

# TROPICULTURA

2007 Vol. 25 N°1

Trimestriel (janvier- février- mars)

Driemaandelijks (januari- februari- maart)

Se publica po año (en enero- febrero- marzo)



Les services vétérinaires en milieu pastoral, Turkana, nord-ouest du Kenya. 2002.03.20 Photo: Thierry Geenen.  
Crédit: Vétérinaires Sans Frontières, Belgium.

Editeur responsable/Verantwoordelijke uitgever: J. Vercruysse  
Square du Bastion 1A Bolwerksquare  
1050 Bruxelles/ Brussel

Avec les soutiens  
de la Direction Générale de la Coopération au Développement DGCD [www.dgcd.be](http://www.dgcd.be),  
du Service public Fédéral Affaires étrangères, Commerce extérieur  
et Coopération au Développement [www.diplobel.fgov.be](http://www.diplobel.fgov.be),  
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 Directie-Generaal Ontwikkelingssamenwerking DGOS [www.dgos.be](http://www.dgos.be),  
de Federale Overheidsdienst Buitenlandse Zaken, Buitenlandse Handel  
en Ontwikkelingssamenwerking [www.diplobel.fgov.be](http://www.diplobel.fgov.be),  
de Koninklijke Academie voor Overzeese [www.kaowarsom.be](http://www.kaowarsom.be)  
en van het Brusselse Gewest

BUREAU DE DEPOT – AFGIFTEKANTOOR  
BRUXELLES X / BRUSSEL X



# SOMMAIRE / INHOUD / SUMARIO, 25,1

## EDITORIAL/EDITORIAAL/EDITORIALES

Un partenariat qui compte

Een partnership dat telt

Un partenariado que cuenta

**G. Mergeai** ..... 1

## ARTICLES ORIGINAUX/OORSPRONKELIJKE ARTIKELS/ARTICULOS ORIGINALES

Chemical Composition, Nutritive and Energetic Value of Plantain (*Musa* spp.) Hybrids CRBP 14, CRBP 39, FHIA 17, FHIA 21 and Orishele Variety

Composition chimique, nutritive et valeur énergétique des hybrides CRBP 14, CRBP 39, FHIA 17, FHIA de banane (*Musa* spp.) et de la variété Orishele

Chemische samenstelling, voedings- en energiewaarde van Plantein (*Musa* spp.) hybriden CRBP 14, CRBP 39, FHIA 17, FHIA 21 en van de Orishele variëteit

Composición química, nutritiva y valor energético de los híbridos CRBP 14, CRBP 39, FHIA 17, FHIA de plátano (*Musa* spp.) y de la variedad Orishele

**S. Coulibaly, G.J. Nemlin & A. Kamenan** ..... 2

Trends and Effective Use of Energy Input in the Palm Kernel Oil Mills

Tendances et efficacité d'utilisation de l'énergie dans les moulins à huile de palme

Trends en effectief gebruik van de energieinbreng in oliepalmmolen

Tendencias y eficacia de utilización de la energía en los molinos para la extracción de aceite de palma

**A.I. Bamgboye & S.O. Jekanyinfa** ..... 7

Effets des reprises de labour sur les tubercules de *Cyperus rotundus* L. en Nouvelle-Calédonie. II. Viabilité des morceaux de tubercules

Effect van het bewerken van de grond op knollen van *Cyperus rotundus* L. in Nieuw-Caledonië. II. Levensvatbaarheid van knollenstukken

Efectos del rastreo sobre los tubérculos de *Cyperus rotundus* L. en Nueva Caledonia. II. Viabilidad de partes de tubérculos

**O. Ratiarson & A. Falisse** ..... 12

Les escargots comestibles de Côte d'Ivoire: influence de substrats d'élevage sur les paramètres de croissance de *Archachatina ventricosa* (Gould, 1850) en élevage hors-sol

Eetbare slakken in Ivoorkust: invloed van het voedingssubstraat op de groeiparameters van *Archachatina ventricosa* (Gould, 1850) in binnenkweek

Los caracoles comestibles de Costa de Marfil: influencia de los substratos de ganadería sobre los parámetros de crecimiento *Archachatina ventricosa* (Gould, 1850) en crianza intensiva

**K.D. Kouassi, A. Otchoumou & H. Dosso** ..... 16

Evaluation of Ensiled Brewer's Grain in the Diet of Piglets by One Way Multiple Analysis of Variance, MANOVA

Evaluation de la drêche ensilée des brasseries dans le régime des porcelets par une voie d'analyse de variance multiple, MANOVA

Evaluatie van ingekuilde bierdrif in de voeding van biggen met behulp van multifactoriële variantie analyse, MANOVA

Evaluación del orujo de cervecera ensilado en la dieta de lechones por análisis multivariante de la variancia, MANOVA

**J. Amang A Mbang, J. Owino, J. Kones, F. Meffeja & L. Dibog** ..... 21

Fonctionnement, performances et devenir des exploitations oléicoles privées à Médenine, Tunisie

Werking, prestaties en toekomst van olijfproducerende boeren in Medenine, Tunesië

Funcionamiento, rendimiento y provenir de las explotaciones oleícolas privadas en Medenine, Túnez

**B. Karray & M. Abichou** ..... 26

Caractéristiques de l'élevage villageois de la pintade locale *Numida meleagris* au centre de Burkina Faso

Karakteristieken van het landelijke Guinea Fowl *Numida meleagris* kweekstelsel in het centrum van Burkina Faso

Características de la crianza familiar de la gallina de Guinea local *Numida meleagris* en el centro de Burkina Faso

**R. Sanfo, H. Boly, L. Sawadogo & B. Ogle** ..... 31

Organogenesis in *Dioscoreophyllum cumminsii* (Stapf) Diels

L'organogénèse chez *Dioscoreophyllum cumminsii* (Stapf) Diels

Organogenese in *Dioscoreophyllum cumminsii* (Stapf) Diels

La organogénesis en *Dioscoreophyllum cumminsii* (Stapf) Diles

**Happiness O. Oselebe & E.E. Ene-Obong** ..... 37

## NOTES TECHNIQUES/TECHNISCHE NOTA'S/NOTAS TECNICAS

Gestion participative du sanctuaire de gorilles de plaine de l'ouest (*Gorilla gorilla gorilla*) de Lossi en République du Congo-Brazzaville: première analyse de résultats et des contraintes

Participatief beheer van de toevluchtsoord van de westelijke laagland gorilla's (*Gorilla gorilla gorilla*) van Lossi in de Republiek Congo-Brazzaville:

preliminaire analyse van resultaten en beperkingen

Gestión participativa del santuario de gorilas de planicie occidental (*Gorilla gorilla gorilla*) en Lossi en República de Congo-Brazzaville: primer

análisis de los resultados y de las limitaciones

**R.A. Mbété, H. Banga-Mboko, I. Njikam Nsangou, Véronique Joiris Daou & P. Leroy** ..... 44

Stratégie de valorisation des espèces ressources et produits non ligneux de la savane des environs de Kinshasa. 1. Enquête ethnobotanique

Valorisatiestrategie van de hulpbronnen species en niet houtachtige producten van de savanne in de omstreken van Kinshasa. I. Ethnobotanisch onderzoek

Estrategia de valorización de las especies productoras de recursos no maderables de la sabana en los alrededores de Kinshasa. 1. Investigación etnobotánica

**E. Makumbelo, L. Lukoki, J. Paulus sj. & N. Luyindula** ..... 51

Reboiser sous les tropiques

Herbebossing in de tropen

Reforestar en las regiones tropicales

**R. Pierlot** ..... 56

LES ACTIONS DE LA DGCD/DE ACTIVITEITEN VAN DE DGIS/LAS ACTIVIDADES DE LA DGCD ..... 60

BIBLIOGRAPHIE/BOEKBESPREKING/BIBLIOGRAFIA ..... 64

The opinions expressed, and the form adapted 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 conciernen unicamente la responsabilidad de los autores

## EDITORIAL

## EDITORIAL

## EDITORIALES

## Un partenariat qui compte

Chers lecteurs, j'ai le plaisir de vous informer que, dans le but d'augmenter sans cesse la qualité et l'intérêt des articles publiés dans Tropicultura, une convention de partenariat a été signée le 13 octobre 2006 entre Agri-Overseas, l'association qui publie votre revue, et l'Académie Royale des Sciences d'Outremer (ARSOM) de Belgique dont l'objectif principal est, depuis sa fondation, de promouvoir la connaissance scientifique des régions d'Outremer. Ce partenariat permettra à Tropicultura de bénéficier du parrainage scientifique de cette institution prestigieuse et des compétences de ses membres éminents qui s'intéressent au développement de l'agriculture et à une gestion plus durable de l'environnement dans les pays du Sud. L'entrée de l'ARSOM parmi les membres institutionnels d'Agri-Overseas s'est accompagnée de la restructuration du comité de rédaction de Tropicultura de manière à garantir sa participation au contrôle de la qualité scientifique des articles publiés. Vous pourrez constater en lisant la rubrique concernant l'organisation du comité de rédaction de Tropicultura à la fin de ce numéro que plusieurs nouveaux rédacteurs délégués membres de l'Académie ont été désignés, notamment dans les domaines de l'Economie et de la Sociologie rurales, des Sciences du sol, de la Foresterie et de l'Ecologie. En pratique, cela signifie qu'à l'avenir tout nouveau manuscrit soumis à Tropicultura devra recevoir l'aval d'un rédacteur délégué appartenant à l'ARSOM pour y paraître. Cette restructuration cadre parfaitement avec nos priorités concernant l'amélioration de la qualité du contenu de votre revue. Elle n'implique cependant aucun changement en ce qui concerne notre approche généraliste et pluridisciplinaire des problématiques du développement rural et de la gestion durable de l'environnement. Comme par le passé, nous continuerons résolument à donner la priorité à la publication d'articles susceptibles d'avoir un impact concret et direct sur l'amélioration des conditions de vie des populations rurales et qui peuvent intéresser le plus grand nombre possible de lecteurs. La conclusion de ce partenariat garant de l'amélioration de la qualité et de la pertinence du contenu de Tropicultura est donc une très bonne nouvelle pour son avenir. Il constitue sans doute une étape cruciale pour assurer la continuation de la parution de votre revue dont je vous souhaite une très bonne lecture du présent numéro.

Pour toute l'équipe de rédaction  
Guy Mergeai  
Rédacteur en Chef

## An Important Partnership

Dear readers, I am delighted to inform you that in order to constantly improve the quality and the scope of articles published in Tropicultura, a partnership convention has been signed on the 13<sup>th</sup> October 2006 between Agri-Overseas, the association that publishes your Journal, and the Belgian Royal Academy for Overseas Sciences (RAOS) whose main objective since its foundation is to promote scientific knowledge of overseas regions. This partnership will enable Tropicultura to benefit from the scientific sponsorship of this prestigious institution and the abilities of its eminent members who are concerned by the development of agriculture and by a more sustainable management of the environment in Southern countries. The arrival of RAOS amongst the institutional members of Agri-Overseas is followed by a re-structurization of the publishing committee of Tropicultura in order to guarantee its participation in controlling the scientific quality of the published articles. You will notice by reading the paragraph about the organisation of the publishing committee of Tropicultura at the end of this volume that several new editorial staff members belonging to the Academy have been designated, particularly in the fields of Economy and Rural Sociology, Soil Science, Forest Management and Ecology. On a practical note, this implies that in the future, any new manuscript submitted to Tropicultura will need to receive the approval of a designated deputy of the chief editor belonging to RAOS before publication. This re-structurization ties in perfectly with our priorities concerning the improvement of the quality of the content of your Journal. Nevertheless, it implies no change whatsoever in our global and multidisciplinary approach of rural development problems and of a sustainable management of the environment. As in the past, we will resolutely continue to give priority to the publication of articles susceptible to having a concrete and direct impact on the improvement of living conditions of rural populations and which will interest the widest number of readers. Concluding, this partnership which guarantees the improvement of the quality and the pertinence of the content of Tropicultura is as such very good news for its future. It is probably a crucial stage to ensuring the continuation of the publication of your Journal for which I wish you a pleasant reading of this volume.

In the name of the publishing team  
Guy Mergeai  
Chief editor

## ARTICLES ORIGINAUX

## OORSPRONKELIJKE ARTIKELS

## ORIGINAL ARTICLES

## ARTICULOS ORIGINALES

# Chemical Composition, Nutritive and Energetic Value of Plantain (*Musa* spp.) Hybrids CRBP 14, CRBP 39, FHIA 17, FHIA 21 and Orishele Variety

S. Coulibaly<sup>1\*</sup>, G.J. Nemlin<sup>1</sup> & A. Kamenan<sup>2</sup>

Keywords: Plantain- *Musa*- Hybrid- Physical characteristics- Chemical composition- Energetic value- Ivory Coast

## Summary

Chemical characteristics as well as contents in main components such as dry matter, sugars, lipids proteins and some minerals were determined in four banana hybrids CRBP 14, CRBP 39, FHIA 17, FHIA 21 and Orishele variety (used as control). Titrable acidity, pH, and calorific energy of these various cultivars of banana (*Musa* spp.) were also determined. The results indicated that Orishele variety had the highest content of dry matter, total carbohydrate and potassium. On the other hand, CRBP 39 hybrid which had the highest total acidity was the richest in total sugars and was the most energetic. Concerning FHIA 17, it contained the highest amount of proteins, lipids, magnesium, calcium and iron.

## Résumé

**Composition chimique, nutritive et valeur énergétique des hybrides CRBP 14, CRBP 39, FHIA 17 et FHIA 21 de banane (*Musa* spp.) et de la variété Orishele**

Les caractéristiques chimiques ainsi que les principales composantes que sont la matière sèche, les sucres, les lipides, les protéines, et certains minéraux ont été déterminées dans les cultivars de banane CRBP 14, CRBP 39, FHIA 17, FHIA 21 et Orishele. Les travaux ont également porté sur la détermination de l'acidité titrable, le pH et l'énergie calorifique de ces différents cultivars de banane. Les résultats des analyses montrent, que la variété Orishele présente les taux les plus élevés de matière sèche, de glucides totaux et de potassium. Par contre, l'hybride CRBP 39, qui a l'acidité totale la plus élevée, est le plus riche en sucres totaux et est le plus énergétique. L'hybride FHIA 17 contient, quant à lui, les teneurs les plus élevées en protéines, lipides, magnésium, calcium et fer.

## Introduction

Plantains (*Musa* spp) are the most privileged bananas in the large family of bananas. For that, they play an important role in the economy and food security of many wet tropical regions in the world (22).

According to Ducroquet (18), plantain (1,200 000 tons/year) is the third food crops in Ivory Coast after yams (3,000 000 tons/year) and cassava (1,700 000 tons/year).

Today, most of the banana species available derived from the *Musa acuminata* (genome A) and the *Musa balbisiana* (genome B) species. Following many natural or artificial hybridations, homogenomic and allopolyploid species, diploids, triploids and tetraploids have been developed. Some of these species display illnesses prejudicial to a good production.

To reduce the effect of black cercosporiosis (caused by the *Mycosphaerella fijiensis* Morelet fungus), one of the most spread illnesses on plantain, the International Institute of Tropical Agriculture (IITA), the Center of Regional Research on Bananas and Plantain (CRBP) and the *Fundación Hondureña de Investigación Agrícola* (FHIA) have conceived hybrids partially resistant to this phytopathology.

As contribution to these agronomic trials, researchers in post-harvest technology have focused their investigations on the study of physico-chemical, biochemical properties and nutritive qualities of many of these cultivars. So, the Orishele variety has been a topic of researches by Gnagri and Kamenan (25, 26), who determined the optimal period of

harvest. These results were confirmed by Collin and Dalnic (12). The chemical composition of some varieties from Nigeria and Ivory Coast were analysed respectively by Burdon *et al.* (9) and Aboua (1). Westby and Reilly (41) performed a comparative study on post-harvest characteristics (pulp / skin ratio, moisture content of the pulp and the composition in carbohydrate of the whole pulp), of many plantain cultivars among which three represent the principle variability of plantain subgroups in Africa (one variety of cooking banana resistant to the black cercosporiosis and two hybrids of plantain tetraploid which are resistant to this pathology).

Offen and Thomas (33) observed on the *Musa paradisiaca* and *Musa sapientum* the evolution of components and the caloric energy during 60, 104 and 116 days after the appearance of the inflorescence.

For the Prata banana (*Musa* AAB, Prata subgroup) the study of the variation of chemical components, during ripening of the fruit allowed Ayub (6) to determine the optimal period of harvest of the banana stems.

N'Galani *et al.* (31) have observed the change in starch and sugars in fruits of "French Clair" and "Batard" (group AAB) plantain cultivars grown in Cameroon for a commercial purpose.

This paper presents data from comparison of some physical, chemical, nutritive and energetic properties between hybrids CRBP 14, CRBP 39, FHIA 17, FHIA 21 and Orishele variety.

<sup>1</sup> Station de Recherche Technologique/Centre National de Recherche Agronomique, 08 BP 881 Abidjan 08, Côte d'Ivoire Tél.: 225/22442858 ou 225/05079980 Fax: 225/22442108; Email: coulisouley@yahoo.fr ou: SRT/CNRA@aviso. CI

<sup>2</sup>Unité de Formation et de Recherche/Sciences et Technologie des Aliments (UFR/STA), Université d'Abobo-Adjamé, 02 BP 801, Abidjan 02, Côte d'Ivoire.

Received on 23.09.05 and accepted for publication on 15.11.05.

## Materials and methods

### Vegetal material

Banana hybrids CRBP 14, CRBP 39, FHIA 17, FHIA 21 and Orishele variety (control) were obtained from the Research Station on Fruits and Citrus Fruits of Centre National de Recherche Agronomique (CNRA) located in the village Anguedou (at 20 kilometers east of Abidjan: 5° 38' N, 4° 05' W). They were all harvested at a stage of maximal maturity when at least one ripe fruit appears on the bunch (30). Starting from the date of flowering, this stage corresponds to 67, 92, 78 and 82 days for the four hybrids CRBP 14, CRBP 39, FHIA 17 and FHIA 21 respectively. The control Orishele variety was harvested after 70 days.

### Transformation process

Flour was obtained by grinding the pulp slices, after having them dried in an oven at 45 °C during 48 hours.

### Analysis methods

Dry matter content was determined by desiccation in a drying oven at 105 °C during 24 hours. Reducing and total sugars were determined using the 3,5-DNS acid method (17). Starch purity was determined by the polarimetric method (8). Titrable acidity was obtained by the volumetric method with phenolphthalein. pH was directly read on the pH-meter METROM E 520. Raw proteins were measured by Kjeldahl method (4) using 6.25 as conversion factor. Lipids content was determined by extraction with hexane in a Soxhtherm system during 6 hours. Ashes were obtained by calcination in a muffle furnace at 550 °C during 6 hours. Minerals were determined on a VARIAN Atomic Absorption Spectrometer (Spectraa-5 Model). Starch and total carbohydrate contents as well as energetic values were determined by calculation.

### Statistic methods

To measure the significance level of differences observed in the case of small samples, the Student t- test was applied (35) using the SPSS software (10.0 version).

## Results

The chemical composition of the pulp of hybrids CRBP 14, CRBP 39, FHIA 17, FHIA 21 and that of the Orishele (control banana) is summarized in table 1. Apart from starch and total glucids contents as well as energetic values (values determined by calculation) all the others data are given in the form  $\bar{x} \pm \sigma$  in order to take the variance into account.

The dry matter content of the five cultivars of banana varied from 42.63 (Orishele variety) to 23.96 (hybrid FHIA 17). The highest titrable acidity (3.33 meq/100 g) was observed in hybrid CRBP 39 and the lowest (1.66 meq/100 g) in hybrid FHIA 17 and in the Orishele variety. The pH values which were inversely proportional to titrable acidities and varied from 5.68 (hybrid CRBP 39) to 6.43 (Orishele variety). Lipids contents were low and the average was 0.60% of dry matter. Proteins were found in our samples in proportions varying from 2.15 to 2.70%.

The amount of total sugars which was about 3.88% in these cultivars was very low. Reducing sugars contents were very close, since the difference between the two extremes (0.59% in CRBP 14 and 0.56% in FHIA 21) is 0.03%. As for total glucids contents, values are high and very close each other. The Orishele variety and hybrid CRBP 39 with respectively 95.47 and 95.25% had the highest contents, the lowest (93.04%) was observed in hybrid FHIA 17. Concerning starch, the average content of these 5 cultivars was 81.7%. On the basis of the different contents, grouping can therefore be done. The first group concerning the highest contents (82.44 and 82.38%) was made of hybrid FHIA 21 and the Orishele variety. The second group was made of hybrids CRBP 39 and CRBP 17 with the mid values of 81.82 and 81.63%. The third group was made of one hybrid, FHIA 17, which had the lowest rate (80.55%).

As for ashes, remarkable differences ( $p \leq 0.05$ ) were noticed. In fact, a difference of more than 1% was observed between ashes content of hybrid FHIA 17 (2.94%) and those of hybrid CRBP 39 (1.93) on one hand, and between contents in ashes of hybrid FHIA 17 (2.94%) and those of the Orishele variety (1.81%) on the other hand.

Concerning energetic values of the five cultivars, the

**Table 1**  
**Chemical composition of banana hybrids and Orishele variety (control)**

|                               | CRBP 14       | CRBP 39       | FHIA 17       | FHIA 21       | Orishele      |
|-------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Dry matter pulp (%)           | 33.16 ± 0.53a | 35.28 ± 0.39a | 23.96 ± 0.52b | 34.50 ± 0.69a | 42.63 ± 0.48c |
| Titrable acidity (meq /100 g) | 2.83 ± 0.03a  | 3.33 ± 2.88a  | 1.66 ± 2.28b  | 1.66 ± 2.88b  | 1.83 ± 0.03b  |
| pH                            | 5.89 ± 0.23a  | 5.68 ± 0.04a  | 6.44 ± 0.09b  | 6.43 ± 0.01b  | 6.28 ± 0.07b  |
| Lipids (%)                    | 0.61 ± 0.02a  | 0.59 ± 0.02a  | 0.80 ± 0.01b  | 0.48 ± 0.03a  | 0.52 ± 0.01a  |
| Proteins (%)                  | 2.70 ± 0.07a  | 2.19 ± 0.05b  | 3.17 ± 0.07c  | 2.14 ± 0.14a  | 2.58 ± 0.11b  |
| Total sugars (%)              | 3.84 ± 0.03a  | 4.78 ± 0.44b  | 3.32 ± 0.13c  | 3.34 ± 0.01c  | 4.14 ± 0.38a  |
| Reducing sugars (%)           | 0.59 ± 0.06a  | 0.57 ± 0.05a  | 0.58 ± 0.06a  | 0.56 ± 0.04a  | 0.58 ± 0.05a  |
| Total glucids (%)             | 94.54a        | 95.25a        | 93.04a        | 94.84a        | 95.47a        |
| Starch (%)                    | 81.63a        | 81.82a        | 80.55a        | 82.44a        | 82.38a        |
| Ashes (%)                     | 2.15a         | 1.93a         | 2.94b         | 2.05a         | 1.81a         |
| Energetic value (cal/100 g)   | 394.45a       | 395.07a       | 392.04a       | 394.38a       | 394.76a       |

\*The values are expressed on dry matter basis. Data on the same line with different letters are significantly different ( $p \leq 0.05$ ).

**Table 2**  
**Mineral contents in 100 g of pulp of banana hybrids and Orishele variety (control)**

| Mineral   | CRBP14 | CRBP39 | FHIA17 | FHIA21 | Orishele |
|-----------|--------|--------|--------|--------|----------|
| Potassium | 226.8a | 223.7a | 100.2b | 222.8a | 244.5c   |
| Magnesium | 35.8a  | 39.2a  | 83.8b  | 23.9c  | 31.8a    |
| Calcium   | 9.5a   | 7.6b   | 19.4c  | 6.1d   | 5.8d     |
| Sodium    | 7.4a   | 0.6b   | 0.8b   | 0.6b   | 0.9b     |
| Iron      | 0.4a   | 0.4a   | 0.7b   | 0.3a   | 0.4a     |

The values are averages of three determinations. Data on the same line with different letters are significantly different ( $p \leq 0.05$ ).

difference noticed between the extreme values (395.07 cal/100 g for the Hybrid CRBP 39 and 392.04 cal/100 g for hybrid FHIA 17) is not significant ( $p \geq 0.05$ ).

Table 2 shows the mineral contents of the five cultivars of banana. Potassium contents are practically the same (226.8; 223.6 and 222.8 mg/100 g) respectively for hybrids CRBP 14, CRBP 39 and FHIA 21. The highest content is observed in the Orishele variety (244.5 mg) and the lowest in hybrid FHIA 17.

Magnesium is present in the five cultivars but with very different contents. In fact, hybrid FHIA 17 has the highest content with 83.8 mg comparatively to the other cultivars of which contents vary between 23.9 mg (for hybrid FHIA 21) and 39.2 mg (for hybrid CRBP 39).

For calcium, the maximal content (19.4 mg) is observed once more in hybrid FHIA 17. The 4 other cultivars possess weaker quantities which go from 5.8 mg (for the Orishele variety) to 9.5 mg (for hybrid CRBP 14).

Hybrid CRBP 14 contains a high amount of sodium (7.4 mg) compared with the other cultivars of which the average content is 0.7 mg.

Quantities of iron are practically equal (0.4 mg) in all the cultivars, except hybrid FHIA 17 which shows content much more important (0.7 mg).

## Discussion

Values obtained for dry matter are remarkably different ( $p \leq 0.05$ ) from one cultivar to another. With 42.63% the Orishele variety has the highest amount. This value is consistent with those of Busson (10) who found around 37 and 43%. As for hybrids, content values rank from 23.96% (in FHIA 17) to 35.28% (in CRBP 39). These values are close to those of Dillon (16), Dadzie (14) and Cohan (11), who respectively estimated them around 33, 32 and 32.8%. Globally speaking, the variations observed are significantly different ( $p \leq 0.05$ ).

The pH values of the five cultivars of banana vary from 5.68 to 6.44. Hybrid CRBP 39 has the lowest pH and the highest content in titrable acidity (3.33 meq/100 mg). The Orishele variety and hybrid FHIA 17 have the lowest content in titrable acidity (1.66 meq/100 mg) and correlatively they have the highest pH (6.43 and 6.44). All the results obtained for the pH as well as for titrable acidities are significantly different ( $p \leq 0.05$ ). These values are comparable to those obtained by Dadzie (14), who noted that during the ripening of hybrids FHIA 21 and FHIA 22, pH varied respectively from 6.00 to 6.30 and from 6.00 to 6.40. According to the same author, values in titrable acidity ranked from 1.50 to 2.40 meq/100 mg in hybrid FHIA 21 and from 1.50 to 2.20 meq/100 mg in hybrid FHIA 22. Values of pH of our cultivars are rather superior to those of Ndungo (32) who observed pH ranking from 4.52 to 4.74 in the juice of five cultivars of eastern Africa height banana. But, titrable acidities values reported by this author varied from 4.8 to 6.9 meq/100 mg. They are distinctly higher than our values. These high titrable acidities could explain the exclusive use of these bananas for beer production.

Lipids content of the Orishele variety (0.48%) is significantly ( $p \leq 0.05$ ) lower than the highest value (0.80%) observed in hybrid FHIA 17. Gnakri (25) found 0.4% lipids in the pulp of Orishele plantain. This value is very close to 0.48% that we obtained in the same variety; however, it remained lower than those of hybrids under study. These weak contents (0.48%- 0.80%) indicate that plantain is a very poor lipids fruit.

Protidic fractions of samples are weak but significantly different ( $p \leq 0.05$ ). They vary from 3.17 (in FHIA 17) to 2.14 (in Orishele). Proteins content of the five cultivars is comparable to that of cassava (2.50%), according to Sylvestre and

Arraudeau (36). Similar results have been obtained by Agbo and Soumanou (5).

Total sugars content of the five cultivars of plantain varies from 4.78% (in hybrid CRBP 39) to 3.32% (in hybrid FHIA 17). These values are similar to those of Aboua (1). Belalcázar *et al.* (7) reported in the clone "Dominico harton" amounts of total sugars of 0.75% and of 23.7% respectively in the green and the ripe fruit. In the Orishele variety, Agbo *et al.* (5) noticed amounts of total sugars ranking from 0.1 to 20.4% according to the mode and duration of conservation in greenlife stage. Differences observed in our values which are consistent with all these results are not significant ( $p \geq 0.05$ ).

Contents in reducing sugars of our samples vary from 0.56 to 0.59%. These values, which are not statistically different ( $p \geq 0.05$ ), are comparable to those of Belalcázar *et al.* (7) who found 0.53% of reducing sugars in the green fruit of the clone "Dominico harton". On fruits harvested the same day, Agbo *et al.* (5) have registered reducing sugars contents of 0.7% and 0.6% in the Orishele plantain and the cultivar "Affoto" plantain (corn).

Amounts of total glucids we obtained (94% as average) in the five cultivars confirm that plantain is essentially a glucidic fruit. There is no difference ( $p \geq 0.05$ ) between the sugar contents of the banana cultivars under consideration. Our values are higher than those of sweet banana (88%) found by Adrian *et al.* (3). Total glucids contents of our samples are even higher than those of cassava which were 89% according to Sylvester *et al.* (36), as well as those of sweet potato which varied from 86.1 to 87.1% according to Dadie and coll. (13).

In the high contents of total glucids, which are not statistically different ( $p \geq 0.05$ ), starch takes up an important place with amounts varying between 80.55% (in hybrid FHIA 17) and 82.44% (in hybrid FHIA 21). These results are similar to those of many other authors (1, 19, 25, 29, 28).

Ashes contents vary from 1.81% in the Orishele variety to 2.94% in hybrid FHIA 17. These statistically different ( $p \leq 0.05$ ) results are consistent with those of Welford-Abbey and Omuaru (40). However, they are higher than those found by FAO (21) which was 1% in plantain.

Energetic values of our samples varied from 392.04 cal/100 g (in hybrid FHIA 17) to 395.07 cal/100 g (in CRBP 39). They are not statistically different ( $p \geq 0.05$ ). These results are close to that of Du Montcel (37) who gave 145 cal/g of fresh pulp or 390 cal/100 g on dry matter basis. Therefore, our values are higher than that reported by FAO (21), which was 358 cal/100 g of dry plantain or sweet banana. With such energetic values, these cultivars of banana could cover the energetic needs of a normal individual, according to Treche and Guion (39). In fact, FAO (22) indicated that daily energetic values of food intake at the world level must vary between 2187 and 3385 kilocalories. In Africa, the average consumption of plantain was estimated to 250 kg/inhabitant/year, Fouré and Du Montcel (24) giving 0.7 kg/inhabitant/day. So, plantain with more than 1000 kilocalories per day covers a large portion of energetic needs of every inhabitant.

The highest potassium content (244.5 mg/100 g of banana) is found in the Orishele variety. With 100.2 mg/100 g of hybrid FHIA 17 has the lowest content in potassium. This value is significantly low ( $p \leq 0.05$ ) compared to those of other cultivars of which the average content is 229.5 mg/100 g of banana. Former studies reported very different contents. In fact, FAO (21) found in 100 g of sweet banana a content of 401.0 mg of potassium and 352.2 mg in plantain. Aboua (2) estimated 680.0 mg of potassium in the pulp of green banana. Although these values are different, banana can cover the daily intake (380 mg) of potassium necessary for an adult (27).



Concerning magnesium, the maximum content (83 mg/100 g of dry matter) is observed in hybrid FHIA 17 and the lowest (23.9 mg/100 g of dry matter) in hybrid FHIA 21. These values, which are significantly different at ( $p \leq 0.05$ ), are close to that of Aboua (2), who noticed 80.0 mg in the dry matter of green plantain.

On dry matter basis, contents in calcium of the five cultivars vary significantly ( $p \leq 0.05$ ) from 5.8 mg/100 g (for the Orishele variety) to 19.4 mg/100 g (in hybrid FHIA 17). These values are similar to those of Aboua (2) and FAO (21), who respectively indicated 6.5 mg and 19.0 mg/100 g. Plantains under study are rich in calcium compare to cocoyam, sweet potato, maize and sorghum which, contain 0.37 mg; 0.13 mg; 0.08 mg and 0.15 mg respectively (38). Zoumenou (42) noticed in cassava (*Manihot esculenta* Crantz) 3 mg of calcium/100 g.

Sodium is present in the five cultivars of banana under study in quantities ranking significantly ( $p \leq 0.05$ ) from 0.6 mg (in hybrid CRBP 39 and hybrid FHIA 21) to 7.4 mg (in hybrid CRBP 14) in 100 g of dry matter. These values are comparable to that of FAO (21) which indicates 3.0 mg of sodium in 100 g of dry plantain.

Contents of iron of these five plantain cultivars are significantly different ( $p \leq 0.05$ ). They varie from 0.3 mg/100 g (for hybrid FHIA 21) to 0.7 mg/100 g (for hybrid FHIA 17). These values are conform to those of many authors (21, 34, 37).

## Conclusion

The comparative study of some chemical components

of CRBP14, CRBP39, FHIA17, FHIA21 (banana hybrids) and the Orishele variety (control) shows some noticeable differences between these cultivars. In fact, all the hybrids have lower dry matter than the Orishele variety which, however, possesses the lowest amount of ashes. It must be underlined that a low proportion of fat, proteins, total and reducing sugars contents are found in all the cultivars. They contain high amount of starch and therefore high energetic potentials. Among the determined minerals, potassium have a higher content in all hybrids and in the Orishele variety. More precisely, we can conclude that hybrid FHIA17 is the most appropriate variety for kid feeding. Besides its energetic value comparable to that of the other cultivars, it is the least acidic, and so, the most palatable. In addition, its higher iron content could contribute in a remarkable way to fight against anaemia caused by the iron deficiency, a pathology which is very widespread in school areas in southern Asia and sub-Saharan Africa (15). Furthermore, its high amount of calcium would efficiently contribute to bones consolidation of the squeleton.

Complementary studies on transformation aptitude of these cultivars for feeding purpose on one hand, and the properties of their starch on the other hand, could allow to better specify their sphere of applications.

## Acknowledgments

Sincere gratitude towards the "Ananas-banane" Programme of the Centre National de Recherche Agronomique (Ivory Coast) for providing the plantain samples.

## Literature

1. Aboua F., 1991, Chemical and physical changes in plantains (*Musa paradisiaca*) during ripening. Tropical Science, **31**, 2, 183-187.
2. Aboua F., 1994, Effect of home processing methods on the nutritional value of plantains in Ivory Coast. Tropical Science, **34**, 274-281.
3. Adrian J. & Frangne R., 1996, Nature et propriétés de l'amidon. IAA. 17-21.
4. A.O.A.C., 1973, Official methods of analysis. Washington, D.C.
5. Agbo N.G., Soumanou M. & Yao K.A., 1996, Nouvelles techniques de conservation de la banane plantain en milieu rural avec la matière végétale locale. Sciences des aliments, **16**, 607-621.
6. Ayub R.A., 1996, Determinação do ponto de colheita da bananeira Prata (*Musa* AAB subgrupo Prata) por intermédio de análise química. Revista Ceres, **43**, 247, 227-236.
7. Belalcázar C.S., Valencia M.J.A. & Lozada Z.J.E., 1991, La planta y el fruto pp. 43-89. In: El cultivo del plátano (*Musa* AAB Simmonds) en el trópico-ICA, Cali (COL); CRDI, (CAN); Comité Departamental de Cafeteros del Quindío, (COL); INIBAP, International Network for the Improvement of Banana and Plantain, Montpellier (Belalcázar Carvajal, S. (ed.)) ICA, Colombia, Cali.
8. BIPEA, 1976, Bureau interprofessionnel d'études analytiques. Recueil de méthodes d'analyse des communautés européennes, 110 p.
9. Burdon J., Moore K.G. & Wainwright H., 1991, The post-harvest ripening of three plantains cultivars (*Musa* spp., AAB group), Fruits, **46**, 2, 137-143.
10. Busson F., 1965, Les plantes alimentaires de l'Afrique de l'ouest. Etude botanique, biologique et chimique. Ed Leconte Marseille. Cahiers d'études et de recherches francophones/Agricultures, **7**, 6, 475-480.
11. Cohan J.-P., Abadie C., Tomekpé K. & Tchango-Tchango J., 2003, Performance agronomiques et résistance à la maladie des raies noires de l'hybride «CRBP 39», InfoMusa, **12**, 1, 29-32.
12. Collin M.N. & Dalnic R., 1991, Evolution de quelques critères physico-chimiques de la banane plantain (cultivar Orishele) au cours de la maturation. Fruits, **46**, 1, 13-17.
13. Dadié A., Aboua F. & Coulibaly S., 1998, Caractéristiques physico-chimiques de la farine et de l'amidon de la patate douce (*Ipomoea batatas*). I.A.A., octobre, 32-36.
14. Dadzie B.K., 1998, Post-harvest characteristics of black Sigatoka resistant banana, cooking banana and plantain hybrids pp. 5-26. In: Technical guidelines INIBAP 4. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy; International Network for the Improvement of banana and plantain, Montpellier, 75 p.
15. Dalmiya N. & Schultink W., 2003, Combating hidden hunger: the role of international agencies. Food and Nutrition Bulletin, **24**, 4 (supplement) 69-77.
16. Dillon J.C., 1989, Bananes douces et bananes plantain. Cah. Nutr. Diét. **24**, 2, 6
17. Dubois M., Mc Cowen L.K., Schotch T.J., Rebers P.A. & Smith F., 1956. Anal. Chem. **28**, p. 250.
18. Ducroquet H., 2002, L'agriculture ivoirienne à la loupe (I). Le professionnel agricole, **3**, 10-12.
19. Duprat F., Gallant D.J., Guilbot A., Mercier C. & Robin J.P., 1980, L'amidon, pp. 231-276 in: les polymères végétaux. B. Monties Gauthier éditeurs. Paris.
20. Dzomeku B.M., 2001, Introduction evaluation and dissemination of FHIA hybrids in Ghana pp. 35-43, in: Report of the fourth Annual Steering Committee Meeting; east Legon, Accra, Ghana; 2-4 april 2001; INIBAP, MUSACO, IPGRI; 1.
21. FAO, 1972, Food composition tables for use in Africa. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
22. FAO, 1988, Roots and tuber crops, plantain and bananas in developing countries. Challenge and opportunities. FAO plant production and protection paper, FAO, Rome, 83 p.
23. FAO, 2004, Faostat. Food balance sheets 1961-2001. FAO Rome.
24. Fouré E. & du Montcel H.T., 1999, Les productions bananières – un enjeu économique majeur pour la sécurité alimentaire. Le courrier Afrique – Caraïbes – Pacifique – Union Européenne, 176- Juillet-Août. 71-73.
25. Gnakri D., 1990, Valorisation du fruit de plantain (*Musa* spp.). 1- Caractérisation physico-chimique de l'amidon. 2- Etudes nutritionnelle, métabolique et physiologique des aliments dérivés: foutou et fufou. Thèse doctorat d'état ès Sciences naturelles (option Biochimie-nutrition), Université Nationale de Côte d'Ivoire. Abidjan, 233 p.
26. Gnakri D. & Kamenan A., 1994, Caractéristiques physicochimiques de l'amidon de plantain (*Musa* spp., AAB). Agronomie Africaine, **6**, 1, 19-25.

27. INIBAP, 2001, La banane: aliment et source de revenus. INIBAP Montpellier. 1 p.
28. Ketiku A.O., 1973, Chemical composition of unripe (green) and ripe plantain *Musa paradisiaca*. J. Sci. Food Agri. 24, 703-707.
29. Marriot J., Robinson M. & Marikari S.K., 1981, Starch and sugar transformation during the ripening of plantains and bananas. J. Sci. Food. Agri. 32, 1021-1026.
30. Mitra S.K., 1997, Postharvest physiology and storage of tropical and subtropical fruits. CAB International, Wallingford, United Kingdom. 423 p.
31. Ngalani J.A., Tchango Tchango J. & Reynes M., 1999, Starch and sugar transformation during the ripening of banana and plantain cultivars grown in Cameroon. Tropical Science, 39, 115-119.
32. Ndungo M.V., 1998, Contribution à l'étude préliminaire de l'influence variétale sur certaines qualités organoleptiques de la bière de banane pp 413-419. In: Bananas and food security: les productions bananières: un enjeu économique majeur pour la sécurité alimentaire. Proceedings of an International symposium, Douala, Cameroon, 10-14 November 1998. INIBAP, Coopération Française, CTA, CRBP. 797 p.
33. Offem J.O. & Thomas O.O., 1993, Chemical changes in relation to mode and degree of maturation of plantain (*Musa paradisiaca*) and banana (*Musa sapientum*) fruits. Food Research International, 26, 3, 187-193.
34. Puis B.N., 1994, Bananas and their management pp. 20-27, Kagera writers and publishers co-operative society LTD. Bukoba, Tanzania, 111 p.
35. Schwartz D., Lazer P. & Papoz L., 1985, Statistique médicale et biologique 5<sup>ème</sup> édition. Flammarion Médicale Science, 211-215.
36. Sylvestre P. & Arradau M., 1983, Le manioc. Ed. GP. Maisonneuve et Larose, Paris, 1983, 262 p.
37. Tezenas Du Montcel H., 1993, Plantain bananas, in: The tropical agriculturalist. The Macmillan Press LTD. London. 103 p.
38. Tilahun A., Ann S. & Jens A., 2004, Advancing human nutrition without degrading land resources through modeling cropping systems in the ethiopian highlands. Food and Nutrition Bulletin, 25, 4, 344-353.
39. Treche S. & Guion Ph., 1979, Etudes des potentialités de quelques tubercules tropicaux au Cameroun. Agron. Top. XXXIV, 2, 127-137.
40. Welford-Abbey L.I. & Omuaru V.O.T., 1998, Effect of ripening on the chemical composition of plantain peels and pulps (*Musa paradisiaca*). J. Sci. Food Agr. 45, 333-336.
41. Westby A. & Reilly P.J.A., 1992, Traditional African foods, quality and nutrition, Proceedings of a workshop; 1992/11/25-29, pp 179-185.
42. Zoumenou V., 1994, Etude physico-chimique et nutritionnelle de quelques préparations alimentaires à base de manioc, (*Manihot esculenta*, Crantz). Thèse de 3<sup>e</sup> Cycle ès-Sciences naturelles. Université Nationale de Côte d'Ivoire. Abidjan. 102 p.

S. Coulibaly, Ivoirien, Doctorant à l'Université d'Abobo-Adjamé et Chargé de Recherche à la Station de Recherche Technologique du Centre National de Recherche Agronomique (SRT/CNRA) de Côte d'Ivoire.

G.J. Nemlin, Ivoirien, Docteur d'Etat ès Sciences, Chargé de Recherche et Chef de Programme à la Station de Recherche Technologique du Centre National de Recherche Agronomique (SRT/CNRA) de Côte d'Ivoire.

A. Kamenan, Ivoirien, Docteur d'Etat ès Sciences, Professeur titulaire, Doyen de l'Unité de Formation et de Recherche en Sciences et Technologie des Aliments (UFR/STA) de l'Université d'Abobo-Adjamé de Côte d'Ivoire.



# Trends and Effective Use of Energy Input in the Palm Kernel Oil Mills

A.I. Bamgboye<sup>1</sup> & S.O. Jekanyinfa<sup>2</sup>

Keywords: Palm kernel- Energy use- Energy intensity- Fuel- Mills- Nigeria

## Summary

*This work aims at studying the importance and the efficiency of energy use in a few palm kernel oil mills selected for their representativity. Pattern of energy use, the cost of energy per unit product, energy intensity and normalized performance indicator (NPI) were determined. Results show that the medium and the large mills depend largely on fossil fuel; while the small mill depends on electricity. It was found out that the large mill has the most effective use of energy with high energy intensity. The annual cost of energy per unit product of ₦8,360,000 (\$64,307.69); ₦12,262,250 (\$94,325) and ₦13,353,870 (\$102,722.08) were obtained for small, medium and large mills respectively. The NPI results show that there was no wastage of energy through space heating in energy supplied for production within the factory site.*

## Résumé

### Tendances et efficacité d'utilisation de l'énergie dans les moulins à huile de palmiste

*Ce travail vise à évaluer l'importance et l'efficacité de l'utilisation des apports d'énergie chez un petit nombre d'unités de production d'huile de palmiste choisies pour leur représentativité. Le mode d'utilisation de l'énergie, le coût de l'énergie par unité produite, l'intensité de l'énergie nécessaire et l'indicateur normalisé de performance ont été déterminés. Les résultats obtenus montrent que les moulins de grande et de moyenne capacités fonctionnent essentiellement à partir de combustible fossile; tandis que les petits moulins marchent à l'électricité. On a trouvé aussi que les grands moulins utilisaient plus efficacement une quantité d'énergie plus élevée. Les coûts annuels de l'énergie par unité produite étaient respectivement de ₦8.360.000 (\$64.307,69); ₦12.262.250 (\$94.325) et ₦13.353.870 (\$102.722,08) pour les unités de petite, de moyenne et de grande capacités. Les résultats obtenus pour l'indicateur de performance normalisé montrent de plus qu'il y a peu de gaspillage d'énergie sous forme de déperdition de chaleur dans l'environnement de production.*

## Introduction

A fundamental requirement for human development is energy, and it is capable of transforming communities. Energy exists in many forms and can be classified as renewable and non-renewable. Renewable energy includes solar (sunlight, wind, hydroelectric and biomass), tidal and geothermal energy. Non-renewable energy includes fossil fuels (natural gas, oil, coal and peat) and nuclear energy. A high percentage of the world's total energy output is generated from fossil fuels such as oil and coal (11). It is universally conceded that fossil fuels are finite. It is only a matter of time before fossil fuels reserves will be depleted. For over a hundred years, engineers have taken a close interest in the energy consumption of the machines they have developed. However, in recent years, energy analysis has been expanded to encompass not only the actual manufacturing process but also ancillary operations and services that are required for studying present-day industry. This is as a result of gradual appreciation of the finite quantities of conventional fossil fuels available from the earth and the rapidly increasing cost of energy. For instance, in Nigeria, the prices of petroleum products have been increased six times in the last eight years while the electricity tariff has also been increased thrice in the same period.

The level and pattern of a country's use of energy from different sources often serve as an index of its agro-industrial development and standard of living. Because commercial energy inputs are an indispensable part of transitional and modern agriculture, a slight increase in the energy inflow often results in a significant response in food production. Three methods for determining the energy sequestered in goods and services were been reviewed and analysed

to determine its input (4). The first method reported is the statistical analysis, which entails the determination of the energy used per unit of output from statistical data collected from production records. The second method, which was termed 'Input-Output analysis' is a square matrix of a production economy that presents the quantities of each commodity (in energy units or monetary units) required to produce every commodity. In this method, materials flow can be traced backwards to eventually the primary energies upon which they depend. The third method is termed 'Process Analysis'. It involves the identification of the networks or processes required to make a final product. Each is analysed to determine its inputs and each input is assigned an energy requirement so that the total energy requirement can be summed.

In a further work, some researchers demonstrated how the process analysis method can be combined with input-output analysis method to obtain the best estimate of energy intensity or embodied energy with least effort (3). They suggested that input-output analysis is better for aggregated, nationwide problems and that process analysis is more suited to specific processes, products or manufacturing chains for which physical flows of goods and services are easy to trace.

Several researchers reported the use of regression analysis in estimating the energy consumption of each product from data on the total consumption of each energy source in the processing of food products (5, 7). Results of these analyses had been used for forecasting energy requirement in crop/food processing plants. Because such analyses can be performed using statistical programmes on computers and programmable calculators, it would cost much less

<sup>1</sup>Department of Agricultural and Environmental Engineering, University of Ibadan, Nigeria.

<sup>2</sup>Department of Mechanical Engineering, Ladoko Akintola University, Ogbomoso, Nigeria.

Received on 08.03.05 and accepted for publication on 16.11.05.

than studies based on metering consumption of fuels and electricity for specific unit operations.

In 1987, the Federal Government of Nigeria introduced the Structural Adjustment Programme (SAP) which led to the prohibition of importation of some essential products (including soap, cooking oil and body/hair cream) as policy measures to revive the economy, minimize the dependence on importation and to build a non-oil export based economy.

These policy measures rekindled an interest in agriculture on the part of many Nigerians and Nigerian organizations. The government (federal, state and local) through different agencies such as Agricultural Development Projects (ADPs), Directorate of Foods, Road and Rural Infrastructure (DFRRI) and Federal Institute of Industrial Research Oshodi (FIRO) made efforts to increase local production of these essential commodities through incentives given to farmers and organizations. This led to the establishment of some cottage industries such as those for soap making, production of cooking oil and body/hair cream (1, 8, 10).

These industries make use of palm kernel oil as the basic raw materials. As a result, demands for palm-kernel oil have been on the increase without any appreciable profit margin to the producers due to high input energy. Hence, the dwindling production of palm-kernel oil in recent time. To be able to maintain economically sustainable level of production of palm-kernel oil, the industry will need to substantially reduce the cost of production. In view of this, attempts should be made for higher efficiency of utilization of fuel, electricity and labour, these being the three major components of manufacturing cost.

A comprehensive study on the energy consumption in the processing operations of palm kernel is vital to enable the management of palm kernel processing mills to develop strategies for better control of their production operations. It will also enable them to modify areas of waste and to properly appraise their energy consumption in planning their production and marketing activities.

