité d'une garde parentale comme pratiquée par certains silures à faible fécondité (*C. nigrodigitatus*).

La longueur et le poids corporels influencent les caractéristiques de la fécondité. Les relations entre la fécondité et la longueur totale, et entre la fécondité et le poids du corps sont de type puissance (exponentiel). Dans cette étude, la fécondité de *E. guentheri* augmente presque proportionnellement avec la longueur du corps et elle est tout à fait proportionnelle avec le poids.

Ainsi, il se dégage que le poids est le plus souvent le paramètre morphologique stable qui explique la variation de la fécondité de *E. guentheri*.

Le diamètre moyen ovocytaire obtenu dans le cadre de cette étude est grand ( $2,12 \pm 0,39$  mm). Des variations de diamètres ovocytaires (de l'ordre de 1,24 à 2,98 mm) sont similairement notées pour les autres poissons des zones tropicales (2). Le coefficient de variation appliqué aux diamètres ovocytaires de 19% montre une homogénéité qui pourrait traduire une ponte unique de *E. guentheri* au Pool Malebo. Cette observation se confirme par l'analyse de la structure ovarienne qui montre que *E. guentheri* est un pondéur unique. De plus, le diamètre ovocytaire relativement grand ( $2,12 \pm 0,39$  mm) peut être associé à une seule ponte de *E. guentheri* dans les eaux du Pool Malebo.

## Conclusion

Les différents paramètres (taille à la maturité sexuelle, évolution de l'IGS, fécondité et diamètre des œufs) de *E. guentheri* mis en évidence indique que l'espèce se reproduit au début de la grande saison des pluies et qu'elle appartient à la catégorie des espèces à gros œufs et à faible fécondité. Ce poisson pourrait adopter une stratégie de reproduction de type K, ce qui plaiderait également en faveur d'une ponte unique au Pool Malebo. Toutefois, cette hypothèse reste à confirmer en intégrant les autres paramètres liés à la reproduction et sur base d'échantillons de poissons suffisamment grands.

## Remerciements

Cette étude a été réalisée dans le cadre du programme P3 (KIN06, Université de Kinshasa) «Gestion des ressources naturelles», financé par le CIUF Belgique. Les auteurs sont reconnaissants à tous les chercheurs du Laboratoire de limnologie, hydrobiologie et aquaculture (LLHA) de la Faculté des Sciences de l'Université de Kinshasa pour leur assistance à la collecte des données ainsi qu'aux pêcheurs du Pool Malebo pour leur coopération efficace. Ils tiennent également à remercier les lecteurs anonymes qui ont participé à la lecture et à l'amélioration de la qualité de l'article.

## Références bibliographiques

- Atse B.C., Konan K.J. & Kouassi N.J., 2009, Biologie de la reproduction du Cichlidae *Tylochromis jentinki* dans la lagune Ebrié (Côte d'Ivoire), *Cybium*, **33**(1), 11-19.
- Awachie J.B.E. & Ezenwaji H.M.G., 1981, *The importance of Clarias spp in the fisheries development of the Anambra river basin, Nigeria. CIFA Tech. Pap.*, **8**, 212-224.
- Bruton M.N., 1979, The breeding biology and early development of *Clarias gariepinus* (Pisces: Clariidae) in Lake Sibaya, South Africa, with a review of breeding in species of the subgenus *Clarias* (*Clarias*). *Trans. Zool. Soc. Lond.*, **35**, 1-45.
- Dadebo E., Ahlgren G. & Ahlgren I., 2003, Aspects of reproductive biology of Labeohorie Heckel (Pisces: Cyprinidae) in Lake Chamo, Ethiopia, *Afr. J. Ecol.*, **41**, 31-38.
- Gwahaba J.J., 1978, The biology of cichlid fishes (Teleostei) in an equatorial lake (Lake George, Uganda), *Arch. Hydrobiol.*, **83**(4), 538-551.
- Halim A.I.A. & Guma'a S.A., 1989, Some aspects of the reproductive biology of *Synodontis schall* (Bloch - Schneider, 1801) from the White Nile near Khartoum. *Hydrobiologia*, **178**, 243-251.
- Heins D. C., Baker J.A., & Guill J. M., 2004, Seasonal and interannual components of intra population variation in clutch size and egg size of a darter, *Ecol. Freshw. Fish.*, **13**, 258-265.
- Kone N., Berte S., Kraidy A. L. B., Kouamelan E. P. & Kone T., 2011, Reproductive biology of the Clupeidae *Pellonula leonensis* Boulenger, 1916 in man-made Lake Kossou (Côte d'Ivoire), *J. Appl. Biosci.*, **41**, 2797-2807.
- Lalèyè P., Chikou A., Gnohossou P., Vandewalle P., Philippart J.-C. & Teugels G.G., 2006, Studies on the biology of two species of catfish *Synodontis schall* and *Synodontis nigrita* (Ostariophysi: Mochokidae) from the Ouémé River, Bénin, *Belgian J. Zool.*, **136**, 2, 193-201.
- Lalèyè P., Philippart J.C. & Poncin P., 1995, Biologie de la reproduction de deux espèces de *Chrysichthys* (Siluriformes, Bagridae) du lac Nokoué et de la lagune de Porto Novo au Bénin, *J. Afr. Zool.*, **109**(3), 213-224.
- Moreau J. 1979, *Biologie et évolution des peuplements de Cichlides (pisces) introduits dans les lacs malgaches d'altitude*. Thèse de doctorat en sciences naturelles, Institut National Polytechnique de Toulouse: 301 p.
- Neter J., Wasserman W. & Kutner M.H., 1985, *Applied linear Statistical Models. Regression, Analysis of Variance, and Experimental Designs*. Third Edition. Richard D. Irwin, Inc. Homewd, Boston.
- Ouattara M., Doumbia L., Yao K. & Gourène G., 2008, Reproduction du poisson-chat africain *Schilbe mandibularis* (Gunther, 1867) (Siluroidei: Schilbeidae) en milieu lacustre et fluvial (Côte d'Ivoire), *Live Stock Res. Rural Dev.*, **20**, 1,

- Article 12. Retrieved June 23, 2012, from <http://www.lrrd.org/lrrd20/1/ouat20012.htm>
14. Paugy D. & Lévêque C., 1999, *La reproduction*. In: Les Poissons des Eaux continentales africaines: Diversité, Ecologie, Utilisation par l'Homme, Lévêque C. & Paugy D. (eds), pp. 129-151. Paris: Editions IRD.
  15. Poll M. 1939, Les poissons du Stanley-Pool, Ann. Mus. Roy. Congo Belge, *Sér. Quarto Zool.*, **4**(1), 1-60.
  16. Soumaïla S., Atse B.C. & Kouassi N'G. J., 2009, Stratégie de Reproduction du Carangidae Trachinotus teraia Cuvier, 1832 dans la lagune Ebrié (Côte d'Ivoire), *Sci. Nat.*, **6**(1), 83-94.
  17. Stiassny M.L.J., Brummett R.E., Harrison I.J., Monsembula R. & Mamonekene V. 2011, *The status and distribution of freshwater fishes in central Africa*. Pp. 27-44. In: Brooks, E.G.E., Allen, D.J. and Darwall, W.R.T. (Compilers) (Eds). *The Status and Distribution of Freshwater Biodiversity in Central Africa*. Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN.
  18. Weatherley A.H & Gill H.S., 1987, *The biology of fish growth*, London: Academic Press. 420 p.
  19. Yalçın Solak K. & Akyurt I., 2001, Certain reproductive characteristics of the catfish (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822) living in the River Asi, Turkey, *Turk J. Zool.*, **25**, 453-460.

J.M.Tembeni, Congolais (R.D.), Doctorant et Chef de Travaux, Université de Kinshasa, Faculté des Sciences, Département de Biologie, au Laboratoire de Limnologie, Hydrobiologie et Aquaculture, Kinshasa, République Démocratique du Congo.

B.N.S. Mbomba, Congolais (R.D.), PhD, Professeur Associé, Enseignant-Chercheur, Université de Kinshasa, Faculté des Sciences, Département de Biologie, Laboratoire de Limnologie, Hydrobiologie et Aquaculture, Kinshasa, République Démocratique du Congo.

J.-C. Micha, Belge, PhD, Professeur Emérite de l'UN et de l'UCL, Enseignant-Chercheur à URBE, Université Namur, Namur, Belgique.

P. Vandewalle, Belge, PhD, Professeur Ordinaire honoraire et invité à l'Université de Liège, Enseignant-Chercheur, Laboratoire de morphologie fonctionnelle et évolutive, Institut de chimie, Liège, Belgique.

V.Z. Mbadu, Congolaise (R.D.), PhD, Professeur Associé à l'ISTM-Kinshasa, Enseignant-Chercheur, Université de Kinshasa, Faculté des Sciences, Département de Biologie, Laboratoire de Limnologie, Hydrobiologie et Aquaculture, Kinshasa, République Démocratique du Congo.

# Effet de différents niveaux de supplémentation de feuilles de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A.Gray sur l'ingestion et la digestibilité *in vivo* de *Pennisetum purpureum* K. Schum. chez le cobaye (*Cavia porcellus* L)

M.N.B. Noubissi<sup>1</sup>, F. Tendonkeng<sup>1</sup>, T.G. Zougou<sup>2</sup> & E. Tedonkeng Pamo<sup>1\*</sup>

Keywords: Guinea pig- Supplémentation- *Tithonia diversifolia*- *Pennisetum purpureum*- Feed intake- *in vivo* digestibilité- Cameroon

## Résumé

L'effet de quatre niveaux de supplémentation avec les feuilles de *Tithonia diversifolia* sur l'ingestion et la digestibilité *in vivo* de *Pennisetum purpureum* chez le cobaye a été évalué pendant 17 jours à l'Université de Dschang dans l'Ouest-Cameroun. 40 cobayes (20 mâles et 20 femelles) âgés entre 4 et 6 mois et pesant en moyenne 543,95±74,63 g ont été répartis au hasard en 4 lots de 5 mâles et 5 femelles chacun. Le premier lot représentant le témoin (T0), a reçu uniquement du *P. purpureum* (T0), alors que les animaux des lots supplémentés ont reçu en plus 20% (T20), 25% (T25) et 30% (T30) de feuilles fraîches de *T. diversifolia*. La pesée des aliments servis et des refus se faisait avant toute nouvelle distribution, pour la détermination de l'ingestion. Les échantillons de *P. purpureum*, de *T. diversifolia* distribués aux animaux et leurs fèces ont été analysés pour la détermination de l'efficacité d'utilisation digestive des nutriments. Les animaux ont été pesés au début et à la fin de chaque période de l'essai pour la détermination de leur croissance journalière. Les résultats de cette étude ont montré que l'ingestion moyenne quotidienne de la MS pour les quatre traitements T0, T20, T25 et T30 était de 50,20±5,92; 55,70±6,11; 57,69±4,83; 58,12±7,16 g /j pour les mâles, et de 35,66±6,23; 42,04±6,30; 43,52±4,74; 41,44±6,54 g/j pour les femelles. Les rations T20, T25 et T30 étaient significativement ( $P<0,05$ ) mieux ingérées que la ration T0. Les GMQ étaient statistiquement comparables ( $P>0,05$ ) entre les quatre traitements. Les CUDa de la MS, de la MO et de la PB des rations supplémentées étaient statistiquement plus élevés ( $P<0,05$ ) que ceux de la ration témoin. Les mâles étaient des meilleurs transformateurs alimentaires que les

femelles. Compte tenu de ces résultats, l'association de *T. diversifolia* avec *P. purpureum* peut être vulgarisée chez le cobaye. Toutefois, le niveau d'incorporation des feuilles de *T. diversifolia* ne devrait pas dépasser 25% de sa ration journalière.

## Summary

**Effect of Different Levels of Supplementation with *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A.Gray on Feed Intake and *in vivo* Digestibility of *Pennisetum purpureum* K. Schum. in Guinea Pigs (*Cavia porcellus* L)**

The effect of the supplementation with *Tithonia diversifolia* on feed intake and *in vivo* digestibility in guinea pigs (*Cavia porcellus* L.) was studied during 17 days at the teaching and research farm of the University of Dschang in West-Cameroon. Forty guinea pigs (20 males and 20 females) aged between 4 and 6 months with an average weight of 543.95±74.63 g were randomly allotted to four groups of 5 males and 5 females. The first group represented the control group (T0) received only *Pennisetum purpureum*. The second (T20), third (T25), and fourth (T30) groups received respectively 20, 25 and 30% of *T. diversifolia* as supplements, per animal and per day. The experimental feed and the refusals were weighed each day for feed intake evaluation. The samples of *P. purpureum* and *T. diversifolia* fed to animals and the feces of each animal were analyzed to evaluate the apparent digestibility of the nutrients. The animals were weighed at the beginning and at the end of the trial, for the body weight gain evaluation. The results of this study showed that mean daily feed intake (DM) for the treatments T0, T20, T25 and T30 were 50.20±5.92; 55.70±6.11;

<sup>1</sup> Université de Dschang, FASA, Département des Productions Animales, Laboratoire de Nutrition Animale, Dschang, Cameroun.

<sup>2</sup> Université des Sciences et Techniques de Masuku, Institut National Supérieur d'Agronomie et de Biotechnologies (INSAB), Franceville, Gabon.

\* Auteur correspondant: Email : pamo\_te@yahoo.fr

57.69±4.83; 58.12±7.16 g /d for males and 35.66±6.23; 42.04±6.30; 43.52±4.74 and 41.44±6.54 g/d for females respectively. The intake of supplemented diets were significantly ( $P<0,05$ ) higher than that of the control group. The mean daily weight gain were not significantly different ( $P>0,05$ ) between the four diets. The apparent digestibility coefficients of DM, OM and CP of

supplemented diets were significantly higher ( $P<0,05$ ) than those of the control. Males were better feed users than the females. Given these results, the association of *T. diversifolia* with *P. purpureum* could be popularized in guinea pig. Nevertheless, the inclusion level of *T. diversifolia* should not exceed 25% of the whole daily diet.

