

16 JAN. 2001



# TROPICULTURA

2000 Vol.18 N°1

Trimestriel (mars - juin - septembre - décembre)

Driemaandelijks (maart - juni - september - december)

Se publica por ano (en marzo - junio - septiembre - diciembre)



Credit : WORLD BANK PHOTO by Yosef Hadar, 1982

Editeur responsable / Verantwoordelijke uitgever :  
CRISTINA FUNES-NOPPEN  
Rue Brederode 6, Brederodestraat  
1000 Bruxelles / Brussel

**DGCI**

Avec le soutien de la Région Bruxelles Capitale  
Met de steun van het Brusselse Gewest

**DGIS**

BUREAU DE DEPOT / AFGIFTEKANTOOR  
BRUXELLES X / BRUSSEL X

## SOMMAIRE / INHOUD / SUMARIO

### ARTICLES ORIGINAUX/OORSPRONKELIJKE ARTIKELS/ARTICULOS ORIGINALES

Valeur pastorale des herbages en région soudanienne, le cas des parcours sahéliens du Nord-Sénégal Voederwaarde van de graslanden van de Sahelische zone : geval van de graslanden van Noord-Senegal Valor pastoril de los pastizales en región sudanesa, el caso de los parajes sahelianos del norte de Senegal	
<b>L-E. Akpo &amp; M. Grouzis</b> .....	1
Adoption of Research Recommendations by Rice Farmers : A Case Study on Bangkok Plain Adoption des recommandations de la recherche par les riziculteurs : étude du cas des producteurs de la plaine de Bangkok Adoptie van de aanbevelingen van de research door rijsttelers : studie over de vlakte van Bangkok Adopción de las recomendaciones de la investigación por los cultivadores de arroz : un estudio en la planicie de Bangkok	
<b>N. S. Murali &amp; S. Poovarodom</b> .....	9
Beyond Positive Sciences : an Anthropological Approach to Market Analysis in North-Western Ghana Au-delà des sciences positives : une approche anthropologique d'une analyse de marché au nord-ouest du Ghana De positieve wetenschappen voorbij : een antropologische benadering van een marktanalyse in Noordwest Ghana Más allá de las ciencias positivas : un enfoque antropológico de un análisis de mercado en el noroeste de Ghana	
<b>J.P.G. Dessein</b> .....	14
Do Permethrin-Treated Screens Repel Sand Flies from Entering Houses ? Les écrans imprégnés d'insecticide peuvent-ils empêcher les phlébotomes d'entrer dans les maisons ? Kunnen de met Permethrine doordrenkte schermen de Phlebotomen beletten de huizen binnen te vliegen ? Las pantallas impregnadas de insecticidas pueden impedir la entrada de los flebotomos en las casas ?	
<b>M. Basimike</b> .....	19
Technique d'élevage de la teigne de pomme de terre <i>Phthorimaea operculella</i> Zel. (Lepidoptera : Gelechiidae) en laboratoire, paramètres biologiques et influence du taux de sucre dans l'alimentation de l'imago Labokweektechnieken, biologische parameters en invloed van het suikergehalte in de voeding van de imago's van de aardappelmot <i>Phthorimaea operculella</i> Zel. (Lepidoptera : Gelechiidae) Técnica de crianza de la polilla de papa <i>Phthorimaea operculella</i> Zel. (Lepidoptera : Gelechiidae) en laboratorio, parámetros biológicos e influencia de la tasa de azúcar en la alimentación del imago	