## Material and methods

### The study methodology

The study of energy requirement and consumption patterns in the production of palm-kernel oil were conducted in some selected processing mills located in Osogbo, Ejigbo, Iwo, Ilobu, Ikirun in Osun State and Ibadan, Ogbomoso, Oyo, Iseyin, and Igbebi, in Oyo State of Nigeria.

### Analysis of Secondary Energy and Production Data

The historical data collected from all the 40 PKO mills were analysed to determine the efficiency to energy use in each mill. Energy use efficiency-measuring indicators employed include; Normalised Performance Indicator (NPI), Energy Intensity (EI) and Energy Cost per Unit Product (EC/P). The indicators are discussed as follows:

#### (i) Normalised Performance Indicator (NPI)

The total energy consumed for production purpose divided by the total floor area of the factory multiplied by the hours of use factor was used to obtain NPI. For each mill, the calculated NPI value was compared to the standard NPI value quoted by the Energy Efficiency Office (ECO).

$$NPI = \frac{\text{Total Energy Consumed} \times \text{use factor}}{\text{floor area}} \dots\dots 1$$

(Energy Audit for Industry, 1993)

#### (ii) Energy Intensity (EI)

This indicator gives the amount of energy consumed in producing a unit of the product. It is the sum total of all the energies divided by the output or production index.

$$EI = \frac{\text{Sum total of all energies}}{\text{Output or production Index}} \dots\dots 2$$

(MJ/litre)

#### (iii) Energy Cost per Unit Product (EC/P)

This is represented mathematically as,

$$EC/P = \frac{\text{Total Energy Cost} \times \text{Energy Intensity}}{\text{Total Energy}} \dots\dots 3$$

(#/litre)

Total Energy Cost was calculated for the different energy sources based on their respective rates and summed together. From the historical energy data collected, the calculated specific energy (that is, intensity) data for the mills were subjected to analysis of variance and Duncan's Multiple Range Test to ascertain significant differences in the specific energy consumption within the same mill and across the mills. This is done with a view to selecting few PKO mills for the experimental aspect of this study.

#### (IV) The mills were categorized into:

*Small Mills:* Mills with total production output less than 300,000 litres of PKO per annum.

*Medium Mills:* Mills with total production output between 300,000 and 500,000 litres of PKO per annum.

*Large Mills:* Mills with total production output greater than 500,000 litres of PKO per annum.

## Results and discussions

Tables 1 to 3 show the results of the energy use pattern in the palm kernel mill. The ratio of electricity consumption to fuel consumption was 5:1 between 1996 and 1999.

However, a gradual decrease in electrical energy consumption was observed from 1996 to 2002; while the amount of fossil fuel consumption increases in the small mill. However, in the medium mill, there was no appreciable difference in the energy consumption of electricity and fossil fuel. The total average contribution of thermal energy to the total energy consumption was 50.5%. In the large mill, the percentage contribution of fossil fuel was 61.4%. It was evident that both the medium mill and the large mill depend largely on fuel for production. This will likely affect production cost, since more money will be spent on fuel. It has been reported that under the condition of the prevailing fuel cost similar to when this study was carried out, about 30% of the production cost would have been avoided or diverted to other profitable areas of production cost if electricity had been the only source of energy supply (2, 9).

The highest energy cost per unit product of ₦61.1 (\$0.47) was recorded in the year 2002, while the lowest of ₦24 (\$0.18) was in the year 1996 in the small mill. However, in the medium mill, the highest cost per unit product of ₦36.8 (\$0.28) was in the year 2000, while the lowest cost per unit product of ₦16.43 (\$0.13) was in the year 1997. In the large mill, the cost of energy input per unit product varies from ₦11.41 (\$0.09) in the year 1996 to ₦19.52 (\$0.15) in the year 1999. This gave a fairly good cost of energy input. However, the energy input per unit product increases to ₦44.79 (\$0.35) in 2000 and reduced to ₦35.42 (\$0.27) and ₦38.42 (\$0.30) in 2001 and 2002 respectively. All these are still on the high side.

This is due to the sudden increase in the price of fossil fuel by 150% and 300% in 2000 and 2002 respectively in Nigeria. A sharp decline in the supply of electricity from the national grid was also observed. This forced PKO production to rely more on fuel for production; thereby increasing the cost of energy per unit product.

The average cost of energy input per unit product was ₦25.73 (\$0.20) in the large mill, this cost is lower than the average cost of energy input per unit product in the medium and the small mills respectively; the average cost of energy input per unit product in the medium and small mills are ₦31.85 (\$0.25) and ₦38.0 (\$0.29) respectively. This indicates that the large mills have the least average energy input per production, an indication of effective use of energy; while the small mills have the highest average

**Table 1**  
**Average yearly energy uses characteristics and production in the small PKO mills studied (1996 - 2002)**

| Year              | Annual<br>Production<br>Output<br>(‘000)L | Electricity<br>(GJ) | Fuel<br>(GJ) | Total<br>Energy<br>(GJ) | % Share of<br>Electricity | %<br>Share<br>of Fuel | Energy<br>Cost Per<br>Unit Output<br>(N/’000l of<br>PKO) | Energy<br>Intensity<br>(MJ/’000l of<br>PKO) | Normalised<br>Performance<br>Indicator<br>(GJ/m <sup>3</sup> floor area) |
|-------------------|-------------------------------------------|---------------------|--------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| 1996              | 295                                       | 133.0               | 29.0         | 162.0                   | 82.1                      | 17.9                  | 240                                                      | 549                                         | 0.85                                                                     |
| 1997              | 285                                       | 110.0               | 46.2         | 156.2                   | 70.4                      | 29.6                  | 250                                                      | 548                                         | 0.84                                                                     |
| 1998              | 282                                       | 86.0                | 46.5         | 132.5                   | 64.9                      | 35.1                  | 266                                                      | 470                                         | 0.82                                                                     |
| 1999              | 242                                       | 62.0                | 60.1         | 122.1                   | 50.8                      | 49.2                  | 267                                                      | 500                                         | 0.85                                                                     |
| 2000              | 108                                       | 33.0                | 64.5         | 97.5                    | 33.8                      | 66.2                  | 463                                                      | 900                                         | 0.92                                                                     |
| 2001              | 155                                       | 50.0                | 65.8         | 115.8                   | 43.2                      | 56.8                  | 563                                                      | 750                                         | 1.05                                                                     |
| 2002              | 170                                       | 65.0                | 41.9         | 106.9                   | 60.8                      | 39.2                  | 611                                                      | 630                                         | 1.06                                                                     |
| Average<br>Annual | 220                                       | 77.0                | 50.6         | 127.6                   | 60.3                      | 39.7                  | 380                                                      | 621                                         | 0.90                                                                     |

**Table 2**  
**Average yearly energy uses characteristics and production in the medium PKO mills studied (1996 - 2002)**

| Year              | Annual<br>Production<br>Output<br>(‘000)L | Electricity<br>(GJ) | Fuel<br>(GJ) | Total<br>Energy<br>(GJ) | % Share of<br>Electricity | %<br>Share of<br>Fuel | Energy<br>Cost Per<br>Unit Output<br>(N/’000l of<br>PKO) | Energy<br>Intensity<br>(MJ/’000l<br>of PKO) | Normalised<br>Performance<br>Indicator<br>(GJ/m <sup>3</sup><br>floor area) |
|-------------------|-------------------------------------------|---------------------|--------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 1996              | 477                                       | 135.0               | 100.0        | 235.0                   | 57.4                      | 42.6                  | 169.6                                                    | 493                                         | 0.65                                                                        |
| 1997              | 471                                       | 114.5               | 98.0         | 212.5                   | 54.0                      | 46.0                  | 164.3                                                    | 451                                         | 0.75                                                                        |
| 1998              | 435                                       | 118.0               | 97.5         | 215.5                   | 54.8                      | 45.2                  | 201.8                                                    | 495                                         | 0.88                                                                        |
| 1999              | 387                                       | 83.6                | 103.0        | 186.6                   | 44.8                      | 55.2                  | 248.0                                                    | 482                                         | 0.94                                                                        |
| 2000              | 264                                       | 53.0                | 133.7        | 186.7                   | 28.4                      | 71.6                  | 368.6                                                    | 707                                         | 0.97                                                                        |
| 2001              | 300                                       | 110.0               | 85.5         | 195.5                   | 56.3                      | 43.7                  | 553.0                                                    | 652                                         | 0.87                                                                        |
| 2002              | 360                                       | 94.3                | 105.4        | 199.7                   | 47.2                      | 52.8                  | 524.0                                                    | 555                                         | 0.52                                                                        |
| Average<br>Annual | 385                                       | 101.2               | 103.3        | 204.5                   | 49.5                      | 50.5                  | 318.5                                                    | 548                                         | 0.80                                                                        |

**Table 3**  
**Average yearly energy uses characteristics and production in the large PKO mills studied (1996 - 2002)**

| Year              | Annual<br>Production<br>Output<br>(‘000)L | Electricity<br>(GJ) | Fuel (GJ) | Total<br>Energy<br>(GJ) | % Share of<br>Electricity | %<br>Share<br>of Fuel | Energy<br>Cost<br>Per Unit<br>Output<br>(N/’000l of<br>PKO) | Energy<br>Intensity<br>(MJ/’000l<br>of PKO) | Normalised<br>Performance<br>Indicator<br>(GJ/m <sup>3</sup> floor area) |
|-------------------|-------------------------------------------|---------------------|-----------|-------------------------|---------------------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| 1996              | 829                                       | 185                 | 280       | 465                     | 39.8                      | 60.2                  | 114.14                                                      | 561                                         | 0.55                                                                     |
| 1997              | 694                                       | 149                 | 260       | 409                     | 36.4                      | 63.6                  | 114.88                                                      | 589                                         | 1.05                                                                     |
| 1998              | 515                                       | 129                 | 230       | 359                     | 35.9                      | 64.1                  | 185.64                                                      | 697                                         | 0.95                                                                     |
| 1999              | 434                                       | 120                 | 194       | 314                     | 38.2                      | 61.8                  | 195.15                                                      | 724                                         | 0.87                                                                     |
| 2000              | 249                                       | 56                  | 385       | 441                     | 12.7                      | 87.3                  | 447.85                                                      | 1771                                        | 1.06                                                                     |
| 2001              | 371                                       | 160                 | 135       | 295                     | 54.2                      | 45.8                  | 359.11                                                      | 795                                         | 0.93                                                                     |
| 2002              | 542                                       | 218                 | 194       | 412                     | 52.9                      | 47.1                  | 384.23                                                      | 760                                         | 0.95                                                                     |
| Average<br>Annual | 519                                       | 145.3               | 239.7     | 385                     | 38.6                      | 61.4                  | 257.29                                                      | 842                                         | 0.95                                                                     |

energy input per production, indicating increase in the cost of production. In the small mill, the annual production was 220,000 litres and the total cost of energy input annually was ₦8,360,000.00 (\$64,307.69). This value increased in the medium mill with the annual production capacity of 385,000 litres, to ₦12,262,250.00 (\$94,325); and the cost of energy input per year was ₦13,353,870.00 (\$102,722.08) for the annual production of 519,000 litres of oil per year. Though the amount of money spent on energy was high in the large mill with the highest quantity of material processed, yet it was obvious that it was more efficient than the other mills in terms of energy utilization.

As the energy intensity increases, a decline in the production index was observed in all the mills. This is an indication of inefficient domestic energy utilization in the mills. The

energy intensity used varied over the seven-year period under review. It varies from 0.47MJ/l in 1998 to 0.9MJ/l in 2000 in the small mills (Table 1); 0.45MJ/l in 1997 to 0.71MJ/l in 2000 in the medium mills (Table 2); and 0.56MJ/l in 1996 to 1.77MJ/l in 2000 in the large mills (Table 3). It is evident that the highest energy intensity recorded was in the year 2000 for all the category of mills. This is due to the unsteady supply of electricity from the national grid, and the upward review of prices of petroleum products in Nigeria between 2000 and 2002. This explains the increase in energy intensity in all the mills from year 2000 to 2002 compared with the preceding years. The average energy intensity of 0.62MJ/l was obtained in the small mill, 0.55MJ/l in the medium mill and 0.84MJ/l in the large mill. This clearly shows that the large mills have the highest energy intensity,

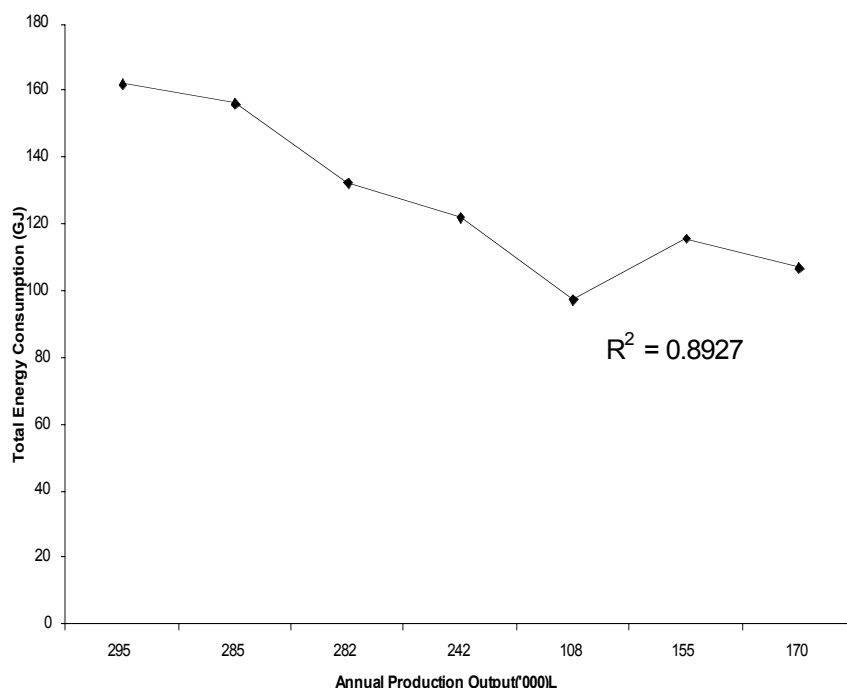


Figure 1: Relationship between Total Energy Consumption per Year and Annual Production from 1996-2002 in the small mills.

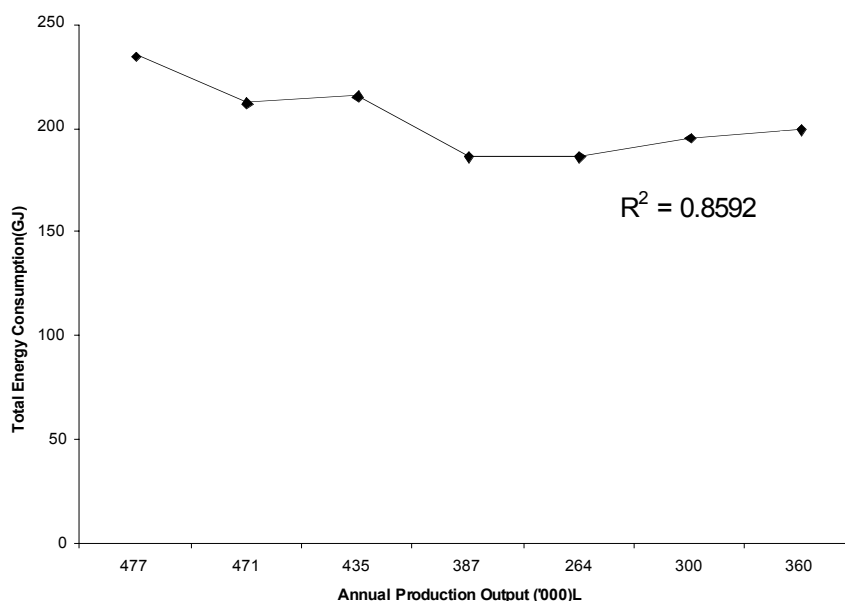


Figure 2: Relationship between Total Energy Consumption per year and Total Annual Production of PKO in the medium mills.

while the medium mills have the least.

The average seven-year NPI values in all the PKO mills ranged from 0.80GJ/m<sup>2</sup> to 0.94GJ/m<sup>2</sup>. These values fall below the standard NPI fair range of 0.94 GJ/m<sup>2</sup> to 1.33GJ/m<sup>2</sup> (11). This indicates that the assessment of energy use in all the categories of mills were good. This also shows that there was no wastage through space heating in energy supplied for production within the factory buildings.

During the seven production years under review, it was observed that the energy consumption per year can be predicted by the quantity of PKO production from the small and the medium mills (Figures 1 and 2). The coefficient of determination ( $R^2 = 0.89$  and  $0.85$ ) obtained for small and the medium mills respectively indicated that the total energy used could to some extent explain the variation in PKO production output. However, other factors such as

maintenance, management skill, and attitude of the mill's operators were observed to also affect energy consumption in PKO production. Generally in the small and medium mills, a decline in the quantity of PKO produced was observed with a decrease in the energy consumption between 1996 and 2000. This may be attributed to the instability in the energy supply in the country with a steady rise in the price of petrol. However, from Figure 3, there is no clear pattern in the relationship between energy consumption and the quantity produced in the large mills. The coefficient of determination ( $R^2 = 0.39$ ) obtained further indicated that the quantity of PKO output cannot be used alone to predict the total energy input. This suggests the presence of other factors such as the age of mills, maintenance, type of equipment, and level of mechanization that may account for the effective use of energy other than the quantity of PKO being produced.

## Conclusion

The mills depend largely on fossil fuel for energy input in the PKO mills. The large mill was observed to have the best energy utilization of all the mills, followed by the medium and small mill respectively. In all the mills, energy cost per unit product was highest in the year 2002; and the large mill gave the least average cost of energy input per unit product. The energy intensity was highest in the year 2000 for all the category of mills; and the large mill recorded the

highest energy intensity, while the medium mills have the least. An estimate cost of energy input in the small mill with the annual production of 220,000 litres was ₦8,360,000.00 (\$64,307.69); the medium mill with the annual production of 385,000 litres was ₦12,262,250.00 (\$94,325); and for the large mill, the cost of energy input for the annual production of 519,000 litres was ₦13,353,870.00 (\$102,722.08).

## Literature

1. Aina O.I., 2002, Technological assimilation in small enterprises owned by women in Nigeria. *Technology Policy and Practice in Africa*. Chapter, 13, 1-15.
2. Akinbami J.F.K., Ilori M.O., Adeniyi A.A. & Sanni A.A., 2001, Improving efficiency of energy use in Nigeria's industrial sector. a case study of a beverage plant: *Nigerian Journal of Engineering Management*, **2**, 2, 1-8.
3. Bullard C.W., Penner P.S. & Pilati D.A., 1996, *Energy analysis handbook*. CHC Doc. N°. 214, Centre for advanced computation, University of Illinois, Urbana.
4. Chapman P.F., 1994, Energy costs: a review of methods. *Energy policy*, **2**, 2, 91-103.
5. Dash S.K. & Das D.D., 2000, Optimal energy requirements for groundnut cultivation in Orisa, India. *Journal of Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America*, **3**, 1, 41-43.
6. Energy efficiency office, 1982, CIBSE building energy code. Measurement of energy consumption and comparison with target for existing building and services. Part 4, England.
7. Jacobs W.P., 1991, Forecasting energy requirements. *Chemical engineering*, **85**, 5, 97-99.
8. Jekayinfa S.O., 2001, Energy accounting in industrialized agriculture: a review. *Journal of Applied Science*, **4**, 1, 1562-1577.
9. Megbonwon I.O. & Adewusi S.O., 2002, Effect of failure of NEPA electricity on the finance of small and medium scale industries: case study of two agro-allied industries in Ondo state. *Nigerian Journal of Industrial Safety and Systems*, **1**, 1, 28-31.
10. Olajide J.O. & Oyelade O.J., 2002, Performance evaluation of the strategic grain reserve storage programme (SGRSP) in Nigeria. *Technovation*, **22**, 463-468.
11. Sambo A.S., 1997, Renewable energy technology in Nigeria: resource availability, and potential for application to agriculture. *Journal of Agricultural Technology*, **3**, 1, 1-4.

A.I. Bamgboye, Nigerian, Ph.D in Farm Power and Machinery, Senior Lecturer.

S.O. Jekayinfa, Nigerian, Ph.D, Senior Lecturer, Dept. of Mechanical Engineering, Ladoke Akintola University, Ogbomoso.

# Effet des reprises de labour sur les tubercules de *Cyperus rotundus* L. en Nouvelle-Calédonie. II. Viabilité des morceaux de tubercules

O. Ratiarson<sup>1</sup> & A. Falisse<sup>2</sup>

Keywords: *Cyperus rotundus* L.- tubers- Chains of tubers- Vegetative growth- Mechanical effects- New Caledonia

## Résumé

En reprise de labour, le cultivateur rotatif (Rotavator), en plus de couper les chaînes de tubercules de *Cyperus rotundus* et de stimuler sa reprise végétative, peut trancher des morceaux de tubercules. L'objectif de l'essai, réalisé en Nouvelle-Calédonie, est de vérifier si les moitiés de tubercules coupés sur la longueur ou sur la largeur peuvent encore se développer. Après quarante-huit jours, les demi-tubercules coupés sur la longueur ou sur la largeur produisent autant de rhizomes, de tubercules fils et de levées que les tubercules non coupés. Avec des réserves divisées par deux, les biomasses produites par les demi-tubercules coupés sur la longueur ou sur la largeur sont inférieures à celles produites par les tubercules non coupés. Les demi-tubercules coupés sur la largeur en se développant un peu plus rapidement que ceux coupés sur la longueur semblent mettre en évidence la stratégie caulinaire du tubercule. Finalement un tubercule lorsqu'il est coupé en deux parties égales donne deux morceaux de tubercules capables de se développer. L'utilisation d'outils tranchants, comme le Rotavator, peut alors augmenter directement le nombre de tubercules dans le sol. Ce résultat implique une mise en œuvre raisonnée du travail du sol dans la lutte contre *C. rotundus*.

## Summary

### New Ploughing Effects on *Cyperus rotundus* L. Tubers in New Caledonia. II. Viability of Half-tubers

In addition to stimulate vegetative growth of *Cyperus rotundus* by cutting off chains of tubers, the rotary hoe (Rotavator) is able to cut off pieces of tubers. Consequently, the objective of this trial, conducted in New Caledonia, is to study the development of halves of tubers cut lengthwise or widthwise. Forty eight days after planting, halves of tubers cut lengthwise or widthwise produce as many rhizomes, new tubers, sprouts as entire tubers. Because of reserves of nutrients reduced by 50%, halves of tubers cut lengthwise or widthwise produce less biomasses than entire tubers. Halves of tubers cut widthwise, by developing a bit more rapidly than halves of tubers cut lengthwise, seem to highlight the tuber's organogenesis. Finally, a tuber when is cut in half produce two viable pieces of tubers. Consequently, the use of sharp tools during new ploughing, as the rotary hoe, can increase directly the numbers of tubers in the soil. This result implies a reasonable use of tools during tillage or ploughing for a better control of *C. rotundus*.

## Introduction

En règle générale, *Cyperus rotundus* est considéré comme la mauvaise herbe la plus problématique en malherbologie si l'on considère le nombre de pays la classant comme problème majeur ou sérieux et le nombre de cultures avec lesquelles elle peut entrer en compétition (2). En Nouvelle-Calédonie, *C. rotundus*, par son mode de développement très rapide et sa forte plasticité, est peu sensible à de nombreux herbicides et demeure ainsi la mauvaise herbe la plus nuisible en cultures légumières. Aussi la gestion à long terme de *C. rotundus* doit prendre en compte le contexte agro-écologique et intégrer différents niveaux d'études pluridisciplinaires (7, 14).

Dans des conditions chaudes et ensoleillées, dans les cultures irriguées et sur les sols humides drainant bien, la mauvaise herbe produit rapidement de nombreux tubercules répartis le long des rhizomes. Sans compétition, *C. rotundus* peut alors produire 10 à 30 millions de tubercules par hectare en une saison (11). Latents ou dormants, les tubercules sont toujours aptes à relayer la croissance des pieds en place, soit détruits, soit sénescents (1, 4, 6). Par conséquent, la suppression des feuilles ou le fractionnement des chaînes de tubercules peut entraîner l'éveil des bourgeons latents et la formation de nouveaux rhizomes (8). Cette caractéristique biologique de la plante implique alors une réflexion particulière quant au choix de l'outil à utiliser pour la préparation du sol. En reprise de labour, le cultivateur rotatif (Rotavator), muni de lames tranchantes, peut couper

un plus grand nombre de tubercules par rapport à la herse rotative, équipée de dents rondes; or, si les morceaux de tubercules conservent leur viabilité, les outils du sol munis de lames tranchantes peuvent alors multiplier directement le nombre de tubercules dans le sol.

L'objectif de cet essai est donc de vérifier si des morceaux de tubercules sont encore capables de se développer et d'accroître le stock d'organes dans le sol. Les résultats permettront d'approfondir les connaissances sur la biologie de *C. rotundus* et de mieux appréhender l'action des outils du sol sur le développement de la mauvaise herbe pour une meilleure gestion intégrée de la mauvaise herbe.

## Matériel et méthodes

L'essai se déroule à la Station de Recherche Maraîchère et Horticole (SRMH) de l'Institut Agronomique Néo-Calédonien (IAC) au Mont Dore, en Nouvelle Calédonie, pendant les mois de septembre et d'octobre 2002.

Des tubercules de *C. rotundus*, de poids homogène (environ 1 g), sont récoltés sur une parcelle de la SRMH. Trois types d'opérations sont réalisés:

- ✂ 15 tubercules sont coupés sur la longueur en leur milieu (soit 30 demi-tubercules);
- ✂ 15 tubercules sont coupés sur la largeur en leur milieu (soit 30 demi-tubercules);
- ✂ 30 tubercules sont gardés intacts.

<sup>1</sup>Institut Agronomique Néo-Calédonien, Station de Recherche Maraîchère et Horticole, BP 711 Boulari, 98810 Mont Dore, Nouvelle-Calédonie.

Téléphone: +687 82 48 89 Fax: +687 43 70 16 E-mail (perso): o\_ratia@yahoo.fr

<sup>2</sup>Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, Unité de Phytotechnie des Régions Tempérées, Passage des Déportés, 2, B-5030 Gembloux, Belgique. Téléphone: +32 (0)81 62 21 40 Fax: +32 (0)81 62 24 07 E-mail: falisse.a@fsagx.ac.be

Reçu le 21.03.05 et accepté pour publication le 14.09.05.



Chaque tubercule ou demi-tubercule est planté dans un pot distinct en plastique (7 cm x 7 cm x 7 cm), rempli d'un mélange de terre (1/5), de bourre de coco (2/5) et de tourbe blanche (2/5). Les pots sont disposés en pépinière sous abri, arrosés quotidiennement par une solution avec un complément nutritif.

Une fois par semaine, le nombre de levées ou bouquets foliaires est noté dans chaque pot. Quarante-huit jours après le début de l'essai, les plants sont récupérés et lavés. Les nombres et poids frais des tubercules fils et des levées sont relevés, les rhizomes sont comptés et la longueur des racines est mesurée.

Les distributions étant normales, les données ne sont pas transformées. Une analyse de la variance est réalisée; en cas de résultats significatifs au seuil 5%, on applique le test de Student.

## Résultats

### Viabilité des demi-tubercules

L'essai révèle la viabilité des tubercules quelle que soit la modalité (Photos 1 et 2). En effet le pourcentage de tubercules entiers et de moitiés de tubercules coupés sur la largeur ou sur la longueur qui conduisent à l'émergence d'un plant est de 93, 100 et 86% respectivement.

Les analyses des mesures suivantes expriment encore la croissance des tubercules entiers et des demi-tubercules (Tableau 1):

- ↪ Les nombres moyens de tubercules fils, produits par les tubercules entiers ou par les demi-tubercules coupés sur la largeur ou sur la longueur, ne sont pas significativement différents entre eux (4,80; 4,26 et 3,60 respectivement).
- ↪ Les poids frais moyens par tubercule fils, produits par les tubercules entiers ou par les demi-tubercules coupés sur la largeur ou sur la longueur, ne sont pas significativement différents entre eux (0,44; 0,38 et 0,34 g respectivement).
- ↪ Il n'y a pas de différences significatives entre les nombres moyens de levées issues des tubercules entiers et des demi-tubercules coupés sur la largeur ou sur la longueur (4,13; 4,30 et 3,43 respectivement).

Cependant,

- ↪ les poids frais des feuilles issus des tubercules entiers sont nettement supérieurs à ceux des plants issues des moitiés de tubercules coupés sur la longueur ou sur la largeur (1,10; 0,66 et 0,54 g respectivement);
- ↪ les tubercules entiers et les demi-tubercules coupés sur la largeur produisent beaucoup plus de rhizomes que les demi-tubercules coupés sur la longueur (6,50; 6,43 et 4,16 respectivement);
- ↪ les racines produites par les tubercules entiers sont nettement plus longues que celles issues des demi-tubercules coupés sur la largeur ou sur la longueur (16,66; 12,23 et 12,06 cm respectivement).

**Tableau 1**  
**Développement des tubercules entiers et des demi-tubercules**

|                                          | tuber entier       | demi-tubercule     |                    |
|------------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                                          |                    | sur la largeur     | sur la longueur    |
| Nb de tuber fils / tuber mère            | 4,80               | 4,26               | 3,60               |
| Pds frais du tuber fils (g/tuber fils)   | 0,44               | 0,38               | 0,34               |
| Nb de levées / tuber mère                | 4,13               | 4,30               | 3,43               |
| Pds frais du bouquet foliaire (g/plant)  | 1,10 <sup>a</sup>  | 0,66 <sup>b</sup>  | 0,54 <sup>b</sup>  |
| Nb de rhizome / tuber mère               | 6,50 <sup>a</sup>  | 6,43 <sup>a</sup>  | 4,16 <sup>b</sup>  |
| Longueur des racines (cm)                | 16,66 <sup>a</sup> | 12,23 <sup>b</sup> | 12,06 <sup>b</sup> |
| Biomasse totale tubers fils / tuber mère | 2,35 <sup>a</sup>  | 1,64 <sup>b</sup>  | 1,42 <sup>b</sup>  |
| Biomasse totale feuilles / tuber mère    | 4,69 <sup>a</sup>  | 2,65 <sup>b</sup>  | 1,99 <sup>b</sup>  |

Les lettres différentes d'une ligne, différent au seuil 5%

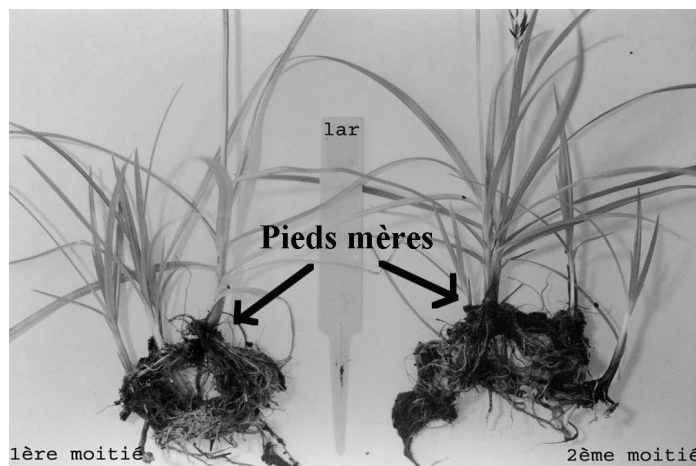


Photo 1: Reprise des moitiés de tubercules issues d'un même tubercule coupé sur sa largeur (Ratiarson).

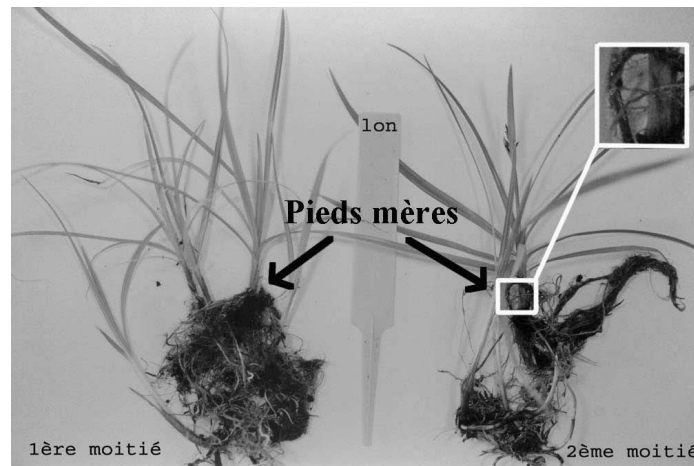


Photo 2: Reprise des moitiés de tubercules issues d'un même tubercule coupé sur sa longueur (Ratiarson).

- Les biomasses fraîches de tubercules fils ou de plants produites par les tubercules entiers sont significativement supérieures à celles produites par les deux types de demi-tubercules.

Sur l'ensemble de ces résultats on observe un même ordre des moyennes qui apparaît régulièrement entre les tubercules entiers et les demi-tubercules coupés sur la largeur ou sur la longueur: entier > largeur > longueur

### Simulation de la multiplication d'une unité

La viabilité des demi-tubercules obtenus par sectionnement est par conséquent évidente et peut se révéler très néfaste en plein champ. En effet, en considérant un tubercule comme une unité de reproduction, le fait de le couper en deux morceaux viables va doubler le nombre d'organes produit par l'unité (unité à 1 tubercule et unité à 2 tubercules après sectionnement). En multipliant par deux les résultats précédents obtenus avec les demi-tubercules (Tableau 2), nous pouvons alors simuler les productions moyennes et totales de trois populations ayant chacune un même effectif de 30 unités et voir que:

- les nombres de tubercules fils calculés pour les unités des demi-tubercules coupés sur la largeur ou sur la longueur, sont très nettement supérieurs à ceux des unités avec un tubercule entier (8,53; 7,20 et 4,8 respectivement); il en va de même pour le nombre de levées (8,60; 6,86 et 4,13 respectivement);
- les biomasses des tubercules fils et des feuilles de chaque unité ne présentent pas de différences significatives entre elles.

Plus précisément, les unités avec les demi-tubercules coupés sur la largeur, développent des biomasses de tubercules fils et de feuilles légèrement supérieures à celles des unités avec un tubercule entier (3,28 g; 2,35 g et 5,31

g, 4,69 g respectivement). Ceci laisse présager encore une évolution croissante à moyen long terme de la biomasse des unités avec les demi-tubercules. La biomasse totale produite par les 30 unités de tubercules entiers ou demi-tubercules donne un aperçu plus général des différences d'infestation (Figure 1).

### Discussion

Couper des tubercules de *C. rotundus* en deux parties égales, sur la longueur ou sur la largeur, donne des morceaux de tubercules viables: 100% des moitiés de tubercules coupés sur la largeur produisent des plants. La plupart des comparaisons entre les moyennes des mesures des organes produits par les tubercules entiers et les demi-tubercules ne présentent pas de différences significatives au seuil 5% et montre une même viabilité. Régulièrement on observe une même hiérarchie des résultats (longueur < largeur < entier) ce qui semble mettre en évidence certains caractères physiologiques du tubercule (Tableau 1).

Le tubercule est un organe de réserve. Les phases de développement du tubercule entraînent une dégradation d'acides aminés, de quelques protéines et d'amidon (seul polysaccharide en réserve) dont le catabolisme donne des glucides libres, énergie nécessaire à la respiration et à la synthèse des tissus (3, 10, 12). Le fait de couper les tubercules sur la longueur ou sur la largeur divise par deux les réserves de chaque nouveau tubercule, réduit à une moitié, par rapport à un tubercule entier. Et comme la première pousse utilise 60% des réserves du tubercule (5), les tubercules entiers, plus riches, génèrent des plants et des racines plus vigoureux que ceux des demi-tubercules avec moins de réserves. La longueur des racines, les poids frais des feuilles par plant et la biomasse des tubercules fils et des feuilles par tubercule mère traduisent cet aspect (Tableau 1).

Par rapport aux demi-tubercules coupés sur la largeur, les demi-tubercules coupés sur la longueur produisent, à la date

**Tableau 2**  
**Multiplication d'une unité de tubercule entier ou coupé**

|                                | Unité              |                                  |                                   |
|--------------------------------|--------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
|                                | 1 tubercule entier | 2 demi-tubercules sur la largeur | 2 demi-tubercules sur la longueur |
| Nb tubers fils/unité           | 4,80 <sup>a</sup>  | 8,53 <sup>b</sup>                | 7,20 <sup>b</sup>                 |
| Biomasse (g) tubers fils/unité | 2,35               | 3,28                             | 2,84                              |
| Nb de levées/unité             | 4,13 <sup>a</sup>  | 8,60 <sup>b</sup>                | 6,86 <sup>c</sup>                 |
| Biomasse (g) feuilles/unité    | 4,69               | 5,31                             | 3,99                              |

Les lettres différentes d'une ligne, différent au seuil 5%

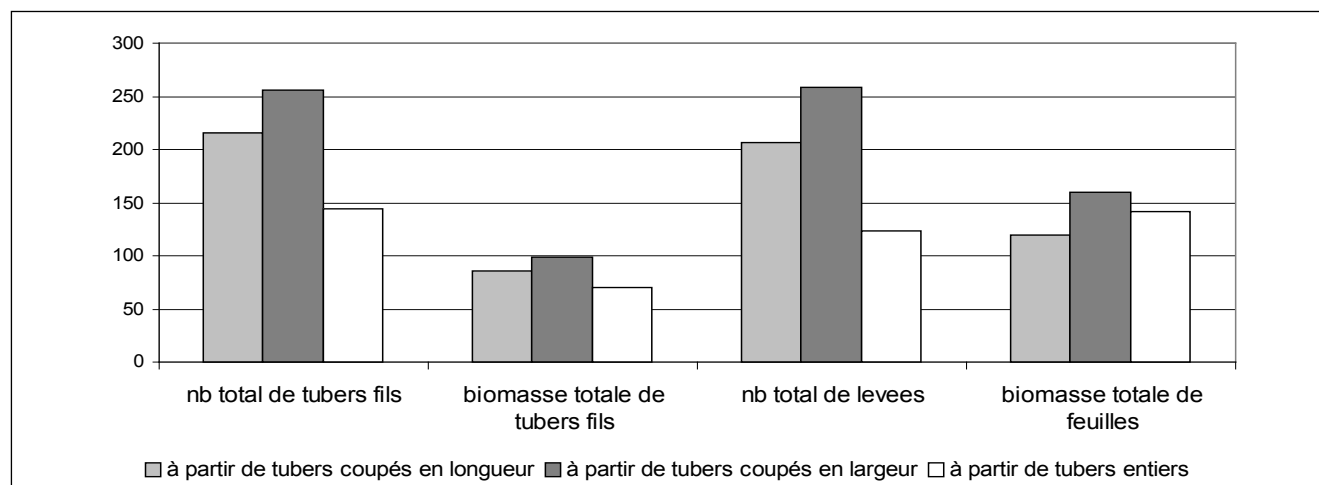


Figure 1: Production et biomasse (g) de tubercules fils et de levées produites par les 30 unités de tubercules.

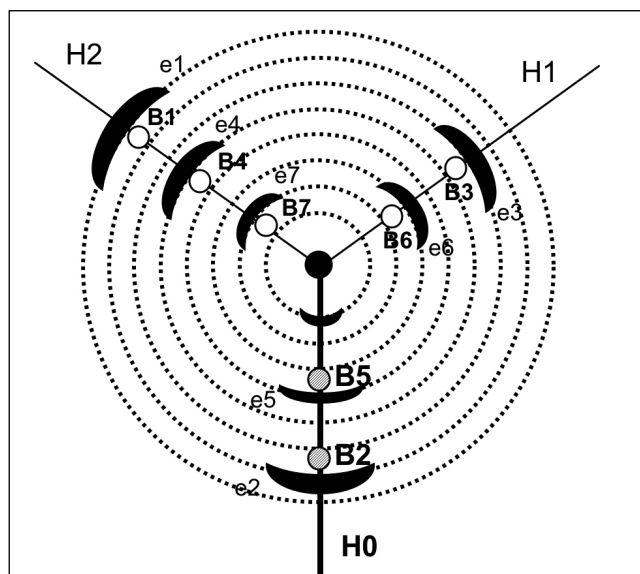


Figure 2: Diagramme du tubercule de *C. rotundus*; e: écailles; B: bourgeons; H0: orthostique inférieur; H1 et H2: orthostiques latérales (9).

d'observation, moins de rhizomes et de tubercules fils (qui se forment aux extrémités des rhizomes) et moins de plants (qui se forment aux extrémités des rhizomes orthotropes). Comme les rhizomes sont initiés à partir des bourgeons apicaux et axillaires, la répétition des résultats obtenus peut mettre en évidence une stratégie caulinaire du tubercule. Lorougnon (9) explique que sur le tubercule les bourgeons axillaires à développement anticipé (B2 et B5) se trouvent invariablement sur l'orthostique inférieure du tubercule (Figure 2). Par conséquent, en coupant les tubercules sur la longueur, en plus d'abîmer les bourgeons apicaux, une seule moitié conserve la droite en question contrairement à une coupe réalisée sur la largeur où chacune des moitiés possède des bourgeons apicaux intacts avec en plus une moitié de l'orthostique et son bourgeon. Toutefois,

ceci n'implique qu'un retard dans le développement de la moitié du tubercule coupé sur la longueur et exempt de l'orthostique. En effet, sur l'épiderme du tubercule existent encore de nombreuses zones méristématiques qui évoluent en d'autres bourgeons (13) avec à moyen terme la même organisation caulinaire (Photo 2 et figure 2).

De la viabilité des morceaux de tubercules, il peut découler une multiplication du nombre d'organes aptes à se reproduire. En effet en tranchant les tubercules, le potentiel de multiplication (le tubercule) est multiplié par deux (de  $n$  tubercules à  $2n$  tubercules). Par conséquent, les populations de tubercules fils et de levées doublent avec le nombre de tubercules mères viables obtenu après sectionnement (Tableau 2). Les biomasses de tubercules fils et de feuilles produites par chaque unité ne diffèrent plus, puisque la multiplication par deux reconstitue mathématiquement la réserve et la biomasse d'une moitié de tubercule par rapport à un tubercule entier. Si les réserves d'un tubercule coupé sont inférieures à celles d'un tubercule entier comme nous l'avons vu précédemment, à moyen terme les réserves vont se reconstituer grâce à la photosynthèse, comme peut le laisser supposer le nombre de levées. Ainsi, il est très probable que dans le temps, les biomasses totales générées par une population de tubercules coupés seront significativement supérieures à celles d'une population de tubercules entiers.

En conclusion, la question du choix de l'outil du sol est importante puisque des outils tranchants, en plus de stimuler la reprise végétative de *C. rotundus*, peuvent augmenter directement le nombre de tubercules viables. Ceci implique une mise en œuvre raisonnée du travail du sol dans la lutte contre *C. rotundus*. Plus largement, une stratégie de lutte contre *C. rotundus* doit faire appel à des pratiques culturales qui tiennent compte des faiblesses biologiques de la mauvaise herbe et qui permettent une utilisation raisonnée des herbicides. L'alternance des modes de préparation du sol, des cultures et des herbicides, est une voie de maîtrise de la flore adventice plus conforme aux principes de la production intégrée.

## Références bibliographiques

- Anderson W.P., 1996, Weed science: principles and applications, 3<sup>rd</sup> edition, West Publishing Company, Minneapolis/St Paul, New York, Los Angeles, San Francisco, 388 p.
  - Bendixen L.E. & Nandihalli U.B., 1987, Worldwide distribution of purple and yellow nutsedge (*Cyperus rotundus* and *C. esculentus*), Weed Technology, **1**, 1, 61-65.
  - Fischer A., Brouquisse R. & Raymond P., 1995, Organic nitrogen reserves and their mobilization during sprouting of purple nutsedge (*Cyperus rotundus* L.) tubers, Journal of Experimental Botany, **46**, 293, 1803-1808.
  - Fisher J.B., 1977, Callus, cell suspensions, and organogenesis in tissue cultures of purple nutsedge (*Cyperus rotundus*), Botanical Gazette, **138**, 3, 291-297.
  - Jauzein P., 1996, Les souchets tubéreux. «Comestibles» ou «ronds» il faut apprendre à les connaître, Phytoma - La défense des végétaux, 484, 27-31.
  - Kranz J., Schmutterer H. & Koch W., 1981, Maladies, ravageurs et mauvaises herbes des cultures tropicales, Verlag Paul Parey, Berlin, 612-614.
  - Le Bourgeois T., 1993, Les mauvaises herbes dans la rotation cotonnière au Nord-Cameroun (Afrique), amplitude d'habitat et degré d'infestation, phénologie, Thèse de doctorat, Université de Montpellier II, 249 p.
  - Le Bourgeois T. & Merlier H., 1995, Adventrop: Les adventices d'Afrique soudano-sahélienne, CIRAD-CA, Montpellier, 62-65.
  - Lorougnon G., 1969, Etude morphologique et biologique du *Cyperus rotundus* L., Cahier de l'ORSTOM sér. Biol. **10**, 19-33.
  - Smith A.E., 1972, Developmental variation in carbohydrates of purple nutsedge, J. Range. Manage., **25**, 125-127.
  - Stoller E.W. & Sweet R.D., 1987, Biology and life cycle of purple and yellow nutsedges (*Cyperus rotundus* and *C. esculentus*), Weed Technology, **1**, 1, 66-73.
  - Wills G.D., 1972, Sugars, phosphorus, and iron in purple nutsedge, Weed Science, **20**, 4, 348-350.
  - Wills G.D. & Briscoe G.A., 1970, Anatomy of purple nutsedge, Weed Science, **18**, 5, 631-635.
  - Zimdahl R.L., 1993, Fundamentals of weed science, Academic Press USA, California, 450 p.
- O. Ratiarson, Français, Docteur en Sciences Agronomiques et Ingénierie Biologique de la Faculté universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux (Belgique), Doctorand à l'IAC.
- A. Falisse, Belge, Professeur à l'Unité de Phytotechnie des Régions tempérées, Faculté universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, Belgique.

# Les escargots comestibles de Côte d'Ivoire: influence de substrats d'élevage sur les paramètres de croissance de *Archachatina ventricosa* (Gould, 1850) en élevage hors-sol

K.D. Kouassi<sup>1\*</sup>, A. Otchoumou<sup>1</sup> & H. Dosso<sup>2</sup>

Keywords: *Archachatina ventricosa*- Growth- Substratum- Ivory Coast

## Résumé

Deux cent cinquante juvéniles de *Archachatina ventricosa* (Gould, 1850) d'un poids vif moyen de 2,30 g avec une longueur moyenne de coquille de 20,12 mm et âgés de deux semaines environ ont été élevés pendant 48 semaines sur cinq types de substrats [S1 (sol recueilli sous une plantation de manioc (*Manihot* spp.); S2 (S1 avec 10% de poudre d'huître), S3 (S1 avec 10% de sciure de bois), S4 (S1 avec 5% de poudre d'huître et 5% de sciure de bois), S5 (sol de forêt tropicale humide)]. En vue de déterminer le substrat induisant les meilleures performances de croissance, tous les individus ont été nourris avec un aliment concentré contenant 14,01% de calcium. Cette étude a révélé que la qualité du substrat influence les paramètres de croissance de *A. ventricosa*. La meilleure croissance a été obtenue sur le substrat S3 (0,284 g/j; 0,169 mm/j). Les substrats S2 et S4 favorisent une croissance similaire au substrat témoin (S5). La sciure de bois induit donc une bonne croissance de *A. ventricosa* et pourrait alors être conseillée comme source d'amendement des substrats à quiconque voudrait faire l'élevage de cette espèce.

## Summary

### Edible Ivorian Snails: Influence of the Breeding Substratum on the Parameters of Growth of *Archachatina ventricosa* (Gould, 1850) in indoor Rearing

Two hundred fifty youngs of *Archachatina ventricosa* (Gould, 1850) with an average of 2.30 g body weight and 20.12 mm shell length, two weeks old approximately were bred for 48 weeks on five types of substrata [S1 (ground collected under a cassava plantation (*Manihot* spp.); S2 (S1 with oyster powder 10%), S3 (S1 with sawdust 10%), S4 (S1 with oyster powder 5% and sawdust 5%), S5 (ground of humid tropical forest)]. In order to determine the substratum inducing the best performances of growths, all the individuals were fed a concentrated food with 14.01% of calcium. This study revealed that the quality of the substratum influences the parameters of growth of *A. ventricosa*. The best growth was obtained on the substratum S3 (0.284 g/j; 0.169 mm/j). The substrata S2 and S4 support a similar growth to the pilot substratum (S5). The sawdust thus supports a better growth of *A. ventricosa* and could then be advised as source of amendment of the substrata to whoever would like to make the breeding of this specie.