## Introduction

La sécurité alimentaire en général et protéique en particulier est un véritable déficit dans la plupart des régions africaines (15). En effet, la croissance démographique crée un déséquilibre entre la demande et l'offre en protéines d'origine animale, entraînant la malnutrition surtout dans les familles à faibles revenus. Pour lutter contre ce fléau, le cobaye se présente comme l'une des meilleures opportunités à saisir pour aider les ménages pauvres à sortir de la situation d'insécurité alimentaire sévère et de la pauvreté dont ils font l'objet (10, 12). En effet, le cobaye peut résoudre plusieurs problèmes d'ordre alimentaire et socio-économique dans des familles à faibles revenus. Cependant, au Cameroun comme partout en Afrique tropicale, la production cavicole se heurte à plusieurs contraintes au rang desquelles la gestion de l'alimentation. Au Cameroun, dans la plupart des élevages cavicoles, les animaux sont nourris au *P. purpureum* qui constitue une part importante de la ration chez le cobaye. Malheureusement, son faible taux d'azote ne permet pas à ce monogastrique herbivore de satisfaire les besoins de sa flore caecale. Et compte tenu du coût élevé des concentrés couramment utilisés comme supplément protéique (9, 10, 17), qui en plus d'élever le coût de production, ne permettent pas toujours d'obtenir une bonne productivité (8), la recherche d'autres sources de compléments à moindre coût, largement disponibles notamment des compléments verts (10) est plus que nécessaire, pour optimiser l'utilisation de cette graminée et maintenir les animaux dans des performances acceptables (17). De nombreuses légumineuses peuvent être utilisées. Mais, l'un des problèmes majeurs de ces plantes est leur grande concentration en facteurs antinutritionnels (tannins, mimosine) que seuls les polygastriques sont capables de neutraliser. Elles ne sont donc pas généralement adaptées aux rongeurs (5, 21).

*Tithonia diversifolia*, encore appelée «tournesol du Mexique» ou «fleur jalousie» au Cameroun (22) est une herbacée de la famille des Asteraceae.

Originaire du Mexique, elle a été introduite un peu partout dans le monde. Au Cameroun et dans la plupart des régions africaines, elle est considérée comme mauvaise herbe pouvant représenter jusqu'à 45% de la végétation des milieux cultivés (16, 22). *Tithonia diversifolia* a fait l'objet de plusieurs travaux de recherche. Elle est utilisée comme fertilisant des sols (7) et possède plusieurs vertus thérapeutiques (19). Avec une teneur en protéine brute, pouvant atteindre 28% MS (6), *T. diversifolia* est également utilisée en alimentation des ruminants (17, 24, 25), de la volaille (4, 23), des porcs (16). Malheureusement, très peu d'investigations concernant cette plante ont été initiées ou publiées sur la rationalisation de son utilisation en alimentation des cobayes. C'est dans cette perspective que cette étude a été entreprise pour évaluer l'effet de quatre niveaux de supplémentation avec *T. diversifolia* sur l'ingestion et la digestibilité *in vivo* de *P. purpureum*.

## Matériel et méthodes

### Site expérimental

L'étude a été conduite entre octobre 2011 et juin 2012 à la Ferme d'Application et de Recherche de l'Université de Dschang, située dans les Hautes Terres de l'Ouest-Cameroun à une altitude de 1410 m, à une longitude Est de 10°26' et à une latitude Nord de 5°26'. Cette région reçoit entre 1500 et 2000 mm d'eau par an, avec des températures allant de 10 à 25°C. Le climat est équatorial de type camerounien d'altitude avec une courte saison sèche allant de mi-novembre à mi-mars et une longue saison pluvieuse de mi-mars à mi-novembre.

### Matériel animal et logement

Quarante cobayes dont 20 mâles et 20 femelles de l'espèce *Cavia porcellus*, nés à la Ferme d'Application et de Recherche (FAR) de l'Université de Dschang ont été utilisés dans cette étude. Ils étaient âgés de 5 mois avec un poids moyen de 543,95±74,63 g. Les animaux étaient logés dans des cages métaboliques individuelles grillagées

mesurant chacune 80 cm x 50 cm x 30 cm et tapissées de toiles moustiquaires.

### Rations alimentaires

Les aliments expérimentaux étaient *P. purpureum* et *T. diversifolia* récoltés dans le périmètre de la FAR et distribués à l'état frais aux animaux. Après chaque récolte un échantillon de 100 g de chaque aliment était prélevé et séché à 60°C jusqu'à poids constant dans une étuve ventilée de marque Gallemkamp. Ensuite, il était broyé en une poudre aux mailles de 1 mm à l'aide d'un broyeur tri-marteau de fabrication artisanale et conservé dans un sachet en plastique en vue des différentes analyses bromatologiques. La composition chimique des aliments expérimentaux est présentée dans le tableau 1.

Quatre rations ont été formulées (Tableau 2). La ration témoin T0 ne contenait que du *P. purpureum* frais et les rations T20, T25 et T30 contenaient en plus du *P. purpureum*, 20%, 25% et 30% de feuilles fraîches de *T. diversifolia*. Pour parer à une déficience éventuelle, de la vitamine C (1 comprimé de 180 mg dans 1 litre d'eau) achetée dans une pharmacie était distribuée à tous les animaux tous les jours dans de l'eau de boisson servie à volonté.

Les rations étaient constituées ainsi qu'il suit :

Ration T0: 100% *P. purpureum* (lot T0) ;

Ration T20: 80% *P. purpureum* + 20% *T. diversifolia* (lot T20) ;

Ration T25: 75% *P. purpureum* + 25% *T. diversifolia* (lot T25) ;

Ration T30: 70% *P. purpureum* + 30% *T. diversifolia* (lot T30).

### Dispositif expérimental et collecte des données

Les animaux ont été répartis de façon aléatoire dans des cages métaboliques individuelles. Chacune des rations a été attribuée au hasard à 5 mâles et 5 femelles dans un dispositif factoriel, pendant 17 jours (10 jours d'adaptation et 7 jours de collecte des données). Chaque ration était servie une fois en 24 heures et chaque aliment et ses refus ainsi que les fèces de chaque animal étaient pesés quotidiennement pour l'évaluation de l'ingestion alimentaire. En début de l'essai et à la fin de chaque période, les animaux ont été pesés à jeun pour la détermination de la croissance journalière.

**Tableau 1**  
Composition chimique des aliments expérimentaux.

Aliments expérimentaux	Composition chimique				
	Matière sèche (%)	Matière organique (%MS)	Protéines brutes (%MS)	Cellulose brute (%MS)	Cendres (%MS)
<i>T. diversifolia</i>	91,12	77,95	21	17,96	13,18
<i>P. purpureum</i>	91,96	82,03	8,88	31,52	9,93

MS : matière sèche

**Tableau 2**  
Composition chimique des différentes rations en fonction des différents niveaux de *T. Diversifolia*.

Aliments (%)	Rations alimentaires			
	T0	T20	T25	T30
<i>P. purpureum</i>	100	80	75	70
<i>T. diversifolia</i>	0	20	25	30
Composition chimique				
Matière sèche (%)	91,96	91,79	91,75	91,71
Matière organique (%MS)	82,03	81,21	81,01	80,81
Protéine brute (%MS)	8,88	11,3	11,91	12,52
Cellulose brute (%MS)	31,52	28,81	28,13	27,45
Cendres (%MS)	9,93	10,58	10,74	10,91

MS : matière sèche

Au cours de l'essai, des échantillons de 100 g d'aliments expérimentaux et de fèces de chaque animal ont été prélevés quotidiennement et séchés à 60°C jusqu'à poids constant dans une étuve ventilée puis broyés pour la détermination de l'efficacité d'utilisation digestive de nutriments. Les pesées s'effectuaient à l'aide d'une balance ménagère digitale de capacité 3 kg et de précision 1 g. A la fin de l'étude, les valeurs moyennes par traitement de l'ingestion alimentaire, du gain moyen quotidien et des coefficients d'utilisation digestif apparents des nutriments ont été déterminées.

### Analyse de la composition chimique

La teneur en matière sèche (MS) a été déterminée en séchant 0,5 g d'échantillon à l'étuve pendant une nuit à 100°C, les cendres par incinération à 500°C pendant 6 heures et la matière organique de la matière sèche et des cendres (AOAC, 1990). La cellulose brute (CB) a été déterminée selon la méthode de Sheerer et les protéines brutes (PB), calculées en multipliant par 6,25 la teneur en azote total obtenue par la méthode de Kjeldahl (1). Les coefficients d'utilisation digestive apparents (CUDa) ont été déterminés à partir de la formule suivante:

$$CUDa = \{(Ingéré - Excrété)/Ingéré\} \times 100$$

### Analyses statistiques

Les données ont été soumises à l'analyse de la variance à 2 facteurs (ration alimentaire et sexe) à l'aide du logiciel SPSS 12.0. Lorsque les différences significatives existaient entre les traitements, la séparation des moyennes était faite par le test de Duncan au seuil de signification 5%.

### Résultats

#### Effet du niveau d'inclusion de *T. diversifolia* dans la ration, sur l'ingestion et l'utilisation digestive des nutriments chez le cobaye

L'inclusion des feuilles de *T. diversifolia* a fortement influencé l'ingestion alimentaire chez les cobayes (Tableau 3). En effet, les valeurs moyennes de l'ingestion journalière totale de la MS, de la MO et de la PB en gMS/j/animal ont été significativement ( $p < 0,05$ ) plus élevées chez les animaux supplémentés au *T. diversifolia* que chez les non supplémentés. A l'intérieur des lots supplémentés, les plus grandes valeurs de la MS et de la MO ont été obtenues des animaux du lot T25 même si aucune différence significative n'a été observée ( $p > 0,05$ ). Quant à la PB, les valeurs moyennes de l'ingestion des animaux des lots T25 ( $5,87 \pm 0,97$ ) et T30 ( $6,00 \pm 1,19$ ) étaient les plus élevées mais ne différaient pas statistiquement entre elles ( $p >$

$0,05$ ). L'ingestion de la CB a été comparable entre les quatre traitements expérimentaux.

L'ingestion de *P. purpureum* était significativement plus élevée ( $p < 0,05$ ) chez les animaux non supplémentés (T0) que chez les supplémentés (Tableau 3). Par ailleurs, entre les lots supplémentés, aucune différence significative n'a été observée ( $p > 0,05$ ).

Il ressort également du tableau 3 que la ration T0 a été la moins digérée puisque les CUDa des nutriments observés étaient significativement inférieurs à ceux des lots supplémentés ( $p < 0,05$ ). A l'intérieur des lots supplémentés, les animaux des lots T30 et T20 ont mieux digéré la MS et la MO respectivement. Néanmoins, aucune différence significative n'a été observée ( $p > 0,05$ ). Le CUDa de la PB a été statistiquement plus élevé chez les cobayes supplémentés à 30% de *T. diversifolia* alors que pour la CB, ce sont ceux supplémentés à 20% qui ont présenté la meilleure valeur, la ration T30 présentant la valeur statistiquement ( $p < 0,05$ ) plus faible.

#### Ingestions comparées des nutriments chez le mâle et la femelle en fonction des rations alimentaires

L'ingestion totale de la MS, de la MO de la CB a été significativement plus élevée ( $p < 0,05$ ) chez le mâle quelque soit la ration (Figure 1). Pour ce qui est de la PB, aucune différence significative ( $p > 0,05$ ) n'a été observée entre les deux sexes.

#### Utilisations digestives comparées des nutriments chez le mâle et la femelle en fonction des rations alimentaires

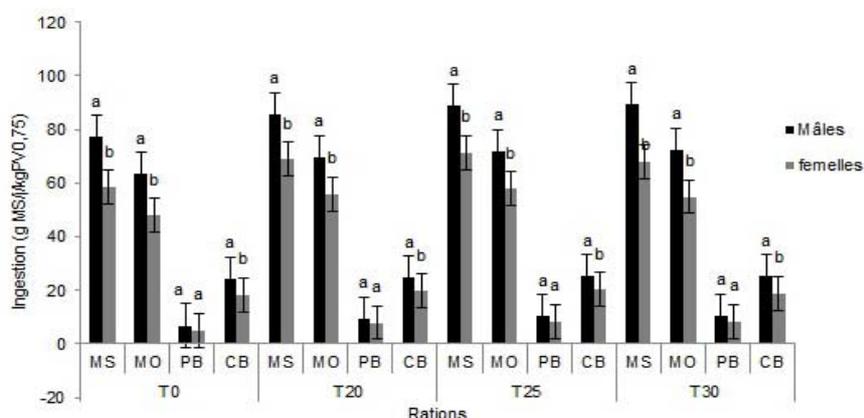
Les coefficients d'utilisation digestive apparents de la MS ont évolué en dents de scie chez les mâles et chez les femelles (Figure 2). Cependant, les valeurs les plus élevées ont été observées chez les femelles de T25 et chez les mâles de T30. La digestion de la MO a été significativement ( $p < 0,05$ ) plus élevée chez les mâles de T0 et T30 d'une part, et chez les femelles de T25 d'autre part. Pour ce qui est de la PB, les femelles l'ont bien digérée cependant, des différences significatives ( $p < 0,05$ ) n'ont été observées qu'avec le lot T0 d'une part et le lot T25 d'autre part. Quant à la CB, la digestion a été plus élevée chez les mâles mais, des différences significatives n'ont été observées que chez les animaux du lot T20 d'une part et du lot T30 d'autre part. Dans l'ensemble, les mâles ont mieux digéré la ration T30 et les femelles la ration T25.