<b>A.M. Badegana &amp; P.H. Ngameni</b> .....	23
Caractéristiques physicochimiques et composition en acides gras des huiles de <i>Raphia sese</i> et <i>Raphia laurentii</i> Physico-chemische eigenschappen en vetzuren samenstelling van oliën van <i>Raphia sese</i> en <i>Raphia laurentii</i> Características fisicoquímicas y composición en ácidos grasos de aceites de <i>Raphia sese</i> y <i>Raphia laurentii</i>	
<b>Th. Silou, C. Makonzo-Mondako, J.P. Profizi, A. Boussoukou &amp; G. Maloumbi</b> .....	26
Influence du taux de graines de coton dans la ration sur la production et la composition du lait chez la chèvre du sahel burkinabé. Invloed van de hoeveelheid katoenzaad in het rantsoen van Burkinabé Sahelgeiten op de productie en de samenstelling van de melk. Influencia de la tasa de granos de algodón en la ración sobre la producción y la composición de la leche de cabra del Sahel burkinabé	
<b>Zourata Ouedraogo, L.L. Sawadogo &amp; A.J. Nianogo</b> .....	32
L'impact des oiseaux sur le rendement des cultures de maïs ( <i>Zea mays</i> L.) dans le marais de Lwiro, Sud-Kivu, Est de la République démocratique du Congo et quelques indications de lutte De impact van vogels op het rendement van Zea maïsteelt ( <i>Zea mays</i> L.) in de moerassen van Lwiro. Oosten van de Democratische Republiek van Congo en enkele aanwijzingen voor de bestreiding El impacto de los pájaros sobre el rendimiento de los cultivos de maíz ( <i>Zea mays</i> L.) en el pantano de Lwiro, sur-Kivu, al este del República democrática del Congo y algunas indicaciones de lucha	
<b>B. Kizungu</b> .....	37
<b>NOTES TECHNIQUES/TECHNISCHE NOTA'S/NOTAS TECNICAS</b>	
L'élevage d'athérides ( <i>Atherurus africanus</i> , Gray 1842) au Gabon De kweek van <i>Atherurus</i> in Gabon ( <i>Atherurus africanus</i> , Gray 1842) Crianza de <i>Atherurus africanus</i> , Gray 1842 en Gabón	
<b>P. Houben, F. Jori &amp; D. Edderai</b> .....	40
Analyse de la microsporogenèse chez la descendance BC <sub>2</sub> A et BC <sub>3</sub> de l'hybride trispécifique <i>Gossypium hirsutum</i> L. x <i>Gossypium raimondii</i> Ulb. x <i>Gossypium sturtianum</i> Will. Analyse van de microsporogenese in het nageslacht BC <sub>2</sub> A en BC <sub>3</sub> van de trispécifieke hybride <i>Gossypium hirsutum</i> L. x <i>Gossypium raimondii</i> Ulb. x <i>Gossypium sturtianum</i> Will. Análisis de microsporogenesis en la descendencia BC <sub>2</sub> A y BC <sub>3</sub> del híbrido trispécifico <i>Gossypium hirsutum</i> L. x <i>Gossypium raimondii</i> Ulb. x <i>Gossypium sturtianum</i> Will.	
<b>M.D. Sanogo, I. Vrohi Bi, J-P. Baudoin &amp; G. Mergeai</b> .....	44
<b>BIBLIOGRAPHIE/BOEKBESPREKING/BIBLIOGRAFIA</b> .....	47