## Introduction

Les escargots comestibles d'Afrique sont des animaux très appréciés de nombreuses populations qui les consomment habituellement cuits ou fumés et accompagnés de diverses sauces (12). Ces animaux constituent une source de protéines et de lysine, substances souvent déficitaires dans la ration alimentaire en pays tropical (12). Les escargots sont généralement ramassés dans la nature et leur abondance est assujettie aux conditions climatiques. En effet, sur les différents marchés d'Abidjan (Côte d'Ivoire), ils sont très abondants en saison pluvieuse et rares en saison sèche (14). Il existe donc un besoin non couvert par une offre appropriée, au moins pendant certaines périodes de l'année. La production contrôlée d'escargots locaux contribuera aussi à réduire la pression de ramassage dans la nature, véritable braconnage menaçant cette faune indigène. C'est ce qui justifie de nombreux travaux réalisés notamment sur leur écologie et surtout sur leur alimentation (2, 4, 9, 10, 15). Cependant, en ce qui concerne le substrat d'élevage, très peu de travaux y ont été consacrés. Or, le sol revêt une importance indéniable dans la croissance des escargots (4, 6, 7). Ces animaux tireraient près de 40% de leurs nutriments dans le sol (8). En effet, les escargots géants africains sont inféodés dans la nature au sol des forêts tropicales humides et leur contact avec le sol semble indispensable à leur bonne croissance (6). Ainsi, il nous semble nécessaire d'envisager la

recherche d'un substrat d'élevage propice à leur croissance et susceptible de contribuer à un élevage performant. Dans le présent travail, nous rechercherons à partir d'un élevage hors-sol, l'influence de différents substrats d'élevage sur la croissance de *Archachatina ventricosa* (Gould, 1850).

## Matériel et méthode

### 1. Les animaux

Les escargots utilisés dans cette étude appartiennent à une seule espèce (Figure 1): *Archachatina ventricosa* (Gould, 1850). Ils sont nés à la ferme expérimentale de l'Université d'Abobo-Adjamé (Côte d'Ivoire) de reproducteurs ramassés dans la forêt galerie de ladite Université et âgés de deux semaines environ. Ils sont exempts de traumatismes (coquille bien formée, bien remplie et sans cassure) et d'un poids vif moyen de  $2,30 \pm 0,1$  g pour une longueur de coquille moyenne de  $20,12 \pm 0,5$  mm.

### 2. Les substrats d'élevage

Cinq types de substrats ont été utilisés pour cette étude. Le premier (S1) est une couche de 0 à 40 cm de profondeur d'un sol d'une plantation de manioc (*Manihot* spp.), un tubercule beaucoup cultivé en Côte d'Ivoire sur la quasi-totalité des sols du pays. Le second (S2) est un mélange du substrat S1 avec 10% de poudre d'huître tandis que le 3<sup>ème</sup> (S3) est un mélange

<sup>1</sup>Laboratoire de Biologie et Cytologie Animales, UFR des Sciences de la Nature, Université d'Abobo-Adjamé 02, BP 801, Abidjan 02, Côte d'Ivoire.

<sup>2</sup>Centre de Recherche en Ecologie (CRE) de l'Université d'Abobo-Adjamé 02, BP 801, Abidjan 02, Côte d'Ivoire.

\*Auteur pour toute correspondance: Kouassi Kouadio D., 22 BP 1417, Abidjan 22, Côte d'Ivoire. Tel: +225 22 47 41 26 / Cel: +225 07 04 57 93 / Fax: +225 21 27 73 44  
e-mail: dan\_pompidou@yahoo.fr

Reçu le 14.06.05 et accepté pour publication le 20.12.05.

de S1 avec 10% de sciure de bois [mélange de sciure de *Ceiba pentandra* (Bombacacées), *Celtis* spp. (Ulmacées), *Entandrophragma* spp (Méliacées) et *Nesogordonia* sp. (Sterculiacées)]. Le 4<sup>ème</sup> substrat (S4) est composé de S1 avec 5% de poudre d'huître et 5% de sciure de bois. Le substrat S5 est un substrat de forêt sur lequel vivent les escargots dans la nature. Il constitue le substrat témoin. Il a été prélevé dans la couche superficielle (0 à 40 cm de profondeur) du sol de la forêt galerie de l'Université d'Abobo-Adjamé, forêt tropicale humide. Ces substrats ont été préalablement stérilisés par chauffage à l'étuve de marque P. SÉLECTA à 60 °C pendant 3 heures avant leur utilisation.

### 3. L'aliment

L'aliment utilisé dans cette expérience est un aliment concentré contenant 14,01% de calcium. Le choix de cet aliment a été guidé non seulement par le fait qu'il favorise mieux la croissance des escargots mais, aussi par le fait que le calcium est important dans la croissance de *A. ventricosa* (11). Le tableau 1 résume les caractéristiques dudit aliment.

### 4. Méthode

Au total, 250 juvéniles de *A. ventricosa* ont été utilisés dans cette étude qui a duré 48 semaines; de novembre 2003 à octobre 2004. Dix lots de 25 escargots chacun ont été constitués avec une densité de 100 escargots / m<sup>2</sup>. Ces lots sont disposés dans des bacs en polystyrène à base carrée de 0,5 m de côté avec une hauteur de 0,125 m; soit 0,25 m<sup>2</sup> de surface de base pour un volume de 0,038 m<sup>3</sup>. Les bacs sont dotés d'un couvercle perforé de type moustiquaire constituant le dispositif anti-fuite et permettant l'aération



Figure 1: *Archachatina ventricosa* (Gould, 1850).

des animaux. Les bacs sont remplis de substrat à raison de 4 cm d'épaisseur et disposés sur des étagères à une hauteur de 1 m. Des vers de terre (*Lombricus* sp.) ont été introduits dans les substrats pour assurer le nettoyage des déjections d'animaux. Les animaux sont régulièrement arrosés et nourris à volonté deux fois par semaine. Toutes les deux semaines, ils sont pesés à l'aide d'une balance électronique de marque Sartorius, de précision 0,01 g. La longueur de coquille est déterminée au moyen d'un pied à coulisse et la mortalité est également notée.

### 5. Analyse chimique des substrats

Les substrats utilisés ont fait l'objet d'une analyse chimique par la SODEMI (Société pour le Développement Minier de la Côte d'Ivoire). Les minéraux comme le fer, l'aluminium, le calcium et le magnésium ont été dosés par la méthode de la détermination chimique des oxydes des éléments majeurs. Le cuivre et le zinc ont été déterminés par le dosage des métaux de base à l'aide d'un spectrophotomètre à absorption atomique. La matière organique des substrats a été dissoute dans de l'eau oxygénée à 50% et les différentes proportions ont été déterminées au laboratoire du Centre de Recherche en Ecologie de l'Université d'Abobo-Adjamé selon la formule  $\frac{(Pi-Pf)}{Pi} \times 100$

Pi: poids en gramme de l'échantillon sec avant le traitement à l'eau oxygénée.

Pf: poids en gramme de l'échantillon sec après le traitement à l'eau oxygénée.

### 6. Expression des résultats et analyse des données

Les croissances pondérale et coquillière sont estimées à partir du croît moyen quotidien toutes les deux semaines et exprimées par la croissance moyenne pondérale (g/j) et la croissance moyenne coquillière (mm/j) selon les formules:

$$\text{Croissance moyenne pondérale (CP): } CP = \frac{P2 - P1}{T2 - T1}$$

P1: Poids moyen initial.

P2: Poids moyen final.

T1: Temps initial en jours.

T2: Temps final en jour.

$$\text{Croissance moyenne coquillière (CC): } CC = \frac{L2 - L1}{T2 - T1}$$

L1: Longueur moyenne de coquille initiale.

L2: Longueur moyenne de coquille finale.

Le logiciel STATISTICA.Ink a permis d'apprécier les effets factoriels par l'analyse des variances et des valeurs moyennes comparées selon le test d'étendue critique de Duncan. Les résultats sont présentés sous forme de moyenne plus écart type.

**Tableau 1**  
**Composition et caractéristiques de l'aliment concentré**

| A: Composition (en g/100g)                  |                   |             |         |            |                      |           |           |                      |                    |             |                |                |
|---------------------------------------------|-------------------|-------------|---------|------------|----------------------|-----------|-----------|----------------------|--------------------|-------------|----------------|----------------|
| Maïs                                        | Tourteau de coton | Soja graine |         | Blé tendre | Phosphate de calcium |           | Vitamines | Carbonate de calcium | Chlorure de sodium |             | Oligo-éléments |                |
| 25                                          | 16                | 16          |         | 14,5       | 4                    |           | 0,5       | 23,5                 | 0,4                |             | 0,1            |                |
| B: Caractéristiques (en % de matière sèche) |                   |             |         |            |                      |           |           |                      |                    |             |                |                |
| Matière organique                           | Cendre            | Phosphore   | Calcium | Magnésium  | Chlore               | Potassium | Sodium    | Cellulose brute      | Matière grasse     | Sucre libre | Amidon         | Matière azotée |
| 61,62                                       | 38,38             | 1,40        | 14,02   | 1,36       | 1,58                 | 3,71      | 0,87      | 4,72                 | 4,68               | 6,77        | 15,16          | 17,36          |

## Résultats

### 1. Analyse chimique des substrats

La composition en minéraux et en matière organique des substrats est donnée par le tableau 2. Cette analyse chimique indique que les substrats sont riches en oxyde d'alumine et en oxyde de fer et pauvres en oxyde de magnésium et de zinc. Le cuivre est absent dans les substrats tandis que le taux en calcium et en matière organique est variable. Le calcium est plus élevé dans les substrats S2 (4,6%) et S4 (2,48%) que dans les substrats S3 (0,12%), S1 (0,08%) et S5 (0,04%). Quant à la matière organique, elle est abondante dans les substrats S3 (10,81 %), S5 (6,04 %) et S4 (5,68 %). Le substrat S1 est à la fois pauvre en calcium et en matière organique.

### 2. Croissance pondérale et coquillière

Le tableau 3 résume les caractéristiques de la croissance de *Archachatina ventricosa* sur les différents types de substrats. Le meilleur gain de poids journalier est obtenu sur le substrat S3 (0,284 ± 0,06 g/j) et le plus faible, sur le substrat S1 (0,196 ± 0,01 g/j). La comparaison des croissances pondérales par l'analyse de la variance au test de Duncan ( $p < 0,05$ ) révèle une différence significative entre les animaux élevés sur ces deux types de substrats. Les substrats S2, S4 et le témoin (S5) donnent des croissances intermédiaires entre les deux extrêmes. L'analyse temporelle de la croissance pondérale (Figure 2) permet de distinguer deux grands moments.

Du début de l'expérience à la 10<sup>ème</sup> semaine, la croissance journalière sur chaque substrat est moyenne et les courbes sont quasiment confondues. A partir de cette semaine (10<sup>ème</sup>), les courbes S1 et S3 se sont détachées des autres

avec des valeurs de croissance journalière plus élevées pour S3 et plus faibles pour S1. Cette tendance se conservera jusqu'à la fin de l'expérience. En ce qui concerne la vitesse de croissance, on observe des phases de ralentissement (semaine 0 à semaine 10), d'arrêt (semaines 30 à 34) et des phases d'accélération (semaines 10 à 30 et semaines 34 à 48). Les croissances pondérales des escargots élevés sur les substrats S2, S4 et S5 semblent se confondre. Il n'y a pas de différence significative entre les croissances induites par ces trois substrats.

La croissance coquillière ne semble pas être affectée par le type de substrat. Elle varie peu d'un substrat à l'autre; de 0,159 mm/j à 0,169 mm/j. La comparaison des croissances coquillières par l'analyse des variances au test de Duncan ( $P < 0,05$ ) ne révèle aucune différence significative entre les différents substrats. Les courbes de croissance coquillière (Figure 3) mettent en évidence deux phases principales.

L'une, de 0 à la 22<sup>ème</sup> semaine, caractérisée par une croissance coquillière rapide et l'autre, de la 22<sup>ème</sup> à la 48<sup>ème</sup> semaine d'âge avec une vitesse de croissance coquillière lente.

Il faut également signaler que lors de cette expérience, il y a eu des pontes sur tous les substrats. La première ponte a été obtenue sur le substrat S3 (10% de sciure de bois) à la fin de la 34<sup>ème</sup> semaine. Les 1<sup>ères</sup> pontes sur les autres substrats ont été obtenues dans l'ordre S2, S5, S4 et S1 respectivement 5, 8, 10, et 28 jours après la première ponte sur S3.

### 3. Taux de mortalité

Le taux de mortalité cumulé (du stade juvénile au stade reproducteur) des escargots est consigné dans le tableau

**Tableau 2**  
Composition chimique des différents types de substrats

| Substrats d'élevage                                  | Minéraux<br>(% poids sec)      |                                |      |      |       | Matière organique<br>(% poids sec) | Sable<br>(% poids sec) |
|------------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|------|-------|------------------------------------|------------------------|
|                                                      | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | CaO  | MgO  | Zn    |                                    |                        |
| S1 (sol d'une plantation de manioc)                  | 4,57                           | 3,31                           | 0,08 | 0,04 | 0,003 | 1,22                               | 90,77                  |
| S2 (S1+ 10% de poudre d'huître)                      | 4,32                           | 2,82                           | 4,60 | 0,09 | 0,004 | 1,21                               | 86,95                  |
| S3 (S1+ 5% de sciure de bois)                        | 4,3                            | 3,32                           | 0,12 | 0,04 | 0,004 | 10,81                              | 81,40                  |
| S4 (S1+5% de sciure de bois + 5% de poudre d'huître) | 4,26                           | 2,92                           | 2,48 | 0,07 | 0,004 | 5,68                               | 84,58                  |
| S5 (sol non cultivé, sol de forêt)                   | 3,43                           | 2,68                           | 0,04 | 0,03 | 0,004 | 6,04                               | 87,77                  |

Analyse réalisée par la SODEMI (Société pour le Développement Minier de la Côte d'Ivoire),

sodemidg@aviso.ci selon la demande d'analyse n° 9202 du 09/09/2004.

**Tableau 3**  
Influence du substrat d'élevage sur la croissance de *Archachatina ventricosa*

| Performances                                       | Substrats                  |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
|                                                    | S1                         | S2                         | S3                         | S4                         | S5                         |
| Poids initial (g)                                  | 2,24 <sup>a</sup> ± 0,10   | 2,31 <sup>a</sup> ± 0,08   | 2,34 <sup>a</sup> ± 0,10   | 2,36 <sup>a</sup> ± 0,10   | 2,26 <sup>a</sup> ± 0,10   |
| Poids final après 48 semaines (g)                  | 68,16 <sup>a</sup> ± 2,68  | 76,14 <sup>ab</sup> ± 3,52 | 97,7 <sup>b</sup> ± 4,01   | 84,28 <sup>ab</sup> ± 2,75 | 79,16 <sup>ab</sup> ± 3,02 |
| Croissance pondérale journalière (g/j)             | 0,196 <sup>a</sup> ± 0,01  | 0,220 <sup>ab</sup> ± 0,01 | 0,284 <sup>b</sup> ± 0,06  | 0,244 <sup>ab</sup> ± 0,00 | 0,229 <sup>ab</sup> ± 0,00 |
| Longueur de coquille initiale (mm)                 | 20 <sup>a</sup> ± 0,47     | 20 <sup>a</sup> ± 0,45     | 20 <sup>a</sup> ± 0,52     | 20,32 <sup>a</sup> ± 0,57  | 20,32 <sup>a</sup> ± 0,52  |
| Longueur de coquille finale après 48 semaines (mm) | 73,29 <sup>a</sup> ± 2,02  | 73,61 <sup>a</sup> ± 2,15  | 76,86 <sup>a</sup> ± 2,32  | 74,64 <sup>a</sup> ± 1,18  | 73,95 <sup>a</sup> ± 2,02  |
| Croissance coquillière journalière (mm/j)          | 0,159 <sup>a</sup> ± 0,005 | 0,160 <sup>a</sup> ± 0,004 | 0,169 <sup>a</sup> ± 0,023 | 0,162 <sup>a</sup> ± 0,003 | 0,160 <sup>a</sup> ± 0,004 |
| Mortalité cumulée après 48 semaines (en %)         | 12                         | 6                          | 6                          | 6                          | 14                         |

Les valeurs moyennes de la même ligne indexées des mêmes lettres ne sont pas statistiquement différentes au seuil de 5% selon Duncan.

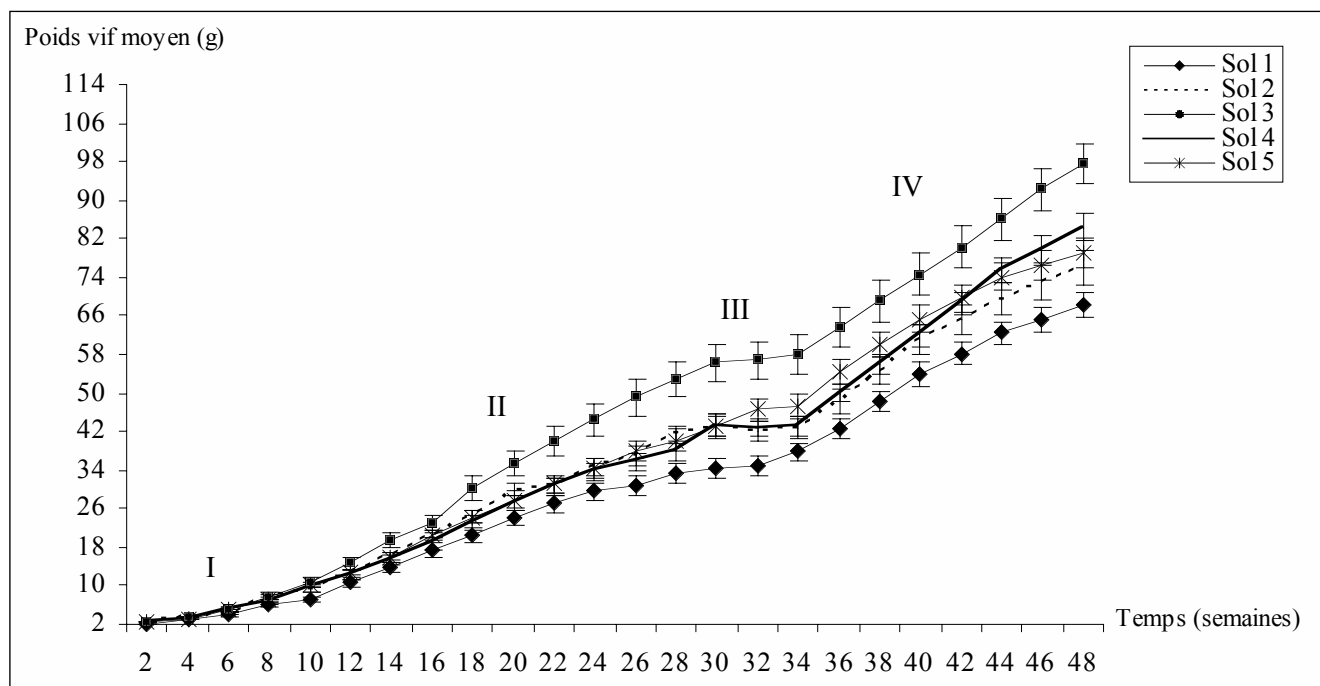


Figure 2: Croissance pondérale de *Archachatina ventricosa* selon les types de substrats.

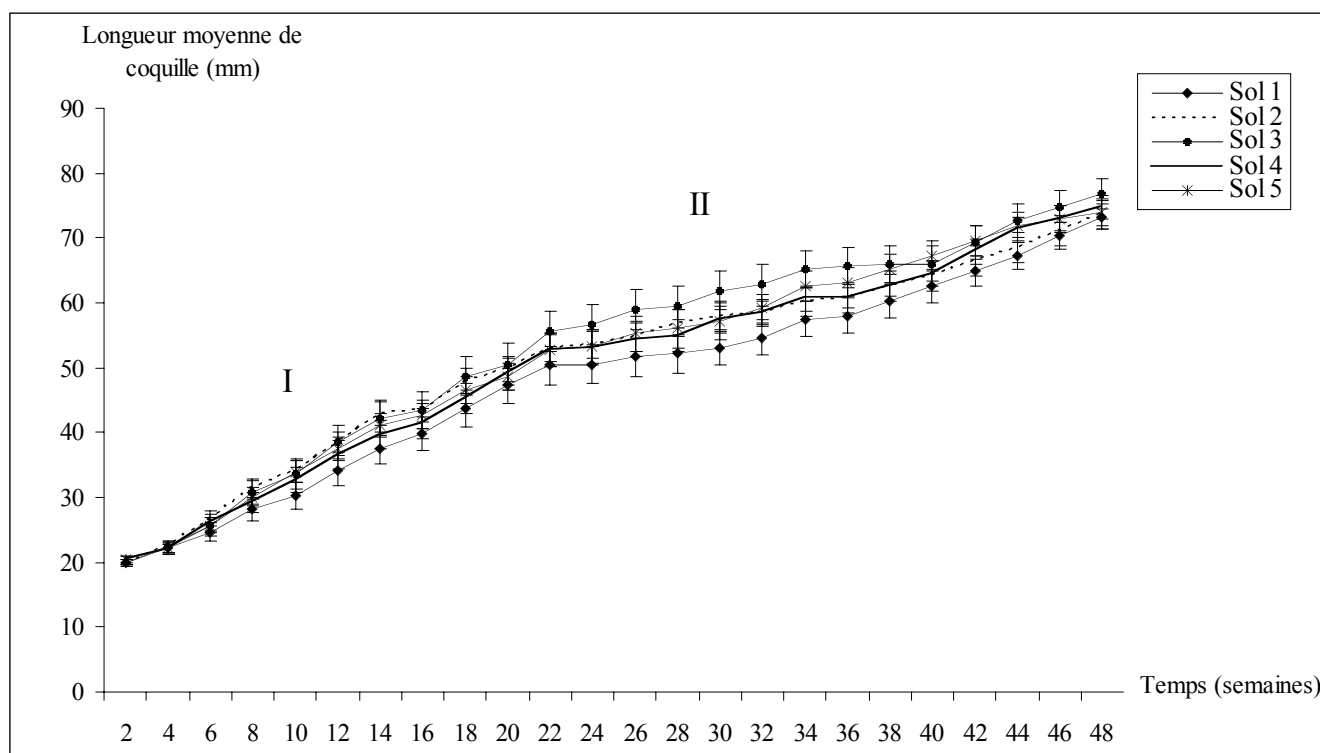


Figure 3: Croissance coquillière de *Archachatina ventricosa* selon les types de substrats.

3. La mortalité est plus élevée sur les substrats S5 (14%) et S1 (12%) que sur les substrats S2, S3 et S4 qui présentent le même taux de mortalité (6%). Il est à remarquer que la mortalité double sur les substrats S5 et S1 par rapport aux autres substrats.

### Discussion

Le substrat d'élevage influence les performances de croissance des archachatines. En effet, dans la nature, le sol constitue un support dans lequel les escargots puisent environ 40% de leurs nutriments (7, 8). Aussi, tous les sols

n'induisent-ils pas une bonne croissance des escargots qui vivent en général sur des sols de forêts tropicales humides d'où est tiré le substrat S5, substrat de référence. La croissance des escargots semble fortement liée à la teneur en matière organique et dans une moindre mesure à la teneur en calcium de l'aliment et du substrat d'élevage. Cependant, le taux de mortalité est plus élevé sur les substrats S5 et S1 de faibles teneurs en calcium. Cette mortalité pourrait s'expliquer par la trop faible teneur des substrats sus cités en ce minéral (calcium) et par les bris de coquilles consécutifs aux chutes (lors des manipulations)

suius d'infections bactériennes. En effet, certains escargots se collant aux parois des couvercles des bacs d'élevage, chutent des étagères d'où sont disposés les bacs lors des ouvertures de ceux-ci. Même si le calcium alimentaire et / ou du substrat solidifie la coquille ce qui lui permet de résister aux brisures dues aux chocs (11), l'élevage des archachatines nécessiterait des précautions (dans la disposition des structures d'élevage, dans la manipulation des animaux surtout des naissains). Toutefois, le substrat favorable à une meilleure croissance de *A. ventricosa* parmi les cinq étudiés, est celui composé de 10% de sciure de bois (S3). Ce substrat assure non seulement une bonne croissance, mais, favorise un faible taux de mortalité. Il s'avère plus performant que le substrat naturel de l'archachatine (S5). La croissance induite par ce sol de forêt est similaire à celle des substrats S4. En effet, les archachatines sont inféodées aux sols des forêts tropicales humides constamment renouvelés par la décomposition de divers débris végétaux. Cette matière organique pourrait contenir des nutriments de croissance. Or, la sciure de bois est assimilable aux débris végétaux. Par ailleurs, la croissance pondérale s'avère moins bonne sur les sols riches en oxyde de calcium. Pourtant, il a été constaté que les escargots puisent le calcium dans le sol et ils affectionnent les sols ferrallitiques et/ou calcaires riches en eau (3, 4, 5). Nos résultats peuvent s'expliquer d'une part, par le fait que le complément calcaire apporté ne serait pas la forme sous laquelle *Archachatina ventricosa* le puise dans le sol. En effet, la solubilité du calcium dans l'oxyde de calcium (CaO) n'est pas la même chose que dans le carbonate de

calcium (CaCO<sub>3</sub>). D'autre part, les nutriments puisés dans le sol (8) nécessaires à la croissance des escargots ne se limiteraient pas au calcium mais comporteraient aussi d'autres sels minéraux notamment des éléments mineurs (le zinc) ainsi que certaines substances présentes dans la matière organique du sol.

Au plan de la reproduction, cette expérience a conduit aux premières pontes dès la fin de la 34<sup>ème</sup> semaine sur le substrat S3 (10% de sciure de bois). Or, il a été montré que les œufs ne sont pondus que 15 à 30 jours après la fécondation (1). Nos animaux auraient donc atteint la maturité sexuelle à 30 semaines d'âge, soit environ 7 mois contre 12 à 15 mois en milieu naturel (13, 15). *A. ventricosa* nourri avec l'aliment concentré contenant 14% de Ca est donc précoce à la reproduction en élevage.

## Conclusion

Au terme de cette étude, on peut noter que le substrat des escargots influence effectivement leur croissance. Ainsi, la croissance observée chez *A. ventricosa* élevé sur différents substrats montre que le poids moyen et la longueur moyenne de coquille sont plus élevés sur les substrats constitués de 10% de sciure de bois (S3). La sciure de bois apparaît comme l'élément indiqué dans l'amélioration des substrats d'élevage de l'escargot géant africain *A. ventricosa*. Cette source d'amendement des substrats à des fins d'élevage permettra aussi de valoriser ce déchet de la menuiserie sous nos tropiques.

## Références bibliographiques

1. Aubert C., 1992, Mémento de l'éleveur d'escargots, Institut Technique de l'éleveur d'escargots éditeurs (3<sup>ème</sup> édition); Paris 174 p.
2. Atego J.M. & Zongo D., 2000, Effet de la teneur en eau du substrat d'élevage sur la croissance et la survie de *Achatina achatina*, *Agronomie Africaine*, **12**, 2, 71-79.
3. Chevalier H., 1985, L'élevage des escargots: production et préparation du petit gris, Edition du Point Vétérinaire; Paris 128 p.
4. Chevalier H., 1992, L'élevage des escargots: production et préparation du petit gris, Edition du point vétérinaire, Paris 144 p.
5. Crowell H.H., 1973, Laboratory study of calcium requirements of the brown garden snail *Helix aspersa* (Müller), *Pro. Malac. Sc.Lond.* **40**, 491-503.
6. Gomot A., Bruckert S., Gomot L. & Combe J.C., 1986, A contribution of the study of the beneficial effect of soil on the growth of *Helix aspersa*. Snail farming research. Association Nationale Ellicoltori, **1**, 76-83.
7. Graham S.M., 1978, Seasonal influences on the nutritional status and iron consumption of a village people in Ghana. Univ. of Guelph. Canada (Thesis).
8. Jess M.R.J., 1989, The interaction of the diet and substrate on the growth of *Helix aspersa* (Müller) var. *maxima*. In: Slues and snails in word agriculture Henderson, I Ed. **1**, 311-317.
9. Otchoumou A., 1997, Etude de trois espèces d'escargots comestibles de forêts hygrophiles humides de l'est de la Côte d'Ivoire *Achatina achatina* (Linné), *Achatina fulica* (Bowdich) et *Archachatina marginata* (Swainson) variété *ventricosa*: reproduction et croissance en milieu naturel et en élevage. Thèse de Doctorat de 3<sup>e</sup> cycle Université de Cocody- Abidjan, 110 p.
10. Otchoumou A., Dosso H. & Fantodji A., 2003, Elevage comparatif d'escargots juvéniles *Achatina achatina* (Linné, 1758); *Achatina fulica* (Bowdich, 1820) et *Archachatina ventricosa* (Gould, 1850): effets de la densité animale sur la croissance, l'ingestion alimentaire et le taux de mortalité cumulée, *Revue Africaine de Santé et de Production Animale Dakar-RASPA* **1**, 2, 146-151.
11. Otchoumou A., Dupont-Nivet M. & Dosso H., 2004, Les escargots comestibles de Côte d'Ivoire: effets de quelques plantes, d'aliments concentrés et de la teneur en calcium alimentaire sur la croissance d'*Archachatina ventricosa* (Gould, 1850) en élevage hors-sol en bâtiment. *Tropicultura*, **22**, 3, 127-133.
12. Stiévenart C. & Hardouin J.O.S., 1990, Manuel de l'élevage des escargots géants africains sous les tropiques. Centre Technique de Coopération Agricole et Rurale ACP/CEE (CTA) éditeurs, 43 p.
13. Upatham E.S., Kruatrachue M. & Baidikul V., 1988, Cultivation of the giant african snail, *Achatina achatina*, *Journal Scientifique Thaïlandais*, **14**, 25-40.
14. Waitkuwait E., 1987, Nutzungsmöglichkeiten der westafrikanischen Riesen Schnecken (Achatinidae), Rapport LACENA/GTZ 80 p.
15. Zongo D., 1994, L'élevage des escargots, une source insoupçonnée de protéines de hautes valeurs nutritionnelles. Fiche technique n° 2 ENSA/LACENA, 5-9; une zootechnie nouvelle. In: AISA développement n° 4, 3-4.

D.K. Kouassi , Ivoirien, Thèse unique en Biologie et production animale, Etudiant à l'UFR-SN de l'Université d'Abobo-Adjamé, Côte d'Ivoire.

O. Atcho, Ivoirien, Thèse 3<sup>ème</sup> cycle en Ecologie Tropicale, Maître-Assistant, Enseignant-Chercheur à l'UFR-SN de l'Université d'Abobo-Adjamé, Côte d'Ivoire.

H. Dosso, Ivoirien, Thèse 3<sup>ème</sup> cycle en Ecologie Animale, Maître de Recherche au Centre de Recherche en Ecologie de l'Université d'Abobo-Adjamé, Côte d'Ivoire.



# Evaluation of Ensiled Brewer's Grain in the Diet of Piglets by One Way Multiple Analysis of Variance, MANOVA

J. Amang A Mbang<sup>1, 2</sup>, J. Owino<sup>3</sup>, J. Kones<sup>3</sup>, F. Meffeja<sup>4</sup> & L. Dibog<sup>4</sup>

**Keywords:** Multivariate model- Ensiled brewer's grains- Piglets- Post weaning- Growing- Finishing period- Cameroon

## Summary

The basic purpose of feeding trials is to find the optimum level of feed ingredients which give the highest economical returns to the farmers. This can be achieved through estimation and comparison of means of different rations. The example we have is a study of incorporation of different levels of ensiled brewers grains in the diet of 24 hybrids weaned piglets from Landrace x Duroc x Berkshire x Large White. They were randomly divided into four groups with three replicates of two piglets per pen. They were fed 0, 10, 20, 30% incorporation of ensiled brewer's grains on dry matter basis during post-weaning period followed by 0, 30, 40 and 50% during growing period and 0, 50, 60 and 70% during finishing period. We have one explanatory variable: initial weight, and four post treatment outcome variables recorded per piglets: final weight, dry matter consumption, weight gain and index of consumption. Comparing of several multivariate treatment means model design analysis is adapted. We obtain the MANOVA (Multiple Analyse of Variance) table of each phase, where the treatment differences exist by using Wilk's lambda distribution, and we find the treatment effect by using a confidence interval method of MANOVA. This model has the advantage of computing the responses of all variables in the matrix of sum of squares and more precisely in separation of the different means percentage of Ensiled Brewer's grain.

## Résumé

**Evaluation de la drêche ensilée des brasseries dans le régime des porcelets par une voie d'analyse de Variance Multiple, MANOVA**

L'objectif global est de trouver un taux d'incorporation optimum de la drêche qui sera économique pour les éleveurs. Ceci sera atteint à travers une estimation et une comparaison des moyennes des différentes rations alimentaires. L'exemple que nous avons pour cette étude est l'incorporation du taux optimum en utilisant la drêche ensilée des brasseries dans 24 hybrides de porcelets croisés: Landrace x Duroc x Berkshire x Large white. Ils ont été répartis au hasard en quatre lots de trois répétitions de deux porcelets par cage. Ils ont consommé 0, 10, 20, 30% d'incorporation de la drêche ensilée en période de post-sevrage, puis 0, 30, 40, 50% en période de croissance et 0, 50, 60, 70% pendant la période de finition. Nous avons une variable exploratrice: le poids initial et quatre variables après traitement pris pour un porc: poids final, consommation alimentaire en matière sèche, gain de poids et indice de consommation. La comparaison de variables multiple à plusieurs traitements de moyennes du modèle expérimental d'analyse est adaptée. Nous obtenons le tableau de MANOVA de chaque phase, où les différences des traitements existent en utilisant la distribution de Wilk's lambda et les effets traitements sont trouvés en utilisant la méthode de l'intervalle de confiance de MANOVA. Ce modèle a l'avantage de combiner les cinq réponses en matrice des sommes des carrés et en plus d'augmenter la précision dans la séparation des différentes moyennes de pourcentage de la drêche ensilée des brasseries des porcs.

## Introduction

Optimisation of feed intake and composition is a continuing problem in animal production. Cameroon's livestock production is very important economic activity. There are about 5 million bovines, 1.1 million pigs, 6.5 million sheep and goats and 15.2 million poultry (2).

According to Ranjhan (13) there is a need to enrich animals diets using such by-products as blood flour, fish flour, palm oil cake, cotton cake, soya bean cake and ensiled brewer's grain. Little attention has been accorded by researchers at this moment to determine the optimal levels of incorporating these by-products in animals' diet.

As such developing an efficient system to determine optimum levels of dietary ingredients calls for concerted efforts to develop useful models. Statistical work concerned with calculating optimal amount has concentrated on characterising the response of an individual plot especially in agriculture, where Wallach (19) used hierarchical linear model approach to estimate parameters and obtain optimal fertilizer strategy which depends on the site and year characteristics. Similarly, Anderson *et al.* (1) and Heady *et al.* (9) statistically attempted to obtain optimal fertilizer amounts by characterizing the response of an individual plot

to fertilizer applied.

D-optimality criteria have been applied in other ways for example by Hatzis *et al.* (8) to construct locally optimal designs in non-linear multi-response estimation using Poisson model for filter feeding. The calculated optimal design greatly reduces variances of model parameter estimates compared to variances from previously used empirical designs.

In animal data with multiple responses, the wider statistical problem is that in many cases, univariate analysis is generally used to see the effects of different levels of treatment by using each response separately. Meffeja *et al.* (11, 12) and Pond *et al.* (16) used univariate method to demonstrate that when you increase the level of wet ensiled brewer's grain you decrease feed intake and average daily weight gain, and increase feed conversion ratio. They looked also at the effect of dietary level of ensiled brewer's grains on growing and finishing pig performances. The same model has since then been widely used for evaluating poultry feeds. Scott *et al.* (17) noted that fish flour is a good source of animal proteins whereas Dafwang *et al.* (5) showed that these proteins gave a good performance of broiler chicks. More

<sup>1</sup> Institute of Agricultural Research for Development (I.R.A.D.), Cameroon.

<sup>2</sup> Correspondent author: I.R.A.D., P.O.Box 2067, Yaoundé, Cameroun. Mail: [mbang4@yahoo.com](mailto:mbang4@yahoo.com)

<sup>3</sup> University of Nairobi, Department of Mathematics, P.O.Box 30197, Nairobi, Kenya.

<sup>4</sup> Institute of Agricultural Research for Development, Cameroon, P.O.Box 2067, Yaoundé, Cameroun.

Received on 22.04.04 and accepted for publication on 21.12.05.

recently Dongmo *et al.* (6) used this univariate approach to demonstrate the importance of blood meal and showed that blood meal alone is not a good protein source for broilers. However, combination of different protein sources gave attractive results.

Bryan (4) compared multivariate versus univariate tests and noted that one important aspect of the use of a multivariate test as distinct from a series of univariate tests concerns the control of type I error rates. He noted that using the 5% level of significance a multivariate test gives a 0.05 probability of a type I error irrespective of the number of variates involved. It also has the added advantage of taking proper account of the correlation between variables.

The overall aim of this work is to tend to adapt a one way multivariate analysis of variance (MANOVA), using Richard and Dean (14) techniques to compare several treatment responses and to propose the model to animal scientist or biometricians. Basically, the objectives are:

- Obtain the multivariate treatment means of four levels of a pig's ration at various stages of pigs growth,
- Tests for the significance of the differences in the treatment means using the one way MANOVA model,
- Compute the confidence interval of the derived parameters of the model, and
- Make recommendations based on the finding of the analysis.

### Methodology of data

The model is adapted to data on a piglet feeding trial using ensiled brewer's (EB) grain in the rations. There were used 24 hybrids piglets which were cross breeds of Landrace, Berkshire, Duroc and Large White, all 8 weeks old at the start of the trial. The piglets were initially assigned to the treatments completely at random in 12 pens which 2 piglets per pen, one male and one female. There were 4 treatments of EB in each of the three phases of piglets growth. In phase I; 0%, 10%, 20% and 30% of EB was included in the ration during post weaning period; then 0%, 30%, 40% and 50% of EB rations during the growing period and finally 0%, 50%, 60% and 70% during the finishing stage.

There were 3 replicates per treatment. The animals were fed once a day and water was available without restrictions. In the beginning of the trial, initial weights were recorded and then every 2 weeks until the pigs were 127 day old. The objectives of the study were, to determine the optimum level of ensiled brewer's incorporation in pig's diet at different life stages, and to evaluate the value of using EB by pig's farmers. The five outcome response variables in order are initial weight (kilogram), final weight (kilogram), daily dry matter consumption (gram), weight gain (gram) and the index of consumption. After logarithmic  $\ln(x)$  transformation to normalize the original data, the multivariate analysis of variance methods are applied to achieve these objectives.

### Dietary ingredient and nutrient composition of the ensiled brewers grain and basal diet

Ensiled brewer's grain derived to Anonyms societies of brewer of Cameroon (SABC), table 1 give their chemical composition and table 2 the basal diet base with maize and cotton meal.

### The model

#### Multivariate Analysis of Variance (One way MANOVA)

Let the data be indexed with a double subscript  $l_j$ , where  $l$  indicate the treatment ( $l=1, 2, \dots, g$ ) and  $j$  is the number of animal for each treatment. We let  $g$  be the number of the group that received one level of a treatment. The total number of plots at treatment  $l$  is  $n_l$ , and the overall number

**Table 1**  
**Chemical composition of Cameroon dry brewer's grains**

| Characteristics             | Dry ensiled brewer's grain |
|-----------------------------|----------------------------|
| Dry matter (%)              | 91.7                       |
| Digestible energy (kcal/kg) | 2030                       |
| Crude proteins (%)          | 28.6                       |
| Ether extract (%)           | 7.6                        |
| Crude fibre (%)             | 15.7                       |
| Ash (%)                     | 3.5                        |
| Calcium (%)                 | 0.28                       |
| Phosphor (%)                | 0.60                       |

Source: (10)

**Table 2**  
**Percentage composition of basal diet and calculated nutrients**

| Ingédients                  | Composition in % |
|-----------------------------|------------------|
| Maize                       | 54.0             |
| Cotton meal                 | 15.0             |
| Blood flour                 | 4.0              |
| Fish flour                  | 3.0              |
| Palm kernel meal            | 10.0             |
| Bone flour                  | 3.4              |
| Paddy wheat                 | 10.0             |
| Salt                        | 0.5              |
| Concentration               | 0.1              |
| <b>Calculated nutrients</b> |                  |
| Digestible energy (kcal/kg) | 3164             |
| Crude proteins (%)          | 19.80            |
| Crude fibre (%)             | 5.30             |
| Lysine (%)                  | 1.00             |
| Methionine and cystine (%)  | 0.70             |

Source: (12)

of plots is  $n$ . The response of plot  $lj$  is  $X_{lj}$ . MANOVA model describes responses as a function of diets rations for a fixed treatment. We assume that each component of the observation vector  $X_{lj}$  satisfies the univariate model, and the errors for the components of  $X_{lj}$  are correlated, but the covariance matrix  $\Sigma$  is the same for all populations. The model response  $X_{lj}$  is:  $X_{lj} = \mu + t_l + e_{lj}$  and a vector of observations may be decomposed as suggested by the model. Thus:

$$X_{lj} = \bar{X} + (\bar{X}_l - \bar{X}) + (X_{lj} - \bar{X}_l)$$

Where:

$\mu$  is overall means;

$X_{lj}$  are the observations;

$\bar{X}$  is the overall sample mean;

$\bar{X}_l - \bar{X}$  is the treatment effects;

$X_{lj} - \bar{X}_l$  are the residual effects.

The decomposition leads to the multivariate of the univariate sum of squares by summing the cross product over  $l$  and  $j$  responses.

$$\begin{aligned} & \sum_{l=1}^g \sum_{j=1}^{n_l} (X_{lj} - \bar{X}) (X_{lj} - \bar{X})' \\ &= \sum_{l=1}^g n_l (\bar{X}_l - \bar{X}) (\bar{X}_l - \bar{X})' + \sum_{l=1}^g \sum_{j=1}^{n_l} (X_{lj} - \bar{X}_l) (X_{lj} - \bar{X}_l)' \end{aligned}$$

Or

Total sum of squares and cross products = Treatment (between) sum of squares and cross products + Residual (within) sum of squares and cross products

The within sum of squares and cross products matrix can be expressed as:

$$W = \sum_{j=1}^g \sum_{t=1}^{n_t} (X_{tj} - \bar{X}_t) (X_{tj} - \bar{X}_t)'$$

$$= (n_1 - 1) S_1 + (n_2 - 1) S_2 + \dots + (n_g - 1) S_g$$

Where  $S_l$  is sample covariance matrix for the  $l$ th sample treatment.

The hypothesis of no treatment effects,  $H_0: T_1 = T_2 = \dots = T_g = 0$  is tested by considering the relative sizes of the treatment and residual sum of squares and cross products. Formally we summarize the calculations leading to the test statistic in a MANOVA table.

**Table 3**  
**MANOVA table for comparing treatments means vectors**

| Source of Variation            | Matrix of Sum of Squares and Cross Products (SSP)                              | Degrees of freedom (d.f) |
|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Treatment                      | $B = \sum_{t=1}^g n_t (\bar{X}_t - \bar{X}) (\bar{X}_t - \bar{X})'$            | $g - 1$                  |
| Residual (error)               | $W = \sum_{j=1}^g \sum_{t=1}^{n_t} (X_{tj} - \bar{X}_t) (X_{tj} - \bar{X}_t)'$ | $\sum_{t=1}^g n_t - g$   |
| Total (corrected for the mean) | $B+W = \sum_{t=1}^g \sum_{j=1}^{n_t} (X_{tj} - \bar{X}) (X_{tj} - \bar{X})'$   | $\sum_{t=1}^g n_t - 1$   |

One test of  $H_0: T_1 = T_2 = \dots = T_g = 0$  involves generalized variances. We reject  $H_0$  if the ratio of generalized variances:

$$\lambda^* = \frac{|W|}{|B+W|}$$

is too small, where  $\lambda^*$  is a distribution of Wilk's lambda (20).

In this diet trial  $n_{ij} = n$  is large, we use the modification of  $\lambda^*$  due to Bartlett (3), given by:

$$-\left(n-1-\frac{(p+g)}{2}\right) \ln \left(\frac{|W|}{|B+W|}\right) > \chi^2_{p(g-1)}(\alpha)$$

Where,  $p$  is the number of response variables, and  $\chi^2_{p(g-1)}(\alpha)$  is the upper (100 $\alpha$ ), the percentile of a chi-square distribution with  $p(g-1)$  degrees of freedom.

### Confidence intervals for treatments effects

When the hypothesis of equal treatment effect is rejected, those effects that led to the rejection of the hypothesis are of interest. Let  $T_{ki}$  be the  $i$ th component of  $T_k$ .  $T_{ki}$  is estimated by

$$\hat{T}_{ki} = \bar{X}_{ki} - \bar{X}, \hat{T}_{ki} = \bar{X}_{ki} - \bar{X} \text{ and } \hat{T}_{ki} - \hat{T}_{li} = \bar{X}_{ki} - \bar{X}_{li}$$

is the difference between two independent sample means and the two sample  $t$ -based confidence interval is valid

with an appropriately modified ( $\alpha$ ). Notice that:

$$\text{Var}(\hat{T}_{ki} - \hat{T}_{li}) = \text{Var}(\bar{X}_{ki} - \bar{X}_{li}) = \left(\frac{1}{n_k} + \frac{1}{n_l}\right) \sigma_{ii}$$

Where  $\sigma_{ii}$  is the  $i$ th diagonal element of  $\Sigma$ . We estimate

$$(\bar{X}_{ki} - \bar{X}_{li}) \text{ by: } \text{Var}(\bar{X}_{ki} - \bar{X}_{li}) = \left(\frac{1}{n_k} + \frac{1}{n_l}\right) \frac{W_{ii}}{n-g}$$

where  $W_{ii}$  is the  $i$ th diagonal element of  $W$  and  $n = n_1 + \dots + n_g$ . There are  $p$  variables and  $g(g-1)/2$  pair wise differences, so each two sample  $t$  interval will employ the critical value  $t_{n-g} / (2m)$ , where  $m = pg$  ( $g-1)/2$  is the number of simultaneous confidence statements, and for multivariate model, the confidence of at least

$(1 - \alpha)$  is  $T_{ki} - T_{li}$  belong to:

$$\hat{T}_{ki} - \hat{T}_{li} \pm t_{n-g} \left(\frac{\alpha}{pg(g-1)}\right) \left(\frac{W_{ii}}{n-g} \left(\frac{1}{n_k} + \frac{1}{n_l}\right)\right)^{1/2}$$

### Model application

Here, the number of variable ( $p$ ) is 4, the number of the groups ( $g$ ) and treatments are 4.

Sample mean vectors  $\bar{X}_l$  for  $l$ th treatments in the reel data, Phase I, II, III.

#### Phase I

$$\bar{X}_1 = \begin{bmatrix} 9.75^a \\ 24.85^b \\ 812.4^c \\ 272.3^d \\ 2.97^e \end{bmatrix} \quad \bar{X}_2 = \begin{bmatrix} 9.46 \\ 25.18 \\ 806.7 \\ 281.5 \\ 2.86 \end{bmatrix} \quad \bar{X}_3 = \begin{bmatrix} 10.00 \\ 24.90 \\ 799.5 \\ 282.6 \\ 2.79 \end{bmatrix} \quad \bar{X}_4 = \begin{bmatrix} 8.64 \\ 26.76 \\ 805.1 \\ 321.5 \\ 2.50 \end{bmatrix} \quad \bar{X} = \begin{bmatrix} 9.45 \\ 25.41 \\ 805.9 \\ 288.9 \\ 2.79 \end{bmatrix}$$

<sup>a</sup>initial weight (kg), <sup>b</sup>final weight (kg), <sup>c</sup>dry matter consumption (g), <sup>d</sup>weight gain (g), <sup>e</sup>index consumption

#### Phase II

$$\bar{X}_1 = \begin{bmatrix} 24.77 \\ 52.46 \\ 1525.4 \\ 483 \\ 3.13 \end{bmatrix} \quad \bar{X}_2 = \begin{bmatrix} 25.03 \\ 48.91 \\ 1312.9 \\ 399.4 \\ 3.25 \end{bmatrix} \quad \bar{X}_3 = \begin{bmatrix} 25.03 \\ 48.91 \\ 1339.4 \\ 407.5 \\ 2.97 \end{bmatrix} \quad \bar{X}_4 = \begin{bmatrix} 26.58 \\ 47.94 \\ 1261.4 \\ 365.0 \\ 3.46 \end{bmatrix} \quad \bar{X} = \begin{bmatrix} 25.28 \\ 49.90 \\ 1352.9 \\ 411.6 \\ 3.29 \end{bmatrix}$$

#### Phase III

$$\bar{X}_1 = \begin{bmatrix} 53.52 \\ 60.95 \\ 1790.1 \\ 528.5 \\ 3.35 \end{bmatrix} \quad \bar{X}_2 = \begin{bmatrix} 48.91 \\ 53.52 \\ 1326.1 \\ 347.2 \\ 3.82 \end{bmatrix} \quad \bar{X}_3 = \begin{bmatrix} 48.91 \\ 51.93 \\ 1286.91 \\ 212.72 \\ 6.30 \end{bmatrix} \quad \bar{X}_4 = \begin{bmatrix} 47.94 \\ 49.90 \\ 1130 \\ 142.6 \\ 7.92 \end{bmatrix} \quad \bar{X} = \begin{bmatrix} 49.90 \\ 54.05 \\ 1366.5 \\ 262.43 \\ 5.05 \end{bmatrix}$$

### Interpretation of results

From MANOVA table 1, we note that by equation of modification of the distribution of Wilk's lambda,  $\lambda^* = 78.16, 30.36$  and  $93.44$  for phases 1, 2, and 3 respectively reflecting significant differences in treatment means. After rejecting the null hypothesis at  $\alpha = 5\%$  level in all the 3 phases, we conclude that treatments differences exist. We then constructed simultaneous interval estimates for all the pair-wise comparison of differences in treatment means (tables 4, 5 and 6). According to Pocock (15) when at 95% confidence limits, the lower and upper limits have same signs (positive or negative), the test is significant, other wise we note the absence of treatments differences. Thus:

*Post-weaning (Phase I):* All the pair-wise comparisons in dry matter consumption and index of consumption are different.