**Tableau 3**

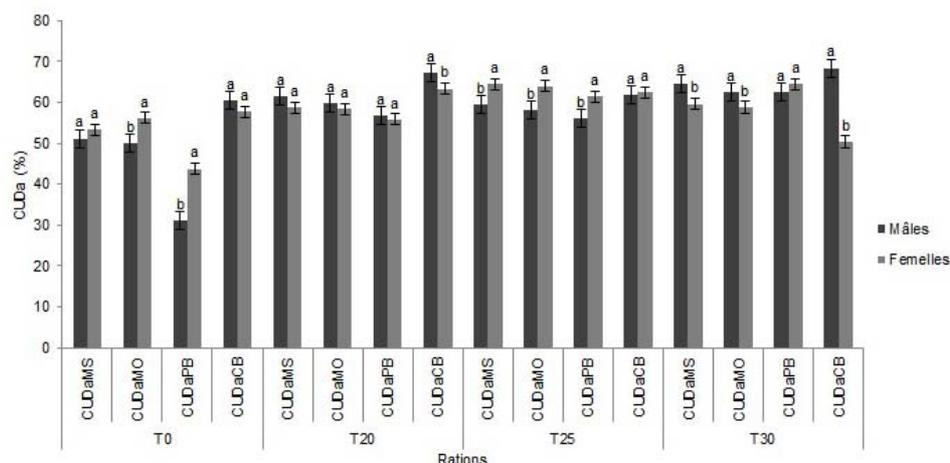
Ingestion et digestibilité des nutriments chez les cobayes (tout sexe confondu) nourris à base de *P. purpureum* et supplémentés avec différents niveaux de *T. Diversifolia*.

Paramètres	Traitements				SEM	Prob
	T0	T20	T25	T30		
<i>Ingestion P. purpureum</i>						
gMS/j/animal	42,93 <sup>a</sup>	38,88 <sup>b</sup>	39,27 <sup>b</sup>	36,71 <sup>b</sup>	0,626	0,006
gMS/j/kg PV <sup>0,75</sup>	67,85 <sup>a</sup>	61,47 <sup>b</sup>	62,11 <sup>b</sup>	57,98 <sup>b</sup>	0,891	0,002
<i>Ingestion T. diversifolia</i>						
gMS/j/animal	/	9,98 <sup>c</sup>	11,33 <sup>b</sup>	13,07 <sup>a</sup>	0,158	0
gMS/j/kg PV <sup>0,75</sup>	/	16,37 <sup>c</sup>	18,58 <sup>b</sup>	21,42 <sup>a</sup>	0,259	0
<i>Ingestion Totale Matière sèche (MS)</i>						
gMS/j/animal	42,93 <sup>b</sup>	48,87 <sup>a</sup>	50,61 <sup>a</sup>	49,78 <sup>a</sup>	0,675	0
gMS/j/kg PV <sup>0,75</sup>	67,85 <sup>b</sup>	77,30 <sup>a</sup>	80,05 <sup>a</sup>	78,68 <sup>a</sup>	0,942	0
<i>Ingestion totale Matière organique (MO)</i>						
gMS/j/animal	35,22 <sup>b</sup>	39,68 <sup>a</sup>	41,05 <sup>a</sup>	40,30 <sup>a</sup>	0,551	0,001
gMS/j/kg PV <sup>0,75</sup>	55,65 <sup>b</sup>	62,76 <sup>a</sup>	64,93 <sup>a</sup>	63,69 <sup>a</sup>	0,77	0
<i>Ingestion totale Protéine brute (PB)</i>						
gMS/j/animal	3,81 <sup>c</sup>	5,55 <sup>b</sup>	5,87 <sup>ab</sup>	6,00 <sup>a</sup>	0,07	0
gMS/j/kg PV <sup>0,75</sup>	6,02 <sup>c</sup>	8,78 <sup>b</sup>	9,28 <sup>ab</sup>	9,49 <sup>b</sup>	0,097	0
<i>Ingestion totale Cellulose brute (CB)</i>						
gMS/j/animal	13,53 <sup>a</sup>	14,05 <sup>a</sup>	14,41 <sup>a</sup>	13,92 <sup>a</sup>	0,205	0,499
gMS/j/kg PV <sup>0,75</sup>	21,38 <sup>a</sup>	22,22 <sup>a</sup>	22,80 <sup>a</sup>	21,99 <sup>a</sup>	0,288	0,379
<i>Digestibilité apparente (%)</i>						
Matière sèche	52,22 <sup>b</sup>	60,06 <sup>a</sup>	61,92 <sup>a</sup>	62,03 <sup>a</sup>	0,398	0
Matière organique	53,02 <sup>b</sup>	59,03 <sup>a</sup>	61,08 <sup>a</sup>	60,66 <sup>a</sup>	0,415	0
Protéine brute	37,37 <sup>c</sup>	56,34 <sup>b</sup>	58,67 <sup>b</sup>	63,49 <sup>a</sup>	0,507	0
Cellulose brute	59,06 <sup>c</sup>	65,26 <sup>a</sup>	62,13 <sup>b</sup>	59,39 <sup>c</sup>	0,488	0

Les moyennes portant les mêmes lettres sur la même ligne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%; PV0,75: Poids métabolique ; SEM : Standard Error of the Mean; Prob: Probabilité.



**Figure 1:** Ingestion totale comparée de la MS, de la MO, de la PB et de la CB chez le mâle et la femelle en fonction des rations alimentaires



**Figure 2:** Coefficients d'utilisation digestive apparents (CUDA) comparés de la MS, de la MO, de la PB et de la CB chez le mâle et la femelle en fonction des rations alimentaires.

**Tableau 4**

Gains moyens quotidiens (GMQ) chez les cobayes au cours de l'essai de digestibilité *in vivo*, en fonction du sexe et des traitements expérimentaux.

GMQ (g/j)	Traitements			
	T0	T20	T25	T30
Mâle	1,36±1,01 <sup>aA</sup>	0,20±1,20 <sup>aA</sup>	3,64±4,33 <sup>aA</sup>	2,76±2,02 <sup>aA</sup>
Femelle	1,00±2,53 <sup>aA</sup>	0,90±4,83 <sup>aA</sup>	1,37±3,19 <sup>aA</sup>	0,10±3,45 <sup>aA</sup>
Mâle et femelle	1,18±0,25 <sup>a</sup>	0,55±0,49 <sup>a</sup>	2,51±1,61 <sup>a</sup>	1,43±1,88 <sup>a</sup>

a : Les moyennes portant les mêmes lettres en exposant minuscules sur la même ligne sont statistiquement identiques ; A : Les moyennes portant les mêmes lettres en exposant majuscule sur la même colonne sont statistiquement identiques.

### Effets des rations à différents niveaux d'inclusion des feuilles de *T. diversifolia* sur les gains moyens quotidiens chez les cobayes

Les GMQ ont évolué en dents de scie aussi bien chez les mâles que chez les femelles (Tableau 4). Dépendamment du sexe, les gains les plus élevés ont été observés du lot T25 et les plus faibles du lot T20. Par ailleurs, les mâles ont eu des meilleurs gains sauf pour la ration T20 où la meilleure valeur a été obtenue des femelles.

Indépendamment du sexe, la supplémentation à 25% de *T. diversifolia* a induit des meilleurs GMQ. Aucune différence significative ( $p > 0,05$ ) n'a cependant été observée entre les quatre traitements.

### Discussion

L'ingestion totale de la MS était significativement plus élevée chez les animaux supplémentés. Ceci est en accord avec les observations de Kouakou *et al.* (9), de Ramirez-Riviera *et al.* (17), Olayeni *et al.* (16). Ce résultat montre la bonne palatabilité du *Tithonia* chez le cobaye. Par ailleurs, avec une bonne valeur protéique (21%) dont environ 16,6% est soluble (24), une faible valeur en fibre (17,96%) et avec 80% de sa matière sèche dégradable en 24 heures, les feuilles de *T. diversifolia* permettraient une prolifération suffisante des micro-organismes cellulolytiques intestinaux, digèreraient rapidement les nutriments, accélérant de ce fait le transit digestif désencombrant ainsi la cuve à fermentation (caecum) puisqu'il y séjourne moins de substances non digérées (18, 24). Ceci a pour conséquence de pousser l'animal à consommer davantage.

En revanche, des auteurs à l'instar de Togun *et al.* (23), de Ekeocha et Fakolade (4) ont plutôt rapporté une réduction de l'ingestion alimentaire chez la volaille consommant du *T. diversifolia*.

Ceci pourrait s'expliquer par le fait qu'étant des monogastriques herbivores, les cobayes digèrent mieux les facteurs antinutritionnels contenus dans le *Tithonia* que les monogastriques non herbivores (2).

L'ingestion et la digestibilité des nutriments étaient dans l'ensemble plus élevées avec le niveau de supplémentation T25. Par ailleurs elles ont baissé avec le niveau T30 et cette baisse était corrélée avec la chute des GMQ observée chez les animaux de ce lot. Cette remarque pourrait indiquer que le niveau de supplémentation à 30% aurait un effet adverse sur le cobaye et par conséquent, le niveau optimum d'inclusion de feuilles fraîches de *T. diversifolia* dans la ration du cobaye serait 25%. Il est par ailleurs supérieur aux 7,5% et 20% conseillés respectivement par Togun *et al.* (23) chez les poulets de chair et Olayeni *et al.* (16) chez les porcs respectivement. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que le cobaye, bien que monogastrique dispose des capacités microbiennes capables de neutraliser les facteurs antinutritionnels (les alcaloïdes et les lactones) contenus dans le *T. diversifolia*. Par contre, ce niveau optimum d'inclusion de *T. diversifolia* est inférieur aux 30% rapportés par Ekeocha et Fakolade (4) chez les chèvres, probablement parcequ'ils possèdent une flore microbienne ruminale plus développée, les ruminants tolèrent encore plus les facteurs antinutritionnels (24).

Le niveau d'ingestion totale de la MS le plus élevé obtenu dans cet essai ( $50,61 \pm 8,58$  g MS/j/animal) était supérieur aux 21,18 et 22,53 g MS/j/animal rapportés respectivement par Niba *et al.* (14) et Ngoupayou *et al.* (13), mais inférieur à 73,7 g MS/j/animal obtenu par Kouakou *et al.* (9). La différence observée pourrait être attribuée d'une part à la qualité des aliments expérimentaux et d'autre part à la saison.

La supplémentation a augmenté l'ingestion totale de la matière sèche mais a eu l'effet contraire sur l'ingestion de l'aliment de base. En effet, l'ingestion de *P. purpureum* a été significativement plus faible chez les animaux supplémentés. Cette observation est en accord avec les remarques faites par Takele et Getachew (20) sur les moutons, par Kouakou *et al.* (9) sur les cobayes nourris à base de *P. maximum* et supplémentés avec la plante *Euphorbia heterophylla*. Ceci s'expliquerait par le phénomène de substitution (18). En effet, lorsqu'on distribue séparément un aliment venant compléter un fourrage consommé en libre service, une partie du complément se substitue à l'aliment de base et occupe une partie du caecum et dans le cas du *Tithonia*, cette herbacée est plutôt appréciée par les

cobayes. Le plus grand niveau d'ingestion journalière (en g MS) de *P. purpureum* ( $50,20 \pm 5,92$ ) obtenu des mâles non supplémentés dans cet essai était inférieur à celui obtenu par Kouakou *et al.* (9) avec le *P. maximum*. Ceci pourrait s'expliquer d'une part par la saison et d'autre part par la différence de leur composition chimique, notamment la teneur en PB plus élevée dans le *P. maximum* (10,20 %) que dans le *P. purpureum* (8,88%); ce qui pourrait expliquer sa bonne palatabilité chez le cobaye (2).

La digestibilité de la matière organique a augmenté avec le niveau d'inclusion des feuilles de *Tithonia*. En effet, Ceci est en accord avec les suggestions de Rivière (18) qui stipulent qu'un complément azoté améliore la digestibilité de la MO d'à peu près 5 points améliorant par la même occasion le niveau d'ingestion de la MS.

La digestibilité de la cellulose brute a augmenté avec le niveau croissant d'inclusion de feuilles de *T. diversifolia*, ce qui est en accord avec les observations de certains auteurs (9, 17). En effet, une augmentation, même faible, de l'apport azoté dans une ration pauvre en protéine améliore la digestibilité de la cellulose Rivière (18). En fait, la complémentation protéique des fourrages pauvres assure dans le tube digestif des conditions favorables à la prolifération de la microflore cellulolytique, la fermentation en est accélérée, améliorant ainsi la digestibilité de la cellulose.

La bonne digestibilité des PB des rations supplémentées peut signifier qu'il y avait peu de facteurs antinutritionnels comme les alcaloïdes ou les tannins pouvant complexer les enzymes responsables de la digestion des protéines (4). Par ailleurs, la digestibilité apparente de la protéine brute dépend de sa concentration dans l'aliment. Plus le taux est élevé, plus le CUD azoté augmente (18). *Tithonia* a donc l'habileté d'apporter de l'azote et de l'énergie aux micro-organismes du tube digestif (24), favorisant ainsi leur prolifération et la production par eux des protéines digestibles dans l'intestin (caecum) ce qui augmenterait l'utilisation de ces protéines par le cobaye à travers la caecotrophie (2). Cependant, les coefficients d'utilisation digestive apparents observés dans cette étude étaient inférieurs à ceux observés par Egena *et al.* (3). Ceci pourrait s'expliquer par la composition chimique de leurs rations, plus riches en protéine brute (16 et 22 %), ce qui est favorable à la multiplication bactérienne caecale, conduisant à une meilleure dégradabilité des nutriments (2).

Dans l'ensemble, les mâles ont été des meilleurs utilisateurs alimentaires que les femelles. Cette remarque a été aussi faite par Niba *et al.* (14) et Manjeli *et al.* (11).

## Conclusion

Cet essai montre que l'inclusion de *Tithonia diversifolia* dans la ration du cobaye nourri à base de *Pennisetum purpureum* augmente l'ingestion totale de la matière sèche et améliore l'utilisation digestive des différents nutriments. Par ailleurs,

l'augmentation du niveau de *T. diversifolia* à plus de 25% pourrait présenter l'effet inverse. Les mâles se sont révélés des biens meilleurs utilisateurs alimentaires que les femelles. Au Cameroun et un peu partout sous les tropiques, *T. diversifolia* est une plante adventice et son utilisation dans l'alimentation comme source alternative d'azote chez le cobaye nourri à base de fourrages de faible qualité nutritionnelle est à vulgariser.

## Références bibliographiques

1. AOAC (Association of Official Analytical Chemist), 2000, *Official methods of analysis*, 17<sup>th</sup> edition. Washington D.C.
2. Bindelle J., Ilunga Y., Delacollette M., Muland Kayij M., Umbadi M'Balu J., Kindele E. & Buldgen A., 2007b, Voluntary intake, chemical composition and *in vitro* digestibility of fresh forages fed to Guinea pigs in periurban rearing systems of Kinshasa (Democratic Republic of Congo). *Trop. Anim. Health Prod.*, **39**, 419-426.
3. Egena S.S.A., Alabi J.O., Dikko H.A., Stephen E., Silas A.T. & Musa C.T., 2010, Growth performance and nutrient digestibility of guinea pigs (*Cavia porcellus*) fed two levels of protein and energy. *Int. J. Appl. Biol. Res.*, **2**(2), 38-43.
4. Ekeocha A. H. & Fakolade P. O., 2012, Nitrogen Balance of Pregnant West African Dwarf (WAD) Ewe fed Mexican Sunflower Leaf Meal (MSLM) based Diets. *J. Anim. Prod. Adv.*, **2**(9), 398-404.
5. Ekkers V., 2009, *La caviaculture comme source de protéines en milieu périurbain pour les populations du Nord Kivu*. Travail de fin d'étude en Médecine Vétérinaire. Faculté de Médecine Vétérinaire. Université de Liège. 25p.
6. Jama B., Palm C.A., Buresh R.J., Niang A, Gachengo C., Nziguheba G. & Amadalo B., 2000 *Tithonia diversifolia* as a green manure for soil fertility improvement in western Kenya: A review. *Agroforestry Syst.*, **49**, 201-221
7. Kaho F., Yemefack M., Feujio P., Teguefouet & Tchanchaouang J.C., 2011, Effet combiné des feuilles de *Tithonia diversifolia* et des engrais inorganiques sur les rendements du maïs et les propriétés d'un sol ferrallitique au Centre-Cameroun. *Tropicultura*, **29**(1), 39-45.
8. Kenfack A., Tchoumboué J., Kamtchouing P. & Ngoula F., 2006, Effets de la substitution par l'arachide fourragère (*Arachis glabrata*) de l'herbe à éléphant (*Pennisetum purpureum*) sur le nombre d'ovulations et les mortalités prénatales chez le cobaye (*Cavia porcellus* L.) adulte. *Tropicultura*, **24**(3), 143-146.
9. Kouakou N'G.D.V., Thys E., Assidjo E.N. & Grongnet J.F., 2010, Ingestion et digestibilité *in vivo* du *Panicum maximum* associé à trois compléments: tourteau de *Jatropha curcas*, tourteau de coton (*Gossypium hirsutum*) et *Euphorbia heterophylla* chez le cobaye (*Cavia porcellus* L.). *Tropicultura*, **28**(3), 173-177.
10. Kouakou N.D.V., Thys E., Danho M., Assidjo E.N. & Grongnet J.F., 2012. Effet de *Panicum maximum* sur la productivité des femelles primipares durant le cycle de reproduction chez le cobaye (*Cavia porcellus* L.). *Tropicultura*, **30**(1), 24-36.
11. Manjeli Y., Tchoumboué J., Njwe R.M. & Teguaia A., 1998, Guinea pig productivity under traditional management. *Trop. Anim. Health Prod.*, **30**(2), 115-122.
12. Metre T.K., 2012, *Possibilités d'amélioration de l'élevage de cobaye (Cavia porcellus L.) au Sud Kivu, à l'Est de la République Démocratique du Congo*. Mémoire présente en u diplôme de Master complémentaire en gestion des ressources animales et végétales en milieux tropicaux. Université de Liège, Académie Universitaire Wollonie-Europe. 52p
13. Ngoupayou Ngou J.D., Fotso J.M. & Kouonmenoic J., 1994, Le cobaye comme animal de boucherie au Cameroun. *Tropicultura*, **12**(4), 157-161.
14. Niba A.T., Djoukam J., Teguaia A., Kudi A.C. & Loe J.O., 2004, Influence of level of cottonseed cake in the diet on the feed intake, growth performance and carcass characteristics of guinea pigs in Cameroon. *Tropicultura*, **22**(1), 32-39.
15. Niba A.T., Meutchieye F., Fon D., Laisin A.G., Taboh H., Njakoi H., BelaTomo A., Maass B.L., Djikeng A. & Manjeli Y., 2012, Current situation of cavy production in Cameroon: Challenges and opportunities. *Livestock Res. Rural Dev.*, **24**, Article #194. Retrieved March 17, 2013, from <http://www.lrrd.org/lrrd24/11/niba24194.h>
16. Olayeni T.B., Farinu G.O, Togun V.A., Adedeji O.S. et Aderinola A.O., 2006, Performance and haematological characteristics of weaner pigs fed wild sunflower (*Tithonia diversifolia* Hemsl. A Gray) leaf meal. *J. Anim. Veterinary Adv.*, **5**(6), 499-502.
17. Ramirez-Rivera U., Sangines-Garcia J.R., Escobedo-Mex J.G., Cen-Chuc F., Rivera-Lorca J.A. & Lara-Lara P.E., 2010, Effect of diet inclusion of *Tithonia diversifolia* on feed intake, digestibility and nitrogen balance in tropical sheep. *Agroforest Syst.*, **80**, 295-302.
18. Rivière R., 1991. *Manuel d'alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical. Collection manuel et précis d'élevage*. Ministère de la coopération et du développement. 529p.
19. Sánchez-Mendoza M.E., Reyes-Ramírez A., Cruz Antonio L., Martínez-Jiménez L., Rodríguez-Silverio J., & Arrieta J., 2011, Bioassay-guided isolation of an anti-ulcer compound, tagitinin C, from *Tithonia diversifolia*: role of nitric oxide, prostaglandins and sulfhydryls. *Agroforest Syst.*, **16**(1), 665-740.
20. Takele F. & Getachew A., 2011, Effect of supplementing wheat bran, Acacia albida leaf meal and their mixture on feed intake and carcass characteristics of Horro sheep fed vetch (*Lathyrus sativus*) haulm basal diet. *Livestock Research for Rural Development* 23, 4, 2011.
21. Tchoumboué J., Niba A.T. & Kenfack A., 2001, Comparative studies on the influence of supplementation with two

- legumes (*Arachis glabrata* and *Desmodium intortum*) on the reproductive and growth performance of guinea pigs (*Cavia porcellus* L.), *Bull. Anim. Health Prod. Afr.*, **49**, 79-83.
22. Tendongkeng F., Fogang Zogang B., Camara Sawa, Boukila B. & Pamo T.E. 2013. Effect of inclusion level of *Tithonia diversifolia* leaves in multinutrient blocks on intake and *in vivo* digestibility of *Brachiaria ruziziensis* straw in West African Dwarf goat. Submitted for publication to *Trop. Animal Health Prod.*
23. Togun V.A., Farinu G.O., & Olabanji R., 2006, Effect of Graded Levels of Wild Sunflower (*Tithonia diversifolia* Hemsl A. Gray) Meal in Prepubertal Diets on the Morphometric Characteristics of the Genitalia and Some Organs of Isa Brown Cocks at the Pubertal Age. *Am.-Eurasian J. Sci. Res.*, **1**(1), 61-67.
24. Wambui C.C., Abdulrazak S.A. & Noordin Q., 2006, The effect of supplementing urea treated maize stover with *Tithonia*, *Calliandra* and *Sesbania* to growing goats. *Livestock Res. for Rural Dev.* **18**(5). Retrieved November 26, 2010, from <http://www.lrrd.org/lrrd18/5/abdu18064.htm>.
25. Zogang F., Boukila B., Sawa C, Tendongkeng F., Tovignon Z. & Pamo E.T., 2012, Caractéristiques physiques et appétibilité des blocs multinutritionnels à base de *Tithonia diversifolia* associés à la paille de *Brachiaria ruziziensis* chez la brebis Djallonké. *Livestock Res. for Rural Dev.* **24**, Article #41. Retrieved March 17, 2013, from <http://www.lrrd.org/lrrd24/3/foga24041.htm>

M.N.B. Noubissi, Camerounais, M.Sc., Doctorante, Université de Dschang, Département des Productions Animales, Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, Cameroun.

F. Tendongkeng, Camerounais, Ph.D, Enseignant, Université de Dschang, Département des Productions Animales, Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, Cameroun.

G.T. Zougou, Gabonnais, Ing.Agronome, Université des Sciences et Techniques de Masuku, Institut National Supérieur d'Agronomie et de Biotechnologie (INSAB), Gabon.

E. Pamo Tedonkeng, Camerounais, PhD, Professeur, Université de Dschang, Département des Productions Animales, Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, Cameroun.

# Consommation de produits d'origine animale dans la concession forestière 039/11 de la SODEFOR à Oshwe (R.D. Congo)

J. Semeki Ngabinzeke<sup>1\*</sup>, J. Belani Masamba<sup>1</sup>, R. Ntoto M'Vubu<sup>1</sup> & C. Vermeulen<sup>2</sup>

Keywords: Forestry- Consumption- Bush meat- Democratic Republic of the Congo

## Résumé

*Afin d'identifier les principaux aliments d'origine animale consommés par les populations vivant dans la concession 039/11 de la Société de Développement Forestier (SODEFOR), République Démocratique du Congo et de spécifier les déterminants de la consommation, 120 ménages répartis dans 3 villages (Taketa, Ikala 1 et Mombele) et la base-vie de Nteno ont été enquêtés pendant 30 jours. Les résultats montrent que la viande de brousse représente 72,00% du nombre de repas, suivi du poisson (24,00%) et enfin des produits d'élevage (3,10%). Au total, 30 espèces animales dont 4 légalement interdites de chasse ont été identifiées, pour une biomasse totale de 1235 kg. Les mammifères constituent 97,00% des animaux consommés avec une dominance des artiodactyles (71,60%), des primates (15,40%) et des rongeurs (9,10%). Les céphalopodes, les cercopithèques et l'athérure sont les plus représentés. Les actes de consommation sont guidés par la disponibilité du produit, le goût et les habitudes alimentaires. La majorité des ménages s'approvisionne auprès d'intermédiaires essentiellement sous forme de morceaux d'animaux. Cette étude suggère un suivi à long terme de la chasse assorti d'une évaluation de l'abondance des espèces animales afin de guider la SODEFOR dans la prise des décisions.*

## Summary

### Consumption of Products of Animal Origin in the Forest Concession 039/11 of the SODEFOR to Oshwe (D.R. Congo)

*To identify the main foods of animal origin consumed by people living in the concession 039/11 of the forest Development Company (SODEFOR) in the Democratic Republic of the Congo, and to specify the determinants of consumption, 120 households in 3 villages (Taketa, Ikala 1 and Mombele) and in the base of Nteno were surveyed for 30 days. The results show that bush meat represents 72.00% of the number of meals followed by fish (24.00%), and livestock products finally (3.10%). In total, 30 species of animals including 4 which are legally banned from hunting have been identified, for a total biomass of 1235 kg. Mammals represent 97.00% of animals consumed with a predominance of artiodactyls (71.60%), primates (15.40%), and rodents (9.10%). The duikers, the bushes and the atherure are the most represented. The choice of consumption is guided by the availability of the product, taste, and eating habits. The majority of households are supplied by intermediaries to whom they primarily buy animal parts. This study suggests a long term follow-up of hunting with an assessment of the abundance of animal species to guide the SODEFOR in the decision-making*

## Introduction

En Afrique centrale, la viande de chasse représente une source importante de protéines dans l'alimentation quotidienne des peuples forestiers (15, 21). Cependant, au cours des deux dernières décennies, le rôle de l'exploitation forestière a été

mis en évidence comme amplificateur de la chasse au sein des massifs forestiers, massifs auparavant isolés par l'ouverture des routes et pistes, la création de villes en forêt constituant des pôles de consommation supplémentaires (12, 18). A ce titre, depuis la conférence de Rio (1992), la gestion durable des forêts est devenue un enjeu majeur

<sup>1</sup> Université de Kinshasa, Faculté des sciences agronomiques, Kinshasa, République Démocratique du Congo.

<sup>2</sup> Université de Liège, Gembloux Agro-Bio Tech. Laboratoire de foresterie des régions tropicales et subtropicales, Unité de gestion des ressources forestières et des milieux naturels, Gembloux, Belgique.

\* Auteur correspondant : Email: [jsemeki@yahoo.fr](mailto:jsemeki@yahoo.fr)

Reçu le 27.12.13 et accepté pour publication le 24.02.14.

dans le bassin du Congo. Les Etats de la sous-région ont donc adopté des lois obligeant désormais les exploitants forestiers à élaborer des plans d'aménagement qui intègrent des mesures de gestion spécifiques à la faune sauvage (5, 16).