**Table 4**  
**Degree of significant of confidence interval of pair wise comparison for post weaning phase**

| Variables              | Lower and Upper 95% Confidence Interval of Pair wise Comparison |                |                |                |                |                  |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------|
|                        | T1 - T2                                                         | T1 - T3        | T1 - T4        | T2 - T3        | T2 - T4        | T3 - T4          |
| Initial weight         | [-0.32 0.38]                                                    | [-0.37 0.32]   | [-0.29 0.47]   | [-0.40 0.29]   | [-0.26 0.44]   | [-0.20 0.49]     |
| Final weight           | [-0.22 0.19]                                                    | [-0.21 0.21]   | [-0.28 0.13]   | [-0.20 0.21]   | [-0.27 0.15]   | [-0.28 0.14]     |
| Dry matter consumption | [0.006 0.008]*                                                  | [0.015 0.017]* | [0.008 0.010]* | [0.007 0.010]* | [0.001 0.003]* | [-0.008 -0.006]* |
| Weight gain            | [-0.26 0.19]                                                    | [-0.26 0.19]   | [-0.39 0.06]   | [-0.25 0.20]   | [-0.36 0.09]   | [-0.35 0.09]     |
| Index consumption      | [0.03 0.05]*                                                    | [0.05 0.06]*   | [0.17 0.18]*   | [0.005 0.02]*  | [0.13 0.14]*   | [0.11 0.13]*     |

\*= significant

**Table 5**  
Degree of significant of confidence interval of pair wise comparison for growing phase

| Variables              | Lower and Upper 95% Confidence Interval of Pair wise Comparison |                |                |                |              |               |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------|----------------|----------------|----------------|--------------|---------------|
|                        | T1 – T2                                                         | T1 – T3        | T1 – T4        | T2 – T3        | T2 – T4      | T3 – T4       |
| Initial weight         | [-0.24 0.22]                                                    | [-0.24 0.22]   | [-0.30 0.16]   | [-0.23 0.23]   | [-0.29 0.17] | [-0.29 0.17]  |
| Final weight           | [-0.76 -0.30]*                                                  | [-0.76 -0.30]* | [-0.73 -0.28]* | [-0.23 0.23]   | [-0.21 0.25] | [-0.21 0.25]  |
| Dry matter consumption | [0.06 0.06]*                                                    | [0.04 0.04]*   | [0.10 0.10]*   | [-0.02 -0.02]* | [0.04 0.04]* | [0.06 -0.06]* |
| Weight gain            | [-0.03 0.41]                                                    | [-0.05 0.39]   | [0.05 0.50]*   | [-0.24 0.20]   | [-0.13 0.31] | [-0.11 0.33]  |
| Index consumption      | [-0.23 0.15]                                                    | [-0.24 0.14]   | [-0.19 0.19]   | [-0.20 0.18]   | [-0.25 0.13] | [-0.24 0.14]  |

\*= significant

**Table 6**  
Degree of significant of confidence interval of pair wise comparison for finishing phase

| Variables              | Lower and Upper 95% Confidence Interval of Pair wise Comparison |                |                |                |                |                |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                        | T1 – T2                                                         | T1 – T3        | T1 – T4        | T2 – T3        | T2 – T4        | T3 – T4        |
| Initial weight         | [-0.13 0.31]                                                    | [-0.13 0.31]   | [-0.11 0.33]   | [-0.22 0.22]   | [-0.20 0.24]   | [-0.20 0.24]   |
| Final weight           | [-0.14 0.40]                                                    | [-0.11 0.43]   | [-0.07 0.47]   | [-0.24 0.30]   | [-0.20 0.34]   | [-0.23 0.31]   |
| Dry matter consumption | [-0.03 0.63]                                                    | [0.001 0.66]*  | [0.13 0.79]*   | [-0.30 0.36]   | [-0.17 0.49]   | [-0.20 0.46]   |
| Weight gain            | [0.12 1.83]                                                     | [0.05 1.76]    | [0.45 2.16]    | [-0.92 0.78]   | [-0.52 1.18]   | [-0.45 1.25]   |
| Index consumption      | [-0.24 -0.02]*                                                  | [-0.74 -0.52]* | [-0.97 -0.75]* | [-0.61 -0.39]* | [-0.84 -0.62]* | [-0.78 -0.56]* |

\* = significant

**Table 7**  
Cost (\$ U.S) of feed per kg live weight gain per ration and phase

| Phase I              |              | Phase II             |              | Phase III            |              |
|----------------------|--------------|----------------------|--------------|----------------------|--------------|
| Treatment<br>% of EB | Cost<br>1 kg | Treatment<br>% of EB | Cost<br>1 kg | Treatment<br>% of EB | Cost<br>1 kg |
| 0                    | 0.74         | 0                    | 0.78         | 0                    | 0.84         |
| 10                   | 0.69         | 30                   | 0.74         | 50                   | 0.80         |
| 20                   | 0.66         | 40                   | 0.71         | 60                   | 1.26         |
| 30                   | 0.56         | 50                   | 0.72         | 70                   | 1.52         |

This table tells us that during post-weaning period 30% of E.B. have the lowest cost of production; in phase II, 40% and 50% of E.B. give lower costs while in phase III, 50% of E.B. minimises the costs.

Treatment four (30% of ensiled brewers grain) gives a better response in gain weight with lower index of consumption.

**Growing (Phase II):** For the variable final weight, treatment 1 (0% EB) is significantly different from the other treatments. There exist significant differences for all pair-wise comparisons for the variable dry matter consumption. For the variable weight gain, only treatment 1 and treatment 4 (50% EB) were significantly different.

**Finishing (Phase III):** For dry matter consumption, only treatment 1 versus treatment 3 and treatment 1 versus treatment 4 show significant differences, while for weight gain treatment 1 versus treatment 2 are significantly different. For the index of consumption all pair-wise comparisons show significant differences.

### Economic analysis, conclusion and recommendation

**Economic analysis**  
It is of interest to know which treatment is economically recommended at various stages of piglet's growth given the cost of feeding. Table 7 shows the cost incurred by farmers to obtain 1 kg of live weight gain per ration.

### Conclusion

The purpose of this study was to develop a model to be applied in piglet feeding trials to separate treatment means effect. One way MANOVA was used to fit the data of different percentages of ensiled brewers grain in piglet ration. From

the resulting analysis, all the three phases, post-weaning, growing and finishing show that treatment differences exist after obtaining different MANOVA tables and applying Wilk's lambda distribution modified by Bartlett and comparing to Chi-square distribution with  $p(g-1)$  degrees of freedom.

On the other hand, we found a confidence interval for treatments effects in each variable at different phases by a pair wise comparison for multivariate model. Using the theory that, if the test is significant at the 5% level then the 95% confidence limits will be in the same direction (15) we were able to separate pair-wise treatments which were significant and that were not significant.

### Recommendations

From the foregoing explanation, one can make the following recommendation related to the use of different levels ensiled brewers grain in pig rations at various life stages of piglets.

- during post-weaning period, 30% of ensiled brewers grain gives a good performance.
- during growing period, 40-50% of ensiled brewers grain is recommended, and
- during finishing phase of growing, 50% of EB gives better responses.

In consideration of comparing several multivariate treatment means, this model takes care of all the variables at the same time but does not give optimal solution in the choice of the level of ensiled brewer's grains. This can be extended in other related studies.

## Acknowledgements

We gratefully acknowledge the cooperation of the Institute of Agricultural Research for Development (I.R.A.D.) Cameroon

and University of Nairobi, Faculty of Science, Department of Mathematics, for facilitating this study.

## Literature

1. Anderson R.L. & Nelson L.A., 1975, A family of models involving intersecting straight lines and concomitant experimental designs useful in evaluating response to fertilizer nutrients. *Biometrics*, 31, 303-318.
2. Anonyme, 1995, Le Système National de Recherche Agricole du Cameroun. Analyse et propositions de stratégies pour le long terme MINREST-FAO-TCP/ CMR/2354.
3. Bartlett M.S., 1938, Further aspects of the theory of multiple regression. *Proceedings of the Cambridge philosophical Society*, 34, 33-40.
4. Bryan F.J.M., 1986, *Multivariate statistical methods*. New York: Chapman & Hall.
5. Dafwang I.I., Olomu J.M., Offiong S.A. & Bello S.A., 1986, The effects of replacing fish meal with blood meal in diets of laying chickens. *Journal of Animal Production Research*, 6, 1, 81-92.
6. Dongmo T., Ngou Ngoupayou J.D. & Pouilles D.M., 2000, Utilisation de quelques urines animales locales dans l'alimentation du poulet de chair. *Tropicultura*, 18, 3, 122-125.
7. Gelman A., Carlin J.B., Stern H.S. & Rubin D.B., 1995, *Bayesian data analysis* first ed. 213-215, 263, 409. New York: Chapman & Hall.
8. Hatzis C. & Larntz K., 1992, Optimal design in non-linear multi-response estimation: poisson model for filter feeding. *Biometrics*, 48, 1235-1248.
9. Heady E.O. & Dillon J.L., 1961, *Agricultural production functions*. Ames, IA: Iowa state University Press.
10. Institute of animal research (IRZ), 1986, Summary of research results. Mankon (Cameroon), IRZ, 48.
11. Meffeja F., Tchandoum L. & Obounou L., 1998, Utilisation de la drêche humide des brasseries dans l'alimentation des porcs. *Proceeding of V<sup>th</sup> bioscience conference*. Bioscience and Food Society, 99-107.
12. Meffeja F., Dongmo T., Fotso J.M., Fotsa J.C., Tchakounté J. & Ndoimbe Nkeng M., 2003, Effets du taux d'incorporation de la drêche ensilée des brasseries dans les rations alimentaires sur les performances des porcs en engraissement. *Cahiers Agricultures*, 12, 87-91.
13. Ranjhan S., 1980, *Animal nutrition in the tropics*. 2<sup>nd</sup> revised edition.
14. Richard A.J. & Dean W.D., 2002, *Applied multivariate statistical analysis* 5<sup>th</sup> ed. Englewood cliffs, NJ: Prentice-Hall.
15. Pocock S.J., 1983, *Clinical trials: a practical approach*. New York, John Wiley & Sons.
16. Pond W.G. & Maner J. H., 1974, *Brewery by products*. In: Freeman W.H. and Co. *Swine production in temperate and tropical environments*, 244-245.
17. Scott M.L., Nesheim M.C. & Young R.J., 1982, *Nutrition of the chicken* 3<sup>rd</sup> edition, M.L. Scott & Associates, Ithaca (U.S.A).
18. Serres H., 1992, *Manual of pig production in the tropic*. CAB International.
19. Wallach D., 1995, Regional optimisation of fertilization using a hierarchical linear model. *Biometrics*, 51, 338-356.
20. Wilks S.S., 1932, Certain generalizations in the analysis of variance. *Biometrika*, 24, 471- 494.

J. Amang A Mbang, Cameroonian, M.Sc. in Biometry, Junior Researcher, Institute of Agricultural Research for Development (IRAD) Cameroon, P.O. Box 2067, Yaoundé, Cameroon.

J. Okoth Owino, Kenyan, Professor, Chairman of Department of Mathematics and Statistics, University of Nairobi Kenya, P.O. Box. 30197, Nairobi, Kenya.

J. Kipyegon Kones, Kenyan, Ph.D., Junior Teacher in the Department of Mathematics and Statistics, University of Nairobi Kenya, P.O.Box. 30197, Nairobi, Kenya.

F. Meffeja, Cameroonian, M.Sc. in food nutrition in Animal , Senior Researcher, Institute of Agricultural Research for Development (IRAD) Cameroon, P.O. Box 2067, Yaoundé, Cameroon.

L. Dibog, Cameroonian, Ph.D., Entomo-Ecologiste, Senior Researcher, Institute of Agricultural Research for Development (IRAD) Cameroon, P.O. Box 2067, Yaoundé, Cameroon.

# Fonctionnement, performances et devenir des exploitations oléicoles privées à Médenine (Tunisie)

B. Karray<sup>\*1</sup> & M. Abichou<sup>2</sup>

Avec la collaboration de A. Louizi<sup>1</sup>, A. Sahnoun<sup>1</sup> & J. Ben Khalifa<sup>2</sup>

Keywords: Farm- Family- Olive growing- Production system- Reproduction Medenine- Tunisia

## Résumé

*Cet article étudie le fonctionnement, les performances et le devenir de l'oléiculture dans la région de Médenine à travers un diagnostic microéconomique auprès d'un échantillon de 119 exploitations oléicoles privées. Les résultats révèlent que la plupart des exploitations sont familiales, de petite taille et gérées par des personnes âgées, dépourvues de successeurs et pluriactives. L'activité agricole, conduite en sec, procure un revenu annuel faible de l'ordre de 32 DT/ha et de 1124 DT par actif familial. Elle ne constitue pas la seule source de vie des exploitants dont 63% disposent de ressources extra-agricoles leur permettant de satisfaire totalement ou partiellement les besoins de la famille et de l'exploitation. L'activité oléicole génère un revenu supérieur (48 DT/ha). Elle n'est pas suffisamment innovée, les investissements qui lui sont accordés sont faibles. Les exploitants, qui ont la volonté et la capacité d'entreprendre et de financer des actions de développement de l'activité oléicole, sont minoritaires.*

## Summary

### Functioning, Performances and Future of Olive Producing Farms in Medenine (Tunisia)

*This paper studies the functioning, performances and future of the olive growing in Médenine (Tunisia) through a micro-economic diagnosis in a sample of 119 private olive producing farms. Results indicate that most farms are family holdings, have small size and are managed by aged people, destitute of successors and pluri-activate. The agricultural activity, conducted in dryland, procure a small yearly income at the order of 32 TND/ha and 1124 TND by active family member. It doesn't constitute the only life-source of farmers of which 63% have extra-agricultural resources permitting them to satisfy completely or partially there family and farm needs. Olive growing activity generates a better income (48 TND/ha). It is not sufficiently innovative; investments that are done are small. Farmers, that are willing and able to undertake and to finance development actions in olive growing activity, are a minority.*

## Introduction

L'olivier à huile est une culture stratégique en Tunisie. Elle joue un rôle économique social et environnementale important. Son développement s'est fait avec beaucoup de disparités temporelles, spatiales entre les régions et fonctionnelles entre les exploitations de chaque région.

Les disparités temporelles et régionales ont été identifiées à travers les études réalisées depuis 1980 dans le cadre de projets nationaux et internationaux (11, 12, 13, 18) et les statistiques disponibles au niveau des Commissariats Régionaux au Développement Agricole (CRDA). Elles se manifestent par l'alternance de la production d'olives à huile d'une année à l'autre et par la grande concentration des plantations oléicoles dans les régions du centre et du sud de la Tunisie où les conditions édaphiques et climatiques sont contraignantes (marginalité des sols et sécheresse). Ces régions représentent 70% de la superficie oléicole et contribuent pour 81% à la production nationale d'olives à huile (15). Alors que dans les régions du nord, où les conditions climatiques sont nettement favorables, l'olivier à huile est pratiquement marginalisé.

Les disparités fonctionnelles entre les exploitations oléicoles d'une même région ont été identifiées à travers une série d'études microéconomiques réalisées dans la région de Sfax et de Kairouan (15, 16, 17). Elles se manifestent généralement par des différences significatives au niveau des performances techniques (production et rendement en olives) et économiques (coût de production, revenu et capacité de reproduction).

Ce travail constitue le prolongement de ces études microéconomiques. Il concerne la région de Médenine qui est située au sud-est de la Tunisie, représente 11,2% de la

superficie oléicole totale et contribue pour 8% à la production nationale. Il s'interroge sur les logiques de fonctionnement, la capacité de reproduction et le devenir des exploitations oléicoles privées. Il propose une typologie basée sur le surplus mobilisé et la taille des exploitations et une analyse des systèmes de cultures et d'élevage, des facteurs de production, des pratiques culturelles, des performances techniques et économiques et de la capacité à se reproduire et à développer l'activité oléicole pour les groupes identifiés. Le but est d'aider les agriculteurs et les pouvoirs publics à mieux gérer le patrimoine oléicole et à assurer sa reproduction et sa viabilité.

## Matériel et méthode

### 1. Observations directes et création des informations

Les informations nécessaires à une analyse fine du fonctionnement, des performances et du devenir des exploitations oléicoles privées n'étaient pas disponibles. Pour les créer, nous avons effectué des observations directes (4, 6) moyennant des enquêtes compréhensives (5, 10) auprès d'un échantillon comportant 119 exploitations. Celles-ci ont été sélectionnées, en collaboration avec l'arrondissement des statistiques et de développement agricole, à partir de l'échantillon des exploitants qui ont fait l'objet de l'enquête sur les structures des exploitations agricoles dans la région de Médenine en 1994 et 1995 (19). Le questionnaire d'enquête a comporté des renseignements sur le chef de l'exploitation et sa famille, l'historique de l'exploitation et de l'activité oléicole, les structures foncières et l'utilisation des terres, les facteurs de production, les investissements,

<sup>1</sup> Institut de l'olivier, BP.1087, 3018 Sfax, Tunisie. Tel: 216 74 241 033. Email: [bkarray@yahoo.fr](mailto:bkarray@yahoo.fr)

<sup>2</sup> Institut de l'olivier, Zarzis 4170, Tunisie. Tel: 216 75 684 755 Email: [abichoumounir@yahoo.fr](mailto:abichoumounir@yahoo.fr)

\* Correspondance: Dr B. Karray, Institut de l'Olivier, Rue aéroport km 1.5, BP. 256, 3000 Sfax, Tunisie. Tel: + 216 74 241 240 / 47 241 589 – Fax: + 216 74 241 033.

Reçu le 21.11.05 et accepté pour publication le 21.12.05.

les crédits et emprunts, les différentes productions et leurs destinations, la pluriactivité et les ressources extérieures et les réflexions des oléiculteurs relatives aux performances actuelles et aux devenirs de l'exploitation en général et de l'oléiculture en particulier. L'exécution des enquêtes a été planifiée dans le temps et dans l'espace avec les chefs des Cellules Territoriales de Vulgarisation (CTV) qui ont contacté les exploitants choisis pour fixer la date de passage de l'enquêteur.

## 2. Typologie des exploitations et analyse des systèmes de production et de reproduction

Compte tenu de la diversité des exploitations étudiées, il a été impératif d'identifier des types homogènes à travers l'élaboration d'une typologie technico-économique (5) basée sur le surplus mobilisable annuel famille/exploitation et la taille des exploitations. Le surplus mobilisable a été estimé à partir des données collectées en utilisant la formule suivante:

$$SM = PAT + RE - PN - SP, \text{ avec}$$

- SM: Surplus mobilisable;
- PAT: Valeur totale de la production agricole estimée à partir des déclarations des agriculteurs relatives aux quantités produites et aux prix de vente;
- RE: Ressources extérieures représentant la rémunération d'une activité autre que l'agriculture;
- PN: Production nécessaire qui est constituée par la partie de la production réinsérée dans le processus de production de l'année suivante pour que celui-ci puisse se reproduire. Dans le cadre de cette étude, nous l'avons estimé à partir du total des consommations intermédiaires, des charges

salariales et des consommations courantes de la famille;

- SP: Prélèvements effectués par les agriculteurs.

Trois catégories d'exploitations ont été identifiées. La première correspond aux menacées qui réalisent un surplus négatif, la deuxième regroupe les fragiles qui obtiennent un surplus proche de zéro et la troisième renferme les viables qui dégagent un surplus positif. Pour chaque catégorie définie, nous avons distingué les exploitations selon la superficie. Ainsi, nous avons obtenu 8 groupes (Tableau 1) qui ont fait l'objet d'une analyse des systèmes de production (1, 2, 7, 14) et de reproduction (4, 9).

L'utilisation de ces deux approches se justifie par les liens réversibles qui existent entre la fonction de production et les fonctions de consommation et d'accumulation qu'exerce un chef d'exploitation. La production détermine l'existence des autres fonctions qui finalisent à leur tour la production (3, 4).

## Résultats et discussions

### 1. Petites, moyennes et grandes exploitations menacées

Le groupe 1 comporte 47 exploitations familiales ayant une superficie moyenne de 5,8 ha dont 4,6 ha sont cultivés. Le système de culture et d'élevage renferme l'olivier, culture dominante, très peu d'amandiers, des cultures maraîchères en plein et/ou en intercalaire et d'orge avec un élevage ovin, caprin et bovin. Soixante-douze pourcent des exploitants sont des agriculteurs à temps plein. 90,6% des plantations oléicoles sont installées sur un sol adapté, 96,8% sont conduites en plein et en sec avec une densité variant entre 15 et 85 arbres par ha. Trente-cinq pourcent des plantations ont plus de 70 ans et 15% ont moins de 20 ans. Trente-deux

**Tableau 1**  
**Principales caractéristiques des groupes d'exploitations identifiés**

| Groupes                                              | G1    | G2     | G3    | G4     | G5     | G6    | G7     | G8    |
|------------------------------------------------------|-------|--------|-------|--------|--------|-------|--------|-------|
| Effectif des exploitations                           | 47    | 21     | 34    | 7      | 1      | 5     | 3      | 1     |
| Age moyen des chefs d'exploitation (ans)             | 63    | 52     | 55    | 63     | 56     | 53    | 69     | 40    |
| Taille de la famille (nombre de personnes)           | 7     | 6      | 7     | 8      | 9      | 8     | 7      | 5     |
| SAT (ha)                                             | 5,8   | 4,63   | 5,00  | 36,90  | 35,50  | 45,60 | 341,00 | 126   |
| SAUT (ha)                                            | 4,62  | 3,89   | 4,75  | 30,00  | 35,50  | 42,80 | 167,70 | 106   |
| S. oléicole (% SAT)                                  | 70,4  | 77,40  | 82,40 | 48,50  | 94,40  | 90,40 | 27,00  | 76,2  |
| S. oléicole en plein (% SO)                          | 96,8  | 100,00 | 96,80 | 100,00 | 100,00 | 98,50 | 100,00 | 100   |
| S. oléicole sur sol approprié (% SO)                 | 90,6  | 97,50  | 72,10 | 99,60  | 70,10  | 93,90 | 83,70  | 15,6  |
| Plantations sénescences (% SO)                       | 35,3  | 53,42  | 47,47 | 50,06  | 66,67  | 76,10 | 25,20  | 48,78 |
| Plantations jeunes (< 20 ans) (% SO)                 | 15,1  | 8,40   | 6,37  | 17,39  | 0,00   | 13,55 | 35,66  | 20,73 |
| Main-d'œuvre totale (UTH)                            | 0,53  | 0,31   | 0,40  | 1,35   | 2,49   | 1,95  | 4,25   | 1,22  |
| Main-d'œuvre familiale. (% de la M.O.T)              | 74,46 | 76,63  | 59,78 | 29,38  | 44,84  | 20,55 | 7,26   | 12,35 |
| Superficie exploitée/UTH                             | 9,10  | 11,67  | 9,66  | 37,10  | 13,27  | 24,38 | 160,90 | 87,30 |
| Nombre d'individus disposant d'un tracteur (%)       | 19    | 10     | 3     | 29     | 100    | 80    | 67     | 100   |
| Rendement en olives (kg/pied)                        | 19    | 20     | 36    | 17     | 48     | 25    | 10     | 15    |
| Rendement en olives (kg/ha)                          | 441   | 410    | 767   | 304    | 865    | 472   | 174    | 262   |
| Valeur de la production totale (DT)                  | 1227  | 719    | 2062  | 3567   | 14908  | 14695 | 14761  | 17093 |
| Ressources extérieures (DT)                          | 548   | 3110   | 6113  | 429    | 0      | 6800  | 1600   | 10000 |
| Surplus mobilisable (DT)                             | -2906 | 36     | 3622  | -4421  | 634    | 7272  | -6437  | 15015 |
| Surplus mobilisable hors ressources extérieures (DT) | -3454 | -3074  | -2491 | -4850  | 634    | 472   | -8037  | 5015  |

Source: Enquêtes + nos calculs

pieds d'olivier ont été rajeunis et 19 pieds ont été plantés. Dix-neuf pourcent des exploitants disposent d'un tracteur, les autres ont recours à la location (7 à 8 DT l'heure pour les façons superficielles et 10 DT l'heure pour le gros labour) pour assurer les façons culturales dont le nombre varie de 2 à 10. La fertilisation des oliviers est assurée à travers les disponibilités en fumier. La taille est effectuée une fois tous les deux ans ou tous les trois ans par des tailleurs de la région peu qualifiés. Le rendement en olives est de 441 kg par ha, ce qui correspond à 19 kg par arbre. Soixante-deux pourcent des quantités d'olives produites sont triturées et 38% sont vendues en vert. Les prélèvements destinés à l'autoconsommation représentent 42% de la production. L'activité agricole dégage un revenu négatif (-64 DT/ha). L'activité oléicole procure un revenu positif de 46 DT/ha. La valeur de la production totale et les ressources extérieures ne couvrent pas les charges de production et les dépenses de consommation des familles composées de 9 membres. Le surplus mobilisable est de -2906 DT en moyenne. Sept exploitants de ce groupe sont endettés.

Le groupe 4 comporte 7 exploitations salariées ayant une superficie moyenne de 36,9 ha dont 30 ha sont cultivés. Le système de culture et d'élevage renferme l'olivier, culture dominante, très peu d'amandiers avec un élevage ovin, caprin et bovin relativement important. Six exploitants sont des agriculteurs à temps plein. 97,5% des plantations oléicoles sont installées sur un sol adapté, 100% sont conduites en plein et en sec à une densité variant entre 11 et 70 arbres par ha. Cinquante pourcent des plantations ont plus de 70 ans et 17,4% ont moins de 20 ans. Aucun effort de rajeunissement ou d'arrachage - replantation des plantations sénéscentes n'a été déployé. 28,5% des exploitants disposent d'un tracteur, les autres ont recours à la location pour assurer les façons culturales dont le nombre varie de 3 à 18. La fertilisation des oliviers est assurée à travers les disponibilités en fumier. La taille est effectuée une fois tous les deux ans par des tailleurs de la région. Le rendement en olives est de 304 kg par ha, ce qui correspond à 17 kg par arbre. Quatre-vingt-douze pourcent des quantités d'olives produites sont triturées et 8% sont vendues en vert. Les prélèvements destinés à l'autoconsommation représentent près de 32% de la production. L'activité agricole dégage un revenu négatif (-11 DT/ha). L'activité oléicole procure un revenu positif de 20 DT/ha. La valeur de la production totale et les ressources extérieures ne couvrent pas les charges de production et les dépenses de consommation des familles composées de 10 membres. Le surplus mobilisable est de -4421 DT en moyenne. Un des exploitants de ce groupe est endetté.

Le groupe 7 comporte 3 exploitations salariées ayant une superficie moyenne de 341 ha dont 168 ha sont cultivés. Le système de culture et d'élevage renferme l'olivier, culture dominante qui occupe 27% des terres agricoles, très peu d'amandiers avec un élevage ovin et caprin. Deux exploitants sont des agriculteurs à temps plein. Les plantations oléicoles sont installées sur un sol adapté, conduites en plein et en sec à une densité variant entre 8 et 22 arbres par ha. Vingt-cinq pourcent de ces plantations ont plus de 70 ans et 36% ont moins de 20 ans. Trois cent-vingt pieds d'olivier ont été rajeunis. Deux exploitants disposent d'un tracteur, l'autre a recours à la location pour assurer les façons culturales dont le nombre varie de 3 à 8. La fertilisation des oliviers est assurée à travers les disponibilités en fumier. La taille est généralement effectuée une fois tous les deux ans par des tailleurs de la région. Le rendement en olives est de 174 kg par ha, ce qui correspond à 10 kg par arbre. Trente-neuf pourcent des quantités d'olives produites sont triturées et 61% sont vendues en vert. Les prélèvements destinés à l'autoconsommation représentent près de 7,8% de la production. Les activités agricole et oléicole

dégagent des revenus négatifs de (-23 DT/ha) et (-31 DT/ha) respectivement. La valeur de la production totale et les ressources extérieures ne couvrent pas les charges de production et les dépenses de consommation des familles composées de 9 membres. Le surplus mobilisable est de -6437 DT en moyenne.

## 2. Petites et moyennes exploitations fragiles

Le groupe 2 comporte 21 exploitations familiales ayant une superficie moyenne de 4,6 ha dont 3,9 ha sont cultivés. Le système de culture et d'élevage renferme l'olivier, culture dominante qui occupe 77,4% des terres agricoles, très peu d'amandiers avec un élevage ovin, caprin et bovin. Tous les exploitants sont pluriactifs. 97,5% des plantations oléicoles sont installées sur un sol adapté, 100% sont conduites en plein et en sec à une densité variant entre 15 et 60 arbres par ha. 53,4% de ces plantations ont plus de 70 ans et 8,4% ont moins de 20 ans. Quatre-vingts arbres ont été régénérés, 189 ont été rajeunis et 5 ont été plantés. Dix pourcent des exploitants disposent d'un tracteur, les autres ont recours à la location pour assurer les façons culturales dont le nombre varie de 2 à 10. La fertilisation des oliviers est assurée à travers les disponibilités en fumier. La taille est réalisée une fois tous les deux ans par des tailleurs de la région. Le rendement en olives est de 410 kg par ha, ce qui correspond à 20 kg par arbre. Septante-sept pourcent des quantités d'olives produites sont triturées et 23% sont vendues en vert. Les prélèvements destinés à l'autoconsommation représentent près de 45% de la production. L'activité agricole dégage un revenu presque nul (2 DT/ha). L'activité oléicole procure un revenu positif de 27 DT/ha. La valeur de la production totale et les ressources extérieures couvrent les charges de production et les dépenses de consommation des familles composées de 6 membres. Le surplus mobilisable est de 36 DT en moyenne.

Le groupe 5 comporte une exploitation salariée ayant une superficie moyenne de 35,5 ha totalement cultivés. Le système de culture et d'élevage est basé sur l'olivier, culture dominante qui occupe 94,4% des terres agricoles, très peu d'amandiers avec un élevage ovin et caprin. Il s'agit d'un agriculteur à temps plein qui dispose d'un tracteur. Soixante-dix pourcent des plantations oléicoles sont installées sur un sol adapté, cent pourcent sont conduites en plein et en sec à une densité de 18 arbres par ha. 66,7% des plantations ont plus de 70 ans. Les opérations culturales sont relativement maîtrisées. L'exploitant réalise 6 façons culturales et taille une fois tous les deux ans ses oliviers. Le rendement en olives est de 865 kg par ha, ce qui correspond à 48 kg par arbre. Cent pourcent des quantités d'olives produites sont triturées. Les prélèvements destinés à l'autoconsommation représentent près de 11,5% de la production. L'activité agricole dégage un revenu positif (186 DT/ha). L'activité oléicole procure un revenu positif de 169 DT/ha. La valeur de la production totale couvre les charges de production et les dépenses de consommation de la famille composée de 9 membres. Le surplus mobilisable est de 634 DT en moyenne.

## 3. Petites, moyennes et grandes exploitations viables

Le groupe 3 comporte 34 exploitations familiales ayant une superficie moyenne de 5 ha dont 4,75 ha sont cultivés. Le système de culture et d'élevage est basé sur l'olivier, culture dominante qui occupe 82,4% des terres agricoles, l'amandier et les cultures maraîchères en plein avec un élevage ovin et caprin. Quatre-vingt-dix-sept pourcent des exploitants sont pluriactifs. 72,1% des plantations oléicoles sont installées sur un sol adapté, 96,8 sont conduites en plein et en sec à une densité variant entre 16 et 90 arbres par ha. Quarante-huit pourcent des plantations ont plus de 70 ans et 6,6% ont moins de 20 ans. Treize pieds d'oliviers



ont été régénérés, 165 ont été rajeunis et 44 ont été plantés. Trois pourcent seulement des exploitants disposent d'un tracteur, les autres ont recours à la location pour assurer les façons culturales dont le nombre varie entre 2 et 8. La fertilisation des oliviers est assurée à travers les disponibilités en fumier. La taille est effectuée une fois tous les deux ans et des fois annuellement par des tailleurs de la région. Le rendement en olives est de 767 kg par ha, ce qui correspond à 36 kg par arbre. Cinquante-deux pourcent des quantités d'olives produites sont triturées et quarante-huit pourcent sont vendues en vert. Les prélèvements destinés à l'autoconsommation représentent près de 27,5% de la production. Les activités agricole et oléicole dégagent des revenus positifs de 231 DT/ha et de 169 DT/ha respectivement. La valeur de la production totale et les ressources extérieures couvrent les charges de production et les dépenses de consommation des familles composées de 7 membres. Le surplus mobilisable est de 3622 DT en moyenne.

Le groupe 6 comporte 5 exploitations salariées ayant une superficie moyenne de 45,6 ha dont 42,8 ha sont cultivés. Le système de culture et d'élevage est basé sur l'olivier, culture dominante qui occupe 90,4% des terres agricoles et l'amandier avec un élevage ovin et caprin. 80% des exploitants sont pluriactifs. Quatre-vingt-quatorze pourcent des plantations oléicoles sont installées sur un sol adapté; 98,5% sont conduites en plein et en sec à une densité variant entre 16 et 46 arbres par ha. Soixante-seize pourcent des plantations ont plus de 70 ans. Cent et cinq pieds d'olivier ont été régénérés et 355 ont été rajeunis. Quatre-vingts pourcent des exploitants disposent d'un tracteur, les autres ont recours à la location pour assurer les façons culturales dont le nombre varie entre 3 et 8. La fertilisation des oliviers est assurée à travers les disponibilités en fumier. La taille est effectuée une fois tous les deux ans par des tailleurs de la région. Le rendement en olives est de 472 kg par ha, ce qui correspond à 25 kg par arbre. Soixante-dix-huit pourcent des quantités d'olives produites sont triturées. Les prélèvements destinés à l'autoconsommation représentent près de 8,6% de la production. Les activités agricole et oléicole dégagent des revenus positifs de 125 DT/ha et de 79 DT/ha respectivement. La valeur de la production totale et les ressources extérieures couvrent les charges de production et les dépenses de consommation des familles composées de 8 membres. Le surplus mobilisable est de 7272 DT en moyenne.

Le groupe 8 renferme une exploitation salariée ayant une superficie moyenne de 126 ha dont 106 sont cultivés. Le système de culture et d'élevage est basé sur l'olivier, culture dominante qui occupe 76,2% des terres agricoles et l'amandier. Il s'agit d'un agriculteur pluriactif qui dispose d'un tracteur. 84,6% des plantations oléicoles sont installées sur un sol marginal, 100% sont conduites en plein et en sec à une densité de 17 arbres par ha. Quarante-neuf pourcent des plantations ont plus de 70 ans et 21% sont âgés de moins de 20 ans. Cinq cents pieds d'oliviers ont été rajeunis. Cet exploitant réalise 5 façons culturales. La taille est effectuée une fois tous les deux ans par des tailleurs de la région. Le rendement en olives est de 262 kg par ha, ce qui correspond à 15 kg par arbre. Vingt-deux pourcent des quantités d'olives produites sont triturées et 78% sont vendues en vert. Les prélèvements destinés à l'autoconsommation représentent près de 22,2% de la production. Les activités agricole et oléicole dégagent un revenu positif de 110 DT/ha et de 49 DT/ha respectivement. La valeur de la production totale et les ressources extérieures couvrent les charges de production et les dépenses de consommation de la famille composée de 5 membres. Le surplus mobilisable est de 15.015 DT en moyenne.

#### 4. Devenir des exploitations et de l'activité oléicole

Le devenir des groupes d'exploitants identifiés et de l'activité oléicole dans la région de Médenine est tributaire des disponibilités financières dont disposent les agriculteurs, de la décision d'affectation de ces disponibilités et des perspectives de relève (âge des agriculteurs et succession pour les enfants qui travaillent sur l'exploitation). L'examen de ces deux derniers aspects a complété l'analyse du fonctionnement, des performances et de la capacité de reproduction des exploitations et a identifié leurs évolutions possibles.

- Quarante exploitants (36 du groupe 1; 1 du groupe 4 et 1 du groupe 7) ne prévoient aucune action de développement et sont incapables de reproduire à l'identique leurs structures de production. Ils méritent une attention particulière de la part des institutions régionales chargées du développement de l'activité oléicole.

- Soixante et un exploitants (7 du groupe 1, 20 du groupe 2, 25 du groupe 3, 2 du groupe 4, l'exploitant du groupe 5; 5 du groupe 6 et l'exploitant du groupe 8) prévoient plutôt de se maintenir. Cet objectif est logique pour les exploitants fragiles. Il est difficile à réaliser pour les exploitants menacés et dépourvus de moyens financiers nécessaires. Les exploitants viables devraient être plus ambitieux et engager un programme de développement de l'activité agricole surtout qu'ils disposent des moyens humains et financiers nécessaires.

- Dix-huit exploitants seulement (9 du groupe 3; 4 du groupe 1; 1 du groupe 2; 2 du groupe 4 et 2 du groupe 7) prévoient le développement des activités agricole et oléicole moyennant l'extension des terres (11 exploitations) ou l'extension des terres et l'aménagement des plantations oléicoles (7 exploitations). Cet objectif paraît logique pour les exploitants du groupe 3 qui sont jeunes, pluriactifs et disposent de moyens financiers. Alors que pour les autres exploitants, dépourvus de successeurs et démunis en moyens financiers, la réalisation de cet objectif est tributaire de la disponibilité et de la possibilité d'accès aux crédits.

#### Conclusions et recommandations

Cet article a analysé le fonctionnement, les performances et le devenir de 119 exploitations oléicoles privées dans la région de Médenine. Les résultats ont révélé que l'activité agricole, axée sur l'olivier, l'amandier et l'élevage ovin et caprin procure un revenu faible. Elle ne représente pas la seule source de vie des agriculteurs dont la plupart assurent la satisfaction des besoins de la famille et de l'exploitation grâce aux ressources extérieures. La pluriactivité joue en effet un rôle primordial dans le maintien et le développement de l'activité agricole.

L'activité oléicole est peu rentable. La faible productivité des plantations oléicoles, qui est liée à l'effet de plusieurs facteurs dont la sécheresse, la sénescence, la qualité des sols et le manque d'entretien des plantations, affecte sensiblement la rentabilité économique de cette activité.

La typologie élaborée a identifié les disparités au niveau du fonctionnement, des performances et du devenir des petites, moyennes et grandes exploitations menacées, fragiles et viables. L'utilisation de cette typologie permet une meilleure adaptation des actions de développement aux contraintes spécifiques et aux besoins des agriculteurs. Ces actions porteront sur les aspects techniques de la production, la commercialisation, l'accès aux crédits et sur l'investissement. Elles auront comme objectif principal d'assurer la viabilité technico-économique de toutes les exploitations.

Il est donc impératif de mettre en œuvre un programme régional de formation, d'information et d'encadrement en matière de techniques de conduite de l'olivier en sec

et en irrigué lorsque l'eau existe, de promotion du mode de production biologique et des principes de gestion des exploitations agricoles. Ce programme concernera tous les exploitants et plus particulièrement les menacés et les fragiles.

Par ailleurs, il faut renforcer les crédits, simplifier les conditions d'accès, réviser les modalités d'octroi et

d'allocation de subventions et accorder des encouragements spécifiques. Ces actions permettront aux exploitants fragiles et menacés de disposer des moyens financiers nécessaires au redressement de leur situation et constitueront une mesure d'incitation des exploitants aisés qui n'ont pas exprimé la volonté d'innover et de développer davantage l'activité oléicole.

### Références bibliographiques

1. Anonyme, 1988, Analyse des systèmes de production: quelques approches des économistes, des géographes, des sociologues, des agronomes. Edition IAM Montpellier, 407 p.
2. Bedu L., Martin C., Knepler L., Tallek M. & Urbino A., 1987, Appui pédagogique à l'analyse du milieu rural dans une perspective de développement, collection n° 8, Département Systèmes Agraire du CIRAD, 191 p.
3. Brossier J. & Chia E. *et al.*, 2003, Gestion de l'exploitation agricole familiale, éléments théoriques et méthodologiques, Educagri éditions, Dijon, 215 p.
4. Campagne P., 1997, Le RAFAC d'hier à demain *in*: Cahiers options méditerranéennes série B/ n°12 pp. 197-323.
5. Chia E. & Peral A., 2001, Le devenir des exploitations agricoles périurbaines dans la commune de Lampa (Santiago du Chili). *In*: Cahiers d'études et de recherches francophones/ Agricultures, volume 10, 2, 95-104 mars 2001. Etudes originales.
6. Chia E. & Dedieu B., 2002, Nouveaux dispositifs de RD en agriculture: le programme franco-argentin « IDEAS ». Cahiers d'études et de recherche francophones/Agriculture. Volume 11, Numéro 4, 259-68, juillet-août 2002. Méthodes et techniques.
7. Cochet H. & Brochet M. *et al.*, 2002, Démarche d'étude des systèmes de production de la région de Korthogo- Koulokakaha- Gbonzoro en Côte d'Ivoire. Agridoc, observer et comprendre un système agraire, dossier pédagogique. Les éditions du GRET, 87 p.
8. Desclaux C., Abdelhakim T. & Campagne P., 1987, Reproduction des exploitations agricoles et avenir de l'agriculture dans la zone de Bédarioux. Edition IAM Montpellier 132 p.
9. Dufumier M. & Bergeret P., 2002, Analyse de la diversité des exploitations agricoles, *in*: Mémento de l'agronome CIRAD, GRET, Ministère des Affaires étrangères pp. 321-344.
10. Elloumi M., 1997, Les approches systémiques. *In*: Cahiers options méditerranéennes vol 2 n°4 pp. 68-76.
11. FAO, 1981, Développement rural intégré des zones à vocation oléicole, Tunisie: conclusions et recommandations du projet, rapport terminal AGGCP/TUN/SWE, 127 p.
12. FAO, 1983, Renforcement de l'expérimentation, de la formation et de la diffusion de l'information dans le secteur oléicole, Tunisie - conclusions et recommandations du projet, rapport terminal AG ECE/TUN/501/IRQ, 50 p.
13. FAO, 1984, Etude du sous-secteur oléicole, Tunisie - Rapport du programme de coopération FAO /banque mondiale- Centre d'investissement.
14. Jouve Ph., 1986, Approche systémique et recherche développement en agriculture, quelques définitions et commentaires, communication au séminaire national sur la recherche - développement vulgarisation à Bamako.
15. Karray B., 1998, Typologie des exploitations oléicoles: étude du cas de la délégation d'Agareb. *In*: Revue Ezzaitouna N° 4, 22 p.
16. Karray B., 2002, La filière huile d'olive en Tunisie: performances et stratégies d'adaptation, thèse présentée pour obtenir le grade de Docteur de l'Université Montpellier I, 413 p.
17. Karray B., 2004, Etude du fonctionnement et des performances des exploitations oléicoles dans les délégations de Haffouz, Ouslatia, El hajeb, El alla et Sbikha du gouvernorat de Kairouan, Tunisie 107 pages plus annexes.
18. Ministère de l'Agriculture, Direction Générale de la Production Agricole, 1981, Etude sur les perspectives de développement de l'oléiculture en Tunisie SOGETA, CNEA, 301 p. plus annexes.
19. Ministère de l'Agriculture, Direction Générale de la Planification et du Développement des Investissements Agricoles, 1996, Enquête sur les structures des exploitations agricoles 1994-1995.

B. Karray, Tunisien, Agroéconomiste, Chargé de Recherches à l'Institut de l'Olivier, BP. 1087, 3018 Sfax, Tunisie.

M. Abichou, Tunisien, Ingénieur de Travaux d'Etat, Ecole Supérieure du Kef, Attaché de Recherches à l'Institut de l'Olivier, Zarzis 4170, Tunisie.

# Caractéristiques de l'élevage villageois de la pintade locale (*Numida meleagris*) au centre du Burkina Faso

R. Sanfo<sup>1\*</sup>, H. Boly<sup>2</sup>, L. Sawadogo<sup>3</sup> & B. Ogle<sup>4</sup>

Keywords: Burkina Faso- Characteristics- *Numida meleagris*- Rural breeding

## Résumé

Les caractéristiques, déterminées à travers une enquête formelle, de l'élevage villageois de la pintade locale (*Numida meleagris*) au centre du Burkina Faso sont présentées. Cette activité est exclusivement pratiquée par les hommes, âgés de 32 ans et plus. Pour la reproduction; 40,2% du cheptel sont utilisés. La vente couvre 39,2%; les dons 11,4% et l'autoconsommation 9,2%. Le mâle atteint sa maturité sexuelle à  $6,2 \pm 0,6$  mois et la femelle à  $7,1 \pm 1,8$  mois. Cette dernière pond  $103,8 \pm 9,6$  œufs par an avec une durée moyenne de carrière de  $3,0 \pm 0,6$  ans et une productivité numérique de  $5,3 \pm 1,2$  adultes par femelle par an. Le sex-ratio dans les élevages est de  $2,3 \pm 1,1$  femelles pour 1 mâle. Les taux d'éclosion sont estimés à 75,0% en saison sèche et à 90,0% en hivernage. L'incubation est réalisée avec 25 à 30 œufs par Gallus femelle par couvée. Les pintadeaux se séparent à  $2,6 \pm 0,5$  mois d'âge de la poule mère. Le mélagriculteur détient un savoir-faire traditionnel dans plusieurs domaines. Les contraintes majeures demeurent la mortalité des pintadeaux, la faible capacité pour la couvaison des œufs et le manque de connaissances techniques approfondies sur la mélagriculture. Les propositions pour un développement durable de cette mélagriculture villageoise portent sur la levée des contraintes sus-identifiées.

## Summary

### The Characteristics of Rural Guinea Fowl (*Numida meleagris*) Breeding System in the Centre of Burkina Faso

The characteristics of rural guinea fowl (*Numida meleagris*) breeding system in the centre of Burkina Faso are presented through a formal investigation. This activity is exclusively practised by men 32 or more years old. For reproduction and sale, 40.2% and 39.2% of the flock are respectively used. For gifts, 11.4% are used and for self-consumption 9.2%. The male reaches his sexual maturity at  $6.2 \pm 0.6$  months and the female at  $7.1 \pm 1.8$  months. The female lays  $103.8 \pm 9.6$  eggs per year. Her laying career duration is  $3.0 \pm 0.6$  years. The numerical productivity is about  $5.3 \pm 1.2$  adults per female per year. The sex-ratio in the livestock farming is  $2.3 \pm 1.1$  females per 1 male. The hatchery rates of 75.0% and 90.0% are observed respectively during the dry and rainy seasons. The incubation is made with 25 to 30 eggs per hen per hatchery. The keets leave the hen around  $2.6 \pm 0.5$  months. The breeder holds traditional know-how in several fields. The major constraints remain the mortality of the keets, the weak aptitude for the incubation, and the lack of technical knowledge on guinea fowl breeding. The proposals for a sustainable development of this activity will be focussed on the lifting of the identified constraints.

## Introduction

L'importance de l'aviculture villageoise dans l'économie agricole du Burkina Faso est bien établie. Dans ce secteur avicole, la composante mélagriculture (l'élevage de la pintade) tient une place prépondérante. Avec un effectif estimé à 6.117.826 sujets (2), la pintade locale (*Numida meleagris*), occupe le second rang dans la classification préférentielle numérique des espèces avicoles après le poulet (*Gallus gallus*). Savadogo (14) note en effet que l'élevage de la pintade concerne la quasi-totalité du pays et que celle-ci est élevée essentiellement à but lucratif. Dembélé et al. (8) argumentent que cette activité est une tradition fortement ancrée dans la vie du paysan. La pintade joue en outre des fonctions nutritionnelles, sociales et culturelles dans la population.

Malgré ces importantes fonctions, cette espèce demeure peu valorisée dans la conduite des cheptels, situation illustrée par le faible nombre de travaux scientifiques publiés sur celle-ci au Burkina Faso. Afin d'améliorer et de développer de manière durable cet élevage, il est nécessaire de diagnostiquer le système de conduite pratiqué, d'évaluer les performances de production de la pintade et d'identifier les contraintes majeures de cette activité en vue de leur levée.

Cette étude vise à établir une meilleure connaissance de la conduite de la mélagriculture villageoise, à répertorier les

savoir-faire traditionnels, à diagnostiquer les contraintes majeures et à recueillir les propositions endogènes d'axes d'amélioration.

## Matériel et méthodes

L'étude a été conduite de février à mars 2004 dans trois villages: Villy et Namanguéma dans la Province du Sanguié, et Gampéla dans la Province du Kadiogo. Ces villages ont été retenus pour leur proximité avec les Stations de Recherches du pays, celle de l'Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA) et celle de l'Institut du Développement Rural (IDR).

Le climat de la zone d'étude est du type nord soudanien avec une saison sèche de novembre à mai et une saison hivernale de juin à octobre. La pluviosité moyenne varie entre 600 et 750 mm. La température présente une moyenne de 33 °C avec des minima de 8 °C à 20 °C de décembre à janvier et des maxima de 34 °C à 40 °C de mars à avril. La végétation comporte une savane arborée à arbustive avec des strates herbacées dominées par les graminées.