En RDC, les différents rapports d'études (inventaires d'aménagement, enquêtes socio-économiques) réalisées par Forêt Ressources Management (FRM) en 2008 montrent que la chasse est développée dans la concession 039/11 de la SODEFOR à Oshwe et qu'elle est pratiquée de façon permanente par les populations locales (9). Dans la partie centrale de cette concession, les villages se sont créés le long des routes forestières constituant un axe de concentration de la population, auquel s'ajoutent les habitants de la base vie de Nteno (travailleurs et leur famille). Cette démographie galopante conduit à une demande accrue en protéines animales; de ce fait, la pression de la chasse s'accroît et cette activité représente une menace pour la faune sauvage (10).

Pour le concessionnaire forestier, eu égard à ses engagements contractuels, légaux et volontaires (20), il est d'un intérêt majeur d'envisager une gestion rationnelle de la faune afin d'assurer la pérennité de la ressource et d'atteindre ses objectifs de certification. Toutefois, il est difficile de concevoir de telles stratégies si le rôle de la viande de brousse dans le régime alimentaire est mal connu (6, 24) car aucune donnée n'est disponible quant à la nature des espèces abattues et/ou consommées par les populations locales au sein de cette concession.

Cette étude préliminaire s'est donc fixée pour objectifs d'identifier et de quantifier les produits d'origine animale dans le régime alimentaire des villageois autour de cette concession et au sein du site industriel, de déterminer les raisons qui motivent les choix des consommateurs, ainsi que de déterminer si la consommation de viande dans le site industriel est supérieure aux villages environnants. Quelques alternatives pour une utilisation plus durable de la viande de brousse au sein de la concession 039/11 ont été proposées.

## Matériel et méthodes

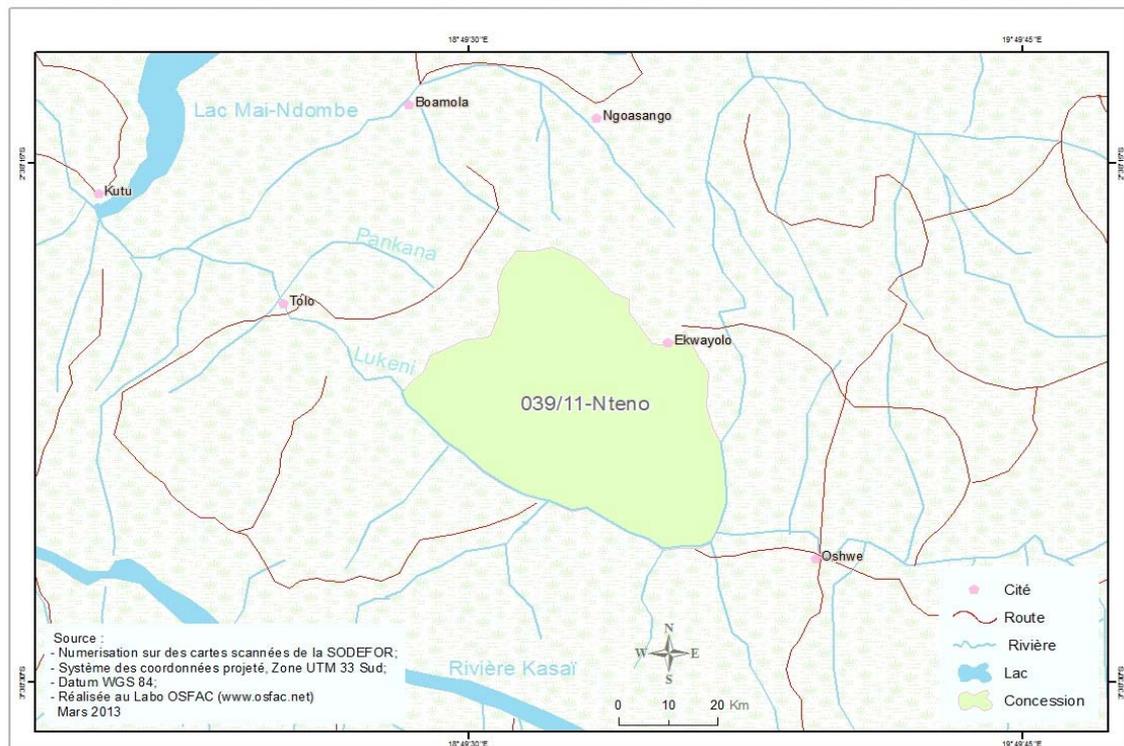
L'étude a été réalisée dans la concession 039/11 de la SODEFOR, située dans le territoire d'Oshwe, district de Maï-Ndombe, province de Bandundu, à l'ouest de la RDC. Cette concession s'étend entre 2°45' et 3° 25' de latitude Sud et 18° 40' et 19° 20' de longitude Est sur une superficie totale de près de 120 288 ha (Figure 1). Elle connaît un climat de

transition entre le type équatorial et le type tropical, caractérisé par une température moyenne annuelle de 25,4° C et des précipitations moyennes annuelles de 1600 mm (19). La végétation est principalement constituée de forêts secondaires et de forêts denses humides et semi-caducifoliées dont près de 3/4 sur terre ferme qui ont été parcourues par l'exploitation forestière. La population est estimée à 28 193 habitants répartie inégalement dans 18 villages (9).

Les données analysées dans ce travail sont issues d'une enquête de consommation réalisée dans 3 villages (Taketa, Ikala 1 et Mombele) du groupement Mbidjankama, principalement occupés par des ressortissants de l'ethnie Nkundu, et le site industriel de Nteno, base de la concession forestière 039/11 de la SODEFOR. Le groupement Mbidjankama occupe plus de 2/3 de la superficie de la concession et abrite au total 13 villages (11). Les villages ont été sélectionnés par la méthode d'échantillonnage par choix «raisonné» (1). L'emplacement géographique de ce groupement situé au cœur des zones d'exploitation forestière et desservi par le réseau routier de l'entreprise, le contexte historique et le développement de pôle économique local sont autant de critères qui ont guidé le choix de ces villages. L'enquête s'est déroulée durant 30 jours, du 17 janvier au 15 février 2013, correspondant à la période de la petite saison sèche.

Cent vingt ménages ont fait l'objet d'un suivi quotidien à l'aide d'une fiche d'enquête complétée par un entretien (22). Dans chaque site 30 ménages ont été sélectionnés selon une méthode d'échantillonnage systématique. Afin de faciliter le suivi des repas, un encodage du questionnaire et des ménages a été effectué. Le guide du naturaliste (23) et «kingdon pocket guide to African mammals» (13) ont été utilisés pour identifier certaines espèces.

Les informations ont été récoltées par 12 enquêteurs entre 16 heures et 19 heures. En outre, pour documenter le prix des aliments consommés par les ménages, 2 enquêteurs ont été placés dans 2 marchés (Taketa, Mombele). A cet effet, deux balances dont un peson de cuisine de 5±0,003 kg et une balance romaine de 100±0,05 kg ont été utilisées pour peser les morceaux de viande ou tas et les grosses pièces. De même, le prix de vente de la viande de brousse en tas et en grosses pièces a été relevé. Une vérification quotidienne du travail des enquêteurs était effectuée afin de confirmer les enregistrements.



**Figure 1:** Concession forestière 039/11 de la société SODEFOR, localisée dans le territoire d'Oshwe, district de Mai-Ndombe, province de Bandundu en République Démocratique du Congo.

La biomasse de chaque produit d'origine animale a été calculée en additionnant les poids obtenus lors de leurs différentes pesées. Le pourcentage de contribution de chaque espèce animale à la contribution de la biomasse totale a été obtenu en faisant le rapport centésimal entre la biomasse par espèce et la biomasse totale. Le niveau de consommation journalière par personne a été apprécié en divisant la quantité totale de viande consommée par le nombre de personnes ayant participé au repas.

Le logiciel Epidata 3.1 a été utilisé pour la saisie des données et SPSS 11 a permis de faire la tabulation des résultats et les calculs des indices de la statistique descriptive, principalement la fréquence et les pourcentages. La comparaison des moyennes de différents groupes a été effectuée en utilisant l'analyse de variances (ANOVA) au seuil de signification de 5%. Dans le cas où il existait au moins une paire de moyennes différentes des autres, le test de Least Significant Difference (LSD) a été utilisé pour comparer des moyennes multiples prises deux à deux.

## Résultats

### Fréquence des repas et biomasse de produits d'origine animale

Trois produits d'origine animale distincts (poisson, viande d'élevage, viande de brousse) ont été enregistrés. La viande de brousse représente respectivement 72,00% du nombre de repas et 74,92% de la biomasse totale consommée (Tableau 1).

Un total de 30 espèces animales différentes consommées a été relevé (Tableau 2), équivalent à une biomasse d'environ 1234,78 kg (Tableau 3). Les mammifères sont les plus représentés avec 97,00% du nombre de repas, puis les reptiles (1,60%) et les oiseaux (1,40%). Trois ordres de mammifères dominent, à savoir les artiodactyles (71,60%), les primates (15,40%) et les rongeurs (9,10%) (Figure 2). En termes de quantité consommée, le premier ordre représente 68,74% ( $n=848,79$  kg) de la biomasse, le deuxième 15,55% ( $n=191,97$  kg) et le troisième 10,61% ( $n=131,03$  kg) tandis que, les autres groupes représentent 5,1% ( $n=63$  kg) de la biomasse totale. Les espèces les plus consommées sont *Cephalophus monticola*, *Cephalophus callipigus*, *Cephalophus dorsalis*,

*Potamochoerus porcus*, *Cercopithecus cephus* et *Atherurus africanus*. Le Bonobo (*Pan paniscus*), espèce menacée d'extinction a été également retrouvé dans les tableaux de consommation.

Le site industriel de Nteno représente 36,25% de la biomasse totale de gibier consommé et diffère des villages de Taketa (23,58%), Mombele (20,36%) et Ikala 1 (19, 81%).

### Niveau de consommation

Une différence significative de la moyenne de consommation à partir de l'ANOVA ( $P=0,000<0,05$ ) a été obtenue. En effet, des consommations journalières moyennes par personne de 39,20 g à 54,49 g de la viande de brousse ont été enregistrées dans les villages alors qu'une consommation de 88,47 g est observée à Nteno. Par rapport au poisson, nous obtenons selon le même ordre de 9,59 g à 19,21 g contre 16,11 g. Et enfin, on trouve 1,81 g à 11,43 g et 6,93 g pour la viande d'élevage. Un examen plus poussé avec LSD a montré qu'à Nteno le niveau de consommation du gibier, de la viande d'élevage et de poisson diffère des autres sites et vice-versa ( $P=0,000<0,05$ ). En d'autres termes, les habitants du site industriel consomment plus de protéines, et plus de viande de brousse que ceux des villages voisins.

### Sources d'approvisionnement et modes d'achat

Les intermédiaires appelés «Offices» constituent la principale source d'approvisionnement (68,80%,  $n=2539$ ) des ménages en produits d'origine animale. La seconde source de ravitaillement est représentée par les chasseurs (14,00%,  $n=515$ ), suivie des pêcheurs (5,00%,  $n=184$ ), des dons (4,50%,  $n=167$ ) et de la pêche personnelle (4,10%,  $n=151$ ) et enfin, par la chasse personnelle (2,40%,  $n=90$ ). Toutefois, une frange des ménages (1,20%,  $n= 43$ ) vit de l'élevage personnel.

Concernant le mode d'achat des aliments d'origine animale, les morceaux, tas ou «parts» constituent l'essentiel de la modalité du marché (90,10%,  $n=3502$ ) tandis que, les achats en entier (4,1%,  $n=159$ ), patte postérieure (2,5%,  $n=96$ ), patte antérieure (1,6,  $n=62$ ), moitié (1,2%,  $n=48$ ) et de la tête (0,5%,  $n=19$ ) ont été de moindre importance. Les aliments consommés sont majoritairement achetés à l'état frais (97,50%,  $n=3456$ ), plus rarement boucané (2,50%,  $n=88$ ).

### Déterminants du choix des consommateurs

Parmi les raisons qui guident le choix du consommateur, les foyers enquêtés déclarent consommer d'abord la viande de brousse en raison de sa disponibilité (56,72%,  $n=2 531$ ), du goût recherché (22, 55%,  $n=1 006$ ) et enfin par habitude alimentaire (20,13%,  $n=898$ ). Par ailleurs, le prix (0,61%,  $n=27$ ) interviendrait très peu aux dires des acteurs. Concernant les dépenses alimentaires (Figure 3), un foyer du site industriel de Nteno débourse en moyenne 1183,78 Franc Congolais (FC) par jour pour consommer du gibier alors que les familles villageoises dépensent en moyenne 332,36 FC à 747,06 FC par jour pour le même repas. Toutefois, à Ikala 1 où l'on trouve plus de chasseurs et un système de don plus développé, on note de faibles dépenses liées à la consommation de la viande de brousse.

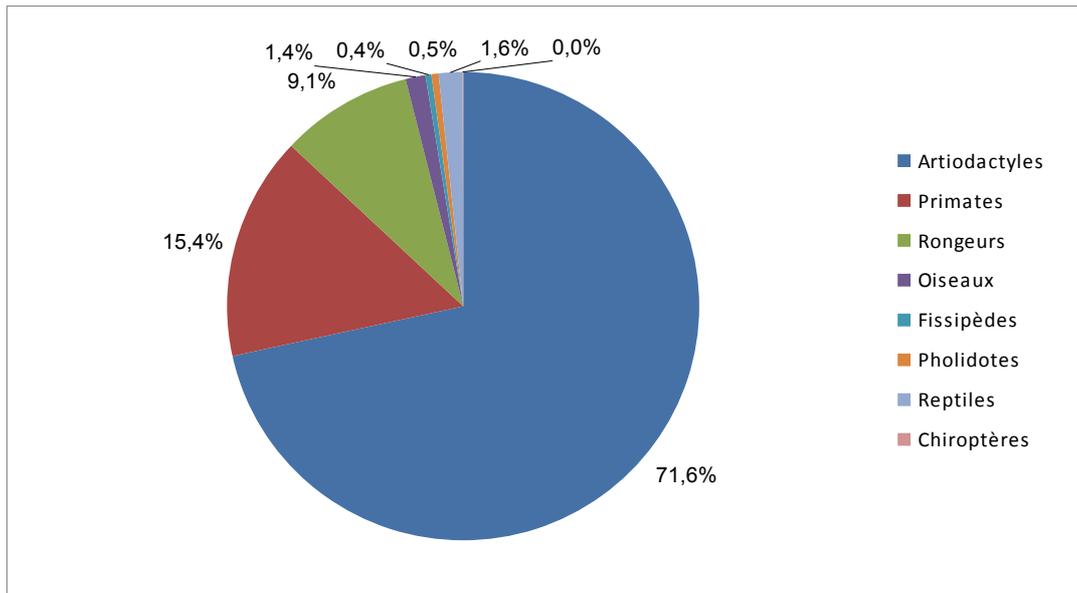
### Discussion et conclusion

L'enquête de consommation auprès des foyers a montré que la viande de brousse occupe une place très importante dans l'alimentation des ménages. Cette viande est pratiquement consommée par tous, et cela se traduit dans la fréquence et la biomasse totale observées dans les tableaux de consommation. Elle demeure une source de protéines animales essentielle pour la majorité des populations vivant dans la zone d'étude. Ainsi, en absence de vrais substituts, toute tentative de limitation de sa production pourrait affecter la croissance des villageois. Comme l'ont noté Koppert *et al.* (14), Van Vliet *et al.* (24) et Wilkie *et al.* (25), ces constatations viennent attester les théories selon les quelles, dans les zones rurales d'Afrique centrale, la chasse procure entre 30 et 80% de l'apport total en protéines consommées par les foyers. Par contre, le poisson et les animaux domestiques ont eu une faible contribution au régime alimentaire des enquêtés. Dans la zone, la pêche reste traditionnelle et elle est confrontée à certaines contraintes notamment l'absence de matériel, le manque d'encadrement et de microcrédit. Les produits d'élevage sont plus réservés à des usages sociaux et festifs (visites d'hôtes de marque, mariage et versement de dots) mais aussi comme réserve monétaire en cas d'urgence (maladies, frais scolaires des enfants). Fargeot (7) indique qu'en milieu rural, les animaux domestiques sont vus principalement comme des assurances plutôt que comme des sources de protéines.

Parmi les groupes d'espèces animales, les artiodactyles viennent en tête des animaux consommés, puis les primates, suivi des rongeurs.

**Tableau 1**  
Importance de différents types des protéines animales dans la composition des repas et la biomasse.

Type de produit	Nombre de repas	%	Biomasse (kg)	%
Viande de brousse	2786	72,00	1234,78	74,92
Poisson	966	24,90	300,36	18,22
Viande d'élevage	120	3,10	113,03	6,86
Total	3872	100	1648,17	100



**Figure 2:** Fréquence de repas de chaque groupe animal consommé. Enquêtes du 17 janvier au 15 février 2013, villages (Taketa, Ikala 1, Mombele) et site industriel de Nteno dans la concession 039/11-SODEFOR à Oshwe-RDC.



**Photo 1:** *Cephalophus monticola*, Marché de Mombele/Nteno. P. Semeki.

**Tableau 2**  
Fréquence de chaque espèce animale dans la composition des repas et statut de protection.

Nom scientifique	Nom commun	Nom en Nkundu	Nombre de repas	%	Statut national	CITES
<i>Cephalophus monticola</i>	Céphalophe Bleu	Mboloko	869	29,7	II	II
<i>Cephalophus callipigus</i>	Céphalophe de Peters	Mbengele	413	14,1		
<i>Cephalophus dorsalis</i>	Céphalophe bai	Nkulupa	359	12,3	II	II
<i>Potamochoerus porcus</i>	Potamochère	Nsombo	289	9,9	II	
<i>Hyemoschus aquaticus</i>	Chevrotain aquatique	Inkuta	57	1,9	I	
<i>Cephalophus sylvicultor</i>	Céphalophe à dos jaune	Mbende	45	1,5	II	II
<i>Tragelaphus spekei</i>	Sitatunga	Mbuli	32	1,1	II	
<i>Cephalophus nigrifrons</i>	Céphalophe à front noir	Mpambi	29	1		
<i>Cercopithecus cephus</i>	Singe moustac	Kes Kes	407	13,9	II	II
<i>Cercopithecus wolfi</i>	Mone de wolf	Ngie	24	0,8	II	II
<i>Pan paniscus</i>	Bonobo	Mokomboso	16	0,5	I	I
<i>Colobus angolensis</i>	Colobe d'Angola	Iw uka	3	0,1	I	II
<i>Cercocebus agilis</i>	Cercocèbe agile	Nkolongo	1	0	II	II
<i>Atherurus africanus</i>	Athérure africain	Iko	159	5,4		
<i>Cricetomys emini</i>	Rat de Gambie	Bontomba	60	2,1		
<i>Thryonomys swinderianus</i>	Aulacode	Simbiliki	46	1,6		
<i>Manis tricuspis</i>	Petit Pangolin à écaille	Nkabonyo	14	0,5	II	II
<i>Genetta sp</i>	Genette	Bodia	8	0,3		
<i>Civettictis civetta</i>	Civette	Libobi	4	0,1		
<i>Epomops frangueti</i>	Chauve souris	Lolema	1	0		
<i>Python sebae</i>	Python	Nguma	31	1,1	II	II
<i>Bitis gabonica</i>	Vipère du Gabon	Itupa	9	0,3		
<i>Kinixys beliana</i>	Tortue terrestre	Koba ya zamba	4	0,1	II	II
<i>Osteolaemus tetraspis osborni</i>	Crocodile nain	Lokese	3	0,1	I	I
<i>Varanus niloticus</i>	Varan du nil	Lombe	1	0	II	II
<i>Bycanistes albotibialis</i>	Callao à cuisses blanches	Diata	25	0,9		
<i>Francolinus lathamii</i>	Francolin de Latham	Lokoku	7	0,2		
<i>Pteronetta hortlaubii</i>	Canard Hartlaud	Libata mayi	3	0,1		
<i>Numida meleagris</i>	Pintade commune	Lokanga	3	0,1		
<i>Ceratogymna atrata</i>	Calao à casque noir	Mpoa	2	0,1		
Total général			2 924	100		

Sources d'identification: Jonathan Kingdon (2004); www.cites.org, le 10/05/2013; www.leganet.cd et www.mecnt.gouv. cd, le 26/04/2013.

Les artiodactyles sont plus dominés par les céphalophes, qui sont très prisés par les villageois et se retrouvent ainsi parmi les espèces animales les plus consommées. La prédominance du *Cephalophus monticola* (Photo 1) dans les relevés est probablement un signe de perturbation du milieu. Cette espèce est en effet réputée pour son caractère anthropophile et plus sa proportion est importante, plus le milieu est perturbé (8,17). Par ailleurs, la présence de petits primates tels que le *Cercopithecus cephus* dans les relevés, témoigne également de l'importance et de l'impact de la

chasse puisqu'ils ne sont généralement chassés que pour palier une insuffisance de captures des autres animaux (3, 17).

L'analyse du niveau de consommation de produits d'origine animale dans la zone d'étude montre qu'il diffère selon les consommateurs. Les ouvriers forestiers s'avèrent être de plus gros consommateurs de viande de brousse que les populations locales. Le revenu plus élevé des familles ouvrières permet de diversifier la composition des repas en achetant à la fois plus de

viande de brousse mais aussi d'autres protéines animales. Binot & Cornelis (4) rapportent que plus le pouvoir d'achat est élevé, plus les ménages s'approvisionnent en denrées animales, particulièrement en viande de brousse. Le degré de consommation enregistré à Nteno confirme ainsi la présence d'un marché important et régulier dont l'approvisionnement est en grande majorité assuré par des intermédiaires (dit localement «Offices»). La demande croissante en viande de brousse sur ce site a favorisé au cours du temps la création d'un bassin versant d'approvisionnement.

Les proies sont en effet achetées auprès des chasseurs en forêt à plus de 30 km du site industriel et leur transport est assuré par vélo en utilisant les routes d'exploitation forestière. Les villages traditionnels aux alentours se sont donc trouvés peu à peu impliqués dans la filière viande de brousse, faisant en parallèle évoluer l'utilisation des ressources naturelles par les populations locales. Ce fait corrobore aux observations faites par Auzel (2) et Wilkie *et al.* (26), quant aux impacts indirects de l'exploitation forestière sur la faune.

**Tableau 3**  
Importance de la biomasse (kg) de chaque espèce animale dans la composition des repas.

Nom scientifique	Nom commun	Nom en Nkundu	Biomasse (kg)	%
<i>Cephalophus monticola</i>	Céphalophe Bleu	Mboloko	338,285	27,4
<i>Cephalophus callipigus</i>	Céphalophe de Peters	Mbengele	162,835	13,19
<i>Cephalophus dorsalis</i>	Céphalophe bai	Nkulupa	156,815	12,7
<i>Potamochoerus porcus</i>	Potamochère	Nsombo	124,51	10,08
<i>Hyemoschus aquaticus</i>	Chevrotain aquatique	Inkuta	28,5	2,31
<i>Cephalophus sylvicultor</i>	Céphalophe à dos jaune	Mbende	11,15	0,9
<i>Tragelaphus spekei</i>	Sitatunga	Mbuli	14,6	1,18
<i>Cephalophus nigrifrons</i>	Céphalophe à front noir	Mpambi	12,1	0,98
<i>Cercopithecus cephus</i>	Singe moustac	Kes Kes	174,835	14,16
<i>Cercopithecus wolffi</i>	Mone de w olf	Ngie	11,7	0,95
<i>Pan paniscus</i>	Bonobo	Mokomboso	3,05	0,25
<i>Colobus angolensis</i>	Colobe d'Angola	Iw uka	0,88	0,07
<i>Cercocebus agilis</i>	Cercocèbe agile	Nkolongo	1,5	0,12
<i>Atherurus africanus</i>	Athérure africain	Iko	70,07	5,67
<i>Cricetomys emini</i>	Rat de Gambie	Bontomba	37,025	3
<i>Thryonomys swinderianus</i>	Aulacode	Simbiliki	23,93	1,94
<i>Manis tricuspis</i>	Petit Pangolin à écaille	Nkabonyo	11,65	0,94
<i>Genetta sp</i>	Genette	Bodia	1,75	0,14
<i>Civettictis civetta</i>	Civette	Libobi	2,25	0,18
<i>Epomops frangueti</i>	Chauve souris	Lolema	0,25	0,02
<i>Python sebae</i>	Python	Nguma	6	0,49
<i>Bitis gabonica</i>	Vipère du Gabon	Itupa	2,05	0,17
<i>Kinixys beliana</i>	Tortue terrestre	Koba ya zamba	1,4	0,11
<i>Osteolaemus tetraspis osborni</i>	Crocodile nain	Lokese	3	0,24
<i>Varanus niloticus</i>	Varan du nil	Lombe	0,25	0,02
<i>Bycanistes albotibialis</i>	Callao à cuisses blanches	Diata	21,7	1,76
<i>Francolinus lathamii</i>	Francolin de Latham	Lokoku	5,4	0,44
<i>Pteronetta hortlaubii</i>	Canard Hartlaud	Libata mayi	2,2	0,18
<i>Numida meleagris</i>	Pintade commune	Lokanga	3,8	0,31
<i>Ceratogymna atrata</i>	Calao à casque noir	Mpoa	1,3	0,11
Total général			1234,79	100

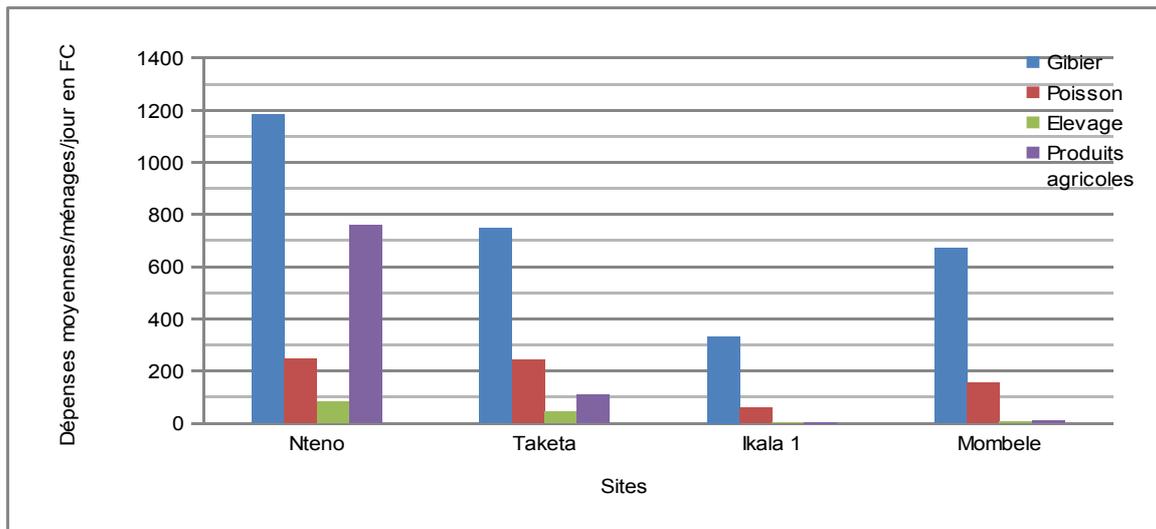


Figure 3: Dépenses alimentaires moyennes par ménages/jour dans chaque site.