Dans chaque village, l'enquête a porté sur 50 producteurs tirés au sort.

Les informations ont été recueillies à l'aide d'un questionnaire formel élaboré à cet effet. Celui-ci était relatif à l'identification

<sup>1</sup>INERA / Kamboinsé, 01 Ouagadougou 01, Département Productions Animales, Burkina Faso.

Tel: (226) 50- 31- 92- 29 Email: r\_sanfo@yahoo.fr

<sup>2</sup>Institut National de l'Environnement et des Recherches Agricoles, PO Box 8645, Ouagadougou, Burkina Faso.

<sup>3</sup>Université de Ouagadougou, PO Box 7021, Burkina Faso.

<sup>4</sup>Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Animal Nutrition and Management, PO Box 7024, S-750 07, Uppsala, Sweden.

Brian.Ogle@huv.slu.se

Reçu le 01.12.04 et accepté pour publication le 23.12.05.

du producteur, au système de production, aux paramètres zootechniques du cheptel. Les savoir-faire endogènes ont été répertoriés, les atouts et les insuffisances recensés et les propositions d'axes de développement recueillies. Des interviews semi-structurées ont été conduites dans le but de mieux préciser certaines informations jugées pertinentes. Les données obtenues ont ensuite été codifiées, synthétisées, et analysées à l'aide du logiciel Excel 2000 de Microsoft Office.

## Résultats

### 1. Identification du producteur

La mélagriculture villageoise est une activité pratiquée exclusivement par les hommes âgés de 32 ans et plus. Toutefois, la plupart des personnes interviewées admettent que cet élevage est aujourd'hui accessible aux femmes et aux enfants au regard de la modernisation et de la recherche effrénée des moyens financiers. Cette activité est pratiquée par les personnes de toutes les ethnies et de toutes les religions.

### 2. Structure du cheptel

Le producteur distingue trois stades évolutifs chez la pintade selon le temps. Le stade pintadeau, le stade jeune et le stade adulte. Le pintadeau a un âge compris entre 1 jour et  $8,0 \pm 1,7$  semaines. La pintade est considérée jeune entre le stade pintadeau et son âge à l'entrée à la maturité sexuelle et comme adulte au-delà.

La structure du cheptel par producteur et par village révèle une grande variabilité des effectifs (Tableau 1).

Tableau 1

Distribution des effectifs de pintades par producteur et par village au centre du Burkina Faso

| Village    | Pintadeau     | Mâle            | Femelle         | Total           |
|------------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Gampéla    | $1,8 \pm 4,7$ | $8,3 \pm 12,2$  | $8,7 \pm 5,4$   | $18,8 \pm 22,3$ |
| Namanguéma | $1,4 \pm 2,8$ | $7,8 \pm 5,3$   | $23,2 \pm 19,3$ | $32,4 \pm 27,3$ |
| Villy      | $2,2 \pm 4,4$ | $13,6 \pm 12,3$ | $29,6 \pm 23,4$ | $45,4 \pm 40,1$ |

Cette variabilité est de même observée dans les sex-ratios qui sont de 1,0 pintade mâle/1,0 pintade femelle à Gampéla, de 1,0 mâle/2,2 femelles à Villy et de 1,0 mâle/3,0 femelles à Namanguéma. L'enquête révèle l'existence de pintadeaux en saison sèche dans les trois villages. L'effectif de ces pintadeaux est très variable selon la période de l'année: il est à un maximum en saison hivernale et à un minimum en saison sèche. Les effectifs des pintades adultes destinées à la reproduction montrent par contre une relative homogénéité quelle que soit la saison.

### 3. Objectifs de production

La répartition des différentes formes d'utilisation des productions mélagrines est donnée au tableau 2. La vente constitue la principale voie de sortie tant du cheptel que de l'œuf. La part de l'autoconsommation avoisine celle des dons. Les prix pratiqués sont de 675 FCFA (1,03 €) et de 725 FCFA (1,11 €) respectivement pour les jeunes mâles et les jeunes femelles. Ces prix passent à 1.300 FCFA (1,98 €) pour le mâle adulte et à 1.350 FCFA (2,06 €) pour la femelle. Le prix moyen de vente de l'œuf est de 34 FCFA (0,05 €).

### 4. Paramètres de reproduction

Les paramètres zootechniques relevés chez le mâle et chez la femelle sont repris dans le tableau 3.

#### Chez le mâle

L'effectif moyen des mâles reproducteurs par éleveur est de  $9,4 \pm 11,1$  têtes avec des variations allant de 2 à 30. L'âge à la maturité sexuelle est de  $6,2 \pm 0,6$  mois. Le mâle présente une durée moyenne de carrière de  $3,0 \pm 0,6$  ans.

La structure du cheptel révèle un sex-ratio de 1,0 mâle pour  $2,2 \pm 1,1$  femelles, mais le producteur estime que celui-ci peut atteindre 1,0 mâle pour  $3,7 \pm 1,2$  femelles.

#### Chez la femelle

L'effectif moyen des pintades reproductrices est de 22,5 têtes par éleveur. Le plus faible effectif observé est de 5 sujets et le plus fort de 60. La femelle atteint sa maturité sexuelle à l'âge de  $7,1 \pm 1,8$  mois. Son entrée en ponte se situe à  $7,6 \pm 1,7$  mois. Le nombre moyen d'œufs par pintade et par an est estimé à  $103,8 \pm 9,6$ . Cette moyenne varie avec le rang de l'année de ponte. De  $91,7 \pm 9,8$  en première année, elle passe à  $108,0 \pm 11$  en deuxième année pour baisser à  $87,5 \pm 19,4$  en troisième année.

La couvaision dure en moyenne  $27,5 \pm 2,4$  jours en saison sèche et  $27,8 \pm 2,8$  jours en saison hivernale avec des taux d'éclosion apparents respectifs de 75,0% et de 90,0%. Le nombre d'œufs par poule par couvée est fonction du format de celle-ci et varie de 25 à 30. Le nombre moyen d'œufs mis à couver par producteur par an est de 262,5. Ce nombre est très variable d'un producteur à l'autre et présente les extrêmes de 55 pour le minimum et de 300 pour le maximum.

Les pintadeaux se séparent de la poule mère à l'âge moyen de  $2,6 \pm 0,5$  mois.

La durée de carrière de la femelle est de  $3,2 \pm 1,0$  ans. La productivité numérique, qui exprime le nombre de sujets adultes par femelle par an, est de  $5,3 \pm 1,2$ .

Tableau 2  
Utilisation des productions mélagrines rurales pour l'ensemble des trois villages

|                  | Pintade sur pied |             |             | Oeuf (%) |
|------------------|------------------|-------------|-------------|----------|
|                  | Mâle (%)         | Femelle (%) | Moyenne (%) |          |
| Reproduction     | 15,5             | 64,8        | 40,2        | 26,0     |
| Vente            | 57,9             | 20,5        | 39,2        | 61,6     |
| Dons             | 15,5             | 7,4         | 11,4        | 5,3      |
| Autoconsommation | 11,1             | 7,3         | 9,2         | 7,1      |

### 5. Saison de reproduction

La saison hivernale est favorable à la fois à la ponte, grâce au disponible alimentaire (eau, insectes, verdure, vers de terre etc.), et à l'éclosion des œufs par suite de facteurs climatiques appropriés. Cette saison est par contre défavorable à la viabilité des pintadeaux à cause de la prolifération des parasites, des prédateurs terrestres et des intempéries.

La saison sèche est par contre défavorable à l'éclosion des œufs à cause de l'enregistrement parfois des températures élevées. Elle est cependant favorable à la survie des pintadeaux.

### 6. Stratégie d'amélioration de la production du cheptel

Le producteur villageois opère une sélection basée à la fois sur la pintade sur pied et sur l'œuf. Cette sélection porte sur des critères traditionnels et vise comme objectifs l'amélioration des productions de viande et d'œufs.

La sélection de la pintade sur pied est pratiquée par 54,5% des producteurs. Les critères portent sur la crête et le format du sujet. La crête doit être développée et rigide de la base au sommet. Cette rigidité, appréciée par 95,7% des producteurs, est déterminante car elle serait indicatrice de la fertilité du mâle. Le format est apprécié par comparaison aux autres individus. Du groupe des producteurs pratiquant la sélection, 70,8% focalisent leur attention sur le mâle et seulement 29,2% à la fois sur le mâle et sur la femelle.

La sélection de l'œuf, pratiquée par 62,5% des mélagriculteurs, est basée sur son format et son état de fraîcheur. Le choix de ces critères s'explique par leur corrélation positive présumée avec l'éclosabilité et les paramètres positifs (poids, vigueur, potentiel de croissance) attendus chez le pintadeau. Un œuf est considéré frais endéans de

**Tableau 3**  
**Paramètres zootechniques de reproduction de la pintade locale au centre du Burkina Faso**

| Paramètre                                          |                        | Femelle       | Mâle       |
|----------------------------------------------------|------------------------|---------------|------------|
| Maturité sexuelle (mois)                           |                        | 7,1 ± 1,8     | 6,2 ± 0,6  |
| Entrée en ponte (mois)                             |                        | 7,6 ± 1,7     | -          |
| Nombre moyen d'œufs/pintade/an                     | 1 <sup>ère</sup> année | 91,7 ± 9,8    | -          |
|                                                    | 2 <sup>ème</sup> année | 108,0 ± 11    | -          |
|                                                    | 3 <sup>ème</sup> année | 87,5 ± 19,4   | -          |
| Taille moyenne des reproducteurs (trices) (unités) |                        | 22,5 ± 22,6   | 9,4 ± 11,1 |
| Durée moyenne de la couvaison (jours)              | Saison sèche           | 27,5 ± 2,4    | -          |
|                                                    | Saison hivernale       | 27,8 ± 2,8    | -          |
| Taux d'éclosion apparent <sup>1</sup> (%)          | Saison sèche           | 75,0          | -          |
|                                                    | Saison hivernale       | 90,0          | -          |
| Nombre moyen d'œufs/couvée                         |                        | 27,5          | -          |
| Durée de carrière (ans)                            |                        | 3,2 ± 1,0     | 3,0 ± 0,6  |
| Productivité numérique <sup>2</sup>                |                        | 5,3 ± 1,2     | -          |
| Nombre moyen d'œufs couvés/producteur/an           |                        | 262,5 ± 107,3 | -          |
| Age moyen au sevrage des pintadeaux (mois)         |                        | 2,6 ± 0,5     |            |
| Sex-ratio moyen femelles / mâle                    |                        | 2,2 ± 1,1     |            |

<sup>1</sup>: Nombre d'œufs éclos / nombre total d'œufs incubés

<sup>2</sup>: Nombre de sujets adultes par femelle par an.

12 à 15 jours d'âge. L'état de fraîcheur est assuré du côté du producteur par le ramassage fréquent et régulier des œufs. Celui-ci reste garant de cet état de fraîcheur auprès de l'accoureur. Pour plus de garanties, l'accoureur achète les œufs à couvrir auprès d'un producteur vivant dans le même village et généralement bien connu.

## 7. Modes d'élevage

L'élevage de la pintade locale au centre du Burkina Faso a un caractère extensif à l'instar de celui de la poule.

### Alimentation

La pintade locale tire l'essentiel de ses aliments sur parcours libre autour des concessions. La complémentation alimentaire est toutefois généralisée chez les mélagriculteurs villageois. Par cette pratique, le mélagriculteur vise également à conquérir la confiance de son cheptel en cherchant à créer une habitude par le rapprochement.

Les aliments apportés en appoint sont par ordre d'importance, en termes de quantité, le sorgho (blanc et rouge), le mil, le maïs, les termites et le sésame. Ces compléments sont distribués à tous les stades de développement de la pintade à l'exception des termites qui sont apportées prioritairement aux pintadeaux. Le traitement des compléments céréaliers est généralement fonction du type de pintade. La distribution aux pintadeaux est faite après un concassage grossier et une aspersion avec de l'eau dans laquelle est préalablement diluée de la potasse. La potasse est censée donner plus de vigueur au pintadeau et le protéger des maladies diarrhéiques. Cette formule, appliquée sur deux à trois jours après éclosion, est pratiquée par 97,7% des mélagriculteurs.

La fréquence de l'apport des compléments varie généralement en fonction de l'âge de la pintade. De trois fois par jour chez les pintadeaux, il est réduit à deux fois par jour chez les jeunes et à une fois par jour chez les adultes. Une variation de cette fréquence est toutefois observée d'un producteur à l'autre.

### Habitat

Des abris, en guise d'habitats, sont confectionnés par 86,7% des éleveurs. Ces abris sont en paille ou en banco avec des toits en terrasse ou en chaume. Le sol et les

murs, généralement non crépis, offrent des coins idéaux de refuge pour les parasites externes. Conçus pour toutes les espèces avicoles du producteur, ces abris sont étroits et de nettoyage difficile. De ce fait, ils ne présentent aucune norme requise d'hygiène.

Le cheptel des 13,3% des éleveurs restant niche sur les arbres ou sur les toits des maisons.

### Matériel d'élevage

L'intérêt du nid et de l'abreuvoir est perçu par respectivement 61,1% et 100% des mélagriculteurs dans l'ensemble des villages. Les nids sont généralement conçus à l'aide de 2 briques disposées de sorte à recevoir une seule femelle. Ils sont de ce fait étroits. Les abreuvoirs sont constitués de pots en terre confectionnés à cet effet ou de leurs morceaux (canaris). Aucune importance n'est accordée à la mangeoire qui est de ce fait partout absente. Les compléments alimentaires sont ainsi distribués à même le sol. Cette pratique présente des risques de contamination des compléments par des germes.

### Santé

Les normes élémentaires d'hygiène sont absentes dans la conduite de l'élevage de la pintade. Il résulte que cette activité paye un très lourd tribut à la mortalité du cheptel. Dans le tableau 4 sont reportés les taux estimés de mortalité par groupe d'âge de pintade dans les trois villages. La mortalité des pintadeaux est particulièrement élevée avec 33,1% à 68,9% de leur effectif pour l'ensemble des trois villages. De l'unanimité des producteurs, il ressort que cette mortalité survient essentiellement la nuit et pendant les périodes de forte humidité relative. Ils notent par ailleurs que les bains accidentels ou la rosée doublés du froid sont fatals aux pintadeaux de moins de 4 semaines.

Les pertes de pintades sont imputables à plusieurs causes. Le tableau 5 fait la synthèse pour chaque type de pintade. Les pathologies occupent le premier rang des causes de pertes des pintades suivies respectivement des vols, de la prédation et des accidents. Les pathologies mises en cause sont principalement la diarrhée et la pseudopeste aviaire chez les jeunes et les adultes. Les producteurs reconnaissent cependant la grande tolérance de la pintade adulte aux maladies aviaires ordinaires.

**Tableau 4**  
**Taux moyens de mortalité des types de pintades par village au centre du Burkina Faso**

| Village    | Pintadeau (%) | Jeune (%)   | Adulte     |             |
|------------|---------------|-------------|------------|-------------|
|            |               |             | Mâle (%)   | Femelle (%) |
| Gampéla    | 49,0 ± 12,9   | 11,3 ± 11,8 | 5,4 ± 3,7  | 7,4 ± 2,7   |
| Namanguéma | 54,0 ± 25,1   | 24,0 ± 20,7 | 4,2 ± 6,1  | 5,6 ± 6,6   |
| Villy      | 50,0 ± 15,8   | 35,0 ± 22,9 | 13,5 ± 9,8 | 13,5 ± 9,8  |
| Moyenne    | 51,0 ± 17,9   | 23,4 ± 18,5 | 7,7 ± 6,5  | 8,8 ± 6,4   |

**Tableau 5**  
**Causes de pertes chez les pintades au centre du Burkina Faso**

| Cause des pertes | Pintadeau (%) | Jeune (%) | Adulte   |             | Moyenne (%) |
|------------------|---------------|-----------|----------|-------------|-------------|
|                  |               |           | Mâle (%) | Femelle (%) |             |
| Prédation        | 15,5          | 8,1       | 13,9     | 14,9        | 13,1        |
| Pathologie       | 71,7          | 75,8      | 44,3     | 40,5        | 58,1        |
| Accident         | 12,8          | 2,8       | 0,0      | 0,0         | 3,9         |
| Vol              | 0,0           | 13,3      | 41,8     | 44,6        | 24,9        |

## 8. Analyse de la mélagriculture villageoise

### Avantages comparatifs

Au titre de la constitution du revenu ménager, la pintade locale occupe le premier rang dans la classification préférentielle des espèces avicoles domestiques. Cette dernière est créditée de son caractère mixte de production de viande et d'œufs. Elle fait en outre l'objet d'un écoulement facile dans les marchés ruraux et urbains.

A travers l'autoconsommation des œufs et de la viande, la pintade locale participe grandement à l'amélioration du statut nutritionnel de l'environnement social du producteur. Elle constitue en outre un dispositif efficace d'alerte nocturne et un motif notable d'autosatisfaction.

Au titre de l'aisance dans la conduite des élevages, la pintade occupe le second rang après la poule. Ce second rang lui est attribué à cause essentiellement de la difficulté de sa capture et de ses cris intempestifs.

### Contraintes majeures

Plusieurs contraintes, qualifiées de majeures, handicapent la rentabilité optimale de la mélagriculture villageoise. Au titre de celles-ci figurent la forte mortalité des pintadeaux qui réduit de façon drastique la productivité numérique et la faible aptitude à la couvaison des pintades femelles. A ces contraintes s'ajoutent la perte des pintades suite aux vols et le maraudage des œufs. De même, la faible capacité d'incubation, la difficulté de capture de la pintade sur pied et la non maîtrise des techniques d'élevage par les producteurs, sont citées.

### Savoir-faire traditionnels des producteurs

Les savoir-faire traditionnels portent sur plusieurs domaines. La capture est facilitée par la section alaire opérée au niveau des carpes (Figure 1) entre l'âge de 4 à 6 semaines. Les plumes concernées par cette section sont les rémiges policiales portées par le pouce et les rémiges primaires portées par la main.

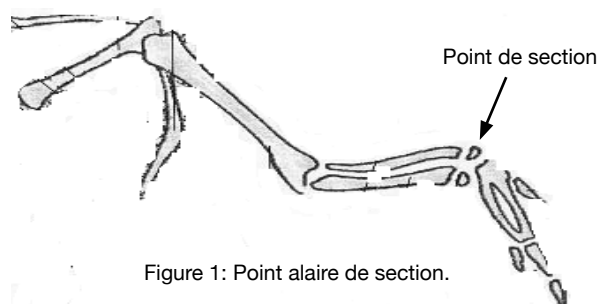


Figure 1: Point alaire de section.

La ponte précoce dans la saison est induite par le placement dans les nids des premiers fruits de *Sclerocarya birrea*. Le sexe est déterminé par l'observation du développement des appendices céphaliques (crête, barbillons).

L'incubation naturelle des œufs est réalisée par les bonnes poules (*Gallus gallus*) couveuses. Des coques de graines de coton sont utilisées pour l'incubation artificielle de même que des canaris avec des éponges. Dans les deux cas, les œufs mis à incuber sont retournés deux à trois fois par jour, jusqu'au 25<sup>ème</sup> jour. Du 25<sup>ème</sup> jour à l'éclosion, les œufs sont transférés dans des récipients permettant la sortie des pintadeaux. L'ensemble du système est gardé dans un coin sec et chaud de la maison. La température et l'humidité relative sont appréciées avec la main. L'humidité relative est créée par un arrosage léger. Le producteur aère le système dans les conditions de températures élevées et le ferme dans les cas contraire.

La lutte contre la mortalité des pintadeaux est menée par la dilution de 3 à 5 carreaux de sucre alimentaire par jour dans l'eau de boisson. Le miel liquide est de même parfois utilisé en raison d'une à deux cuillerées à soupe par jour. Le producteur évite le contact des pintadeaux avec la rosée en sortant tardivement la poule mère le jour.

### 10. Proposition d'axes de développement

Les propositions formulées sont jugées prioritaires pour l'optimisation et le développement de la mélagriculture villageoise. Au titre du cheptel sont citées la lutte contre la mortalité des pintadeaux et l'augmentation de la capacité d'incubation. L'organisation et la formation sur les techniques d'élevage sont citées au bénéfice du producteur. Le suivi technique des producteurs et la formation d'un agent villageois de santé ont de même été notifiés. Les mesures d'accompagnement relevées se focalisent sur la facilitation à l'accès au matériel et aux produits d'élevage et la mise en place d'un système adapté de crédit.

### Discussion

Le fait que la mélagriculture soit une activité exclusivement menée par les hommes constitue un handicap à son bon développement. Il est cependant réconfortant de noter la possibilité d'ouverture à l'élevage de la pintade pour toutes les composantes de la population, notamment pour les femmes et les jeunes.

La présence des pintadeaux dans la structure du cheptel en saison sèche laisse supposer l'existence de quelques sujets

non-saisonnés. Des investigations ultérieures pourraient clarifier cette situation et fournir des données précieuses pour une gestion rationnelle. La classification sur la base de la priorité des utilisations de la production corrobore celle rapportée en 2003 (1) et confirme les propos en 1995 de Savadogo(14) qui note que l'élevage de la pintade est essentiellement à but lucratif. En 1996, Idi (11) explique la prédominance de la vente des productions par la coïncidence de la saison de ponte avec celle de la période des labours. Selon le même auteur, cette période coïncide avec celle de gros besoins d'argent pour les opérations agricoles et l'achat de vivres pour couvrir la période de soudure.

A titre comparatif, les objectifs de production rapportés en 1989 (7) chez le poulet local sont de 40% pour la commercialisation, de 25% pour l'autoconsommation, de 20% pour les dons et de 10% pour les sacrifices. En dépit de l'importance du nombre d'œufs destinés à la vente, la couvaie demeure l'objectif prioritaire de production (1). Le nombre réduit des œufs destinés à cette fin tiendrait de la faible capacité des moyens d'incubation. Sanfo (13) estime que 48,7% des poules mères sont utilisées comme couveuses naturelles avec 25 à 30 œufs par couvée. Cette pratique est préjudiciable au plan financier car elle s'accompagne d'un arrêt de la ponte (9). L'introduction de l'incubation artificielle dans l'aviculture villageoise trouve ici toute son importance. Cette nouvelle technologie doit toutefois être précédée par une formation sur les conditions d'une bonne incubation et suivie d'un encadrement dans sa conduite.

Le sex-ratio observé dans les élevages est analogue à celui rapporté par Hien *et al.* (10) de même que l'âge au sevrage des pintadeaux et la durée de la carrière. La productivité numérique se révèle deux fois plus élevée que celle du poulet local (7). La saison de ponte est analogue à celle rapportée pour le cas du Nigeria (4). Il est observé une opposition de phase entre la période favorable à la ponte et à l'éclosion d'une part et celle favorable à la survie des pintadeaux d'autre part. Cette situation affecterait très sensiblement la productivité numérique de cette espèce et nécessite par conséquent une approche en vue de sa levée. L'existence de la pratique de la sélection, à la fois sur l'œuf et sur la pintade sur pied, pourrait être un appoint aux opérations éventuelles d'amélioration génétique qui seraient à conduire dans ce milieu.

Les observations sur les caractéristiques des habitats avicoles traditionnels (7) sont vérifiées dans le cadre de cette étude. Elles impliquent la nécessité de concevoir et de vulgariser des types d'habitats à l'instar de celui du Projet de Développement de l'Aviculture Villageoise (PDAV). Ce comportement pourrait réduire de façon notable les pertes dues à l'inexistence des habitats.

Le système d'alimentation observé dans notre étude recoupe celui rapporté antérieurement (7). La disponibilité de ces aliments en quantités suffisantes n'étant pas toujours assurée, la nécessité d'établir l'inventaire des aliments locaux et d'initier une réflexion sur les possibilités de leur production et de leur gestion rationnelle s'impose.

La mortalité du cheptel concorde avec les résultats de travaux antérieurs (6, 10). La sensibilité au froid et à l'humidité, doublée de la mortalité essentiellement à caractère nocturne des pintadeaux, nous suggère que des causes physiologiques sont à la base de ladite mortalité. Cette hypothèse est soutenue par l'inaptitude à la thermorégulation du pintadeau (3, 12). Les résultats mitigés de la recherche, qui a mis l'accent essentiellement sur les causes pathologiques, pourraient également contribuer à la validité de cette hypothèse. Elle devrait toutefois être confirmée par des recherches supplémentaires.

Le répertoire, aussi exhaustif que possible, des savoir-faire endogènes mérite d'être établi. Des tests en milieux contrôlés pourraient alors être conduits pour la validation des aspects pertinents. Cette démarche permettra d'écarter les pratiques négatives ou inefficaces et de retenir en les valorisant celles qui sont positives. Les résultats seront d'autant plus aisés à adopter que les formules de base proviennent des bénéficiaires.

Les attributs positifs reconnus par les mélagriculteurs à la pintade sont intégrés dans la liste des dix-sept atouts déjà répertoriés (5). Ils compensent de loin les aspects négatifs habituels.

Les propositions d'axes d'amélioration émises par les producteurs reflètent les éléments de leurs préoccupations majeures. Néanmoins, un diagnostic participatif thématique pourrait être conduit dans l'optique de juger de la pertinence des différents axes et d'élaborer un ordre prioritaire d'intervention.

## Conclusion

Les techniques actuelles de conduite de la mélagriculture villageoise sont plus portées vers un élevage de type cueillette que vers la production proprement dite. Les difficultés de premier ordre se résument à la mortalité des pintadeaux et aux pertes du cheptel essentiellement par vols. Le désir très manifeste du producteur pour l'augmentation du nombre d'œufs à incuber pourrait trouver une satisfaction dans l'introduction de l'incubation artificielle en milieu villageois. Cette introduction devrait toutefois être précédée par des essais scientifiques dans des conditions analogues à celles observées en milieu villageois.

En dépit des conditions de cette conduite, les performances de ponte et de productivité numérique de la pintade restent relativement bonnes. Dans l'optique d'améliorer ces performances, le producteur développe un savoir-faire traditionnel en adéquation ou non avec les normes rationnelles. Les savoir-faire développés dans ce domaine doivent être contrôlés par des investigations ultérieures en vue de leur prise en compte dans les activités de développement de cette opération.

La prise en compte de certaines de ces propositions d'axes de développement, issues de l'analyse de l'activité, pourrait certainement contribuer à la valorisation du potentiel de la pintade locale. Cette valorisation renforcera sa contribution, non seulement à l'atteinte de l'autosuffisance alimentaire, mais également à la lutte contre la pauvreté.

## Références bibliographiques

- 1- Anonyme, 2003, Ministère des Ressources Animales. Mélagriculture au Burkina Faso; diagnostic et axes d'amélioration. Secrétariat Général. Burkina Faso. 46 p.
- 2- Anonyme, 2004a, Ministère des Ressources Animales. Deuxième enquête nationale sur les effectifs du cheptel. Burkina Faso. 77 p.
- 3- Anonyme, 2004b, Guinea fowl (*Numida meleagris*). <http://www.feathersite.com/Poultry/Guineas/BRKGuineas.html>
- 4- Ayorinde K.L. & Ayeni J.S.O., 1986, The reproductive performance of indigenous and exotic varieties of guinea fowl (*Numida meleagris*) during different seasons in Nigeria. J. Anim. Prod. Res. 6,2,127-140.
- 5- Ayorinde K.L., 2004, The spice of life. The seventy-first inaugural lecture. University of Ilorin. Ilorin. Nigeria. 60 p.
- 6- Bessin R., Belem A.M.G., Boussini H., Compaore Z., Kaboret Y. & Dembele M.A., 1998, Enquête sur les causes de mortalité des pintadeaux au Burkina Faso. Revue Elev. Méd. Vét. Pays trop. 51,1, 87-93.
- 7- CIRAD-IEMVT, 1989, Développement de l'aviculture traditionnelle en Afrique Tropicale. Ministère de la Coopération et du Développement. Fiche technique d'élevage n° 2. IEMVT. Maisons-Alfort -Jouve- Paris. France. 8 p.
- 8- Dembélé P., Gnoumou D. & Frederic P., 1996, L'élevage de la pintade au

- Burkina Faso. Bulletin du Réseau Documentaire Élevage. N° 4 Spécial octobre.
- 9- Guéméné D., Kansaku N. & Zadworny D., 2001, Les courbes de croissance chez les oiseaux. Rev Prod. Anim. Vol. **14**, 3, 147-160.
  - 10- Hien O.C., Nianogo A.J. & Sawadogo L. 2001, L'élevage traditionnel de la pintade locale dans la zone centre-ouest du Burkina. Science et Technique, Sciences naturelles et agronomie. Vol. **25**, n° 2.
  - 11- Idi A., 1996, La mélagriculture au Niger. Rapport final de l'activité «Connaissance des systèmes de production des pintades au Niger». 19 p.
  - 12- Okaeme A.N., 1986, Diseases of economic importance in guinea fowl (*N. meleagris*). In: Proceedings of the 11<sup>th</sup> Annual Conference of the Nigerian Society for Animal Production, Ahmadu Bello University, Zaria, March 23-27, pp. 64-68.
  - 13- Sanfo R., 2002, Productivité et variabilité individuelle du poulet local en conduite traditionnelle et améliorée au centre-ouest du Burkina Faso. Mémoire de DEA. Institut du Développement Rural. Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso. Burkina Faso. 43 p.
  - 14- Savadogo A., 1995, Contribution à l'amélioration de l'élevage de la pintade (*Numida meleagris*) au Burkina Faso. Mémoire de fin d'études d'IDR. Option: Elevage. Université de Ouagadougou. 102 p.

R. Sanfo, Burkinabé, M.Sc., DEA, Etudiant en Thèse Unique à l'Université de Ouagadougou. Unité de Formation et de Recherches / Sciences de la Vie et de la Terre.  
 H. Boly, Burkinabé, PhD., Professeur, Maître de Conférence, Directeur de l'Institut National de Recherches Environnementales et Agricoles, Ouagadougou, Burkina Faso.  
 L. Sawadogo, Burkinabé, PhD., Doctorat d'Etat. Ministre des Enseignements Secondaire, Supérieur et de la Recherche Scientifique. Ouagadougou, Burkina Faso.  
 B. Ogle, Suisse, PhD., Professeur à l'University of Agriculture Sciences, Department of Animal Nutrition and Management, Uppsala, Sweden.

## AVIS DE CHANGEMENT D'ADRESSE ADRESVERANDERING

## CHANGING OF ADDRESS CAMBIO DE DIRECCION

Tropicultura vous intéresse! Dès lors signalez-nous, à temps votre changement d'adresse faute de quoi votre numéro nous reviendra avec la mention "N'habite plus à l'adresse indiquée" et votre nom sera rayé de la liste.

You are interested in Tropicultura! Make sure to inform us any change of your address in advance. Otherwise your issue will be sent back to us with the postal remarks "Adresse not traceable on this address" and then you risk that your name is struck-off from our mailing list.

U bent in Tropicultura geïnteresseerd! Stuur ons dan uw adresverandering tijdig door, anders riskeert U dat uw nummer ons teruggezonden wordt met de vermelding "Woont niet meer op dit adres" en uw naam wordt dan automatisch van de adressenlijst geschrapt.

Si Tropicultura se interesa, comuniquenos a tiempo cualquier cambio de dirección. De lo contrario la publicación que Ud. recibe nos será devuelta con la mención "No reside en la dirección indicada" y su nombre será suprimido de la lista de abonados.



# Organogenesis in *Dioscoreophyllum cumminsii* (Stapf) Diels

Happiness O. Oselebe & E.E. Ene-Obong\*

Keywords: Alkaloid- Auxin- *Dioscoreophyllum cumminsii*- Caulogenesis- Cytokinin- Differentiation- Redifferentiation- Rhizogenesis- Nigeria

## Summary

*Dioscoreophyllum cumminsii* (Stapf) Diels (Menispermaceae) is a tropical rainforest vine that grows in the understory of closed forests. The berries contain an intensely sweet protein syrup called monellin. The *in vitro* responses of stem explants of *D. cumminsii* were studied in the Laboratory for Plant Tissue Culture and Biotechnology, University of Nigeria, Nsukka, in 1998. Stem explants obtained from seedlings grown at the greenhouse of the Botanical Garden of the University developed brown friable callus in Arnold and Eriksson (AE), Schenk and Hildebrandt (SH), Gamborg, Miller and Ojima (B5) and Murashige and Skoog (MS) media, supplemented with 2 mg.l<sup>-1</sup> of 2,4-D. Callus induction was best in MS media solidified with 10 g.l<sup>-1</sup> agar and supplemented with 1 - 5 mg.l<sup>-1</sup> NAA. Further addition of kinetin (1 - 5 mg.l<sup>-1</sup>) resulted in more active callus formation. Kinetin in addition to an auxin was indispensable for unlimited growth and maintenance of subcultured callus, originally isolated from stem explants of *D. cumminsii*. Kinetin applied alone, however, inhibited callus formation and growth. Most frequently, rhizogenesis was observed from callus in MS medium supplemented with different combinations of auxins and kinetin. The optimum for rhizogenesis was NAA 1 mg.l<sup>-1</sup> + kinetin 1 mg.l<sup>-1</sup>, and NAA 2 mg.l<sup>-1</sup> + kinetin 5 mg.l<sup>-1</sup>.

## Résumé

### L'organogénèse chez *Dioscoreophyllum cumminsii* (Stapf) Diels

*Dioscoreophyllum cumminsii* (Stapf) Diels (Menispermaceae) est une liane de sous-bois des forêts tropicales fermées dont les fruits contiennent une protéine très sucrée dénommée monelline. Le comportement *in vitro* d'explants caulinaires de *D. cumminsii* a été étudié en 1998 au laboratoire de culture de tissu végétal et de biotechnologie de l'université du Nigeria, Nsukka. Les explants prélevés sur des plantules produites en serre au jardin botanique de l'université ont émis des calles friables de couleur brune dans les milieux de cultures Arnold et Eriksson (AE), Schenk et Hildebrandt (SH), Gamborg, Miller et Ojima (B5) et Murashige et Skoog (MS), supplémentés avec 2 mg.l<sup>-1</sup> de 2,4-D. Le milieu MS solidifié avec 10 g.l<sup>-1</sup> d'agar et supplémenté avec 1 - 3 mg.l<sup>-1</sup> de 2,4-D ou 1 - 5 mg.l<sup>-1</sup> de NAA a donné la meilleure induction de calles. Le rajout de kinétine (1 - 5 mg.l<sup>-1</sup>) favorise la formation de calles actives et se révèle indispensable avec l'auxine pour assurer une croissance illimitée et le maintien en culture des calles issus des explants caulinaires de *D. cumminsii*. Cependant, la kinétine seule inhibe la formation et la croissance des calles. La rhizogénèse s'observe fréquemment chez les calles produites en milieu MS supplémenté avec différentes combinaisons d'auxine et de kinétine. L'optimum de rhizogénèse s'observe avec rajout de soit 1 mg.l<sup>-1</sup> de NAA + 1 mg.l<sup>-1</sup> de kinétine soit 2 mg.l<sup>-1</sup> de NAA + 5 mg.l<sup>-1</sup> de kinétine.

## Introduction

*Dioscoreophyllum cumminsii* (Stapf) Diels, 'the serendipity berry', is a tropical rainforest vine that belongs to family Menispermaceae. It grows in dense, humid tropical forest regions of West and Central Africa (5, 11). In Nigeria, the plants grow in the relatively undisturbed rainforest areas of southern Nigeria: the Orba forest in Udenu local government area and Ugwuabor forest in Udi local government area of Enugu state; primary forest in Ntezi, Ngbo and Izzi in Ebonyi state; Otukpa Akpoti forest in Benue state and in the primary forest near the International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Ibadan (22). In these places, *D. cumminsii* plants sprout from underground tubers or seeds germinate at the onset of the rains between April and May. From 6 to 7 weeks later, flower buds and inflorescences appear, followed by fruit production on female plants around late July and early August. The berries which are produced at basal positions along the hairy vine ripen from September through October, while the aerial vegetation dies back at the onset of dry season between November and December (22). The berries of *D. cumminsii* contain a water-soluble substance of intense sweetness, called monellin after the Monell Chemical Sense Centre in Pennsylvania, USA (11). Monellin is a low molecular weight protein (15). This protein is the sweetest known naturally occurring substance, up to 3,000 times sweeter than sucrose (11), and approximately 100,000 times as potent as sugar on a molar basis (7, 23). The berries are, however, scarce and difficult to obtain in a large quantity from the wild (10). Cultivation is, therefore, inevitable to increase the production of the berries for large-

scale extraction of the protein sweetener and subsequent commercialization.

Cultivation and mass propagation of *D. cumminsii* has been difficult due to problems associated with seed dormancy (10, 20). In natural habitats, seeds take about 4 - 7 months to germinate (1, 21). In addition, *D. cumminsii* is an "endangered species" (20, 21), and with the disappearance of tropical forests due to human activities like lumbering, building and clearing for agriculture and industrial activities, plants may be destroyed from their natural habitats (19). It is therefore, necessary to conserve, regenerate and multiply the plant for posterity.

Substantial research results are available on traditional medicinal uses of *D. cumminsii* (12, 13), and the identification and characterization of the chemostimulatory taste-active protein, monellin (11, 16). Extensive work has also been done on the purification (15), structural determination (3), conformational transitions and crystallization of monellin (12), alkaloid production in cultured cells (2, 7) and macropropagation of *D. cumminsii* (1, 10, 20, 21). Although *in vitro* multiplication and vegetative propagation via tissue culture have been successfully applied for the production of other plants within family Menispermaceae (25), little has been done to understand the response of *D. cumminsii* to *in vitro* culture and the various conditions that would lead to organogenesis and eventual micropropagation of the plant. This experiment was initiated to study both issues, while recognizing the vital role that monellin could play in foods for diabetics and dieters.

\*Laboratory for Tissue culture and Biotechnology, Department of Botany, University of Nigeria, Nsukka.

Received on 24.01.03 and accepted for publication on 24.01.06.

## Materials and methods

This study was carried out in the Laboratory for Plant Tissue culture and Biotechnology, Department of Botany, University of Nigeria, Nsukka. Stem explants of *D. cumminsii* were obtained from four weeks old seedlings grown at the greenhouse of the Botanical Garden of the University.

### Callus induction

Callus formation was first examined using 1 cm-long stem explants cultured in Arnold and Eriksson (AE), Schenk and Hildebrandt (SH), Gamborg, Miller and Ojima (B5) and Murashige and Skoog (MS) media, each supplemented with 2 mg.l<sup>-1</sup> 2,4-D, to identify the media best suited for cultures of *D. cumminsii*. *In vitro* cultures were maintained at 25 ± 2 °C under white fluorescence (Ca. 500 Lux) for 12 hours per day in an air-conditioned growth room for four weeks. Stem explants of *D. cumminsii* were subsequently cultured in MS medium prepared by the addition of the elements in Table 1.

Two factorial experiments were set up to determine the effect of auxins; 2,4 dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) or naphthalene acetic acid (NAA) and kinetin (6-furfurylaminopurine) on callus induction from stem explants of *D. cumminsii*. 2,4-D was added in four concentrations (0, 1, 2 and 3 mg.l<sup>-1</sup>) along with kinetin in 3 concentrations to give twelve 2,4-D x kinetin combinations. Similarly, NAA was added in five concentrations (0, 1, 2, 3 and 5 mg.l<sup>-1</sup>) along with kinetin in 3 concentrations (0, 1 and 2 mg.l<sup>-1</sup>), to give fifteen NAA x kinetin combinations. Hormones were added to the media before the pH was adjusted to 5.8 using a Kent Digital pH/Temp meter.

The media was dispensed 20 ml per pyrex glass culture tube (25 x 200 mm), capped tightly to minimize evaporation and autoclaved at 1.05 kg.cm<sup>-2</sup> pressure for 20 minutes. Culture tubes were placed in slanted positions on a laboratory bench to cool, and so as to provide a surface area for the growth of cultures.

**Table 1**  
**Composition of MS nutrient medium (g.l<sup>-1</sup>)**

| Elements                                            | Gram per litre |
|-----------------------------------------------------|----------------|
| Major elements                                      |                |
| NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>                     | 33.00          |
| KNO <sub>3</sub>                                    | 38.00          |
| CaCl <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O                | 8.80           |
| MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O                | 7.40           |
| KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>                     | 3.40           |
| Na <sub>2</sub> -EDTA                               | 0.75           |
| FeSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O                | 0.55           |
| Minor elements                                      |                |
| H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>                      | 0.62           |
| MnSO <sub>4</sub> ·4H <sub>2</sub> O                | 2.23           |
| ZnSO <sub>4</sub> ·4H <sub>2</sub> O                | 0.86           |
| KI                                                  | 0.083          |
| Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O | 0.025          |
| CaSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O                | 0.0025         |
| CaCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O                | 0.0025         |
| Vitamins                                            |                |
| Myo-inositol                                        | 0.10           |
| Nicotinic acid                                      | 0.05           |
| Pyridoxine.HCl                                      | 0.05           |
| Thiamine.HCl                                        | 0.01           |
| Sucrose                                             | 30.00          |
| Additional ingredients                              |                |
| Casein hydrolysate                                  | 1.00           |
| Agar                                                | 10.00          |

Stem explants of approximately 1 cm long were prepared in five replicates for each medium containing an auxin x kinetin combination. Explants were surface-sterilized using 50% laundry bleach (Reckitt Benckiser<sub>TM</sub>) for 15 minutes. To increase the permeability of the sterilizing agent, one to two drops of Tween - 20 was added. After 15 minutes, bleach solution was decanted and explants washed five times with sterile distilled water before inoculation. Cultures were maintained at 25 ± 2 °C under white fluorescence (ca. 500 Lux) for 12 hours per day in an air-conditioned growth room. On 49 to 56 days after inoculation, all calluses were weighed using a sensitive balance (Sartorius).

### Callus growth and organogenesis

*D. cumminsii* callus obtained in the above experiment was used to study callus growth and organogenesis. Callus growth and organogenesis would be indicated by an increase in cell proliferation (i.e. callus weight) and differentiation into tissues and organs. About 225 calluses, each weighing approximately 0.05 g were isolated and cultured in MS media supplemented with NAA + kinetin, IBA (indole-3-butyric acid) + kinetin or IBA + BAP (6-benzylaminopurine). Each auxin was added in one of 3 concentrations (0, 1 and 2 mg.l<sup>-1</sup>), along with kinetin or BAP in one of five concentrations (0, 1, 2, 3 and 5 mg.l<sup>-1</sup>). Five replicates were prepared for each medium. Cultures were maintained in a growth room under the conditions stated above. At about 42-50 days after inoculation, all calluses were examined and re-weighed. The number of rhizoids (0.2 cm and above) per tube was counted and means of replicates calculated for each hormonal combination.

### Statistical analysis

Analysis of variance was done to identify hormonal combinations that were significant at stimulating callus induction, growth or organogenesis. The ratio of mean squares of various treatment effects to the error mean square was calculated to obtain the amount of variance attributable to each of the primary effects of the two auxins, kinetin and their interactions on callus induction, growth or organogenesis. Graphs were also plotted to compare the effects of different hormonal combinations.

## Results

### Callus induction

Several culture media were tested to determine their suitability for *in vitro* cultures of *D. cumminsii*. Light brown friable calluses were formed after 2 weeks in all media screened. Callus formation started at both ends of the explant in response to wounding, and was optimal in MS medium supplemented with 2 mg.l<sup>-1</sup> 2,4-D (Table 2).

ANOVA results on the effects of two auxins and kinetin applied in combination on callus induction from young stem

**Table 2**  
**Mean weight (mean ± standard error [S.E]) of callus induced from young stem explants of *D. cumminsii* in different media formulations supplemented with 2 mg.l<sup>-1</sup> 2,4-D**

| Treatments (media) | Callus weight (g)<br>Mean ± SE |
|--------------------|--------------------------------|
| AE                 | 0.32 ± 0.1 <sup>cd</sup>       |
| B5                 | 1.03 ± 0.3 <sup>ab</sup>       |
| MS                 | 1.65 ± 0.4 <sup>a</sup>        |
| SH                 | 0.68 ± 0.1 <sup>bc</sup>       |
| F-LSD (0.05)       | 0.66                           |

Note: AE= Arnold and Eriksson, Gamborg, B5= Miller and Ojima, s, SH= Schenk and Hildebrandt; and MS= Murashige and Skoog media.

Table 3

Results of analysis of variance on the effects of two auxins and kinetin on callus induction from young stem explants of *D. cumminsii*

| Source of variation | Df | Mean squares                            |          |        |
|---------------------|----|-----------------------------------------|----------|--------|
|                     |    | Expected                                | Observed |        |
|                     |    |                                         | NAA      | 2,4-D  |
| Replications        | 4  |                                         |          |        |
| Auxin (N)           | 4  | $\sigma^2 E + \sigma^2 KN + \sigma^2 N$ | 3.60**   | 0.31** |
| Kinetin (K)         | 2  | $\sigma^2 E + \sigma^2 KN + \sigma^2 K$ | 1.75**   | 0.22   |
| N x K               | 8  | $\sigma^2 E + \sigma^2 KN$              | 20.8**   | 0.27** |
| Error               | 60 | $\sigma^2 E$                            | 0.12     | 0.04   |

explants of *D. cumminsii* are shown in table 3.

When stem explants of *D. cumminsii* were cultured in MS media supplemented with 2,4-D and kinetin, light brown friable callus developed after ten days. Results indicated that 2,4-D alone and 2,4-D x kinetin interactions were significant ( $P < 0.01$ ), while kinetin was not significant in inducing callus from stem explants of *D. cumminsii*. Callus formation was optimal in a medium containing 1 mg.l<sup>-1</sup> 2,4-

D + 1 mg.l<sup>-1</sup> kinetin. This value differed significantly from callus formation values at the other combinations of 2,4-D and kinetin. Lowest callus fresh weight was obtained when MS medium was supplemented with 1 mg.l<sup>-1</sup> kinetin or when the explant was cultured in a hormone-free medium. When MS medium was supplemented with NAA and kinetin, both substances and their interactions had significant impact ( $P < 0.01$ ). Highest callus fresh weight was obtained in the medium containing 5 mg.l<sup>-1</sup> NAA + 2 mg.l<sup>-1</sup> kinetin (Figure 1).

This differed significantly from values obtained at other levels of treatments applied. Low auxin concentrations induced caulogenesis, while higher auxin levels suppressed callus formation, except in the presence of kinetin. The lowest callus fresh weight was obtained when MS medium was supplemented with kinetin only, or when explants were cultured in a hormone-free medium. Kinetin was therefore considered inhibitory to callus induction from stem explants of *D. cumminsii*.

Between the two auxins, NAA was better than 2,4-D for callus induction from stem explants of *D. cumminsii*, while kinetin affected callus induction only in combination with auxins. Variances attributable to kinetin were larger for explants grown in media containing NAA than in media containing 2,4-D, which was not significant (Table 4). The interaction between NAA and kinetin (20.86) was also larger compared to the negligible interaction between 2,4-D and kinetin (6.05).

#### Measurement of callus growth

Combined ANOVA results on the effects of NAA or IBA, and kinetin or IBA applied in combination on growth of *D.*

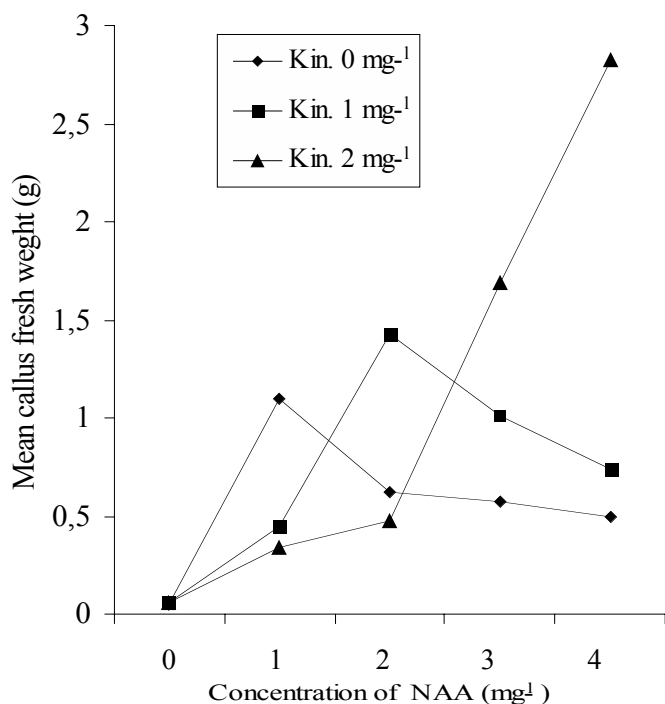


Figure 1: Effects of NAA and kinetin applied in combination on callus induction from stem explants of *D. cumminsii* after six weeks. Culture medium, MS + 3% sucrose + 100 mg.l<sup>-1</sup> myo-inositol + mg.l<sup>-1</sup> agar.1000 mg.l<sup>-1</sup> CH. + 10,000 mg.l<sup>-1</sup> agar.

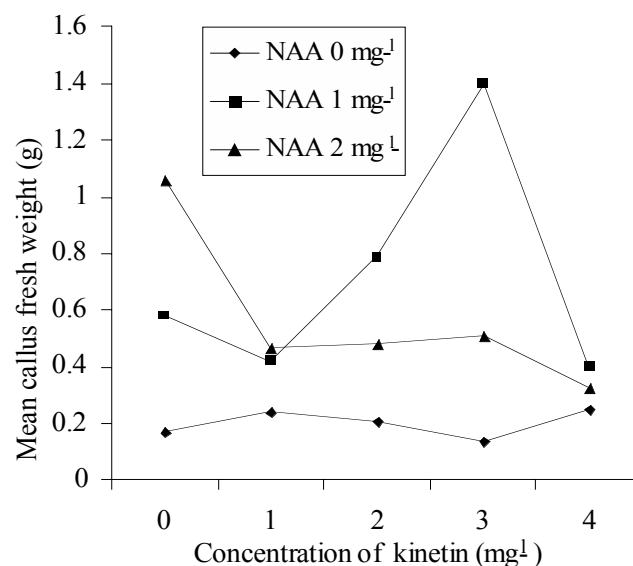


Figure 2: Effects of NAA and kinetin applied in combination on growth of *D. cumminsii* callus after 7 weeks. Culture medium, MS + 3% sucrose + 100 mg.l<sup>-1</sup> myo-inositol + mg.l<sup>-1</sup> agar.1000 mg.l<sup>-1</sup> CH. + 10,000 mg.l<sup>-1</sup> agar.

Table 4  
Variances attributable to primary effects of auxins ( $\sigma^2_A$ ) and kinetin ( $\sigma^2_K$ ) and to their interaction ( $\sigma^2_{I}$ ) on callus induction from young stem explants of *D. cumminsii* cultured in MS media

| Blocks + (Kinetin) | Variance     |              |              |              | Variance Ratio            |                           |                           |
|--------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
|                    | $\sigma^2_A$ | $\sigma^2_K$ | $\sigma^2_I$ | $\sigma^2_E$ | $\sigma^2_A / \sigma^2_E$ | $\sigma^2_K / \sigma^2_E$ | $\sigma^2_I / \sigma^2_E$ |
| NAA                | 3.60         | 1.75         | 2.55         | 0.12         | 29.51                     | 14.31                     | 20.86                     |
| 2-4-D              | 0.31         | 0.22         | 0.27         | 0.04         | 7.09                      | 4.95                      | 6.05                      |

*cumminsii* callus (initial weight 0.05 g) showed very highly significant results (Table 5). When NAA and kinetin were added to the media, the highest mean callus fresh weight was obtained for the combination of 1 mg.l<sup>-1</sup> NAA + 3 mg.l<sup>-1</sup> kinetin (Figure 2).

This was significantly different from callus fresh weight obtained in a medium containing 1 mg.l<sup>-1</sup> NAA + 2 mg.l<sup>-1</sup> kinetin. Lowest mean callus fresh weight was obtained in the medium containing 3 mg.l<sup>-1</sup> kinetin only. This was not significantly different from the mean callus fresh weight at other levels of kinetin tested.

Similarly, when IBA and kinetin were applied to the media, highest mean callus fresh weight was obtained in the medium containing 1 mg.l<sup>-1</sup> IBA + 5 mg.l<sup>-1</sup> kinetin (Figure 3). This was followed by media containing 2 mg.l<sup>-1</sup> IBA + 5 mg.l<sup>-1</sup> kinetin; 2 mg.l<sup>-1</sup> IBA + 3 mg.l<sup>-1</sup> kinetin; 1 mg.l<sup>-1</sup> IBA + 3 mg.l<sup>-1</sup> kinetin and 1 mg.l<sup>-1</sup> IBA + 2 mg.l<sup>-1</sup> kinetin. Lowest mean callus fresh weight was recorded in the medium containing 3 mg.l<sup>-1</sup> kinetin only. The latter did not differ significantly from the values obtained at other levels of kinetin.

When combinations of IBA and BAP were added to the media, highest mean callus fresh weight was obtained from a medium containing 1 mg.l<sup>-1</sup> IBA + 2 mg.l<sup>-1</sup> BAP, followed by 2 mg.l<sup>-1</sup> IBA + 5 mg.l<sup>-1</sup> BAP. Lowest mean callus fresh weight was obtained when MS medium was supplemented with 5 mg.l<sup>-1</sup> BAP and in a hormone-free basal medium. Most of the values of other treatments were intermediate. The cytokinins therefore had an inhibitory effect on cell proliferation across all levels tested and were effective only in the presence of auxins.

Variances attributable to each of the primary effects of the two auxins and two cytokinins (Table 6) indicate that between the two auxins, NAA was more effective than IBA for callus growth. Variances attributable to kinetin were, however, greater in callus grown in IBA containing media. The interactions between IBA and kinetin were large compared to interactions between NAA and kinetin or IBA or BAP.

#### Organogenesis *in vitro*

*D. cumminsii* calluses were mostly compact, while few were friable and could easily be broken into small fragments. The colour of the calluses ranged from brown to green, greenish yellow and yellow (Table 7).

Rhizogenesis occurred via callus of *D. cumminsii*. ANOVA results indicated a very highly significant effect ( $P < 0.001$ ) of NAA or IBA and kinetin or BAP on rhizogenesis from *D. cumminsii* callus. NAA x kinetin or IBA x kinetin interactions were not significant. Comparatively, however, the highest number of rootlets was formed when 1 mg.l<sup>-1</sup> NAA + 1 mg.l<sup>-1</sup> kinetin, and 5 mg.l<sup>-1</sup> NAA + 2 mg.l<sup>-1</sup> kinetin were added to the media (Figure 4).

At the above concentrations, the mean number of rootlets per callus was 4.04. Lowest level of rhizogenesis was observed when MS medium was used hormone-free or when kinetin only was added as a medium-supplement.

In the media supplemented with IBA and BAP, highest

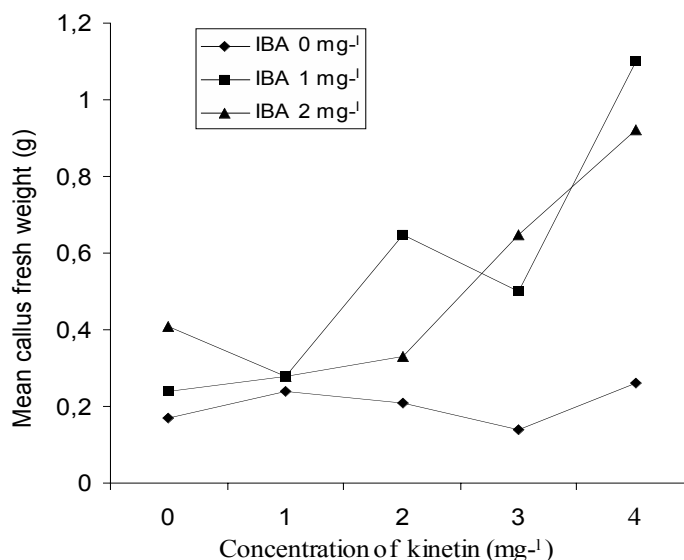


Figure 3: Effects of IBA and kinetin applied in combination on growth of *D. cumminsii* callus after 7 weeks. Culture medium, MS + 3% sucrose + 100 mg.l<sup>-1</sup> myo-inositol + mg.l<sup>-1</sup> agar. 1000 mg.l<sup>-1</sup> CH. + 10,000 mg.l<sup>-1</sup> agar.

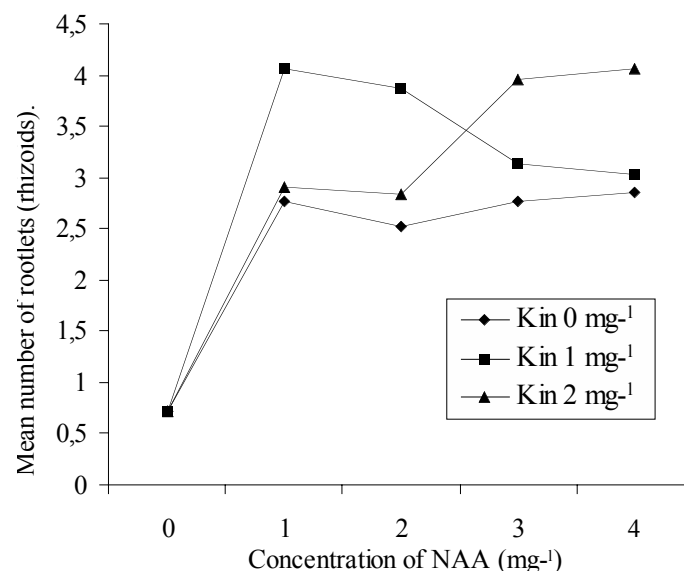


Figure 4: Effects of NAA and kinetin applied in combination on organogenesis from stem explants of *D. cumminsii* after 7 weeks. Culture medium= MS + 3% sucrose + 100 mg.l<sup>-1</sup> myo-inositol + mg.l<sup>-1</sup> agar. 1000 mg.l<sup>-1</sup> CH. + 10,000 mg.l<sup>-1</sup> agar.

rate of redifferentiation was obtained from the medium containing 2 mg.l<sup>-1</sup> IBA (Figure 5). This was statistically significantly different from values obtained at other treatment

**Table 5**  
**Results of analysis of variance on the effects of two auxins and kinetin on growth of *D. cumminsii* callus**

| Source of variation | Df | Mean squares                                       |          |                  |                  |
|---------------------|----|----------------------------------------------------|----------|------------------|------------------|
|                     |    | Expected                                           | Observed |                  |                  |
|                     |    |                                                    | NAA      | IBA <sub>1</sub> | IBA <sub>2</sub> |
| Treat. combination  | 14 |                                                    |          |                  |                  |
| Auxin (A)           | 2  | $\sigma^2\rho + E\sigma^2\kappa\rho + NK\sigma^2N$ | 1.75***  | 1.73**           | 19.40**          |
| Cytokinin (K)       | 4  | $\sigma^2\rho + E\sigma^2\nu\rho + NK\sigma^2K$    | 0.32***  | 1.00**           | 8.92**           |
| A x K               | 8  | $\sigma^2\rho + E\sigma^2NK$                       | 0.47***  | 0.66**           | 10.23**          |
| Error               | 60 | $\sigma^2E$                                        | 0.06     | 0.04             | 0.05             |

Note: IBA<sub>1</sub>= media containing IBA and kinetin, IBA<sub>2</sub>= media containing IBA and BAP.

**Table 6**  
**Variances attributable to the primary effects of auxins (A) and kinetin (K) and their interactions (I) on growth of *D. cumminsii* callus**

| Blocks       | Variance     |              |              |              | Variance Ratio            |                           |                           |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
|              | $\sigma^2_A$ | $\sigma^2_K$ | $\sigma^2_I$ | $\sigma^2_E$ | $\sigma^2_A / \sigma^2_E$ | $\sigma^2_K / \sigma^2_E$ | $\sigma^2_I / \sigma^2_E$ |
| NAA (+ KIN.) | 1.75         | 0.32         | 0.47         | 0.06         | 29.71                     | 5.40                      | 7.88                      |
| IBA (+ KIN.) | 1.73         | 0.10         | 0.66         | 0.04         | 45.23                     | 24.93                     | 16.48                     |
| IBA (+ BAP)  | 1.01         | 0.46         | 0.53         | 0.05         | 19.40                     | 8.92                      | 10.23                     |

**Table 7**  
**Weight (g), colour and nature of callus grown in MS basal medium supplemented with various combinations of auxins and cytokinins (NAA, IBA, BAP and kinetin)**

| Concentration of growth regulators (mg.l <sup>-1</sup> ) |             | Mean callus weight<br>± SD | Colour          | Nature          |                 |         |
|----------------------------------------------------------|-------------|----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------|
| NAA                                                      | 0           | Kinetin                    |                 |                 |                 |         |
|                                                          |             | 0                          | 0.17 ± 0.09     | greenish yellow | compact         |         |
|                                                          |             | 1                          | 0.24 ± 0.05     | greenish yellow | compact         |         |
|                                                          |             | 2                          | 0.21 ± 0.06     | greenish yellow | compact         |         |
|                                                          |             | 3                          | 0.14 ± 0.04     | greenish yellow | compact         |         |
|                                                          | 1           | 5                          | 0.25 ± 0.02     | greenish yellow | compact         |         |
|                                                          |             | 0                          | 0.58 ± 0.51     | slightly brown  | friable         |         |
|                                                          |             | 1                          | 0.42 ± 0.02     | slightly brown  | compact         |         |
|                                                          |             | 2                          | 0.79 ± 0.60     | yellow          | friable         |         |
|                                                          |             | 3                          | 1.40 ± 0.42     | brown           | friable         |         |
|                                                          | 2           | 5                          | 0.40 ± 0.42     | slightly yellow | compact         |         |
|                                                          |             | 0                          | 1.06 ± 0.11     | brown           | friable         |         |
|                                                          |             | 1                          | 0.47 ± 0.14     | slightly brown  | compact         |         |
|                                                          |             | 2                          | 0.48 ± 0.08     | slightly brown  | compact         |         |
|                                                          |             | 3                          | 0.51 ± 0.06     | greenish yellow | compact         |         |
| 5                                                        | 0.33 ± 0.06 | yellow                     | friable         |                 |                 |         |
| IBA                                                      | 1           | Kinetin                    |                 |                 |                 |         |
|                                                          |             | 0                          | 0.24 ± 0.11     | brown           | compact         |         |
|                                                          |             | 1                          | 0.28 ± 0.06     | brown           | compact         |         |
|                                                          |             | 2                          | 0.65 ± 0.28     | greenish yellow | compact         |         |
|                                                          |             | 3                          | 0.54 ± 0.26     | brown           | friable         |         |
|                                                          | 2           | 5                          | 1.15 ± 0.24     | slightly yellow | friable         |         |
|                                                          |             | 0                          | 0.41 ± 0.03     | slightly brown  | compact         |         |
|                                                          |             | 1                          | 0.28 ± 0.06     | slightly yellow | friable         |         |
|                                                          |             | 2                          | 0.33 ± 0.04     | greenish yellow | compact         |         |
|                                                          |             | 3                          | 1.65 ± 0.17     | brown           | friable         |         |
|                                                          | 5           | 0.92 ± 0.50                | greenish yellow | compact         |                 |         |
|                                                          | IBA         | 0                          | BAP             |                 |                 |         |
|                                                          |             |                            | 0               | 0.17 ± 0.09     | greenish yellow | compact |
|                                                          |             |                            | 1               | 0.19 ± 0.03     | green           | compact |
|                                                          |             |                            | 2               | 0.24 ± 0.05     | slightly yellow | compact |
| 3                                                        |             |                            | 0.22 ± 0.03     | greenish yellow | compact         |         |
| 1                                                        |             | 5                          | 0.22 ± 0.04     | slightly yellow | friable         |         |
|                                                          |             | 0                          | 0.24 ± 0.11     | brown           | compact         |         |
|                                                          |             | 1                          | 0.45 ± 0.12     | slightly yellow | friable         |         |
|                                                          |             | 2                          | 1.38 ± 0.16     | green           | compact         |         |
|                                                          |             | 3                          | 0.38 ± 0.25     | brown           | compact         |         |
| 2                                                        |             | 5                          | 0.47 ± 0.06     | slightly yellow | friable         |         |
|                                                          |             | 0                          | 0.33 ± 0.04     | slightly yellow | friable         |         |
|                                                          |             | 1                          | 0.33 ± 0.02     | greenish yellow | compact         |         |
|                                                          |             | 2                          | 0.37 ± 0.09     | yellow          | compact         |         |
|                                                          |             | 3                          | 0.42 ± 0.07     | greenish yellow | compact         |         |
| 5                                                        | 1.08 ± 0.79 | greenish yellow            | compact         |                 |                 |         |
| F-LSD (0.05)                                             |             | 0.13                       |                 |                 |                 |         |

Note: SD= standard deviation.

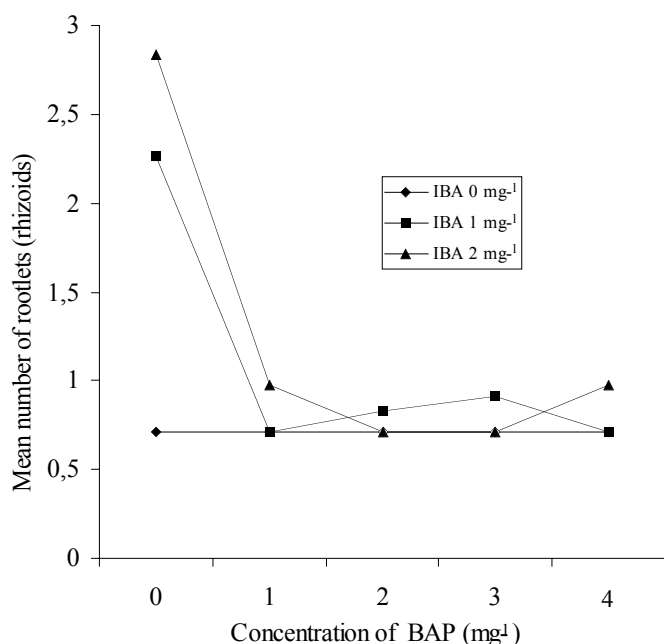


Figure 5: Effects of IBA and BAP applied in combination on organogenesis from *D. cumminsii* callus after 7 weeks. Culture medium, MS + 3% sucrose + 100 mg.l<sup>-1</sup> myo-inositol + mg.l<sup>-1</sup> agar.1000 mg.l<sup>-1</sup> CH. + 10,000 mg.l<sup>-1</sup> agar.

combinations screened. Rhizogenesis was observed in media containing 1 mg.l<sup>-1</sup> IBA only, 1 mg.l<sup>-1</sup> IBA + 2 mg.l<sup>-1</sup> BAP, 2 mg.l<sup>-1</sup> IBA + 1 mg.l<sup>-1</sup> BAP, 1 mg.l<sup>-1</sup> IBA + 3 mg.l<sup>-1</sup> BAP, and these differed significantly from each other. No redifferentiation was observed when BAP alone was used as medium-supplement.

## Discussion

The present results indicate that MS medium was better for *in vitro* cultures of *D. cumminsii* compared to all other media screened. Stem explants of *D. cumminsii* formed light brown callus in MS medium supplemented with auxins and kinetin. Among growth hormones, NAA was better than 2, 4-D for callus induction, either alone or in combination with kinetin, while kinetin induced callus formation only in the presence of auxins. The addition of kinetin resulted in more vigorous and active callus development and explains why

highest proliferation of callus was recorded in MS medium containing 5 mg.l<sup>-1</sup> NAA + 2 mg.l<sup>-1</sup> kinetin. This result is consistent with previous findings (6, 17, 18) that kinetin has a stimulatory effect on cell proliferation and differentiation, because it hastens the transition of cells from the G2 phase to mitosis. However, these effects require the presence of auxins and in this experiment, low concentrations of kinetin (0 - 2 mg.l<sup>-1</sup>) promoted callus induction at high auxin levels used in this experiment.

The colour of *D. cumminsii* calluses ranged from brown to green, greenish yellow and yellow. Yellow colour was attributed to the formation of quaternary protoberberine alkaloids from cultured cells of *D. cumminsii* (2, 7), while the greening of the callus was an indication of the morphogenetic potential inherent to the callus (8). Consequently, rhizogenesis was achieved in MS media supplemented with NAA or IBA, either alone or in combination with cytokinins. High level of kinetin with various concentrations of NAA promoted redifferentiation of roots from *D. cumminsii* callus. Auxins promoted root redifferentiation when applied alone as a medium-supplement, while cytokinins had an inhibitory effect except in combination with auxins. Similar hormonal combinations as used in this experiment have been reported to promote shoot redifferentiation in *Vigna sinensis* (14) and *T. cordifolia* Miers (25).

There are differences in morphogenetic capacity of calluses from different plant species when they occur, they are always dependent on auxin-cytokinin ratios (4). Other factors may include endogenous compounds produced in the medium and substances carried over from the original explant (6). Only a few of the calluses produced by different organisms have given rise to entire organs and organ systems. In most cases, regeneration of roots precedes that of shoots but the sequential development of the two results in the reconstitution of the whole plant (9). In this experiment, high level of kinetin with various concentrations of NAA or IBA, promoted redifferentiation of roots. Further researches are necessary to obtain the optimum combination of growth hormones for shoot redifferentiation. This will lead to micropropagation and large-scale cultivation of *D. cumminsii*. Availability of the berries will ensure large-scale extraction of monellin from the berries for use by diabetics and dieters.

## Acknowledgement

The authors are grateful to the African Academy of Sciences for the award of Grant No. 201-58061 used for this work.

## Literature

- Adansi M.A. & Holloway H.L.O., 1977, Seed germination and establishment of the serendipity berry, *Dioscoreophyllum cumminsii* Diels. Acta Horticulturae, 53, 407-411.
- Adesina S.K., Herbone J.B. & Philipson J.D., 1978, The isolation of quaternary alkaloids from the leaves of *Dioscoreophyllum cumminsii* (Stapf) Diels. Planta medica, 33, 217-222.
- Bohak Z. & Li S.L., 1976, The structure of monellin and its relation to the sweetness of the protein. Biochim Biophysics Acta, 427, 153-170.
- Bourgin J.P., Chupeau Y. & Missonier C., 1979, Plant regeneration from mesophyll protoplasts of several *Nicotiana* spp. *Physiol. Plant.* 45, 288-292.
- Cagan R.H., 1973, Chemostimulatory protein: a new type of taste stimulus. Science, 161, 1241-1245.
- Esenowo G.J., 1999, Fundamentals of plant tissue culture. MEF Publishing Comp, Nigeria. 119 pp.
- Faruya J., Takafumi Y. & Kiyohara H., 1983, Alkaloid production in cultured cells of *Dioscoreophyllum cumminsii*. *Phytochemistry*, 22, 1671-1673.
- George E.F. & Sherrington P.D., 1984, Plant propagation by tissue culture. Exegetics Limited, England. 709 pp.
- Halperin W. & Wetherell D.F., 1964, Adventive embryony in tissue culture of the wild carrot, *Daucus carota*. Amer. Jour. Bot. 27, 274-283.
- Holloway H.L.O., 1977, Seed propagation of *Dioscoreophyllum cumminsii*, source of an intense natural sweetener. *Economic Botany*, 31, 17-50.
- Inglett G.E. & May J.F., 1969, Serendipity berries, source of a new intense sweetness. J. of Food Science, 34, 408-411.
- Irvine F.R., 1961, Woody plants of Ghana with special reference to their uses. Oxford University Press, London. 578 pp.
- Kim S.H., de vos Abraham & Ogata C., 1988, Crystal structures of two intensely sweet proteins. *TIBS*, 13, 13-15.
- Matsubara S., 1975, Nutritional and hormonal requirements for growth of *Vigna sinensis* callus *in vitro*. *Physiol. Plant.* 34, 83-89.
- Morris J.A. & Cagan R.H., 1972, Purification of monellin sweet principle in *Dioscoreophyllum cumminsii*. *Biochem Biophysics Acta*, 261, 114-122.
- Morris J.A., Martenson R.E. & Deibler G., 1973, Characterization of monellin, a protein that tastes sweet. *J. Biol. Chem.* 248, 2, 534-539.

17. Nishi T., Yamada Y. & Takahashi E., 1973, The role of auxins in differentiation of rice tissue cultured *in vitro*. Bot. Mag. Tokyo, 91, 83-91.
18. Ogihara Y., 1978, Tissue culture in Haworthia II: effects of three auxins and kinetin on greening and redifferentiation of callus. Bot. Mag. Tokyo, 92, 163-171.
19. Okonkwo S.N.C., 1996, Overview of *in vitro* technique. In: Proceedings of the training course on biotechnology: cell and tissue culture techniques. NASNI, Lagos. 245 pp.
20. Okoro O.O., 1980, Propagation of *Dioscoreophyllum cumminsii*. Nig. J.F. 10, 48-57.
21. Okoro O.O., 1976, Propagation of *Dioscoreophyllum cumminsii*. Nig. J.F. 6, 70.
22. Oselebe H.O., Ene-Obong E.E. & Nwankiti O.C., 2004, The biology of *Dioscoreophyllum cumminsii* (Stapf) Diels. Nigerian Jour. Bot. 17, 17-28.
23. Penarrubia L., Kim R., Giovannoni J., Kim S.H. & Fischer R.L., 1992, Production of the sweet protein monellin in transgenic plants. Bio. Technology, 10, 5, 561-564.
24. Reddy M.K., Rao A.S., Rao M.V., 2003, *In vitro* multiplication of *Tinospora cordifolia* Miers, an Ayurvedic Medicinal plant, via somatic embryogenesis, Abstract, 3<sup>rd</sup> World Congress on Medicinal and aromatic plants for human welfare Chiang Mai, Thailand, pp. 267.
25. Shimada T., Sasakuma T. & Tsunewaka K., 1969, *In vitro* culture of wheat tissues callus formation, organ redifferentiation and single cell culture. Can. J. Genet. Cytol. 11, 294-304.

Happiness O. Oselebe, Nigerian, B.Sc. (Education Biology), M.Sc. (Plant and Breeding Genetics). Graduate student, Laboratory for Tissue Culture and Biotechnology, Department of Botany, University of Nigeria, Nsukka, Nigeria.

E.E. Ene-Obong, Nigerian, Ph.D., Professor of Plant Breeding and Genetics, Department of Botany, University of Nigeria, Nsukka, Nigeria.

## AVIS

Nous rappelons à tous nos lecteurs, particulièrement ceux résidant dans les pays en voie de développement, que TROPICULTURA est destiné à tous ceux qui oeuvrent dans le domaine rural pris au sens large.

Pour cette raison, il serait utile que vous nous fassiez connaître des Institutions, Ecoles, Facultés, Centres ou Stations de recherche en agriculture du pays ou de la région où vous vous trouvez. Nous pourrions les abonner si ce n'est déjà fait.

Nous pensons ainsi, grâce à votre aide, pouvoir rendre un grand service à la communauté pour laquelle vous travaillez.

Merci.

## BERICHT

Wij herrineren al onze lezers eraan, vooral diegenen in de ontwikkelingslanden, dat TROPICULTURA bestemd is voor ieder die werk verricht op het gebied van het platteland en dit in de meest ruime zin van het woord.

Daarom zou het nuttig zijn dat u ons de adressen zou geven van de Instellingen, Scholen, Faculteiten, Centra of Stations voor landbouwonderzoek van het land of de streek waar U zich bevindt. Wij zouden ze kunnen abonneren, zo dit niet reeds gebeurd is.

Met uw hulp denken we dus een grote dienst te kunnen bewijzen aan de gemeenschap waarvoor u werkt.

Dank U.

## NOTES TECHNIQUES

## TECHNISCHE NOTAS

## TECHNICAL NOTES

## NOTAS TECNICAS

## Gestion participative du sanctuaire de gorilles de plaine de l'Ouest (*Gorilla gorilla gorilla*) de Lossi en République du Congo-Brazzaville: première analyse des résultats et des contraintes

R.A. Mbété<sup>1,3</sup>, H. Banga-Mboko<sup>2</sup>, I. Njikam Nsangou<sup>3</sup>, Véronique Joiris Daou<sup>4</sup> & P. Leroy<sup>3</sup>

Keywords: Participative management process- Gorilla- Tourism- Primatology- Lossi Congo Brazzaville- Republic of Congo

### Résumé

*Le sanctuaire de gorilles de Lossi constitue une expérience sur la synergie entre la recherche scientifique et la conservation de la nature. Trois parties prenantes sont impliquées dans un processus de gestion participative: l'Etat congolais, la communauté autochtone représentée par l'association des ayants droits des terres de Lossi et le programme européen sur les écosystèmes forestiers d'Afrique centrale. Une enquête de terrain a été effectuée sur le site de Lossi en 2003; elle avait comme objectif d'étudier les effets générés par la gestion participative et d'identifier les contraintes liées à l'exécution de cette approche participative en milieu réel. Les travaux de recherche sur la primatologie ont abouti à l'habituation des gorilles à la présence humaine, ce qui a conduit à la création d'un tourisme de vision de gorilles de plaine de l'Ouest. Un camp de touristes a été construit, ainsi que l'ouverture de la route d'accès au sanctuaire. Le tourisme a généré des emplois en faveur de la population locale qui est aussi prestataire de contrats sur les travaux de réfection des routes. Une partie des revenus a permis la construction d'un centre de santé intégré. Cependant, les travaux de recherche scientifique et le tourisme ont été ralentis pendant l'apparition de la fièvre hémorragique d'Ebola et pendant les trois épisodes de la guerre civile. La consolidation et le long terme de cette entreprise de cogestion du patrimoine naturel de Lossi consiste en l'établissement d'un plan d'aménagement et de gestion, qui concilie la conservation, le développement rural et la recherche scientifique tout en garantissant une répartition équitable des revenus entre les trois partenaires.*

### Summary

**Participative Management of the Sanctuary of Western Lowland Gorillas (*Gorilla gorilla gorilla*) of Lossi in Republic of Congo-Brazzaville: Preliminary Results and Constraints Analysis**

*The gorilla sanctuary of Lossi experiments the synergy between scientific research and nature conservation. Three partners are involved in a management participative process. These partners include the Republic of Congo, the local community of Lossi and the European programme on the forest ecosystems in Central Africa. An investigation was carried out on the sanctuary of Lossi in 2003, in order to study in situ the effects generated by the participative management and to identify the constraints linked to the participative approach. The work of primatologists allowed the habituation of the gorillas to the human presence and opened eyesight tourism of western lowland gorillas. A camp for tourists and the access road to the sanctuary have been constructed. The tourism generated jobs in favour of the local population which is also a take-partner of contracts on road repairing. The income from the tourism allowed the construction of a health centre. However, the works of researchers and tourism activities failed during the outbreaks of the Ebola hemorrhagic fever and during the three civil war episodes. The consolidation and the long term of this process of co-management of natural resources of Lossi remains the establishment of a management that should include conservation, rural development and scientific research, with equitably in the distribution of gain between the partners.*

### Introduction

Les sanctuaires sont des aires protégées d'un biome dont l'objectif est le maintien des conditions naturelles nécessaires à la préservation des espèces ou des communautés biologiques en danger ou menacées de disparition. Comme la plupart des aires protégées (parcs nationaux, zoos, réserves, monuments naturels, paysages naturels, régions naturelles), les sanctuaires sont inviolables et interdits de tout droit d'usage (24).

Parmi les espèces menacées figurent les gorilles. L'homme constitue le premier danger de ces primates en raison notamment de la destruction de leur habitat, de la chasse illégale pratiquée pour la consommation de la viande et l'obtention d'objets du fétichisme et du commerce illégal des bébés gorilles (1, 23). Les maladies comme celle à virus

Ebola constituent également une menace pour la survie de l'espèce (5, 15, 25, 26).

Le genre Gorilla est rencontré dans les forêts denses et humides de l'Afrique, des montagnes jusqu'aux plaines de la forêt équatoriale, plus précisément dans la zone qui s'étend du Nigeria à l'ouest, jusqu'en Ouganda à l'est. Il comprend deux groupes distincts et géographiquement séparés de 1.000 km environ: les gorilles de l'est (*Gorilla beringei*) et les gorilles de l'ouest (*Gorilla gorilla*) (19).

Les gorilles de l'est (*Gorilla beringei*), estimés à environ 12.000 individus, sont rencontrés dans la région des Virunga, à cheval sur le Rwanda, la République Démocratique du Congo et l'Ouganda. Ils sont divisés en deux sous groupes: les gorilles de montagnes et les gorilles de plaines de l'est (19).

<sup>1</sup>Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technologique (DGRST), B.P. 2499, Brazzaville, Congo- Brazzaville.

<sup>2</sup>Institut de Développement Rural (IDR), Université Marien Ngouabi, B.P. 69, Brazzaville, Congo Brazzaville.

<sup>3</sup> Institut Vétérinaire Tropical, Faculté de Médecine Vétérinaire, Université de Liège, 20 Bd Colonster, B43, 4000 Liège, Belgique.

<sup>4</sup> Institut de Sociologie, Université Libre de Bruxelles, Avenue Jeanne 44, B 1050 Bruxelles Belgique.

\*Auteur correspondant: Tél: 00 (242) 665 56 00, fax: 00 (242) 81 49 24, e-mail: rogermbete@yahoo.fr



**Tableau 1**  
**Sanctuaires de primates en République du Congo-Brazzaville**

| Dénomination                            | Année de classement | Superficie (ha) | Biome           | Localisation (région) | Partenaire Extérieur                                 |
|-----------------------------------------|---------------------|-----------------|-----------------|-----------------------|------------------------------------------------------|
| Sanctuaire de gorilles de Lésio-Iouma   | 1995                | 44 000          | savane          | Pool                  | Fondation Howletts et Port Lympne (Californie USA)   |
| Sanctuaire de chimpanzés de Tchimpounga | 1999                | 7 000           | savane          | Kouilou               | Institut Jane Goodal (Georgie USA)                   |
| Sanctuaire de chimpanzés Help           | 1999                | 2 000           | savane et forêt | Kouilou               | Help (Californie USA)                                |
| Sanctuaire de gorilles de Lossi         | 2001                | 35 000          | forêt           | Cuvette Ouest         | Ecosystèmes Forestiers d'Afrique Centrale (Belgique) |

Source: <http://www.minifor.com/forest/airesprtq.html>

Les gorilles de l'ouest, plus nombreux (environ 100.000 individus) vivent dans les forêts tropicales de la République du Congo Brazzaville, du Gabon, du Cameroun, de la Guinée Equatoriale, de la République Centrafricaine et du Nigeria (2, 21). Les gorilles de l'ouest sont également divisés en gorilles de montagnes et en gorilles de plaine de l'ouest. La République du Congo Brazzaville abrite l'une des plus importantes communautés de gorilles de plaine de l'ouest soit plus de la moitié de l'effectif mondial selon certains auteurs (6). D'autres auteurs estiment que leur effectif est égal à celui du Gabon (21). Cette divergence est due à la difficulté de recensement en forêts et aussi au fait que les deux pays ont de longues frontières forestières communes. Quoi qu'il en soit, le Congo Brazzaville et le Gabon abritent à eux seuls 80% de la population des gorilles de l'ouest (25).

Ce potentiel écologique dont l'importance est unanimement reconnue doit être préservé (1, 6, 21, 23). Pour ce faire, le Congo Brazzaville a établi quatre sanctuaires de primates (Tableau 1) dont le plus récent est implanté sur le site de Lossi au nord-ouest de la République (3).

Les terres de Lossi sur lesquelles le sanctuaire a été créé comprenaient historiquement quatre villages qui ont été regroupés le long des routes par l'administration coloniale française au début des années 60. Suite à ce remembrement, une partie de la population s'est dirigée vers le district de Kellé au sud, l'autre s'est installée sur l'axe Mbomo-Olloba au nord (10).

La gestion du tourisme de gorilles de montagne de l'est en Afrique et les revenus substantiels qu'ils ont rapportés ou rapportent (7, 18), inquiètent la communauté scientifique. Les primatologues européens se proposent ainsi d'orienter cette demande touristique vers les gorilles de plaines de l'ouest (9, 27).

Le site de Lossi fut le premier à être l'objet d'études de faisabilité relatif à un tourisme de vision de gorilles de plaine de l'ouest en Afrique Centrale (8, 9). En 1992, le programme Ecosystème Forestiers d'Afrique Centrale (ECOFAC) a effectué des recherches sur le comportement et le régime alimentaire des gorilles et chimpanzés sur les terres de Lossi (9).

A l'issue de ces deux expériences menées par le programme européen centrées sur la recherche scientifique et le tourisme de vision, les ayant droits des terres de Lossi ont proposé au gouvernement congolais, la création de la Réserve de Faune de Lossi pour préserver les ressources naturelles et valoriser le potentiel scientifique et touristique de la zone (10). Dès lors, l'expérience de Lossi opéra la synergie entre la recherche scientifique, la conservation et l'écotourisme, dans le sens d'une valorisation rationnelle des ressources naturelles. Trois partenaires assurent actuellement la co-gestion de la réserve en impliquant la population locale,

d'où la notion de la gestion participative prononcée pour la première fois localement auprès des paysans (11). Elle fut perçue par ceux-ci comme la nième invention de *l'homme blanc* pour mieux exploiter les ressources forestières tropicales (10).

En réalité, la gestion participative des aires protégées est une forme de partenariat permettant aux différents acteurs impliqués dans la sauvegarde de la nature de se partager les fonctions, les droits et les responsabilités de la gestion d'un territoire ou d'une gamme de ressources jouissant d'un statut de protection (12). Ce concept est né des échecs du passé en matière de politique de conservation de la faune et de la flore des pays en voie de développement, basée sur la protection intégrale, sans exploitation.

En effet, depuis fort longtemps, particulièrement en Afrique, les Etats avaient décidé de s'approprier le monopole de la gestion des ressources forestières (faune et flore). Depuis la période coloniale jusqu'à nos jours, les aires protégées ont été créées sans qu'il n'y ait discussions, intérêt, proposition de participation, ou de co-gestions des populations locales relatives aux décisions concernant la gestion des ressources de leurs terroirs (17). L'une des conséquences de ces décisions unilatérales fut l'expulsion des populations riveraines de leurs terres ancestrales. Les responsables scientifiques et politiques n'envisageaient habituellement pas à l'époque de considérer les groupes humains comme élément constitutif du biotope alors que l'homme vivant en quasi-autarcie faisait en effet partie de l'écosystème en équilibre (14).

Ce n'est que récemment que des projets associant les communautés rurales dans la gestion des écosystèmes ont vu le jour en Afrique. Le projet CAMPFIRE au Zimbabwe, créé en 1989, juste après l'accession de ce pays à la souveraineté nationale en 1980 est parmi les pionniers en Afrique, en impliquant une population locale estimée à plus de 250.000 individus dans la gestion des aires protégées (13). Chaque village participant au projet CAMPFIRE (couvrant maintenant 26 zones) a un comité de faune chargé de gérer les ressources fauniques, les activités touristiques ou liées à l'éducation environnementale.

D'une manière générale, les revenus générés par le tourisme de vision sont affectés aux communautés rurales pour la construction et l'équipement des cliniques et des écoles; la construction des routes et des puits de forage ou le paiement des salaires des guides touristiques. Pendant la période de sécheresse, l'argent est versé directement aux personnes locales ou employées par le projet pour acheter le maïs et d'autres produits alimentaires. En outre, CAMPFIRE encourage activement des femmes à participer à la prise de décisions au sein de la communauté. Naguère, ce rôle était exclusivement dévolu aux hommes (4).

Au Congo Brazzaville, le gouvernement a récemment déclaré

officiellement privilégier la gestion intégrée et participative des ressources naturelles, impliquant à la fois l'Etat, les communautés de base, les opérateurs économiques, les organisations non gouvernementales (ONG) et les autres associations (20). A ce titre, le cas de Lossi est illustratif; les principaux acteurs impliqués dans la co-gestion sont l'Etat congolais, le programme européen sur les Ecosystèmes Forestiers en Afrique Centrale (ECOFAC) financé par l'Union Européenne, et l'Association des Ayant droits des Terres de Lossi (AATL). Cette approche participative, dont l'innovation concerne essentiellement l'implication des populations locales à cette action de conservation et de développement, nous a paru intéressante et a constitué la base de la présente étude. Son objectif est de présenter à partir d'une enquête de terrain informelle non structurée sur le site de Lossi, les premiers résultats de cette co-gestion et essayer d'identifier les contraintes issues de ce processus.

## Matériel et méthodes

### La zone d'étude

#### 1. Description sommaire

Selon le décret créant le sanctuaire de gorilles, Lossi est situé dans le département de la cuvette congolaise ouest, district de Mbomo (lat. 0°01'N, long 15°35'E) à environ 700 km de Brazzaville. Il couvre une superficie de 350.000 hectares. Il est limité au sud par la rivière Likouala-Mossaka, à l'ouest par la rivière Doulé, au nord par la rivière Ongombé et à l'est par la confluence des rivières Ekombi et Okesson. Il se situe également à environ 50 km du Parc National d'Odzala-Kokoua (Figure 1).

Trois villages sont concernés actuellement par le sanctuaire: Lengui-lengui (220 habitants), Ombo (64 habitants) et Mouangui (35 habitants), tous trois situés sur l'axe Mbomo-Olloba.

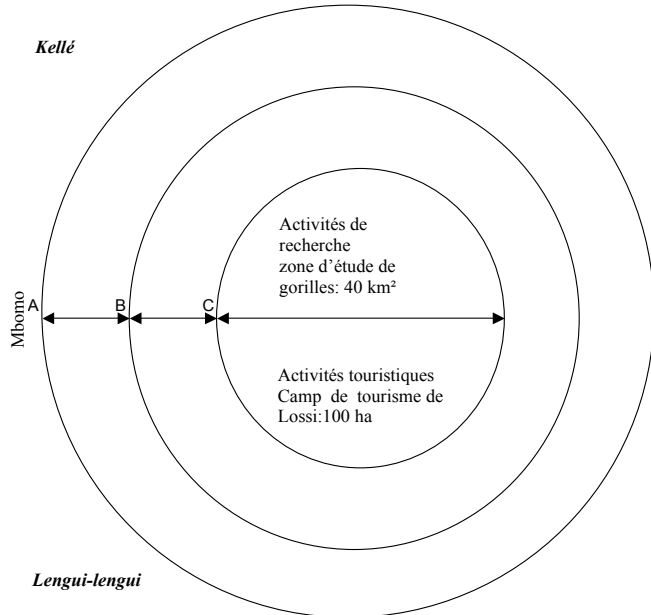


Figure 2: Zonage du sanctuaire de gorilles de Lossi en République du Congo Brazzaville:

A: Zone à exploitation villageoise (développement rural)

B: Zone de cueillette et de pêche accessible sans arme, après acquittement d'une patente

C: Noyau Central du sanctuaire où se déroulent les activités de recherche et le tourisme de vision des gorilles de plaine.

BC: Zone Intégralement Protégée

AB: zone tampon: profondeur de 10 km

District de Mbomo qui regroupe les villages périphériques à la réserve: 3000 habitants

AC: 24 km

Superficie du sanctuaire: 350 km

Source: Mbéte R.A. (17).

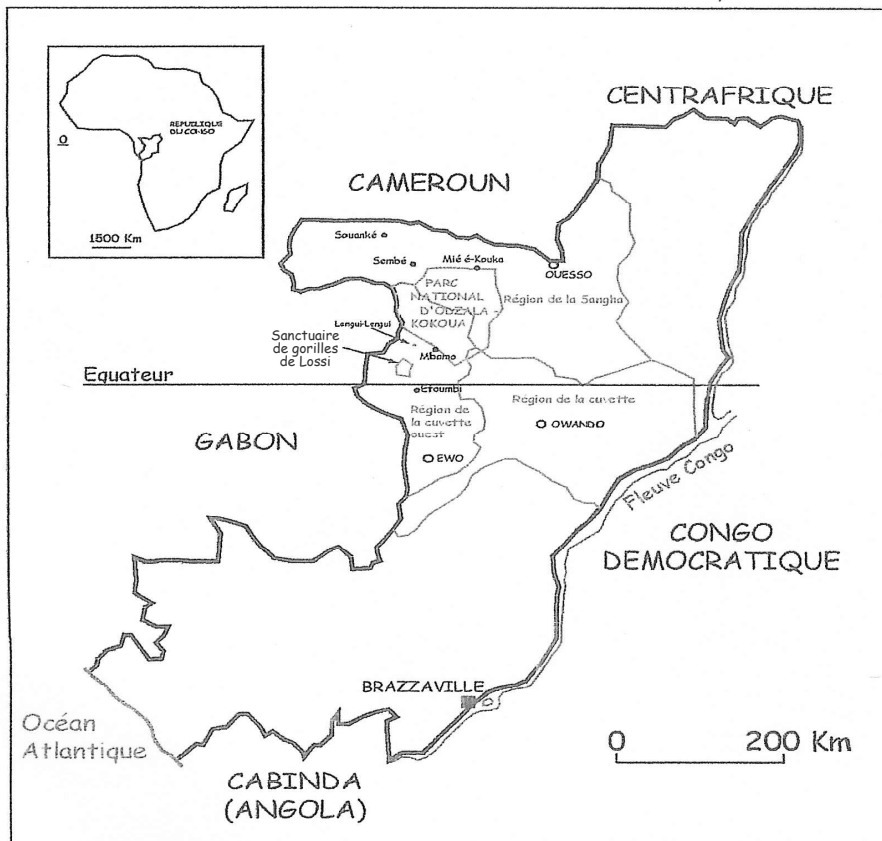


Figure 1: Localisation du sanctuaire de gorilles de Lossi en République du Congo Brazzaville. Source: Schaffner (22).

Le sanctuaire et le district de Mbomo bénéficient d'un climat tropical chaud et humide avec deux saisons de pluies et deux saisons sèches. La pluviométrie annuelle est en moyenne de 1.500 mm.

La végétation du sanctuaire de Lossi consiste, sur la terre ferme, en une mosaïque de forêts denses semi-caducifoliées et clairsemées à marantacées.

## 2. Le zonage du sanctuaire

Selon l'article 6 du décret n° 2001-222 du 10 mai 2001 portant création du sanctuaire de gorilles de Lossi, il est créé une zone tampon de dix kilomètres autour du sanctuaire, sauf dans sa limite nord, à l'intérieur de laquelle aucune exploitation forestière ou minière ne peut être effectuée (Figure 2). En outre, des études ont été réalisées pour l'élaboration d'un plan d'aménagement de l'aire protégée de manière participative sur la base du plan de zonage qui sera également négocié.

## 3. Les principaux acteurs du partenariat

### 3.1. L'Etat congolais

Les Ministères impliqués sont: le Ministère de l'Economie Forestière chargé de la Pêche et des Ressources Halieutiques, le Ministère de l'Industrie minière et de l'Environnement, et le Ministère de l'Economie, des Finances et du Budget.

S'agissant de l'implication du Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage, elle ne sera effective qu'après l'élaboration et l'adoption du plan d'aménagement et de gestion qui prévoit en général des actions pour le développement rural en périphérie du sanctuaire.

### 3.2. Le programme ECOFAC

Cette expérience de gestion participative est soutenue par la composante Congo du programme ECOFAC, financé par l'Union européenne à hauteur de 4.000.000 d'euros.

3.3. La communauté rurale est représentée par l'Association des Ayants droit des Terres de Lossi (AATL) issue des villages Lengui -lengui, Moangui et Ombo.

## 4. Objectifs du projet

Le projet a été initié par une phase expérimentale de 1992 à 2001, suivi d'une phase d'exécution de 2002 à nos jours.

4-1. les objectifs de la phase expérimentale étaient de recenser les terres concernées par le projet de conservation, d'habituer les gorilles à la présence humaine et de créer le sanctuaire.

### 4-2. les objectifs de la phase d'exécution

Selon les termes du décret créant le sanctuaire de gorilles de Lossi, cette réserve naturelle est chargée de:

- l'habituatation des gorilles de plaine à la présence humaine,
- la conservation et la pérennisation des populations naturelles de gorilles,
- la préservation de l'écosystème forestier dans son état naturel,
- la participation et l'implication des communautés locales à la gestion du sanctuaire,
- la promotion de la recherche scientifique,
- la promotion et le développement de l'écotourisme basé sur le gorille de plaine,
- l'éducation à l'environnement,
- la surveillance continue de l'environnement.

## 5. Les moyens mis en oeuvre

### 5.1. Le personnel

Deux types de personnels oeuvrent pour le sanctuaire de Lossi:

5.1.1. Le personnel affecté directement sur le site de Lossi  
Le conservateur du Parc National d'Odzala-kokoua a été nommé également conservateur du sanctuaire de gorilles de Lossi. Il est l'homologue du chef de la composante Ecofac-Congo et fait partie intégrante des organes de décisions de l'aire protégée. Il veille scrupuleusement au respect sans faille de la législation nationale en matière de conservation des ressources naturelles et sanctionne à cet effet tout contrevenant.

Dans l'exercice de ses fonctions, il est secondé par deux adjoints: un conservateur assistant pour le Parc National d'Odzala-Kokoua et un autre adjoint pour le sanctuaire de gorilles de Lossi.

5.1.2. Le personnel de l'administration du Ministère congolais de l'Economie Forestière à Brazzaville.

### 5.1.3. Les écogardes et les pisteurs de gorilles

Pour la protection de la biodiversité, le programme ECOFAC a procédé à la formation et la reconversion des anciens chasseurs en pisteurs de gorilles et en écogardes.

### 5.1.4. Ressources financières

Elles proviennent des subventions de l'Etat congolais ou du partenaire technique ECOFAC, des dons et legs, et des ressources générées par l'exploitation du sanctuaire.

## Méthodes d'étude

Les informations ont été initialement collectées à partir des sources bibliographiques et audiovisuelles. Une enquête a ensuite été menée sur le site de Lossi et auprès des administrations forestières du Congo et du Gabon.

Un échantillon de 100 personnes représentant toutes les parties prenantes du projet a été interrogé sur la base d'un questionnaire, au travers d'entretiens individuels ou groupés. Cet échantillon était composé de 12 fonctionnaires à Libreville et à Brazzaville, 5 représentants de ECOFAC et 83 ruraux dont 20 issus du village Ombo, 10 du village Moangui et 53 du village Lengui-lengui.