Dans les sites étudiés, la forte consommation du gibier est d'abord liée à sa disponibilité. La viande de brousse est vendue quotidiennement dans tous les villages y compris le site industriel de Nteno. Pour les populations locales, le gibier est essentiellement une source de protéines «gratuite» car l'animal peut être capturé facilement en forêt. En outre, il existe très peu d'alternatives en matière d'élevage pour la fourniture de protéines animales tant au niveau des villages que du camp forestier. Pour cette population qui est majoritairement «Nkundu» (peuple chasseur), l'habitude du goût de la viande de brousse acquise depuis l'enfance est clairement un facteur clé qui détermine la préférence pour celle-ci. Mbeté *et al.* (18) soulignent que ce comportement des consommateurs peut s'expliquer par le fait que les critères qui conditionnent la demande de viande de chasse sont non seulement organoleptiques mais également d'ordre culturel. Afin de garder ce goût, certains ménages dans la zone d'étude cuisinent seulement la viande de brousse avec de l'eau et du sel. Le prix de la viande de brousse, en comparaison avec d'autres sources de protéines, a également une incidence sur sa consommation. Wilkie *et al.* (25) ont établi que le taux de consommation de gibier varie souvent en fonction de l'évolution du prix des aliments de substitution, tels que le poisson. Toutefois, dans notre zone d'étude, nous avons observé que le prix ne semble pas influencer les comportements des consommateurs. En effet, les aliments sont majoritairement vendus en morceaux, tas ou «parts». Une «part» de 200 g de la viande de brousse, d'élevage ou de poisson se commercialise à 500 FC. Ce fait démontre clairement le faible niveau de revenu moyen des ménages mais

également du développement de la filière viande de brousse qui assure au revendeur des bénéfices importants. Dans la zone, l'agriculture constitue la principale activité pratiquée par l'ensemble de la population. Cette activité demeure très rudimentaire et la production est orientée vers l'autoconsommation (9). Une mise à disposition de protéines alternatives vendues à prix coûtant sur le site industriel et un appui à la diversification des moyens de subsistance des ménages pourraient donc influencer sur la consommation de la viande de brousse et réduire la pression de chasse.

En conclusion, cette étude exploratoire a montré que la viande de brousse représente l'essentiel des produits d'origine animale consommés par les ménages enquêtés. Une importante consommation de cette viande a été observée dans le site industriel de Nteno par apport aux trois villages (Taketa, Ikala 1 et Mombele). En considérant l'ampleur des activités forestières pouvant nécessiter une main d'œuvre accrue et l'explosion démographique des villages environnants, il y a de bonnes raisons de penser que les populations animales de la concession 039/11 pourraient à terme être menacées. Des mesures pour satisfaire la demande croissante en protéines animales ont été proposées, notamment la promotion d'élevages d'espèces à cycle court (aviculture, pisciculture). Les résultats de cette étude ouvrent d'autres voies de recherche telles que l'évaluation de l'abondance de la faune et de l'impact de la chasse, afin de déterminer le taux de prélèvement des espèces et le caractère soutenable de la chasse pour permettre au gestionnaire forestier de prendre des mesures de gestion rationnelle de la faune sauvage.

## Remerciements

Les auteurs remercient la SODEFOR pour l'accès au site d'étude, l'intérêt accordé à cette étude et le

soutien logistique. De manière particulière, nous témoignons également notre profonde gratitude à J. Linchant et à l'ERAIFT pour l'appui technique et scientifique à la réalisation de la présente étude.

## Références bibliographiques

- Ardilly P., 1994, *Les techniques de sondage*. Paris, Technip, 163 p.
- Auzel P., 2001, Les villes en forêt: Impact de l'exploitation forestière sur la gestion coutumière des ressources naturelles. In: Delvingt W., (ed.). *La forêt des hommes : Terroirs villageois en forêt tropicale africaine*. Presses agronomiques de Gembloux (Belgique), pp. 235-251.
- Bahuchet S., 2000, La filière viande de brousse. In: Bahuchet S. (ed). *Les peuples des forêts tropicales aujourd'hui*. Bruxelles, Layout et production, 2, 331-363.
- Binot A. & Cornelis D., 2004, *Synthèse bibliographique du secteur « viande de brousse » au Gabon*. Rapport final. Montpellier cedex 5, Cirad-empt, 04, 14, 106 p.
- Doucet J.L. & Vermeulen C., 2011, Des forêts africaines à gérer durablement. *J. Ing.*, 132, 18-21.
- FAO 2010, *Prise en compte de la biodiversité dans les concessions forestières d'Afrique centrale*. Document de travail sur la biodiversité forestière. Rome, FAO (éd), 1, 144 p.
- Fargeot C., 2004, La chasse commerciale en Afrique centrale: la venaison ou le négoce d'un produit vivrier. *Bois et Forêts des Tropiques*, 282, 4, 27-40.
- Fargeot C., 2005, La chasse commerciale en Afrique Centrale: une activité territoriale de rente, *Bois et Forêts des Tropiques*, 283, 1, 65-80.
- FRM, 2008, *Rapport de l'étude socio-économique de la garantie d'approvisionnement 28/03-Nteno-SODEFOR*. Montpellier, 82 p.
- FRM, 2009, *Rapport d'inventaire d'aménagement de la garantie d'approvisionnement 28/03-Nteno-SODEFOR*. Kinshasa, 84 p.
- FRM, 2012, *Plan de gestion couvrant la période de préparation du plan d'aménagement (2010-2013) de la garantie d'approvisionnement 28/03-Nteno-SODEFOR convertible*. Massif forestier des rives de la Lukenie. Montpellier, 56 p.
- Haurez B., Petre C.A. & Doucet J.L., 2013, Impacts of logging and hunting on western lowland gorilla (*Gorilla gorilla gorilla*) populations and consequences for forest regeneration. A review, *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 17(2), 364-372.
- Jonathan Kingdon, 2004, *The kingdon pocket guide to African mammals*. A & C Black. London, 272 p.
- Koppert G.J.A., Dounias D., Froment A. & Pasquet P., 1996, Consommation alimentaire dans trois populations forestières de la région côtière du Cameroun, Yassa, Mvae et Bakola. In: Hladick M. (éd.). *L'alimentation en forêt tropicale: Interactions bio-culturelles et perspectives de développement*. UNESCO, Paris, pp 477-496.
- Makosso G. V., Massamba J., Massamba A. & Silou T., 2011, Consommation de la viande de brousse dans la zone du Parc National de Conkouati-Douli, Congo (Brazzaville): nature du gibier et modalités de consommation, *Tropicicultura*, 29(3), 131-137.
- Marechal C., Nasi R. & Bastin D., 2012, Gestion de la faune dans les concessions forestières d'Afrique centrale: vers une approche pragmatique des recensements, *Bois et Forêts des Tropiques*, 311(1), 75-84.
- Mathot L. & Doucet J.L., 2006, Méthode d'inventaire faunique pour le zonage des concessions en forêt tropicales, *Bois et Forêts des Tropiques*, 287(1), 59-70.
- Mbete R. A., Banga-Mboko H., Ngokaka C., Bouckacka Q. F., Nganga I., Hornick J.L., Leroy P. & Vermeulen C., 2011, Profil des vendeurs de viande de chasse et évaluation de la biomasse commercialisée dans les marchés municipaux de Brazzaville, Congo, *Trop. Conserv. Sci.*, 4(2), 203-217.
- Menga P., Bayol N., Nasi R. & Fayolle A., 2012, Phénologie et diamètre de fructification du wenge, *Milletia laurentii* De Wild.: Implications pour la gestion, *Bois et Forêts des Tropiques*, 321(2), 31-41.
- Mpoyi M.A., 2012, *Les Codes Verts: Textes légaux et réglementaires de la République Démocratique du Congo en matière de l'environnement et des ressources naturelles*. Tome I textes juridiques en matière des forêts, 2<sup>ème</sup> édition revue et augmentée. Kinshasa, Codelt (ed), Dépôt légal 3.0910-57184, 574 p.
- Puit M., Huart A., Leroy P. & Njikam Nsangou I., 2004, Dynamique de la filière viande de brousse dans la partie continentale Rio Muni en Guinée Equatoriale, *Tropicicultura*, 22(2), 204-210.
- Rastoin J-L. & Ghersi G., 2010, *Le système alimentaire mondial: Concepts et méthodes, analyses et dynamiques*. Versailles Cedex. Préface d'Olivier De Schutter, Editions Quae, 564 p
- Serle W. & Morel G., 1993, *Les guides du naturaliste : Les oiseaux de l'Ouest Africain*. Paris, Delachaux et Niestlé, 330 p.
- Van Vliet N., Nasi R., Abernethy K., Fargot C., Kümpel N. F., Ngong Obiang A.M. & Ringuet S., 2012, Rôle de la faune dans le cadre de la sécurité alimentaire en Afrique Centrale: une menace pour la biodiversité. In : De Wasseige C., De Marcken P., Bayo N., Mayaux Ph., Desclée B., Nasi R., Billand A., Defourny P., & Eba'a a Atyi R. (ed.). *Les forêts du Bassin du Congo. Etat des forêts 2010*. Luxembourg, Office des publications de l'Union Européenne, pp. 123-136.
- Wilkie D., Starkey M., Abernethy K., Nstame E., Telfer P. & Godoy R., 2005, Role of prices and wealth in consumer demand for bushmeat in Gabon, Central Africa. *Conserv. Biol.*, 19, 268-274.
- Wilkie D.S., Sidle J.G. & Boundzanga G.C., 1992, Mechanized logging, market hunting, and a bank loan in Congo, *Conserv. Biol.*, 6, 570-580.

J. Semeki Ngabinzeke, Congolais (RDC), Msc, Assistant, Université de Kinshasa, Faculté des sciences agronomiques, Kinshasa, République Démocratique du Congo.

J. Belani Masamba, Congolais (RDC), Msc, Chef de travaux, Université de Kinshasa, Faculté des sciences agronomiques, Kinshasa, République Démocratique du Congo.

R. Ntoto M'Vubu, Congolais (RDC), PhD, Professeur, Université de Kinshasa, Faculté des sciences agronomiques, Kinshasa, République Démocratique du Congo.

C. Vermeulen, Belge, PhD, Professeur, Université de Liège. Gembloux Agro-Bio Tech. Laboratoire de foresterie des régions tropicales et subtropicales, Unité de gestion des ressources forestières et des milieux naturels, Gembloux, Belgique.

# ANNONCES

## ANNOUCEMENTS

# AANKONDIGINGEN

## ANUNCIOS

KONINKLIJKE ACADEMIE  
VOOR  
OVERZEESE WETENSCHAPPEN



ACADEMIE ROYALE  
DES  
SCIENCES D'OUTRE-MER

### Journée de Rencontre «Jeunes Chercheurs Outre-mer»

16 décembre 2014

L'Académie Royale des Sciences d'Outre-Mer organise le mardi 16 décembre une Journée de Rencontre avec les Jeunes Chercheurs d'Outre-Mer.

Le but de cette journée est, d'une part, de permettre à de jeunes chercheurs (moins de 40 ans), de toutes disciplines, actifs dans les pays d'outre-mer, de se rencontrer et, de l'autre, de faire connaître à ces jeunes chercheurs l'Académie Royale des Sciences d'Outre-Mer et ses activités ([www.kaowarsom.be](http://www.kaowarsom.be)).

La journée s'articulera autour de quelques exposés au travers desquels des membres de l'Académie illustreront brièvement des projets de recherche outre-mer. Ces exposés seront entrecoupés de trois séances-posters offrant aux jeunes chercheurs la possibilité de présenter leurs travaux.

La participation à cette journée de rencontre est GRATUITE mais l'inscription OBLIGATOIRE.

#### Programme

8.30 - 9.00	Enregistrement et accrochage des posters
9.00 - 9.15	Accueil et introduction
9.15 - 10.00	Exposés
10.00 - 11.15	Café et séance-posters
11.15 - 12.00	Exposés
12.00 - 14.00	Lunch et séance-posters
14.00 - 14.45	Exposés
14.45 - 16.00	Séance-posters
16.00	Drink et mot de clôture

#### Participation et soumission d'un résumé

Si vous souhaitez présenter un poster, veuillez nous faire parvenir un résumé (en français, néerlandais ou anglais) avant le 15 octobre 2014 en utilisant le canevas disponible sur le site web de l'Académie [http://www.kaowarsom.be/en/submission\\_proposals\\_jongevorsers\\_jeunes\\_chercheurs](http://www.kaowarsom.be/en/submission_proposals_jongevorsers_jeunes_chercheurs).

#### Deadlines

Envoi des résumés: 15 octobre 2014  
Avis d'acceptation des résumés: 1er novembre 2014  
Inscription: 15 novembre 2014

#### Lieu

Palais des Académies  
Rue Ducale 1  
1000 Bruxelles

### Contactdag «Jonge vorsers overzee»

16 december 2014

De Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen organiseert op dinsdag 16 december een Contactdag 'Jonge vorsers overzee'.

Het doel van deze Contactdag is om enerzijds jonge vorsers (jonger dan 40 jaar) die in verschillende onderzoeksdomeinen in overzeese gebieden werken met elkaar in contact te brengen, en anderzijds jonge vorsers kennis te laten maken met de Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen en haar activiteiten ([www.kaowarsom.be](http://www.kaowarsom.be)).

De Contactdag bestaat uit een aantal korte lezingen waarin de leden van de Academie diverse activiteiten in overzeese gebieden toelichten en drie postersessies tijdens dewelke de jonge vorsers hun onderzoek voorstellen.