## Résultats

### Perception des partenaires sur la gestion participative

Comme le montre le tableau 2, le processus de gestion participative du sanctuaire est perçu différemment selon les partenaires. Pour les populations riveraines regroupées autour de l'AATL, le développement rural est considéré comme une priorité. Les attentes immédiates sont nombreuses, au nombre desquelles figure le désenclavement de la région. Le partenaire technique ECOFAC considère comme prioritaire la recherche scientifique, la sauvegarde des populations de gorilles, et tout particulièrement, la lutte anti-braconnage, la reconversion et l'encadrement des chasseurs traditionnels; l'Etat congolais quant à lui, se limite à assurer et à coordonner la politique générale de la conservation de la biodiversité et en filigrane, la lutte contre la pauvreté.

### Aspects positifs

#### 1. Classement de la réserve naturelle de Lossi en sanctuaire

La réserve naturelle de Lossi a été classée sanctuaire de gorilles de Lossi par décret portant le numéro 2001-222 du 10 mai 2001.

**Tableau 2**  
**Synthèse des perceptions du projet selon les parties prenantes**

| Parties | Centres d'intérêts                     | Attentes                                                                                                                     |
|---------|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| AATL    | Développement rural                    | -Aménagement des infrastructures de communication<br>-Commercialisation des produits agricoles<br>-Emplois, économie, etc... |
| ECOFAC  | Conservation et recherche scientifique | -Lutte anti-braconnage<br>-Alternatives de chasses<br>-Ethologie des gorilles de plaine<br>-Tourisme de vision               |
| ETAT    | Appui institutionnel                   | - Lutte contre la pauvreté                                                                                                   |

## 2. Synergie recherche conservation

Les travaux de recherches sur le comportement des gorilles de plaine ont permis l'habituation de deux familles de gorilles à la présence humaine. Une valorisation de ce potentiel faunique a été dès lors possible par un tourisme de vision comme celui pratiqué dans la région des Grands Lacs avec les gorilles de montagnes.

## 3. Le tourisme: source de revenus

Le tourisme de vision s'est matérialisé par la construction d'un camp pour touristes où logent également les chercheurs. Les populations de Lengui-lengui et des autres villages proposent en plus aux touristes des activités culturelles (chasse aux filets, pêche à la corbeille, cérémonies du Likinda en Mboko et Litsinda en Kota (circoncision). Les revenus générés par le tourisme tirent leur origine de trois sources: les taxes (droit d'entrée et de filmage), l'hébergement et la restauration. Selon l'administration, pour cette phase expérimentale, des recettes d'environ 75.000.000 FCFA (114.336,76 Euros) ont été générées.

## 4. Infrastructure sanitaire

Un centre de santé intégré (CSI) a été bâti et un agent de santé intégré a été recruté au village Lengui-lengui sur les fonds générés par les activités touristiques. Cette action a été très fortement appréciée par les populations riveraines qui jadis, parcouraient plus de trente kilomètres de brousse et de forêt pour rallier la seule structure sanitaire dans le district de Mbomo.

## 5. Création d'emplois

Cinq guides issus de l'AATL ont été recrutés, formés et sont impliqués dans les travaux de recherches en qualité d'auxiliaires. Cinq éco-gardes supplémentaires ont été recrutés pour renforcer les capacités de patrouilles des éco-gardes d'ECOFAC dans la lutte anti- braconnage.

## 6. Augmentation du pouvoir d'achat

Le payement des salaires a augmenté le pouvoir d'achat local, des besoins nouveaux sont apparus et se sont traduits par l'acquisition de biens (radios, chaîne musicale, matériaux de construction durables comme ciment ou tôles, etc.)

## 7. Prestation des contrats par la communauté rurale

Des travaux communautaires financés par le projet ECOFAC ont été opérés; tels que la réfection de la route d'accès au sanctuaire, le désenclavement du district de Mbomo et des villages périphériques à la réserve. La restauration et l'hébergement des touristes offrent également des emplois saisonniers.

## 8. Appui à l'encadrement de la chasse villageoise

La chasse aux filets a été promue et des filets ont été

distribués aux chasseurs. Cette dotation a permis de diminuer la pression exercée par le piégeage sur la petite et moyenne faune.

## 9. Promotion des activités agricoles

La réouverture de la route Mbomo-Oloba et la réhabilitation des ponts ont stimulé la promotion des activités agricoles comme alternatives à la chasse, cette dernière représentait 40% des activités des villages. Les commerçants gabonais viennent actuellement se procurer des denrées alimentaires de premières nécessités telles que le manioc, le fufou (tubercules de manioc séchés), l'igname, le maïs, la banane, les légumes, etc. Ces denrées constituent une source de revenus substantielle pour l'économie familiale et locale.

## Aspects négatifs

### 1. Apparition d'une inégalité sociale et dépravation de certaines mœurs

Un véritable problème se pose avec acuité dans l'organisation du partenaire local AATL. Seule une minorité d'ayant droits et leurs familles engrangent les bénéfices. Ce déséquilibre menace l'unité communautaire.

Les bouleversements sociaux liés au salariat sont également apparus. Ce dernier a fait naître chez les hommes des besoins supplémentaires comme l'entretien de maîtresses qui sont parfois des femmes mariées. Cette dépravation des mœurs est incompatible avec l'éthique sociale de la communauté des Mboko-Alengui. Ainsi, en cas de culpabilité ou de manquement à l'honneur, la famille a le devoir de réparer le préjudice causé.

### 2. Absence de reconnaissance officielle de l'AATL

L'AATL n'a toujours pas de statut juridique après cinq années d'activités. Cette carence est imputable à la lenteur administrative.

## Contraintes

### 1. Contraintes écologiques

La forêt dense humide de Lossi n'offre pas de grandes potentialités de vision de la faune, comparée aux zones de savanes de l'Afrique comme la Tanzanie ou le Kenya. Sa végétation dense favorise plutôt un tourisme d'affût, synonyme de faible capacité de groupes. Pour cette raison, le sanctuaire n'accueille que six personnes par jour, soit deux groupes de trois personnes, chaque groupe visitant une des deux familles de gorilles.

### 2. Contraintes pathologiques

L'apparition persistante de foyers de fièvre hémorragique Ebola menace la durabilité du site et du processus. Les primates y sont particulièrement sensibles. Plus d'une centaine de gorilles de Lossi sont décédés du virus d'Ebola

sur une période de cinq mois. La dernière vague de l'épidémie a tué une centaine d'habitants dont un garde du sanctuaire. Cette hécatombe représente une lourde perte pour la population de Lossi pour laquelle la presque totalité des revenus est générée par le tourisme des gorilles. Les contraintes médicales constituent ainsi un risque lié au concept de la gestion participative du sanctuaire.

### 3. Contraintes politiques

La guerre civile, qui a sévi en trois phases consécutives de juin 1997 à décembre 1999, a ébranlé le processus de gestion participative à Lossi. Au-delà de la désorganisation du pays, la sous-dotation en moyens matériels et humains du sanctuaire a eu pour conséquence l'absence de tout contrôle sur le sanctuaire. Les activités touristiques encore embryonnaires ont été suspendues durant les épisodiques guerres civiles, privant le sanctuaire et l'AATL de rentrées financières. Un prélèvement excessif et illégal du gibier par des braconniers occasionnels, autochtones et étrangers, s'est opéré du fait de la prolifération d'armes de guerre durant cette période. Le chômage endémique des diplômés a aggravé ce phénomène, car certains natifs sont rentrés dans leur village d'origine, grossissant ainsi le nombre de jeunes désœuvrés qui s'adonnaient au braconnage, essentiellement autour du sanctuaire.

## Discussion et conclusion

Le processus de gestion participative du sanctuaire de gorilles engagé à Lossi avec les populations locales constitue une innovation dans la conservation des aires protégées en Afrique Centrale. Ainsi, la reconnaissance mutuelle des trois partenaires serait un gage de durabilité. Cependant, la prise en compte exclusive de l'AATL comme partenaire local est discriminatoire auprès du reste de la population. Quoique les terres cédées au sanctuaire de Lossi appartiennent à l'AATL, un comité local de gestion des ressources naturelles impliquant l'AATL et le reste de la population locale est indispensable. C'est précisément ce comité qui deviendrait l'interlocuteur valable pour les négociations et la signature des contrats de gestion du sanctuaire. Le village devrait être considéré comme l'unité principale de gestion des ressources naturelles, tant pour la terre que pour la faune sauvage. Le projet *Communal Areas Management Programme for Indigenous Resources* (CAMPFIRE) au Zimbabwe est un exemple à suivre car celui-ci donne aux paysans, sans discrimination, le pouvoir de gérer leurs ressources naturelles afin de forger leur propre développement rural (13).

Le zonage actuel du sanctuaire a été établi sur la base de la biodiversité du sanctuaire et aussi de la densité de population à l'époque. Malheureusement, les effets conjugués du chômage endémique des diplômés et les différentes vagues de la guerre civile ont provoqué le retour de certains natifs de Lossi. Ceux-ci sont rentrés dans leurs villages d'origine, grossissant le nombre des jeunes gens qui ont abandonné leurs études, faute de soutien financier des parents. Cette nouvelle couche de la population pratiquant la chasse illicite autour du sanctuaire suggère que les trois partenaires doivent prendre en compte cette dimension démographique par une adaptation du zonage actuel. L'instauration des zones tampon économiquement viables, durablement exploitables, représente la condition *sine qua non* pour un développement local contribuant

aux besoins de la conservation (14). Pour ce faire, un plan d'aménagement préconisant un zonage qui concilie mieux conservation et développement communautaire serait le gage d'une bonne gouvernance environnementale.

Les foyers récurrents de la fièvre hémorragique Ebola qui ont décimé une partie de la communauté de gorilles entre 1983 et 2000 sont des éléments à prendre en compte également dans la poursuite du processus (5, 25). La complexité de cette épidémie suggère le renforcement d'une approche pluridisciplinaire (15, 26). A cet effet, le camp de chercheurs du sanctuaire est un outil de travail pour l'investigation épidémiologique de cette maladie.

Nul ne peut ignorer que les changements même les plus souhaités ont toujours leur mélancolie. A plus forte raison, une politique de conservation de la nature entraîne pour les populations autochtones quelques restrictions comme l'inaccessibilité dans certaines zones auparavant réservées à la chasse ou aux rites ancestraux. En conséquence, les trois partenaires doivent envisager des mesures de remplacement. Des études récentes ont montré que des activités agricoles pourraient être développées sur les terroirs villageois à la périphérie du sanctuaire: maraîchage, apiculture, élevage (16, 22). Les espèces animales sauvages les plus prélevées comme les antilopes (céphalophes), les rongeurs (aulacodes et athérures), voire les suidés (potamochères) pourraient faire l'objet d'un *game-ranching* pilote autour de l'aire protégée (16, 17).

La conservation de la biodiversité impliquant les communautés rurales et alliant la recherche scientifique et l'éco-tourisme est encore au stade expérimental. L'approche participative est à coup sûr une révolution dans les pratiques centralistes qui caractérisent encore beaucoup de pays africains. Cependant, il sied de signaler que l'habitation de la sous espèce *Gorilla gorilla* est un processus long et complexe. Le régime alimentaire majoritairement frugivore (5, 8) a pour conséquence immédiate un domaine vital étendu permettant aux gorilles de couvrir de longues distances. Le seul moyen de garantir la vision des gorilles aux touristes est donc de pister quotidiennement leurs déplacements. Le succès d'une telle entreprise dépend essentiellement de la formation d'excellents pisteurs, de l'expertise dans l'habitation des gorilles à la présence humaine et la mise en place d'une police sanitaire contre les maladies récurrentes (mise en quarantaine rapide de la zone concernée).

Cette expérience pourrait servir de modèle ailleurs à condition que soient préalablement résolues des questions comme la reconnaissance officielle de l'AATL, gage d'une vraie gestion participative, l'attribution des revenus financiers aux populations avec pouvoirs de décision, le suivi de l'écosystème, la création d'activités pour les nouveaux actifs et la lutte anti-braconnage.

## Remerciements

Cette étude a reçu le financement du bureau Agriconsulting Europe (Belgique). Les auteurs expriment leur gratitude aux trois composantes de la gestion participative du sanctuaire de gorilles de Lossi, à savoir l'Etat congolais, le programme européen sur les Ecosystèmes Forestiers d'Afrique Centrale et l'Association des Ayant droits des Terres de Lossi, pour leur collaboration au cours de l'enquête.

## Références bibliographiques

1. Ankara D., 2004, Proposal for the inclusion of the Western lowland Gorilla (*Gorilla gorilla gorilla*) on the appendices of the convention on the conservation of migratory species (CMS) of wild animals. Case of Congo Brazzaville. In: Twelfth meeting of the CMS scientific council, Glasgow, Scotland, United Kingdom, 31 March- 3 April 2004, 3 p.
2. Anonyme, 2004, Les gorilles de l'ouest. <http://www.westerngorilla.org/titacts/main.htm>, consulté le 23/03/2004.
3. Anonyme, 2004, Les aires protégées de la République du Congo. [www.minifor.com/forest/airesprtg.html](http://www.minifor.com/forest/airesprtg.html), consulté le 23/03/2004.
4. Anonyme, 2005, Focus on sustainable development. Etude de cas: CAMPFIRE, Zimbabwe. <http://www.campfire-zimbabwe.org>, consulté le 06/09/05.

5. Bermejo M., 1999, Update on the Lossi Gorilla, a study and future sanctuary of gorilla, 1998, Popular Republic of Congo, Gorilla-Conservation-News, May, 13, 4-5.
6. Butynski T.M., 1997, African Primate Conservation. *In*: Primate conservation, IUCN, Primate specialist group network (eds), 17, 87-100.
7. Butynski T.M. & Kalina J., 1998, Gorilla tourism: a critical look. *In*: Conservation of biological resources, Milner-Gulland E.J & Mace R. (eds), Blackwell, scientific publications, Oxford, pp. 230-280.
8. De Mérode E., Bermejo M., & Illera G., 2001. Aire protégée et tourisme, Canopée, 20, 15-16.
9. Gami N., 1999, Les gorilles de plaines pourquoi pas eux ? Canopée, 13, 15-17.
10. Gami N., 2002, Comment et pourquoi les populations rurales du village Lengui-lengui (forêts nord- Congo, Brazzaville) ont créé le sanctuaire de gorilles de Lossi. *In*: Second International Workshop Forestry in Africa, Arusha, Tanzania, 18-22 February 2002, 401-406.
11. Gami N., 2003, Le sanctuaire de gorilles de Lossi (Congo): les leçons d'une démarche participative. *In*: Gestion durable des forêts denses d'Afrique Centrale et Occidentale. CD-Rom, FORAFRI, CIRAD, CIFOR, Ministère des Affaires Etrangères (France), eds. Doumenge, Gami. & Loupe 83 p.
12. Grazia B.F., 1997, Gestion participative des aires protégées: l'adaptation au contexte. Série sur les politiques sociales. UICN, Gland, Suisse et Cambridge, Royaume-Uni, 80 p.
13. Hasler R., 1999, Overview of the social, ecological and economic achievements and challenges of Zimbabwe's CAMPFIRE Program International Institute for Environmental and development (Eds) London UK, 26 p.
14. Joiris Daou V., 1996, Importance des terroirs coutumiers pour la conservation: réflexion à partir du programme ECOFAC au Cameroun, au Gabon, au Congo et en République centrafricaine. Colloque panafricain sur la gestion communautaire des ressources naturelles et le développement durable, Harare, Zimbabwe, 24-27 juin 1996, 12 p.
15. Leroy E.M., Rouquet P., Formenty P., Souquière S., Kilbourne A., Froment J.M., Bermejo M., Smit S., Karesh W., Swanepoel R., Zaki S.R. & Rollin P.E., 2004, Multiple Ebola virus transmission events and rapid decline of Central African wildlife. *Science*, 303, 5656, 387-390.
16. Mampouya A., 2000, Etude du terroir villageois à la périphérie du sanctuaire de gorilles de Lossi. Mémoire, Diplôme de maîtrise en géographie rurale, Université Marien Ngouabi, Brazzaville, Congo, 110 p. + annexes.
17. Mbété R.A., 2003, La gestion participative des aires protégées (faune et flore) en Afrique. Etude de cas: la gestion participative du sanctuaire de gorilles de Lossi au Congo Brazzaville. Mémoire, Diplôme d'Etudes Spécialisées (DES) en gestion des ressources animales et végétales en milieux tropicaux. Université de Liège, Liège, 66 p. + annexes.
18. Mc Neillage A., 1996, Ecotourism and mountain gorillas in the Virunga volcanoes. *In*: The exploitation of mammal populations, Taylor V.J. and Dunstone N. (Eds), Chapman and Hall, London, 334-344.
19. Meder A., 2002. The genus Gorilla and gorilla in the wild. <http://www.angela.meder.de/publik/eep.pdf>, 12 p, consulté le 5 avril 2004.
20. Ndjombo H., 1997, Discours de politique générale sur la relance des activités du secteur forestier au Congo-Brazzaville. ECOFAC. Canopée, 10, 12-13.
21. Oko R.A., 1999, Distribution and conservation of gorilla and chimpanzees in the Congo. Pp. 47-50. *In*: Ehara A. et al., (eds) Primatology to day, Amsterdam, Elsevier.
22. Schaffner R., 2000, Plan directeur d'aménagement du sanctuaire de gorilles de Lossi, Congo. Mémoire de DESS en Sciences de l'environnement, Université Louis Pasteur, Strasbourg, France, 62 p. + annexes.
23. Tutin C.E.G., 2001, Saving the gorillas and chimpanzees of the Congo basin. *Reprod. Fertil. Dev.*, 12, 469-476.
24. Vives-Avelines M., 2001, Les aires protégées: un arc à plusieurs cordes. Canopée, 20, 3-4.
25. Walsh P.D., Albernethy K.A., Bermejo M., Beyers R., De Wachter P., Akou M.E., Huijbregts B., Mambounga D.I., Toham A.K., Kilbourn A.M., Lahm S.A., Latour S., Maisels F., Mbina C., Mihindou Y., Obiang S.N., Effa E.N., Starkey M.P., Teffer P., Thibault M., Tutin C.E., White L.J. & Wilkie D.S., 2003, Catastrophic ape decline in western equatorial Africa. *Nature*, **422** (6932), 611-614.
26. Whitfield J., 2003, Ape populations decimated by hunting and Ebola virus, *Science*, 422, 551.
27. Wilkie D.S. & Carpenter J.F., 1999, Can nature tourism help finance protected areas in the Congo Basin? *Oryx*, **33**, 4, 332-338.

R.A. Mbété, Congolais, Ingénieur agronome, DES en gestion des ressources animales et végétales en milieux tropicaux, filière gestion de la faune, Attaché de recherche à la Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technologique (DGRST), Brazzaville, Congo Brazzaville, Doctorant en Sciences Vétérinaires, orientation Santé et Productions animales, à la Faculté de Médecine Vétérinaire de l'Université de Liège, Belgique. Doctorant en Sciences vétérinaires, orientation santé et productions animales à l'Université de Liège, Belgique.

H. Banga-Mboko, Congolais, Ingénieur de développement rural, PhD en sciences vétérinaires, orientation santé et productions animales, Enseignant-chercheur à l'Institut de Développement Rural de l'Université Marien Ngouabi à Brazzaville, Congo Brazzaville.

I. Nsangou Njikam, Belge, Docteur vétérinaire, Assistant, Responsable de la filière faune à l'Institut Vétérinaire Tropical de la Faculté de Médecine Vétérinaire de l'Université de Liège, Belgique.

Véronique Daou Joiris, Belge, Anthropologue, PhD, Professeur à l'Institut de Sociologie de l'Université Libre de Bruxelles (ULB), Belgique.

P.L. Leroy, Belge, Docteur vétérinaire, PhD en génétique animale, Professeur, Président de l'Institut Vétérinaire Tropical de la Faculté de Médecine Vétérinaire de Liège, Belgique.

# Stratégie de valorisation des espèces ressources en produits non ligneux de la savane des environs de Kinshasa. I. Enquête ethnobotanique

E. Makumbelo<sup>1</sup>, L. Lukoki<sup>2</sup>, J. Paulus sj.<sup>2</sup> & N. Luyindula<sup>3</sup>

Keywords: Resources species- Non lignous products- Savanna- Democratic Republic of Congo

## Résumé

*Une enquête ethnobotanique a porté sur les espèces ressources en produits non ligneux de la savane dont les fruits sont souvent consommés entre les repas. Les produits récoltés et leurs usages ont été étudiés, auprès de la population de 522 parcelles. Les 13 espèces identifiées à Kinshasa sont aussi présentes dans les districts du Bas-Congo et du Kasai. Le prélèvement abusif des graines et des rhizomes conjugué à l'action du feu de brousse et de mauvaises pratiques culturelles rendent ces espèces vulnérables et entraînent la dégénérescence de l'écosystème herbeux.*

## Summary

### Strategy of Valorization of the Resource Species in Non-woody Products from the Savanna Belt of Kinshasa. I. Ethnobotany Survey

*An ethnobotany survey was carried out on resources species of savanna non lignous products from which fruits are often eaten between meals. A survey on 522 residential plots allowed to identify these species, their products harvested and uses. The 13 species identified in the Kinshasa region are also present in Bas-Congo and in Kasai districts. Excessive picking of seeds and rhizomes added to fire's action and bad cultural practices make these species vulnerable and lead to savanna's degeneration.*

## Introduction

La formation herbeuse est un écosystème qui couvre une partie de l'Afrique, de l'Amérique et de l'Asie (1). La carte phytogéographique de Lebrun (11) localise cette formation dans la région guinéenne et dans la région soudano-zambézienne. Duvigneaud (8) la répartit en steppe, savane et strate arbustive ou arborescente de pyrophytes spécialisés. La phytogéographie congolaise et d'autres études comptent les savanes guinéennes dans les districts du Bas-Congo, du Kasai et dans quelques zones des districts du Bas-Katanga, Côtier, Forestier central, du Mayombe et de l'Ubangi-Uélé (5, 6, 18, 19, 25).

Certaines espèces de la flore de cette formation portent des fruits consommés hors-repas (2, 21, 22) qui, avec les écorces, feuilles et rhizomes constituent les produits non ligneux de la savane (PNLS). Le prélèvement abusif de certains d'entre eux rend ces espèces vulnérables (7, 16). Le feu de brousse (12) et les mauvaises pratiques culturelles renforcent la précarité de ces espèces, la dégradation des écosystèmes et la pauvreté de la population.

Cette note présente les résultats d'une enquête ethnobotanique sur la perception de ces espèces ressources dont les fruits sont généralement pris en consommation hors repas à Kinshasa.

## Matériel et méthodes

Un échantillon auto pondéré (Tableau 1) a été tiré sur base d'un relevé des 5.158 parcelles de trois quartiers administratifs périphériques de la ville, dont Livulu, commune de Lemba (1.791 parcelles), Kembu, commune de Lemba (1.772) et Masanga Mbila (1.595 parcelles), commune de Mont-Ngafula. La fraction de sondage est de 1/9,5.

L'enquête a été menée systématiquement sur toutes les 164 rues de 9 strates du rayon d'enquête. Les difficultés rencontrées lors du pré-test ont poussé à ce que le questionnaire soit administré sous forme d'interview. Ce

dernier a permis d'inventorier les espèces ressources des PNLS récoltées dans les environs de Kinshasa, dont les fruits sont pris en consommation hors repas.

Les autres volets du questionnaire ont facilité l'énumération des produits récoltés, les impacts de leur prélèvement, les maladies qu'ils soignent, leurs autres usages et les interdits dont ils font l'objet. Une parcelle rassemble l'ensemble des personnes rencontrées au moment de l'enquête, autour du responsable de la parcelle résidentielle visitée. L'enquête compte cette parcelle comme l'unité de sondage. La personne la plus âgée rencontrée lors de l'enquête est comptée comme personne interviewée.

La restitution des résultats auprès d'un échantillon de la population a permis de récolter les spécimens des espèces énumérées pour leur identification à l'Herbarium de l'INERA, Université de Kinshasa. Les observations ont permis de suivre l'évolution de ces espèces tant dans la savane que sur le marché de la ville.

La savane des environs de Kinshasa a un sol acide dominé par la présence du sable. Selon le système de Köppen, son climat appartient au type Aw4 (10).

L'enquête considère comme majeures les espèces dont le nombre d'évocation est supérieur à 100. Les critères de stratification sont ceux décrits par Makumbelo *et al.* (23).

## Résultats

### Population rencontrée

Le tableau 2 donne des renseignements sur la population rencontrée. L'analyse de ce tableau révèle que l'enquête a été menée dans 522 parcelles soit 96% de la population échantillonnée. Le nombre des interviewés nés avant 1959 suit celui de ceux nés entre 1970 et 1985. Les ressortissants de Bandundu et du Bas-Congo, à eux seuls, représentent plus de 2/3 de la population rencontrée.

<sup>1</sup>Université de Kinshasa, Projets Biofertilisants, Amont JEEP, ONG JEEP, B.P. 114, Kinshasa XI, R.D.Congo.

<sup>2</sup>Université de Kinshasa, Faculté des Sciences, B.P. 190, Kinshasa XI, R.D. Congo.

<sup>3</sup>Université de Kinshasa, Centre Régional d'Etudes Nucléaires de Kinshasa, Division des Sciences de la vie, B.P. 868, Kinshasa XI, R.D. Congo.

**Tableau 1**  
**Echantillon tiré**

| Strate | Critères | Nombre d'avenues | Nombre des parcelles de l'univers | Nombre des parcelles tirées | Echantillon |
|--------|----------|------------------|-----------------------------------|-----------------------------|-------------|
| I      | AH       | 36               | 1161                              | 122,2                       | 122         |
| II     | AM       | 22               | 794                               | 83,5                        | 84          |
| III    | AB       | 26               | 1088                              | 114,5                       | 115         |
| IV     | MH       | --               | --                                | --                          | --          |
| V      | MM       | 18               | 599                               | 63,0                        | 63          |
| VI     | MB       | 11               | 123                               | 12,9                        | 13          |
| VII    | RH       | 1                | 3                                 | 0,3                         | 0           |
| VIII   | RM       | 14               | 313                               | 32,9                        | 33          |
| IX     | RB       | 36               | 1077                              | 113,3                       | 113         |
| Total  |          | 164              | 5158                              |                             | 543         |

Légende: AH= Ancien, haut standing  
 AM= Ancien, moyen standing  
 AB= Ancien, bas standing  
 MH= Moyennement ancien, haut standing  
 MM= Moyennement ancien, moyen standing  
 MB= Moyennement ancien, bas standing  
 RH= Récent, haAB= Ancien, bas standing  
 RM= Récent, moyen standing

### Espèces ressources et produits exploités

Les espèces ressources connues et leurs produits non ligneux exploités sont regroupés dans le tableau 3. Ce tableau reprend 13 espèces rencontrées et identifiées dans la savane des environs de Kinshasa. Elles sont essentiellement des espèces à rhizomes épais: (*Aframomum albo-violaceum* (Ridley) K. Schum, *Anisophyllea quangensis* Engl., *Annona stenophylla* Engl. et Diels. Subsp Longépetidata (R.E.FR.) N. Robyns, *Parinari latifolium* (Excell) des caoutchoutiers des herbes, (*Landolphia camptaloba* (K. Schum) Pichon, *L. lanceolata* (K. Schum) Pichon, *L. parvifolia* (K. Schum), des arbustes (*Annona senegalensis* Pers., *Paropsia brazzeana* Baill., *Strychnos cocculoides* Baker, *Vitex madiensis* Oliv.) et des arbres (*Anacardium occidentale* L.). Ces espèces sont exploitées pour leurs fruits, comme aliments (100%) et leurs rhizomes comme médicaments respectivement à 100%, 90%, 57% et 33% d'évocation pour *Strychnos cocculoides*, *Anisophyllea quangensis*, *Aframomum albo-violaceum* et pour les 3 espèces de *Landolphia*. Douze des treize espèces se retrouvent aussi représentées dans la savane des districts du Bas-Congo et du Kasai.

Une seule est citée dans les districts d'Ubangi-Uélé et du Forestier central.

### Principales maladies soignées avec les produits des espèces majeures

La lecture du tableau 4 reprend les principales maladies soignées avec les produits non ligneux des espèces majeures et montre que les hémorroïdes et la toux sont traités par les produits de *Aframomum albo-violaceum*, *Anisophyllea quangensis*, *Strychnos cocculoides* et des 3 espèces de *Landolphia*. Le rhizome de ces espèces reste l'organe le plus utilisé.

### Autres usages et interdits

Le tableau 5 reprend les autres usages et interdits recensés pour 4 espèces. De ce tableau, il ressort que les rhizomes et les feuilles sont prélevés pour aménager des abris et fabriquer, entre autres divers outils: brosse à dents ... La consommation simultanée des fruits avec les autres parties de ces plantes est toujours interdite.

**Tableau 2**  
**Population rencontrée**

| Provinces d'origine | Age des interviewés (ans) |      |         |     |            |      | Total |      | Totaux | %    |
|---------------------|---------------------------|------|---------|-----|------------|------|-------|------|--------|------|
|                     | 18 – 33                   |      | 34 – 43 |     | 44 et plus |      |       |      |        |      |
|                     | F                         | M    | F       | M   | F          | M    | F     | M    |        |      |
| Bandundu            | 91                        | 25   | 33      | 18  | 78         | 44   | 202   | 87   | 289    | 55,4 |
| Bas-Congo           | 40                        | 13   | 11      | 5   | 20         | 7    | 71    | 25   | 96     | 18,4 |
| Equateur            | 6                         | 5    | 1       | 1   | 7          | 2    | 14    | 8    | 22     | 4,2  |
| Kasaï-Occ.          | 8                         | 1    | 3       | 1   | 1          | 5    | 12    | 7    | 19     | 3,6  |
| Kasaï-Orient.       | 11                        | 7    | 10      | 5   | 13         | 4    | 34    | 16   | 50     | 9,6  |
| Katanga             | 6                         | 0    | 1       | 4   | 3          | 4    | 10    | 8    | 18     | 3,5  |
| Kinshasa            | 4                         | 0    | 0       | 0   | 1          | 2    | 5     | 2    | 7      | 1,3  |
| Maniema             | 2                         | 0    | 0       | 0   | 1          | 0    | 3     | 0    | 3      | 1,0  |
| Oriental            | 1                         | 0    | 0       | 0   | 5          | 1    | 6     | 1    | 7      | 1,3  |
| Nord-Kivu           | 2                         | 0    | 0       | 0   | 1          | 1    | 3     | 1    | 4      | 1,0  |
| Sud-Kivu            | 1                         | 0    | 0       | 0   | 0          | 0    | 2     | 1    | 3      | 1,0  |
| Autres (Angola)     | 0                         | 0    | 3       | 0   | 0          | 1    | 3     | 1    | 4      | 1,0  |
| Totaux              | 173                       | 52   | 62      | 34  | 130        | 71   | 365   | 157  | 522    | 100  |
| %                   | 33,1                      | 10,0 | 12,0    | 6,5 | 25,0       | 14,0 | 70,0  | 30,0 | 100,0  |      |



**Tableau 3**  
**Espèces ressources fruitières et les produits récoltés**

| Nom scientifique de l'espèce<br>/ Famille                                                                  | Nom en lingala | Nombre<br>d'évocation<br>comme fruit de<br>bouche | Produits exploités comme<br>médicaments |    |    |    |    | Districts phytogéographiques (11)<br>où l'espèce est déclarée |                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------|----|----|----|----|---------------------------------------------------------------|----------------------------------|
|                                                                                                            |                |                                                   | ec                                      | f  | fr | g  | r  | Région<br>guinéenne                                           | Région<br>soudano<br>zambézienne |
| 1. <i>Anisophyllea quangensis</i><br>Engl. / Rhizophoraceae                                                | Mbila esobe    | 404                                               | --                                      | 15 | 7  | 23 | 94 | 1, 3, 4                                                       | 9                                |
| 2. <i>Aframomum albo-violaceum</i> (Ridley) K.<br>Schum / Zingiberaceae                                    | Tondolo        | 375                                               | 5                                       | 70 | 24 | 9  | 41 | 3, 4                                                          |                                  |
| 3. <i>Landolphia lanceolata</i><br>(K. Schum) Pichon /<br>Apocynaceae                                      | Matonge        | 364                                               | 1                                       | 12 | 6  | 1  | 17 | 3, 4                                                          |                                  |
| 4. <i>Coltoecema dewevrei</i><br>(De Wilde) Petit /<br>Rubiaceae                                           | Mbuma makaku   | 120                                               | --                                      | 2  | -- | -- | -- | 3, 4                                                          |                                  |
| 5. <i>Strychnos cocculoides</i><br>Baker / Loganiaceae                                                     | Makalakonki    | 102                                               | 1                                       | -- | -- | -- | 13 | 3, 4, 5                                                       | 9                                |
| 6. <i>Annona senegalensis</i> Pers.<br>/ Annonaceae                                                        | Kukudindo      | 97                                                | --                                      | 6  | -- | -- | 12 | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7                                           | 8                                |
| 7. <i>Landolphia camptaloba</i><br>(K. Schum) Pichon /<br>Apocynaceae                                      | Mbungu mbungu  | 62                                                | --                                      | 3  | -- | -- | 1  | 3, 4                                                          |                                  |
| 8. <i>L. parvifolia</i> K. Schum. /<br>Apocynaceae                                                         | Matshona       | 32                                                | --                                      | -- | -- | -- | 3  | 3, 4                                                          |                                  |
| 9. <i>Anacardium occidentale</i> L.<br>/ Anacardiaceae                                                     | Mbuma liboto   | 24                                                | 1                                       | 2  | -- | -- | -- | 1, 2, 3                                                       |                                  |
| 10. <i>Vitex madiensis</i> Oliv. /<br>Verbenaceae                                                          | Mfilu          | 12                                                | --                                      | 4  | -- | -- | -- | 3, 4                                                          |                                  |
| 11. <i>Annona stenophylla</i><br>Engl. et Diels Subsp<br>logépetiolata (R.E. FR.) N.<br>Robyns /Annonaceae | Kukudindo      | 5                                                 | --                                      | 2  | -- | -- | 4  | 3, 4, 5                                                       |                                  |
| 12. <i>Paropsia brazzeana</i> Baill. /<br>Flacourtiaceae                                                   | Mupase         | 5                                                 | --                                      | 4  | -- | -- | -- | 3, 4                                                          |                                  |
| 13. <i>Parinari latifolia</i> Excell./<br>Rosaceae                                                         | Kia            | 5                                                 | --                                      | 1  | -- | -- | -- | 3, 4                                                          |                                  |

**Tableau 4**  
**Principales maladies soignées par les produits des espèces ressources majeures**

| Espèces ressources                | Maladies soignées |    |    |      |    |    |
|-----------------------------------|-------------------|----|----|------|----|----|
|                                   | Hémorroïde        |    |    | Toux |    |    |
|                                   | f                 | fr | r  | f    | fr | r  |
| <i>Anisophylla quangensis</i>     |                   |    |    |      |    |    |
| <i>Aframomum albo-violaceum</i>   | 2                 | -- | 73 | 3    | 2  | 18 |
| <i>Strychnos cocculoides</i>      | 1                 | 3  | 14 | 6    | 1  | 1  |
| <i>Landolphia</i> sp. (3 espèces) | --                | -- | 7  | --   | -- | 1  |
|                                   | 5                 | -- | 7  | 8    | 1  | -- |

Légende des tableaux 3 et 4:

Districts phytogéographiques

1= Côte d'Ivoire

2= Mayombe

3= Bas-Congo

4= Kasai

5= Bas-Katanga

6= Forestier central

7= Ubangi-Uélé

8= Lac Edouard et Kivu

9= Haut-Katanga

Produits récoltés

ec= écorce

f= feuille

fr= fruit

g= graine

r= rhizome ou racine

## Discussion

La ville de Kinshasa est habitée par les ressortissants de toutes les provinces administratives du pays et par des étrangers. L'analyse de nos résultats montre que cette population se regroupe en grappe par tribu dans différents quartiers. Certaines tribus prédominent dans la composition de cette population. C'est notamment celles des provinces administratives voisinant la ville: Bandundu, Bas-Congo et Equateur.

Certaines espèces ressources des PNLS des environs de Kinshasa, dont les fruits sont consommés hors repas, constituent des pionnières colonisatrices et des éléments du noyau de reboisement de la savane. R. Germain et

Annik le Thomas l'avaient déjà mis en évidence pour *Annona senegalensis* (6, 17). Dans son habitat naturel, cette espèce est suivie par *Anisophyllea quangensis*, *Landolphia lanceolata* et *L. parvifolia* avec lesquelles elle s'associe facilement. *Aframomum albo-violaceum*, *Landolphia camptaloba* et *Strychnos cocculoides*, respectivement herbe à rhizome et arbuste, sont des espèces qui présentent peu de comportement sociétal. La littérature affirme que la troisième est très plastique. Sa présence est signalée tant dans la forêt claire que dans les savanes arborées, arbustives et herbeuses (13, 14). A Kinshasa, elle n'est rencontrée jusque-là que dans la savane comme

**Tableau 5**  
**Autres usages et interdits**

| Espèces                             | Autres usages                                     | Interdits                              | Districts<br>phytogéographique<br>où se pratique ces<br>usages |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| <i>Anisophyllea quangensis</i>      | Sifflet                                           | Les personnes soignées à l'aide        | 3,4                                                            |
|                                     | Brosse à dents                                    | d'un des produits de ces espèces       | 3,4                                                            |
|                                     | Bain des femmes enceintes                         | ne peuvent pas manger les fruits       | 4                                                              |
| <i>Landolphia parvifolia</i>        | Caoutchouc                                        | de l'espèce utilisée jusqu'à la fin du | 3,4                                                            |
|                                     | Diminuer les effets d'alcool de la boisson        | traitement                             | 4                                                              |
| <i>Strychnos cocculoides</i>        | Abri des agriculteurs en temps de soleil          |                                        | 3,4                                                            |
| <i>Aframomum<br/>albo-violaceum</i> | Construction d'abri                               |                                        | 3,4                                                            |
|                                     | Feuille d'emballage                               |                                        | 3,4                                                            |
|                                     | Donner le goût aux femmes enceintes<br>et malades |                                        | 3,4                                                            |

*Aframomum albo-violaceum*. Pour cette dernière, nous partageons l'affirmation de Koachlin (20) selon laquelle elle est une espèce exclusive de savane. *Colletacoema dewevrei* (De Wild.) Petit est devenue rare et *Anacardium occidentale* L., de récente introduction, est en voie de disparition à cause de l'exploitation abusive que l'on en fait. *Colletacoema dewevrei* est aussi rencontrée dans les forêts de Kinshasa. Evrard (9) signale sa présence dans la forêt semi-caducifoliée du district forestier central. Ce qui permet d'affirmer le lien réciproque qui existerait entre ces deux écosystèmes. Les noms utilisés à Kinshasa, pour identifier ces espèces sont fort influencés par les noms en dialecte des tribus des 3 provinces administratives citées.

Les fruits de toutes ces espèces sont consommés comme aliments. Du point de vue de la phytothérapie, *Aframomum albo-violaceum* et *Landolphia lanceolata* sont exploitées pour leurs écorces, feuilles, fruits, graines et rhizomes. Pour *Aframomum albo-violaceum*, *Annona senegalensis*, *Annona stenophylla*, *Landolphia lanceolata*, *L. parvifolia* et *Strychnos cocculoides*, les rhizomes sont surtout exploités à Kinshasa. Cela explique entre autre la rareté d'*Aframomum albo-violaceum* et de la *Strychnos cocculoides* dans cette savane. C'est ainsi que leurs fruits sont rares sur les marchés de la ville. Ceci corrobore les idées de Lejoly (16) et de Wong *et al.* (28), selon lesquelles l'exploitation abusive des rhizomes rend certaines espèces vulnérables. Le feu de brousse renforce la présence des repousses de *Anisophyllea quangensis*, *Landolphia camptaloba*, *L. lanceolata* et *L. parvifolia* dans la savane, mais il réduit la qualité et la quantité de leur production. En effet, beaucoup de leurs fruits n'arrivent pas à maturité. La pratique qui veut que les racines se trouvant dans le champs soient arrachées avant les semailles renforce la destruction de ces espèces. Douze des treize espèces identifiées ont été citées dans la savane guinéenne des districts du Bas-Congo et du Kasai. Ce qui confirme les observations antérieures (2, 8, 20, 21, 22, 27). *Annona senegalensis* est reconnue comme présente dans les savanes des villages de la plupart de nos enquêtes. Nous partageons l'idée selon laquelle elle est une espèce ubiquiste de la savane (2, 6, 8, 24, 25). Boutique (2) l'a même identifiée dans la plaine de la Ruzizi, province orientale. *Strychnos cocculoides* devenue rare à Kinshasa, est une espèce signalée dans les districts guinéens du Bas-Congo, Kasai, Bas-Katanga et dans la province Zambézienne (8, 13, 14). Les quelques fruits qui nourrissent la population de Kinshasa en juillet et août proviennent de la savane de la province administrative du Bas-Congo. *Anacardium occidentale*, très répandue dans la savane guinéenne des districts Côtier, Mayombe et Bas-Congo (27) devient rare à

Kinshasa.

L'analyse de nos résultats montre que les ressortissants des villages situés dans les districts forestier central et Uélé-Ubangi ignorent la présence de ces espèces dans leur contrée d'origine, à l'exception de *A. senegalensis*.

La population enquêtée reconnaît l'utilisation principalement des rhizomes d'*Anisophyllea quangensis*, d'*Aframomum albo-violaceum*, des 3 espèces de *Landolphia* et de *Strychnos cocculoides* pour se soigner. Ceci peut s'expliquer par l'apparition dans les marchés de la ville des vendeurs des racines de ces espèces désormais inscrites dans la pharmacopée populaire de Kinshasa.

Certains produits servent pour la fabrication d'ustensiles de toilette. D'autres sont utilisés dans les pratiques culturelles: bain des femmes enceintes, diminution des effets de l'alcool, stimulation de l'appétit des malades et des femmes enceintes, ...

Les femmes stériles soignées par un produit de ces espèces ne peuvent plus consommer les fruits de l'espèce utilisée pendant toute la période du traitement.

## Conclusion

Les fruits des 13 espèces ressources des PNLS inventoriées dans la savane de Kinshasa et signalées dans les savanes des autres districts des régions guinéenne et soudano-zambézienne sont exploités comme aliments, médicaments, ustensiles, etc.

La surexploitation des produits non ligneux pour la consommation et la phytothérapie traditionnelle conjuguée à l'action du feu de brousse et les conséquences de mauvaises pratiques agricoles rendent certaines de ces espèces vulnérables. *Strychnos cocculoides* en est l'une des plus menacées.

Pour permettre à ces espèces de retrouver leur productivité et à toute la formation herbeuse de se régénérer, la stratégie de valorisation des PNLS consistera d'abord à réunir des données de base sur ces espèces. Ensuite les mettre en culture. Ainsi par cette application de l'écodéveloppement (15, 26), la gestion durable des écosystèmes de la savane contribuera au mieux être de tous tel que promu par le rapport de la commission Brundland (3), la stratégie mondiale de la conservation de l'UICN (29) et Action 21 (4).

## Remerciements

Sincères remerciements à Monsieur Landu Lukebakio, indicateur botanique de l'Herbarium INERA / Université de Kinshasa, pour sa contribution.

## Références bibliographiques

1. Billings W.D., 1972, Plants, man and the ecosystem, Second Ed., Fundamentals of Botany Series, Macmillan, 95-128.
  2. Boutique R., 1951, Annonaceae Spermatophytes, *in*: Flore du Congo belge et du Ruanda-Urundi, Vol. II, Bruxelles, 256-389.
  3. Commission mondiale sur l'Environnement et le Développement, 1988, Notre avenir à tous, Ed. du Fleuve, les publications du Québec, 1-5.
  4. Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement (CNUED), 1993, Action 21, Déclaration de Rio sur l'environnement et le développement. Déclaration de principes relatifs aux forêts. Principaux textes de la conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement, Publication des Nations Unies, New York, 1-59.
  5. Delevoy G., 1928, La question forestière au Katanga (Congo belge) Tome 1<sup>er</sup>, Notes sur la végétation forestière du Katanga, J. Lebeque & Cie, Ed. Société Coopérative, Bruxelles, 25-34.
  6. Donis C., 1948, Essai d'économie forestière au Mayombe, Publication de l'INEAC, Série scientifique n° 37, 43-46.
  7. Dounias E., Rodrigues W. & Petit C., 2000, Revue de la littérature Etnobotanique pour l'Afrique centrale et l'Afrique de l'Ouest, *in*: Bulletin du Réseau Africain d'Etnobotanique n° 2, 84-86.
  8. Duvigneaud P., 1953, Les savanes du Bas-Congo, Essai de phytosociologie topographique. Les presses de Lejeunia, Liège, Belgique, 5-192 + 19 planches.
  9. Evrard C., 1968, Recherches écologiques sur le peuplement forestier des sols hydromorphes de la cuvette centrale congolaise, Publication de l'Institut National pour l'Etude Agronomique du Congo (INEAC), Série scientifique, n° 10, 86-87.
  10. Ladmiraht H., 1964, Carte géologique à l'échelle du 1/200.000, Notice explicative de la feuille Léopoldville, Service géologique de la R.D. Congo (Léopoldville) et le Musée royal de l'Afrique centrale (Tervueren) Léopoldville, 1-17.
  11. Lebrun J., 1947, La végétation de la plaine alluviale au sud du lac Edouard. Exploration du Parc National Albert. Inst. Parcs Nat. Congo. Mission J. Lebrun, Fascicule 1\*, Bruxelles 156-222.
  12. Lebrun J., 1947, La végétation de la plaine alluviale au sud du Lac Edouard. Exploration du Parc National Albert, Institut des parcs nationaux du Congo, Fascicule 1\*\*, Bruxelles 69-111.
  13. Leeuwenberg A.J.M., 1972, Loganiacées, *in*: Flore du Gabon, Muséum national d'Histoire naturelle, Laboratoire des phanérogames, Paris, 44-71.
  14. Leeuwenberg A.J.M. & Bamps P., 1979, Loganiaceae Spermatophytes, *in*: Flore d'Afrique centrale (Zaire- Ruanda- Burundi), Jardin botanique national de Belgique, 74-75.
  15. Lejoly J., 2003, Gestion durable des forêts tropicales, 3<sup>e</sup> année grade de Bio ingénieur, spécialisation agronomie tropicale, Université Libre de Bruxelles, section interfacultaire d'agronomie, Année académique, 2002-2003, inéd., 2-3.
  16. Lejoly J., 2003, Introduction à l'ethnobotanique Substances naturelles, Notes à l'usage des étudiants du DESS2 Aménagement et Gestion des Ressources Naturelles, Université d'Abomey Calawi, Faculté des Sciences agronomiques, Département d'aménagement et de Gestion de l'Environnement, Année académique 2002-2003, inéd., 20 p.
  17. Le Thomas A., 1969, Annonacées, *in*: Flore du Gabon, Muséum national d'Histoire naturelle, Laboratoire des Phanérogames, Paris, 9-17.
  18. Lhoas J.A., 1957, Monographie forestière de la Province du Katanga, Royaume de Belgique, Ministère des colonies, Publication de la Direction de l'Agriculture, des Forêts et de l'Elevage, Bruxelles, 26-27.
  19. Liben L., 1987, Rhizophoraceae Spermatophytes, *in*: Flore d'Afrique centrale (Zaire, Ruanda, Burundi), Jardin botanique national de Belgique, Bruxelles, 1-4.
  20. Koecklin J., 1964, Zingiberacées, *in*: Flore du Gabon, Muséum national d'Histoire naturelle, Laboratoire des Phanérogames, Paris, 14-45.
  21. Lubini A., Mossala M., Onyembe P.M.L. & Lutaladio N.B., 1994, Inventaire des fruits et légumes autochtones consommés par les populations du Bas-Zaire au sud-ouest du Zaire, *in*: Tropicultura 12, 3, 118-123.
  22. Mbemba F. & Remacle J., 1992, Inventaire et composition chimique des aliments et denrées alimentaires traditionnels du Kwango-Kwilu au Zaire, Presses Universitaires de Namur, 46-47.
  23. Makumbelo E., Lukoki L., Paulus J. sj. & Luyindula N., 2002, Inventaire des espèces végétales mises en culture dans les parcelles en milieu urbain. Cas de la commune de Limete- Kinshasa - R.D. Congo, *in*: Tropicultura 20, 2, 89-95.
  24. Pauwels R.L., 1982, Plantes vasculaires des environs de Kinshasa, Ed. Luc Pauwels, 118 p. + 2 cartes.
  25. Robyns W., 1948, Atlas général du Congo. Les territoires phytogéographiques du Congo belge et du Ruanda-Urundi, Bruxelles, 1-10.
  26. Sachs I., Bergeret A., Schray M., Sigal S., Théry D. & Vinaver K., 1981, Initiation à l'Ecodéveloppement, Privat, Toulouse, 7-39.
  27. Van Der Veken P., 1960, Anarardiaceae Spermatophytes, *in*: Flore du Congo belge et du Ruanda-Urundi, Vol. IX, Bruxelles, 7-9.
  28. Wong J.L.G., Thornber K. & Baker N., 2001, Evaluation des ressources en produits forestiers non ligneux, Expérience et principes de biométrie, Produits forestiers non ligneux 13, F.A.O., Rome, 45-51.
  29. Union Internationale pour la conservation de la nature et de ses ressources – UICN, 1980, Stratégie mondiale de la conservation. La conservation des ressources vivantes au service du développement durable, Ed. UICN, PNUE, WWF, Gland Suisse.
- E. Makumbelo, Congolais, Diplôme d'Etudes Supérieures (D.E.S.) Gestion de l'Environnement, Faculté des Sciences, Chercheur Projet Biofertilisants Amont JEEP, ONG JEEP, B.P. 114, Kinshasa XI, Université de Kinshasa, R.D. Congo.
- L. Lukoki, Congolais, Docteur en Sciences Agronomiques, Professeur à l'Université de Kinshasa, Faculté des Sciences. B.P. 180, Kinshasa XI, Université de Kinshasa, R.D. Congo.
- Paulus J. sj., Belge, Docteur en Sciences, Professeur à l'Université de Kinshasa, Coordonnateur Amont JEEP, Directeur ONG JEEP, Faculté des Sciences, B.P. 114, Kinshasa XI, Université de Kinshasa, R.D. Congo.
- N. Luyindula, Congolais, Docteur en Sciences, Directeur de recherche à la Division de la Science de la vie. Département de Microbiologie. Centre Régional d'Etudes Nucléaires Kinshasa, Professeur à l'Université de Kinshasa, B.P. 868, Kinshasa XI, Université de Kinshasa, R.D. Congo.