Deelname aan de Contactdag is gratis maar inschrijving is NOODZAKELIJK.

#### Programma

8.30 - 9.00	Registratie en ophangen posters
9.00 - 9.15	Welkom en inleiding
9.15 - 10.00	Lezingen
10.00 - 11.15	Koffie en postersessie
11.15 - 12.00	Lezingen
12.00 - 14.00	Lunch en postersessie
14.00 - 14.45	Lezingen
14.45 - 16.00	Postersessie
16.00	Drink en afsluitend woord

#### Deelname postersessie en indienen abstract

Deelname aan de postersessie gebeurt door het indienen van een abstract (in het Nederlands, Frans of Engels) volgens de sjabloon beschikbaar op de website: [http://www.kaowarsom.be/en/submission\\_proposals\\_jongevorsers\\_jeunes\\_chercheurs](http://www.kaowarsom.be/en/submission_proposals_jongevorsers_jeunes_chercheurs), vóór 15 oktober 2014.

#### Deadlines

Indienen abstract: 15 oktober 2014  
Bekendmaking aanvaarding abstract: 1 november 2014  
Inschrijving: 15 november 2014

#### Locatie

Paleis der Academiën  
Hertogsstraat 1  
1000 Brussel

## ORGANISATIE

### Aard van de organisatie verantwoordelijk voor de publicatie en doel van het tijdschrift TROPICULTURA

De v.z.w. Agri-Overseas is een vereniging die gesticht werd met als doel beroepsbanden op te bouwen tussen alle krachten die voor overzeese plattelandontwikkeling ijveren. Zij publiceert het wetenschappelijke en informatief tijdschrift "TROPICULTURA" dat gewijd is aan de plattelandproblematiek in ontwikkelingslanden. Dit tijdschrift wordt driemaandelijkse uitgegeven met de financiële steun van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest en van de vrijwillige bijdrage van instellingen of leden. Ze geniet van de wetenschappelijke bescherming van de Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen (KAOW) en wordt ondersteund door de "Commission de Coopération pour le développement" van de "Académie de Recherche et d'Enseignement supérieur (ARES-CCD)" en van het Universitaire Samenwerkingsorgaan van de Vlaamse Interuniversitaire Raad (VLIR-UOS) en van het "Brussels Hoofdstedelijk Gewest".

De v.z.w. Agri-Overseas is samengesteld uit individuele leden en uit de volgende Belgische instellingen: de Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen (KAOW), de "Commission de Coopération pour le développement" van de "Académie de Recherche et d'Enseignement supérieur (ARES-CCD)", het Universitaire Samenwerkingsorgaan van de Vlaamse Interuniversitaire Raad (VLIR-UOS), de vier faculteiten Landbouwwetenschappen (Liège/Gembloux, Gent, Leuven en Louvain-La-Neuve), de twee faculteiten Diergeneeskunde (Gent en Liège), het Departement Biomedische wetenschappen van het Instituut voor Tropische Geneeskunde te Antwerpen, de Interfacultaire Afdeling Landbouw van de Université Libre de Bruxelles, de Facultés Universitaires Notre Dame de la Paix (Namur), het Departement van Wetenschappen en Beheer van het Leefmilieu van de Université de Liège.

### Raad van Beheer

De raad van beheer van de vzw Agri-Overseas is samengesteld uit Professor Dr J. Vercruyssen, Voorzitter; Professor Dr Ir G. Mergeai, Afgevaardigde Beheerder; Dr E. Thys, Secretaris; Professor Dr B. Lossou, schatbewaarder; Professor Dr Ir J. Bogaert, vertegenwoordiger van de CUD-CIUF; Ere-Professor Dr S. Geerts, vertegenwoordiger van de KAOW, Professor Dr Ir R. Merckx, vertegenwoordiger van de VLIR-UOS en Ere-Professor Dr Ir J. Hardouin, lid.

### Redactiecomité

Het Redactiecomité van Tropicultura is samengesteld uit Professor Dr Ir G. Mergeai, Hoofdredacteur en Gedelegeerde Redacteuren: Professor Dr Ch. De Cannière, Bosbouw, Ecologie en het landschap, en de systemen van plantaardige productie, Professor Dr J.-P. Dehoux, Dierenproductie en Fauna, Dr De Lame, Sociologie, Ere-Professor Dr Ir F. Malaisse, Bosbouw en Ecologie, Emeritus Professor Dr J.-C. Micha, Visvangst en Visteelt, Emeritus Professor Dr Ir E. Tollens, Landbouweconomie, Professor Dr Ir P. Van Damme, Landbouwkunde, Professor Dr E. Van Ranst, Bodemkunde, Professor Dr P. Dorny, Dierengezondheid, en Ir F. Maes, wetenschappelijke collaborateur. Andere onderwerpen, zoals bv. Economie, Sociologie, ... worden rechtstreeks door het Secretariaat behandeld.

### Redactiesecretariaat

Louizalaan 231, B-1050 Brussel – België

Telefoon : +32.(0)2.540 88 60/61.

Email: ghare.tropicultura@belgacom.net / clouvet.tropicultura@belgacom.net /

Website: <http://www.tropicultura.org>

## RICHTLIJNEN VOOR AUTEURS

### Inhoud van het manuscript

De thema's van de artikels die in Tropicultura gepubliceerd worden hebben betrekking tot alle onderwerpen die te maken hebben met plattelandontwikkeling en duurzaam milieubeheer in de warme streken van de planeet. Voorrang wordt gegeven aan artikels die een origineel onderwerp uitmaken en een zo breed mogelijk reikwijdte hebben, met andere woorden waarvan de inhoud vooral betrekking heeft tot methodologische aspecten die in een zo breed mogelijke waaier milieus of regio's van de wereld over te brengen zijn. Een bijzonder accent wordt eveneens gelegd op de betrouwbaarheid van de gepubliceerde informatie, meer bepaald, wanneer het over experimentele resultaten gaat, op het aantal herhalingen in tijd en ruimte van de proeven die aan de basis liggen van de bekomen gegevens.

De manuscripten moeten origineel zijn en mogen niet gelijktijdig voorgelegd worden voor publicatie. Ze mogen in één van de vier volgende talen geschreven worden: Engels, Spaans, Frans en Nederlands.

### Insturen van het manuscript

De manuscripten worden in drie papieren exemplaren naar de hoofdredacteur verzonden of rechtstreeks onder elektronische vorm als attachment naar het e-mail adres van het secretariaat.

In de mate van het mogelijke zal de auteur, na aanvaarding van het artikel, een laatste, herlezen en verbeterde versie insturen in elektronisch formaat. De software Word is aanbevolen maar een ASCII of RTF formaat van het artikel wordt aanvaard.

### Stijl

Slecht een kant van het blad wordt gedrukt met dubbele lijnspace (27 lijnen van 60 tekens per DIN A4 formaat blad) met een marge van minimum 2,5 cm aan elke kant van het blad. Het lettertype is Times New Roman 11 (27 lijnen van 60 karakters per blad). De manuscripten houden maximum 20 tekstbladen in (voorblad niet inbegrepen).

Het voorblad houdt de titel in, de verkorte titel (maximaal 55 drukletters), de complete namen en voornamen van de auteurs, het diploma, de functie, de nationaliteit, het beroepsadres van alle auteurs en desgevallend de dankbetuiging. De naam van de contactauteur zal met een \* gemerkt zijn en zijn adres aangevuld met zijn telefoonnummer.

De volgende pagina's houden volgende elementen in:

- (i) de samenvattingen (max. 200 woorden) in de taal van het manuscript en in het Engels, voorafgegaan door de vertaling van de titel en gevolgd door maximum 6 sleutelwoorden in beide talen;
- (ii) de hoofdinhoud van de tekst;
- (iii) de literatuurlijst;
- (iv) de tabellen genummerd met Arabische cijfers;
- (v) de figuren die op de achterzijde onduidelijk genummerd moeten zijn als ze niet elektronisch gestuurd zijn;
- (vi) de legendes van de tabellen en de figuren.

Alle bladzijden van de bijdrage worden doorlopend genummerd.

De tekst wordt ingedeeld in hoofdstukken (in het algemeen: Inleiding, Materiaal en methodes, Resultaten, Discussie, Conclusies). De indeling van de tekst zal niet verder gaan dan twee niveaus (maximum een niveau onder de titels van de hoofdstukken). De titels van hoofdstukken en de ondertitels dienen beknopt te zijn en zullen nooit onderlijnd worden.

De referenties worden in de tekst door nummers tussen haakjes vermeld. In geval van citatie van verschillende referenties zullen de nummers in groeiende volgorde vermeld worden.

De figuren zullen op professionele wijze getekend zijn. Foto's dienen contrastrijk te zijn, niet gemonteerd en op glanzend papier. De foto's in jpg formaat dienen van goede kwaliteit te zijn met een minimum van 300 pixels per inch (dpi).

De Excel bestanden met de gegevens van de tabellen en de figuren moeten ook toegevoegd worden op het moment van indienen van het manuscript.

De literatuurlijst wordt alfabetisch gerangschikt op basis van de namen van de auteurs en chronologisch voor dezelfde auteur. De referenties zullen doorlopend genummerd worden beginnend met het cijfer 1.

Artikels uit tijdschriften worden in de literatuurlijst als volgt gerefereerd: namen van auteur(s) gevolgd door de initialen van de voornamen, het jaar van publicatie, de volledige titel van het artikel in de oorspronkelijke taal, de naam van het tijdschrift, het nummer van het volume (onderlijnd), de nummers van eerste en laatste bladzijde door een streepje verbonden.

Voorbeeld: Poste G., 1972, Mechanisms of virus induced cell fusion. Int. Rev. Cytol. 33, 157-222.

Bij boeken dienen plaats en naam van uitgever vermeld te worden. Bij referenties naar hoofdstukken in boeken: (in volgorde) de auteurs van het hoofdstuk, jaartal, titel van het hoofdstuk, het woordje 'In:', de editorsnamen gevolgd door 'editors'. Titel van het boek (cursief), volume of uitgave (indien meerdere), naam en locatie van de uitgeverij, begin- en eindpagina's van het hoofdstuk. Bij boeken zijn volgende elementen van belang: de namen van auteurs gevolgd door de initialen van de voornamen, het jaar van publicatie, de volledige titel van het boek, de naam en locatie van de uitgeverij, begin- en eindpagina's van het geciteerde hoofdstuk, het totaal aantal bladzijden van het boek.

Verslagen van conferenties dienen op dezelfde wijze vermeld te worden, mits toevoeging als het mogelijk is van de plaats, de datum de conferentie en de namen van de wetenschappelijke editors.

Voorbeeld: Korbach M.M. & Ziger R.S., 1972, Heterozygotes detection in Tay-Sachs disease a prototype community screening program for the prevention of recessive genetic disorders pp 613-632, in : B.W. Volks & S.M. Aronson (Editors), Sphingolipids and allied disorders, Plenum, New-York, 205 p.

### Kopijrecht

Met het oog zich te verzekeren van de originaliteit van het manuscript en van de toelating tot publicatie gegeven door de overheidsinstanties van de auteurs, wordt aan de hoofdauteur gevraagd het attest in te vullen.

### Publicatierechten

In geval van aanvaarding zal de redactie van elk van de verschillende auteurs van het artikel de verbintenis vragen hun publicatierecht af te staan aan Tropicultura.

### Deelname aan de onkosten van publicatie

De deelname van de auteurs in de publicatie kosten van het artikel bedraagt 200 euro. Voordat het artikel wordt verwerkt, moet de contactauteur het attest ondertekenen en terugsturen.

### Internationale referees

Bij het indienen van artikels, moeten de auteurs drie internationaal gerenommeerde referees voorstellen die hun manuscripten kunnen beoordelen.

### Redactiecomité

Het redactiecomité behoudt zich het recht artikels, die niet aan de voorafgaande instructies beantwoorden af te wijzen. De artikels zullen aan één of meer door de redactie gekozen referees voorgelegd worden. Deze referees blijven onbekend voor de auteurs.

*Texte français dans le n°1*

*English text in Nr.2*

*Texto Español en el N°4*

# TROPICULTURA

2014 Vol. 32 N° 3

Four issues a year (July- August- September)

## ORIGINAL ARTICLES

- Climate Change Adaptation Strategies and Farm-level Efficiency in Food Crop Production in Southwestern, Nigeria (*in English*)  
**M.A. Otitoju & A.A. Enete** 113
- Rice-Fish Culture in Mali: Practices and Prospects of Piscicultural Innovation (*in French*)  
**T. Niaré & M. Kalossi** 121
- Reproductive Biology of the African Catfish *Euchilichthys guentheri* (Schilthius, 1891) (Mochokidae, Siluriformes) of Malebo Pool, Congo River (Democratic Republic of Congo) (*in French*)  
**J.M. Tembeni, J.C. Micha, B.N.S. Mbomba, P. Vandewalle & V.Z. Mbadu** 129
- Effect of Different Levels of Supplementation with *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A.Gray on Feed Intake and *in vivo* Digestibility of *Pennisetum purpureum* K. Schum. in Guinea Pigs (*Cavia porcellus* L.) (*in French*)  
**M.N.B. Noubissi, F. Tendonkeng, T.G. Zougou & E. Tedonkeng Pamo** 138
- Consumption of Products of Animal Origin in the Forest Concession 039/11 of the SODEFOR to Oshwe (D.R. Congo) (*in French*)  
**J. Semeki Ngabinzeke, J. Belani Masamba, R. Ntoto M'Vubu & C. Vermeulen** 147
- ANNOUNCEMENTS 156

TROPICULTURA IS A PEER-REVIEWED JOURNAL INDEXED BY AGRIS, CABI, SESAME AND DOAJ