## Reboiser sous les tropiques

R. Pierlot

*Nous avons cru instructif de reproduire ci-après un article paru vers la fin 2006 dans le bulletin de l'A.I.Gx avec l'accord de la rédaction du bulletin.*

*Rédigé par un forestier de terrain ayant oeuvré en République Démocratique du Congo, il y a bien longtemps: il offre en effet, une perspective nouvelle dans la reconstruction du patrimoine forestier outre-mer tout en assurant les satisfactions des besoins vitaux des populations.*

Tout le monde est bien conscient maintenant de l'ampleur de la déforestation en zone intertropicale et des graves dangers qu'elle représente pour la survie de notre planète. De congrès en congrès, de colloques en colloques, on n'en finit pas d'émettre résolutions sur résolutions, recommandations sur recommandations, toutes des plus louables bien sûr, pour tenter d'enrayer le désastre, mais on doit constater qu'à part quelques mesures éparses de reboisement, d'enrichissement, ou de mise en réserves, rien n'est fait à grande échelle. On constate les faits certes, on les déplore, sans toutefois proposer ne fût-ce qu'un embryon de propositions concrètes de réalisations effectives sur le terrain. C'est l'objet de cette note qui s'inspire de travaux réalisés par des forestiers pour avancer peut-être une solution.

Résumons outrageusement: la démographie est galopante, ce qui implique une destruction exponentielle du couvert, les maigres végétations restantes en zones bordières des savanes boisées disparaissent, celles-ci, elles mêmes surexploitées s'amenuisent; la forêt dense humide, que ce soit en Afrique ou en Amazonie, se rétrécit, que ce soit par la culture sur brûlis, la défrichement au Brésil d'immenses étendues faisant place à des plantations de soja, ou de coton, ou encore, à des pâturages gigantesques pour bovins exportables, notamment. Les forêts de montagne se voient dévastées, et les bassins-versants mis à mal. Le bois, sur d'énormes régions, se fait rare, et même sous les tropiques, il faut se chauffer et cuire les rares aliments disponibles, et bâtir la charpente de sa case.

Que l'on prenne le problème sous tous les angles possibles, il nous faut reboiser, et le faire à très grande échelle, sinon à quoi cela servirait-il ?

Bref, viser à réaliser ce fameux développement durable dont on nous rabat les oreilles, sauvegarder la non moins fameuse bio-diversité, créer même d'hypothétiques puits de carbone pour rendre grâce aux plus exigeants, sans oublier, quand même, au premier chef, les populations locales.

Le politique devrait donc intervenir, sinon qui va le faire, et prévoir les voies et les moyens d'une reforestation gigantesque à l'échelle planétaire, l'ère du photovoltaïque n'étant pas encore là, ni celle du gaz, fût-il algérien ou de Gazprom, au fin fond de la cambrousse.

C'est-à-dire, patronner et financer des méthodes simples, efficaces, applicables partout, avec l'agrément et le concours des gens, bon marché pour agir à l'échelle mondiale.

Les choses étant ce qu'elles sont, pensons bien que l'argent est rare, les sommes à mettre en œuvre colossales, et même, à supposer que l'on puisse les trouver aucune méthode traditionnelle de reforestation n'est à même de satisfaire les critères évoqués.

Prenons un exemple simple: un boisement en bois de feu pour satisfaire tant soit peu les besoins de 100 millions

d'habitants, à raison de 4 stères (1m x 1m de bois empilé) par an, soit, disons 2 m<sup>3</sup>. Cela nous fait 200 millions de m<sup>3</sup> à produire chaque année, ce qui suppose le boisement de 20 millions d'ha chaque année pour un accroissement annuel moyen de 10 m<sup>3</sup>, et 40 millions d'ha pour un accroissement de 5 m<sup>3</sup>.

Le coût total à supporter dans ce dernier cas, pour une révolution de 10 ans à raison de 1000 euros /ha, estimation bien faible, serait de 400 milliards d'euros, somme à la hauteur du déficit actuel de la balance des paiements des Etats-Unis

Qu'en conclure, sinon que cela est totalement utopique, et que les méthodes de boisement traditionnelles avec leur coût excessif, sont hors de question, et qu'il faut absolument boiser pour pas grand chose !!! Douce illusion, dirait la sagesse populaire ! Peut-être, mais Lao-Tseu disait aussi, à ce qu'on raconte: ! La vie sans illusions est carré de porc sans miel !

Et si les populations locales se chargeaient de la plantation elle-même, avec des plants mis à leur disposition, bénéfiques à l'appui ? Mettre en pratique, d'une manière particulière, le système de plantation Taungya dont on parlait beaucoup jadis.

Quel type de boisement serait le mieux indiqué en sachant que les pratiques habituelles ne peuvent convenir.

**Une méthode de boisement, expérimentée jadis à grande échelle, pourrait peut-être offrir un espoir réel.**

**Le boisement en placeaux denses espaces**

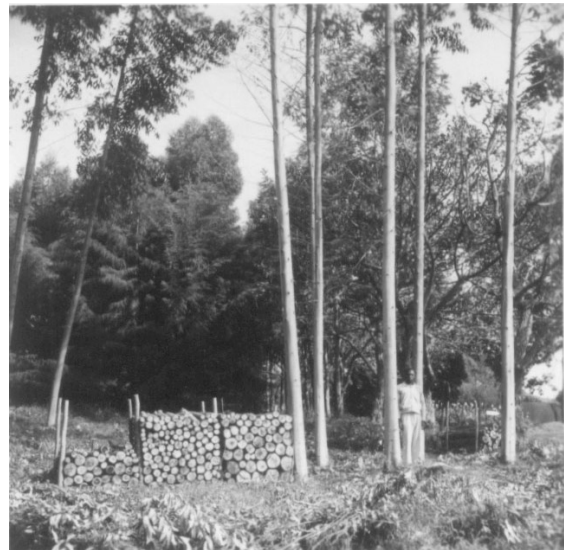


Photo 1: Placeau d'Eucalyptus grandis âgé de 5 ans, avec les produits de la première éclaircie (Mulungu, Kivu, 1958) (Bouquets de 37 plants, distants de 10 de centre à centre).

Contrairement au boisement traditionnel, dans lequel les plants sont uniformément répartis sur toute la surface, les plants sont concentrés, à faible écartement sur des placeaux de petite dimension, de 4 à 9 m<sup>2</sup> en pratique, bien isolés les uns des autres, disons de 5 à 10 m, ou plus, de centre à centre.

Exemples de placeaux, les plants étant distants de 50 à 80 cm

|           |           |         |
|-----------|-----------|---------|
| 4         | 9         | 16      |
| 0 0       | 0 0 0     | 0 0 0 0 |
| 0 0       | 0 0 0     | 0 0 0 0 |
|           | 0 0 0     | 0 0 0 0 |
|           |           | 0 0 0 0 |
| 25        | 13        |         |
| 0 0 0 0 0 | 0         |         |
| 0 0 0 0 0 | 0 0 0     |         |
| 0 0 0 0 0 | 0 0 0 0 0 |         |
| 0 0 0 0 0 | 0 0 0     |         |
| 0 0 0 0 0 | 0         |         |

On doit à Mark L. Anderson, professeur de foresterie à l'Université d'Edimbourg, d'avoir proposé cette nouvelle méthode, et de l'avoir expérimentée à grande échelle en Ecosse et en Irlande, à la fin des années trente.

En 1844 cependant, un forestier bien modeste, puisqu'il signait : X.Y.Z....la décrivait déjà dans les Annales forestières et métallurgiques de France, après l'avoir expérimentée dans le Calvados et dans la Sarthe, en ayant en vue la diminution des coûts de boisements jugés, déjà prohibitifs.

**... « ... connaissant les conditions essentielles à remplir pour assurer la réussite des plantations forestières, comment faudrait- il procéder pour reboiser ainsi un hectare avec la moindre dépense possible?**

X.Y.Z. proposait une méthode de boisement nouvelle en ne boisant que des damiers de 3 m de côté, comptant 25 plants à l'écartement de 50 cm, et distants de 6 m de centre à centre. La placeau était défoncé, un fossé creusé tout autour pour réduire toute concurrence externe, la terre de rejet étant distribuée en surface. Notre auteur s'inspirait du fait que sur les places de charbon de bois notamment, les recrus poussaient remarquablement bien à l'état serré.

**Les frais de boisement étaient en conséquence réduits des  $\frac{3}{4}$  !!**

### La méthode Anderson: 1928

Anderson, ayant observé, (tout comme X.Y.Z. l'avait signalé sur les aires de faulde des charbonniers,) une régénération naturelle en petits groupes épars, était un écologiste avéré; certes, il voulait boiser à moindres coûts, il le soulignait, mais ce qu'il cherchait avant tout était de créer des peuplements stables, surtout mélangés, de manière à reproduire en quelque sorte ce qui se faisait dans la nature.

Il proposait ainsi de boiser en placeaux de 9 à 37 plants, bien espacés, de 5 à 7 m de distance de centre à centre. Dans chaque petit groupe, un arbre d'élite, bien élagué, devait se trouver au centre ou, à défaut, tout près. Les éclaircies du placeaux étaient retardées de façon à ce que

l'élagage naturel se fit pleinement. La méthode pouvait être employée sur sols pauvres en recherchant les plages les plus fertiles, elle permettait une libre circulation dans le peuplement et les vidanges des produits était commode, aussi bien d'ailleurs que les abattages. Notons également que les éclaircies devenaient naturellement des plus faciles, à la portée de tout un chacun. Un danger important, déjà signalé par X.Y.Z., était le risque d'incendie, la fermeture du couvert étant retardée entre les placeaux. En revanche, la croissance des tiges réservées se faisait désormais sans cette concurrence accrue que l'on trouve dans les peuplements serrés équiennens traditionnels.

(Le lecteur trouvera tous les éclaircissements dans: Marl. L. Anderson,- La plantation par bouquets espacés-UNASYLVA, Vol. 7, N°2,1954).

La méthode, hélas, ne fût pas suivie comme elle aurait dû l'être, en dépit du fait que des expériences à grande échelle aient été faites. Des éclaircies trop longtemps retardées, et par suite un élagage défectueux en bordure, l'ouverture du bouquet «en gerbe», le dogme de l'arbre central, et surtout le désintérêt pour cette pratique nouvelle, aboutirent à son oubli.

En 1930, Turner, alors Directeur du Service Forestier en Belgique, l'expérimenta à grande échelle, en transformation de vieilles plantations d'épicéas à Vielsalm en Ardenne, en créant une forêt mélangée épicéa-hêtre-sapin, dans le droit fil des préoccupations écologiques d'Anderson. Les résultats prometteurs au départ, encore une fois furent décevants par la suite, par manque d'éclaircies hâtives, ouverture du plateau en gerbe et élagage défectueux des bords. On s'en désintéressa dès lors.

## L'expérience russe

En 1937, Piotr Hahn, forestier en Kirghisie, expérimenta la méthode sur plus de 50.000 ha, les placeaux de pin sylvestre comportant 6 plants étaient distants de 5 m de centre à centre. Les premiers résultats furent publiés en 1980. Malheureusement, on n'a plus connaissance du texte original. Rem Khlebopros et Andrey Zinoviyev, analysant en 2004, sur la base de tableaux, les résultats de mesures faites pendant 25 ans, montrent que la production/ha des peuplements est de loin supérieure à celle des peuplements issus d'incendies.

Dès 1911, déjà, Ogievski expérimentait la méthode des «nids» en semant des poquets de glands de chêne sur 1m<sup>2</sup>, en placeaux espacés. En 1948, puis en 1949, 1950, T. Lyssenko et d'autres auteurs montrent bien que la méthode est digne d'intérêt, notamment dans le reboisement de steppes en créant des rideaux-abris. Des plantations en placeaux de pin sylvestre disposés à l'équidistance de 5 m., en bandes distantes de 8 m 50, furent faites en 1938, dans les environs de Kiev. Les espaces intermédiaires étaient occupés par des «nids» de chêne. Les expériences furent très concluantes.

## L'expérience congolaise

C'est en Afrique Centrale, dans l'ancien Congo belge, que la méthode fût réétudiée par l'INEAC (Institut National pour l'Etude Agronomique du Congo Belge) dès 1950, d'abord par l'auteur de cet article, à la Station de Mulungu, puis dans toutes les stations de recherche dépendant du siège central à Yangambi sous la direction de Camille Donis, puis d'Emile Maudoux. Au Rwanda-Burundi, de très nombreuses

expériences furent conduites par Marcel Reynders, et au Kivu, au sein de la Mission Anti-Erosive. La méthode fût essayée dans tout le Congo.

Les résultats dépassèrent les espérances. Certes, on travaillait sous les tropiques, avec des espèces à croissance très rapide, des exotiques comme des eucalyptus, pins et autres cyprès, mais aussi, avec des espèces autochtones qui s'avérèrent également des plus performantes, notamment en enrichissement des forêts pluviales.

Il s'avéra rapidement que dans la plupart des cas, il fallait éclaircir très tôt pour éviter l'éclatement du plateau en gerbe si l'on envisageait la production de bois d'industrie, alors que dans des prés-bois à placeaux à très grand écartement, l'ombrage supplémentaire dégagé servait d'autant plus d'abri au bétail. De même, lors de boisements de protection, et de boisement et de case, peut importait qu'un arbre bordier fût penché ou non. En futaie pleine, où l'éclaircie hâtive s'avérait impérative, on se réservait la possibilité d'élaguer artificiellement l'arbre choisi, lequel, bien sûr, n'était pas nécessairement un arbre central comme le souhaitait Anderson.

En même temps, par souci d'économie, le principe de base, on était amener surtout à réduire la surface travaillée des placeaux, à réduire le nombre de plants, et à augmenter la distance entre ceux-là et puis, ce fût l'indépendance au Congo belge, et les expériences oubliées. Il y a près d'un demi-siècle.

### Les autres expériences

Après 1960, des expériences éparses furent encore réalisées par des anciens forestiers de l'INEAC, au Brésil, en Argentine, au Mexique notamment, sans qu'on en sache rien de plus.

Le service forestier de Malaysia fit des essais fructueux d'enrichissement de forêts exploitées en placeaux de *Shorea* de 3 à 5 plants. Des enrichissements de maquis étaient encore faits en Tunisie il y a quelque 20 ans. Au Rwanda, des expériences réalisées par la Coopération Suisse, étaient encore faites à cette époque, et démontraient le faible coût de la mise en œuvre.

Philippe Vaneberg en 1983, condensa les acquis de la méthode dans son mémoire de fin d'études « Nouvelle Approche de la «Méthode Anderson» de boisement en placeaux denses espacés », à la Faculté de Gembloux en Belgique.

### Perspectives d'application de la méthode sous les tropiques

Le boisement de case

On a déjà formulé l'hypothèse plus avant. Indiscutablement, la production de bois de feu et de perches surtout, serait des plus bénéfiques dans l'enceinte du bien détenu par les populations.

La production se fait sur place, ne nécessitant plus de déplacements coûteux et pleins d'aléas, et instituant en quelque sorte, un droit de propriété du produit. Le placeau, installé avec soin par le propriétaire, les plants étant fournis par ailleurs, devrait en très peu de temps fournir un bois précieux, étant enrichi par les apports organiques ou autres venant du ménage. L'ombre des arbres serait un agrément non négligeable. On pourrait penser à des espèces pourvoyeuses de feuillage pour le petit cheptel coutumier ou même d'espèces fruitières lucratives, bref, d'innombrables possibilités.

Rien n'empêche non plus, une production de bois d'œuvre, et pourquoi pas. Beaucoup d'espèces s'y prêtent, le teck par exemple dans les régions suffisamment arrosées, les acajous aussi, et bien d'autres espèces de grand rapport, il est vrai à plus ou moins long terme, - pour les profanes-, soit 30-40 ans !



Photo 2: *Pinus caribea*, tige d'élite âgée de 18 ans, l'ultime produit du placeau (INEAC, Mulungu, Kivu).

### Le boisement communautaire

Le système pourrait être étendu à des boisements villageois dans des endroits privilégiés, tels les bordures de cours d'eaux asséchés, où l'eau se trouve à peu de profondeur. On voit d'emblée, que faute d'une organisation impeccable, cette formule risque d'échouer. Comment allouer les parts d'affouage ? Qui en profitera au dernier ressort ? Retenons-en quand même le principe, en donnant certes la préférence au premier choix.

### Les pré-bois

On a déjà dit que dans beaucoup de régions, notamment les régions sahéliennes et subsahariennes, mais aussi dans régions d'élevage montagnardes (Ex: Rwanda, Burundi, Kivu, Kenya, Tanganyika,...) le cheptel surabondant amène une destruction progressive des maigres pâturages restants et la disparition de tout couvert arborescent. On peut concevoir, et cela a été fait au Rwanda et au Kivu, un boisement en placeaux très espacés (30 m ?) pour donner à la fois un abri propice au bétail, et une production ligneuse de valeur. Les abords du placeau sont de plus, enrichis par les déjections du bétail qui vient se mettre à l'ombrage des arbres. Ces pré-bois devraient être la règle lors de la création de pâturages industriels, tels qu'ils sont faits au Brésil, par exemple.



Photo 3: Placeau d'*Eucalyptus grandis* comportant encore 2 tiges (16 ans) (Rwanda, Rubona, -M. Reynders, 1954).

### L'aménagement des bassins-versants

La plantation en groupes espacés disposés suivant les courbes de niveau, avec la terrasse en contre-pente, et adjonction d'autres pratiques telles l'établissement d'un muret en aval et le creusement d'un fossé aveugle en amont par exemple a été expérimentée avec succès au Kivu.

Ici encore son coût est bien plus bas que celui des méthodes traditionnelles, comme les terrasses continues. La méthode autorise le maintien de cultures intercalaires en bandes disposées suivant les courbes de niveau également. Elle convient très bien à la protection des abords des barrages, en la combinant éventuellement avec des méthodes classiques comme le creusement de très grands fossés aveugles à intervalles réguliers.

### L'enrichissement des forêts tropicales

L'exploitation des espèces précieuses, généralement des espèces héliophiles ne se régénérant pas sur elles-mêmes, laisse la forêt souvent malmenée et appauvrie. Les travaux anciens de l'INEAC ont montré qu'il était des plus bénéfiques de l'enrichir en placeaux denses, plutôt que de l'enrichir par la méthode des layons par exemple, qui a montré son inefficacité; en peu d'années, à très faible coût, des espèces comme les acajoux, le teck, et autres *Pericopsis*, par exemple, donnent des produits d'industrie, et cela en respectant l'ambiance forestière. La méthode serait très utile aux grandes sociétés d'exploitation qui auraient ainsi l'occasion de prouver leur souci, maintes fois exprimé, de bonne gouvernance.

### La mise en œuvre du programme

On conçoit que la tâche est immense et nécessite la mise en place au préalable d'une gigantesque mobilisation coordonnée et gérée comme celle d'une entreprise de grande envergure. Il faudrait donc élaborer un grand projet, en écartant toutefois certains principes de rentabilité avant-tout strictement financières telles que celles employées par les grandes institutions de crédit, avec le plus souvent, les résultats décevants que l'on sait.

Et pourtant on voit bien que des voies nouvelles s'ouvrent. Que l'on pense aux boisements villageois proposés par Madame Matthai au Kenya, ce qui lui a valu un prix Nobel, ou à l'inventeur du microcrédit, Muhammad Yunus, prix Nobel 2006.

Nous insistons avant tout sur le boisement de case qui serait le pivot de notre action.

Nous avons déjà noté que dans le cas de boisement de case, la fourniture de plants serait faite gratuitement ou à très faible coût; cela suppose la création de pépinières à créer par les instances internationales, ou, plus simplement par les services forestiers locaux, directement compétents.

Bien plus tard, on pourrait définir, mais cela ne presse pas, suivant les principes de l'analyse statistique, les critères de plus grande productivité et de moindre coût de la méthode, pour différents types de placeaux, d'écartements entre les placeaux et de l'écartement interne, les caractéristiques les plus souhaitables dans chacun des territoires écologiques, pour les espèces retenues.

## Epilogue

«*PLURITAS NON EST PONENDA SINE NECESSITATE*»

Le vieux principe d'Occam, garde sa valeur; à un moment ou à un autre, il faut faire un choix. Celui-ci doit impérativement être fait parmi peu d'hypothèses proposées, celle qui apparaît, dans un contexte donné, la plus plausible et la plus pragmatique.

Je m'adresse maintenant à mes confrères outre-mer d'abord. Ils pourraient, du moins je l'imagine aisément, trouver un moyen quelconque pour démarrer, tout d'abord, le boisement de case, ou, à tout le moins, faire quelques petits essais.

### En résumé

1. Choisir un type de placeau: ex : 5 x 5 plants distants de 50-75 cm en suivant ce qu'en a dit X.Y.Z., il y a plus de 150 ans.
2. Houer le parterre le plus profondément possible, tout comme pour un potager.
3. Creuser un fossé de quelque 20 cm de profondeur tout autour, si nécessaire, pour empêcher l'entrée d'espèces intrusives.
4. Sur terrain en pente, éviter le point 3, creuser un fossé aveugle à l'amont, et, si indispensable, faire un soutènement à l'aval.
5. Planter, arroser et pailler, autant dire «bichonner».
6. Les gens sur place sont compétents, en choisissant des espèces déjà introduites avec succès, à croissance très rapide, familières, d'élevage commode...( eucalyptus, acacias, etc...).

## LES ACTIONS DE LA DGCD

## DE ACTIVITEITEN VAN DE DGOS

## DGDC'S ACTIVITIES

## LAS ACTIVIDADES DEL DGCD

## International Conference on Sustainable Management of the Forests in the Democratic Republic of Congo

The Brussels declaration concluded the international conference on sustainable management of forests in the DRC, which took place in Brussels on 26 and 27 February 2007. Nearly 300 participants from different countries attended the conference.

The purpose of this conference was to put the forests of the DRC in the spotlights, to give the main actors the floor, to gather the stakeholders, to create a space for open and constructive dialogue and, above all, to raise awareness among the public and the decision-makers on the urgent need for action.

The final declaration is published below. Any person interested in reading the integrity of the communications presented during the conference can consult the website <http://www.confordrc.org/view.php?page=programme>

### Declaration of Brussels on sustainable forest management in the Democratic Republic of the Congo Brussels, Egmont Palace, 27 February 2007

The Conference on the sustainable management of the forests in the DRC, whose official opening was honoured by the presence of HRH Prince Philippe of Belgium, took place at the Egmont Palace in Brussels on 26 and 27 February 2007 under the aegis of, and with support from, the World Bank, the European Commission, the British Cooperation for Development, the French Cooperation for Development, the Belgian Cooperation for Development and the Government of the Democratic Republic of the Congo.

- The Government of the Democratic Republic of the Congo, represented by HE Mr. Didace Pembe Bokiaga, Minister of the Environment, and
- The Belgian Government, represented by HE Mr. Armand De Decker, Minister of Cooperation for Development, initiator of the Conference;

put forward the following conclusions concerning sustainable forest management in the DRC.

The Conference, continuing in a direct line from the forums on forests in the DRC held in Kinshasa in 2004 and 2006, in view of the presentation of initiatives currently in progress, also emphasised the need to focus even more on innovative management and financing systems of forest resources.

The Conference gave rise to many rich and productive presentations, exchanges and discussions which brought to light the following points:

- **The forests of the DRC are a shared national heritage of inestimable value for both the people of the Congo and for humanity as a whole.** They need to be managed with the aim of reducing poverty and protecting the environment. This constitutes a great responsibility for the Congolese Government, the towns and cities of the Congo and the international community alike.
- **The maintenance of the biodiversity of the Congo's forests, their genetic potential and their contribution to the Earth's environmental balance** are also global issues that go far beyond the boundaries of the Congo itself. They highlight the relevance of innovative systems addressed during the conference, and the need for mobilisation on a regional and international scale.
- In the past, the management of forests, like that of other natural resources, focused on short-term advantages while ignoring **social equality and the durability of ecosystems and resources**. Local and indigenous populations were marginalised. Despite the efforts involved, biodiversity and natural spaces are continuing to deteriorate.
- Today, **the peace and democracy re-established in the DRC present unique opportunities**, but a number of risks as well. The forest can generate new jobs and revenue for the people of the Congo, serve as an example to improve governance in other sectors, restore the DRC's image on the international scene and underpin innovative partnerships for environmental protection throughout the world.
- However, these collective benefits cannot materialise as long former practices continue. The people of the Congo and the global environment are still in danger of being the losers. To reverse this trend, **there needs to be a radical change in policy and governance**.
- Any policy on the exploitation of wood needs to promote good professional practices, and **adhere to a modern principle of social justice, respect the laws, and be socially, environmentally and economically sustainable**.



- At the same time, it is vital to **stimulate innovative systems for managing and financing forests**, which will foster local development and transform the protection of forests into an attractive option for the DRC. This opportunity exists today, and needs to be grasped.
- It is necessary for all the stakeholders to join forces in achieving these shared goals. Given the complexity of the stakes at issue, a single party cannot meet the challenge alone. **Multi-player partnerships** are now more crucial than ever, and international involvement is a vital factor.
- Since 2002, President Joseph Kabila Kabange has focused on establishing better governance in this sector. A new Forestry Code and a Priority Reform Agenda have been adopted. These have achieved some progress in practical terms, but have also met with a number of setbacks. Their **application must be continued**, their implementation speeded up and any **errors corrected**. However, we can take heart from the fact that a large number of non-valid forest concessions have been reviewed.

The Conference makes use of this occasion to congratulate the Congolese Government, associations and people for all the efforts accomplished in a difficult situation, and recommends continuing the important legislative work currently under way, and the implementation of the Priority Reform Agenda, in particular through:

- **The simultaneous implementation of the three pillars of the forest code:** the reform of industrial logging, decentralisation through community-based forest governance, and the safeguarding of biodiversity and environmental services.
- **The maintenance of the moratorium on the allocation of new concessions** until the accomplishment of the conditions laid down in the Presidential decree of 2005. The penalties stipulated by law must be applied to crack down on any infringements of this moratorium.
- **The completion of the legal review of former concessions** by rigorously applying the requirements of the 2005 decree, and **cancelling non-valid concessions** in accordance with this decree
- **The maintenance of the traditional rights of local populations** in all the forests. The initiation of a **participative zoning** effort on a national level. The introduction of **local information drives** to keep people informed of every new decision on the use of forests, according to the **principle of prior, free and informed consent**.
- **The reinforcement of forestry control**, in view of stamping out illegal exploitation and improving the economic climate, in order to welcome and assist **companies that are responsible** from the ethical, social, fiscal and environmental point of view, and offer them a framework favourable to obtaining **independent certification**.
- **The piloting of numerous community-based management initiatives.** These pilot experiments should be carried out in damaged zones as well as those that are virtually intact, where institutional measures that generate appropriate revenues for the inhabitants, while guaranteeing the preservation of the ecosystem, have not yet been invented.
- **The reinforcement of the power of public institutions and civil organisations** to fulfil their vital roles of control, creating awareness, and monitoring.
- **The promotion of scientific research** to provide material, as reliable and as validated as possible, for political decisions on the management of forest ecosystems. There are a number of top-priority areas of research. These include developing further knowledge on forest biodiversity as well as the socio-economic and cultural aspects of these zones; understanding and taking account of customary rules and traditional practices; studying the dynamics involved in carbon sequestration; mapping out the plant life, and improving knowledge about the technical characteristics and opportunities of forest products.
- **The involvement of civil society**, the provision of information to the public in all its forms, and the participation of independent observers in monitoring resources and following up reforms.
- **Support for implementing the traceability process for forest products** in view of their legality (FLEGT: Forest Law Enforcement, Governance and Trade) and certification.

Above and beyond the pursuit and reinforcement of these actions, the Conference wishes to put the accent on the urgent need to implement certain actions such as:

- **The protection of the most threatened species and ecosystems**, the rehabilitation of national parks and World Heritage Sites and the identification of new protected areas, while fostering participatory approaches and the respect of traditional rights, and guaranteeing that no forest concessions will be allocated or confirmed in the buffer zones of protected areas.
- **The recognition of traditional forest land management methods and the establishment of their legal security** by local communities, the support for small family or community forest-based businesses and artisanal loggers, in view of helping them to work their way out of poverty without exhausting the natural resources on which they depend.

In these areas, the Conference marks its **support for new approaches**, whereby the Government can delegate land management to local communities or private operators while continuing to fulfil its duty as a guarantor of public well-being.

The Conference stresses the **priority that should be given to reactivating the training programme for forestry engineers and other forestry technicians** which has been dormant for two decades, so as to ensure the sustainable management of the DRC's forests.

The Conference **acknowledges the innovative character** of several initiatives, such as **the creation of carbon sinks** through afforestation and reforestation, and avoiding deforestation; the creation of a fiduciary fund for conservation concessions and the set-up of a multi-donor trust fund for the forest sector, together with initiatives in the private finance sector, positioning the DRC as a supplier of environmental services, and which aim to set up market mechanisms to remunerate these services.

The Conference **notes**:

- The **foregone revenues** declared by the DRC Government, assessed at US\$ 1.5 billion, due to restrictions on logging activities;
- The commitment of the Government of the Kingdom of Belgium, in partnership with other countries of the European Union, **to provide technical assistance** to the Government of the DRC, including in the following areas: the **ongoing conversion** process, the set-up of a **national traceability system of forest products**, the strengthening of the national Administration's in terms of **forestry control** and the **implementation of the FLEGT process**, and support in various forms to the Congolese Institute for the Conservation of Nature through the creation of a **fiduciary fund for the conservation of nature**.

The Conference **recognises the urgent need to set up alternative mechanisms** for financing actions in favour of sustainable forest management in the DRC, **given that current innovative mechanisms will only be set in motion in the medium- and long-term**.

The Conference considers that **a meeting to follow up its conclusions** between the Conference organisers, including the Democratic Republic of the Congo, together with the other active or interested donors concerned by this important issue, could **be held at the upcoming Spring Meetings of the World Bank in Washington**.

The Conference recommends that the **important issue of sustainable forest management in the DRC** should be **included in the agenda of the upcoming G8 Summit**.

The Conference **stresses the importance of creating an institutional and legal framework** favourable to establishing partnerships that would involve civil society, the private sector, research institutions and State organisations, and which could lead to the emergence of mechanisms based on shared benefits and mutual obligations.

The Conference **encourages** the DRC, the investors concerned and the general public to make a commitment to such partnerships. It recommends that public development agencies assist the DRC and the investors concerned in making contracts legally secure, and in facilitating their implementation in the field. It also recommends that this issue be brought to the attention of the very highest Congolese and world bodies engaged in the fight against poverty, governance and environmental protection.

The Conference **thanks** the Kingdom of Belgium and the Belgian Cooperation for Development for organising the Conference and for the actions already set in motion in favour of sustainable forest management in the DRC, in partnership with the Democratic Republic of the Congo, the World Bank, the FAO, the UNEP, UNESCO, the European Union, the French Cooperation, the German Cooperation, the British Cooperation, the African Wildlife Foundation, the Conservation International, Greenpeace, the Rainforest Foundation, the SNV, the Wildlife Conservation Society, the WWF, and the Congolese Civilian Society.

The Conference **encourages the DRC** to unremittingly pursue the efforts regarding governance that it is undertaking as part of the Priority Agenda, and encourages partners in the public sector to help the DRC in a national programme for forests and nature conservation, in accordance with the Declaration of Paris on the harmonisation of aid and in line with the Millennium Development Goals.

Done in Brussels, 27 February 2007

The Conference

## Development cooperation prize

The Development Cooperation Prize is annual incentive prize - financed by the Belgian Development Cooperation (DGDC) and organized by the Royal Museum for Central Africa - for students and young researchers, from Belgium or developing countries, whatever their discipline. The prize is awarded to scientific works that contribute significantly to knowledge that can be applied to development in the South. Sustainable development is to be their principal aim and poverty alleviation a priority. The prizes are attributed to Bachelor's and Master's theses, postgraduate papers, Ph.D. theses, or publications in scientific journals.

In the course of the years of the prize existence, the fields represented among the participants has remained more or less stable: the majority of files represent the exact sciences - with a very large share originating from the agricultural and applied biological sciences, followed by the human sciences and biomedical and veterinary sciences.

The prize is granted to maximum 14 students and 6 researchers and consists of an award of 1,250 € for students and 2,500 € for young researchers. Since 1998 the awards have been handed over by the Minister for Development Cooperation during a ceremony in the Royal Museum for Central Africa. The laureates from abroad are invited to Belgium especially for this occasion. Many use their stay in Belgium to establish or renew contacts with the Belgian academia in their fields of interest.

One abstract regarding the accomplishment of laureate from Philippines awarded in 2006 is presented below.

### **'Spatial analysis of accessibility to services and resources: a GIS-based approach to assess sustainable rural livelihoods in the upland community of Claveria, Misamis Oriental, Philippines'**

Marc Delgado\*

Within the framework of a policy to reduce poverty it is crucial to ensure that everyone, and especially the most disadvantaged groups, have dignified and durable means of existence. In order to achieve this, accessibility of the necessary services and resources is vital. The territorial dimension, among other things, is of primary importance, particularly in the rural areas, where the habitat is naturally dispersed over vast areas.

Geographic Information Systems (GIS) have therefore become indispensable instruments in development planning to ensure that the available means of implementation are used in the most rational way. The issue of managing travel distances and problems with the accessibility has been a major concern for those responsible for urban planning and rural development and is increasingly well managed as information technologies develop. This study is an interesting and relevant contribution to the endeavour to resolve this issue. Mr Delgado has used a clever and apparently inexpensive combination of technological methods (GIS + computer database) and participative field work to make an inventory of the services and resources deemed most necessary to the subsistence of the inhabitants and model their ease/difficulty of access. The study does, however, highlight a fact that comes as no surprise: the poorer you are, the more expensive and the more limited the means of transport and access are to the places where services and resources are provided. This thesis concludes with two concrete and feasible measures, to be applied in the study region (Community of Claveria, in the Province of Eastern Misamis in the Philippines) whilst demonstrating the immediate positive results that these measures can bring about. The instrument and method put forward and used in the study seem to have interesting possibilities for application in other similar contexts.

Having said that, the struggle against poverty constitutes a large and multi-dimensional effort. The author remains well aware that only the physical accessibility to services and resources has been tackled in his work. He also knows that a development policy must also aim, among other things, to strengthen the capacities of the local institutions, the quality of services provided, and even the socio-economic impact of demographic development and land-use.

---

\*Filipino, Bachelor of Science in Biology, University of the Philippines Los Baños, Philippines, 2000.  
Master in Human Ecology, Vrije Universiteit Brussel, Belgium, 2006.  
[marcmdelgado@yahoo.com](mailto:marcmdelgado@yahoo.com)

## BIBLIOGRAPHIE

## BOEKBESPREKING

### BIBLIOGRAPHY

### BIBLIOGRAFIA

## **Role of urban and peri-urban livestock production in poverty alleviation and food security in Africa**

Eric Thys

Ce livre d'une centaine de pages met pour la première fois l'accent sur l'importance et la spécificité de l'élevage dans le développement de l'agriculture, la sécurité alimentaire et la réduction de la pauvreté en milieux urbains et périurbains africains.

Sans entrer dans des détails techniques relevant typiquement des sciences animales, mais en situant les productions animales au sein de cet environnement particulier, il y est question à la fois d'élevages de certaines dimensions comme de petits élevages, parfois non conventionnels.

A partir d'une base bibliographique récente et très complète, ainsi que de travaux scientifiques menés par l'auteur pendant plusieurs années en Afrique de l'Ouest et en Afrique Centrale, cet ouvrage décrit d'abord le contexte général dans lequel s'inscrivent les activités d'élevage. C'est ainsi que sont abordés successivement les caractéristiques générales de l'agriculture urbaine, en particulier en Afrique, puis celles relatives à l'élevage en mettant l'accent sur les différentes productions, leurs aspects socio-économiques et les problèmes qu'elles engendrent à plusieurs niveaux, plus particulièrement sur le continent africain. Une large part du document est ensuite consacrée à des études de cas qui permettent de mieux comprendre le fonctionnement de ce secteur d'activités et les contraintes qui y sont liées de l'amont à l'aval des productions. C'est à la lumière de ces différentes études que l'auteur discute ensuite de manière détaillée les différents aspects techniques, sociologiques, économiques, environnementaux et politiques relatifs aux élevages urbains: par exemple, les motivations qui sous-tendent les productions, les problèmes de pollution et de santé publique, les conflits de voisinage, les problèmes politiques en matière de planification et de législation, etc. A l'issue d'une brève conclusion, des recommandations pour le futur sont énoncées.

Ce livre constitue un ouvrage de référence pour les décideurs politiques, les techniciens du développement, les enseignants et les étudiants, etc., mais aussi toute personne intéressée par le sujet ou confrontée aux problèmes que les élevages périurbains et urbains engendrent en Afrique ou dans des pays en développement situés sur d'autres continents.

Cet ouvrage a été publié par l'Académie Royale des Sciences d'Outre-mer. Il comprend 112 pages, 14 figures et 14 tableaux. Prix: 12,50 Euros (frais d'envoi non compris).

Il peut-être obtenu auprès de l'ARSOM, 1 rue Defacq, Bte 3 à 1000 Bruxelles.

Professeur André Buldgen  
Juin 2006

## ORGANISATION

### Nature de l'entité responsable de la publication et objet de la revue TROPICULTURA

Agri-Overseas a.s.b.l. est une association créée dans le but d'établir des relations professionnelles d'intérêts communs entre tous ceux qui oeuvrent pour le développement rural outre-mer. Elle publie la revue scientifique et d'information «Tropicultura» consacrée aux problèmes ruraux dans les pays en développement. Cette revue est éditée trimestriellement avec le soutien financier de la Direction Générale de la Coopération au Développement (D.G.C.D.), Service public Fédéral Affaires étrangères, Commerce extérieur et Coopération au Développement, et celui de la région Bruxelles-Capitale. Elle bénéficie du patronage scientifique de l'Académie Royale des Sciences d'Outre-mer de Belgique (ARSOM).

Agri-Overseas a.s.b.l. se compose de membres individuels et des institutions belges suivantes: l'Académie Royale des Sciences d'Outre-mer de Belgique (ARSOM), les quatre Facultés en Sciences agronomiques de Belgique, (Gembloux, Gent, Leuven et Louvain-La-Neuve), les deux Facultés en Médecine vétérinaire (Gent et Liège), le Département de Santé animale de l'Institut de Médecine Tropicale d'Anvers (Antwerpen), la Section Interfacultaire d'Agronomie de l'Université Libre de Bruxelles, les Facultés Universitaires de Notre Dame de la Paix (Namur), le Département des Sciences et gestion de l'environnement de l'Université de Liège (Arlon), la Direction Générale de la Coopération Internationale.

### Conseil d'administration

Le conseil d'administration d'Agri-Overseas a.s.b.l. est composé du Professeur Dr J. Vercruysse, Président; du Professeur Ir G. Mergeai, Administrateur Délégué; du Dr E. Thys, Secrétaire; du Professeur Dr B. Losson, Trésorier; du Dr S. Geerts, membre; du Professeur Honoraire Dr Ir J. Hardouin, membre.

### Comité de rédaction

Le comité de rédaction de TROPICULTURA est constitué du Professeur Dr Ir G. Mergeai, Rédacteur en Chef, et des Rédacteurs délégués suivants: le Professeur Dr Ir J.-P. Dehoux pour «la Production animale et le Gibier», le Dr D. de Lame pour la Sociologie, le Professeur Honoraire Dr Ir F. Malaisse pour la «Foresterie et l'Ecologie», le Professeur Emérite Dr J.-C. Micha pour «les Pêches et la Pisciculture», le Professeur Dr Ir E. Tollens pour «l'Economie rurale», le Professeur Dr Ir P. Van Damme pour «l'Agronomie», le Professeur Dr Ir E. Van Ranst pour les «Sciences du sol», le Professeur J. Vercruysse et le Dr E. Thys pour «la Santé Animale» et l'Ir F. Maes, Collaborateur scientifique. Le secrétariat traite directement les autres sujets relevant de la compétence de la revue (Agro-industrie, systèmes de production, etc...).

### Secrétariat de rédaction

1A, Square du Bastion, B- 1050 Bruxelles – Belgique  
Téléphones: ++32.02.550 19 61/ 62; Fax.: ++32.02.514 72 77  
Email: [ghare.tropicultura@belgacom.net](mailto:ghare.tropicultura@belgacom.net) / [mjdesmet.tropicultura@belgacom.net](mailto:mjdesmet.tropicultura@belgacom.net) /  
Website: <http://www.bib.fsagx.ac.be/tropicultura/>

## INSTRUCTIONS AUX AUTEURS

Les thèmes des articles publiés dans Tropicultura concernent tout ce qui touche au développement rural et à la gestion durable de l'environnement des régions chaudes de la planète. La priorité est donnée aux articles présentant des sujets originaux, ayant une portée la plus large possible, c'est-à-dire dont le contenu concerne surtout des aspects méthodologiques transposables dans une large gamme d'environnements et de régions du monde. Un accent tout particulier est également mis sur la fiabilité des informations publiées, c'est-à-dire, quand il s'agit de résultats expérimentaux, sur le nombre de répétitions des essais, dans le temps et dans l'espace, qui sont à l'origine des données obtenues.

Les manuscrits seront inédits et n'auront pas été soumis pour publication antérieurement ou simultanément. Ils peuvent être rédigés en une des quatre langues suivantes: anglais, espagnol, français et néerlandais. Les manuscrits sont à adresser au rédacteur en chef par la poste, en trois exemplaires, sous forme de document papier, ou, directement à l'adresse électronique du Secrétariat de rédaction, sous forme de fichiers attachés. Ils seront rédigés en simple face, en double interligne (27 lignes de 60 caractères par page de format DIN A4), avec une marge de 3,5 cm minimum autour de la plage imprimée. Ils comporteront au maximum dix pages de texte (page de couverture, résumés et références bibliographiques non compris).

La page de couverture portera: le titre, le titre abrégé (maximum 55 caractères), les noms et prénoms complets des auteurs, l'adresse professionnelle complète de chacun, les remerciements éventuels. Le nom de l'auteur - correspondant sera marqué d'un «\*» et son adresse complétée de ses numéros de téléphone et télécopie, et de son adresse électronique.

Les pages suivant la page de couverture présenteront: (i) les résumés (max. 200 mots) dans la langue du manuscrit et en anglais, précédés du titre traduit et suivis de maximum six mots-clés dans chacune des deux langues; (ii) le corps du texte; (iii) la bibliographie; (iv) seuls trois tableaux numérotés au moyen de chiffres arabes seront admis, (v) les illustrations identifiées sans ambiguïté par un numéro au verso, (vi) les légendes des tableaux et des illustrations. Toutes les pages seront numérotées en continu. Seules trois figures, dessinées de façon professionnelle, seront acceptées. Les photographies seront fournies non montées, bien contrastées sur papier brillant.

Seuls, les coauteurs ayant manifesté par écrit leur accord pour que leur nom figure dans un manuscrit apparaîtront dans la version finale de l'article publié dans Tropicultura. Les accords écrits des coauteurs concernant ce point pourront être transmis au Comité de rédaction sous forme de courrier postal ou électronique. L'agrément de l'organisme de tutelle des auteurs est supposé acquis pour toute publication paraissant dans Tropicultura. Agri-Overseas décline toute responsabilité en cette matière.

La première soumission d'un article à la rédaction pourra se faire sous forme imprimée ou sous forme électronique.

Dans la mesure du possible, après acceptation de l'article pour publication, l'auteur fournira sa dernière version, revue et corrigée, sur disquette (ou sous forme de fichier attaché). Le logiciel Word est recommandé mais une version ASCII ou RTF des fichiers est acceptée.

Le texte sera généralement divisé en introduction, matériel et méthodes, résultats, discussion, conclusions. La subdivision du texte ne dépassera pas deux niveaux. Les sous-titres, très concis, seront composés en minuscules et ne seront jamais soulignés.

Les références seront citées dans le texte au moyen de numéros placés entre parenthèses. En cas de citation de plusieurs références, leurs numéros se succéderont par ordre croissant.

Les références bibliographiques seront données par ordre alphabétique des noms d'auteurs et par ordre chronologique pour un auteur donné. Elles seront numérotées en continu en commençant par le chiffre 1.

Pour les articles de revues, les références comprendront: les noms des auteurs suivis des initiales des prénoms, l'année de publication, le titre complet de l'article dans la langue d'origine, le nom de la revue, le numéro du volume souligné, les numéros de la première et de la dernière page séparés par un tiret.

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

Pour les monographies, les éléments suivants sont essentiels: les noms des auteurs suivis des initiales des prénoms, l'année de publication, le titre complet de l'ouvrage, le nom de l'éditeur, le lieu d'édition, la première et la dernière page du chapitre cité, le nombre total de pages de l'ouvrage. Les comptes rendus de conférences sont traités comme des monographies; de plus, ils mentionneront si possible le lieu, la date de la réunion et le(s) éditeur(s) scientifique(s).

Exemple: 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.

Le comité de rédaction se réserve le droit de refuser tout article non conforme aux prescriptions ci-dessus.

Les articles sont soumis à un ou plusieurs lecteurs choisis par la rédaction et ces lecteurs restent anonymes pour les auteurs.

En cas d'acceptation de l'article, la rédaction exigera un engagement des différents auteurs à céder leurs droits de publication à TROPICULTURA.

# TROPICULTURA

2007 Vol. 25 N° 1

Four issues a year (January- February- March)

## EDITORIAL

An Important Partnership (in French & English)

**G. Mergeai** ..... 1

## CONTENTS

### ORIGINAL ARTICLES

Chemical Composition, Nutritive and Energetic Value of Plantain (*Musa ssp.*) Hybrids CRBP 14, CRBP 39, FHIA 17, FHIA 21 and Orishele Variety (in English)  
**S. Coulibaly, G.J. Nemlin & A. Kamenan** ..... 2

Trends and Effective Use of Energy Input in the Palm Kernel Oil Mills (in English)  
**A.I. Bamgboye & S.O. Jekanyinfa** ..... 7

New Ploughing Effects on *Cyperus rotundus* L. in New Caledonia. II. Viability of Half-Tubers (in French)  
**O. Ratiarson & A. Falisse** ..... 12

Edible Ivorian Snails: Influence of the Breeding Substratum on the Parameters of Growth of *Archachatina ventricosa* (Gould, 1850) in Indoor Rearing (in French)  
**K.D. Kouassi, A. Otchoumou & H. Dosso** ..... 16

Evaluation of Ensiled Brewer's Grain in the Diet of Piglets by One Way Multiple Analysis of Variance, MANOVA (in English)  
**J. Amang A Mbang, J. Owino, J. Kones, F. Meffeja & L. Dibog** ..... 21

Functioning, Performances and Future of Olive Producing Farms in Medenine, Tunisia (in French)  
**B. Karray & M. Abichou** ..... 26

The Characteristics of Rural Guinea Fowl *Numida meleagris* Breeding System in the Centre of Burkina Faso (in French)  
**R. Sanfo, H. Boly, L. Sawadogo & B. Ogle** ..... 31

Organogenesis in *Dioscoreophyllum cumminsii* (Stapf) Diels (in English)  
**Happiness O. Oselebe & E.E. Ene-Obong** ..... 37

### TECHNICAL NOTES

Participative Management of the Sanctuary of Western Lowland Gorillas (*Gorilla gorilla gorilla*) of Lossi in Republic of Congo-Brazzaville: Preliminary Results and Constraints Analysis (in French)  
**R.A. Mbété, H. Banga-Mboko, I. Njikam Nsangou, Véronique Joiris Daou & P. Leroy** ..... 44

Strategy of Valorization of the Resource Species in Non Woody Products from the Savanna Belt of Kinshasa. I. Ethnobotany Survey (in French)  
**E. Makumbelo, L. Lukoki, J. Paulus sj. & N. Luyindula** ..... 51

To Reafforest in the Tropics (in French)  
**R. Pierlot** ..... 56

DGDC 'S ACTIVITIES ..... 60

BIBLIOGRAPHY ..... 64

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

LITHO-OFFSET J.F. DE JONGHE • 696 CHISSE DE GAND B1080 BRUSSELS • +32 (2) 465 77 17