English Contents on back cover

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 de leurs auteurs  
De geformuleerde stellingen en de gebruikte vorm zijn op de verantwoordelijkheid van de betrokken auteur(s)

## ARTICLES ORIGINAUX

## OORSPRONKELIJKE ARTIKELS

## ORIGINAL ARTICLES

## ARTICULOS ORIGINALES

## Valeur pastorale des herbages en région soudanienne, le cas des parcours sahéliens du Nord-Sénégal.

L.-E. Akpo\* & M. Grouzis\*\*

Keywords: Rangelands - Forage spectrum - Quality index - Tree shelter - Sahel - Ferlo.

### Résumé

*L'appréciation de la valeur pastorale des terres de parcours sahéliennes, caractérisées par la juxtaposition d'une strate herbacée continue et d'une strate ligneuse discontinue, a été réalisée en étudiant la composition pastorale (ou spectre fourrager) et l'indice global de qualité. Les observations ont consisté en un inventaire de la végétation pastorale sous l'arbre et hors du couvert de l'arbre.*

*Les techniques d'analyse fréquentielle appliquées aux données floristiques ont mis en évidence dans le spectre fourrager une plus grande diversité floristique (richesse spécifique et recouvrement plus importants) dans les parcours sous couvert ligneux du Ferlo par rapport à ceux des zones non ombragées. Les espèces de bonne valeur pastorale sont rares sous l'arbre ou contribuent très faiblement au tapis herbacé lorsqu'elles existent. L'indice global de qualité des parcours est nettement plus élevé dans les milieux découverts, en raison de la large dominance des graminées.*

### Summary

**Pasture Value of Herbages in Soudanian Region : The Case of Sahelian in North-Senegal**

*The pasture value of sahelian rangelands, which is characterized by a more or less continuous herbaceous layer and a discontinuous cover of shrubs and trees, was investigated from the pastoral composition and the global quality index. The observations consisted on floristic sampling in the shade and in the open part of the plots.*

*Frequent analysis technics applied to floristic data allowed to highlight a great floristic diversity in the forage spectrum of the shaded rangelands compared to the open. Good fodder plants were scarce in the tree shelter where their input in the herbaceous layer are very limited. The global quality index of the rangelands is largely more important in the unshaded zones, because of the Poaceae predominance.*

### Introduction

Les parcours sahéliens sont des écosystèmes naturels où coexistent une végétation herbacée continue et une strate ligneuse plus ou moins discontinue (14). Ces espaces jouent un rôle économique important sur le plan agroforestier, voire agro-sylvo-pastoral, notamment pour l'élevage puisque la végétation spontanée constitue la majeure partie de l'alimentation des herbivores domestiques.

Dans ces régions, l'élevage est de type extensif et n'exploite que les herbages. Ceux-ci sont composés de plantes annuelles (des graminées essentiellement) et parsemés d'épineux pérennes (*Acacia*, *Balanites*, *Ziziphus*) dont les feuilles, et parfois les fruits, peuvent constituer une part importante de la ration du bétail en saison sèche (16).

Sur le plan de la structure, la présence ou non de l'élément ligneux permet de distinguer dans ces terres de

parcours deux écosystèmes: le premier est un système complexe herbe-arbre, le second, situé entre les arbres, est une strate composée exclusivement d'espèces herbacées (1). Sous l'arbre, la production herbacée est 2 à 3 fois plus élevée (13).

Le présent travail se propose d'apprécier la qualité des herbages dans les biotopes couverts ou sous couvert (SC) et découverts ou hors couvert (HC) du Ferlo, au Nord-Sénégal. Il s'agit d'étudier l'influence des arbres sur l'indice global (ou synthétique) de qualité (IGQ) des herbages, indicateur essentiel de la valeur fourragère des parcours en l'absence d'analyses chimiques, généralement onéreuses.

### Matériel et méthodes d'étude

#### 1. Caractéristiques du Ferlo

Le Ferlo appartient aux formations sableuses dunaires du Continental terminal. Les reliefs sont séparés par

\* Département de Biologie végétale, Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta Diop, BP: 5005, Dakar, Sénégal.

\*\* Laboratoire d'Ecologie végétale Orstom, BP 1386, Dakar, Sénégal.

Reçu le 03.01.97 et accepté pour publication le 23.07.97.

des dépressions longitudinales à sol sablo-argileux grisâtre, localement calcaire et à sol hydromorphe à engorgement temporaire, durant 2 à 3 mois, pendant la saison des pluies (20). Les sols brun-rouges subarides, sont neutres à faiblement acides. Ils contiennent 80 à 85% de sable et 3,5% d'argile en surface et sont pauvres en matière organique (19).

La région est caractérisée par un climat sahélien. La température moyenne annuelle est de 28,6°C tandis que les températures moyennes mensuelles minimale et maximale sont respectivement de 14,1°C (janvier) et 40,4°C (mai). Les précipitations sont faibles: 282 mm en moyenne entre 1918 et 1990 à Dagana (station de référence) avec un coefficient de variation de 37%. Elles indiquent que Dagana se caractérise par un déficit pluviométrique persistant (1). Les pluies, qui s'étendent de juin à octobre, permettent de distinguer classiquement deux périodes dans l'année: une période sèche ( $P_{mm} < 0,35$  ETP) de 7 à 9 mois (octobre à mai) et une saison des pluies ( $P_{mm} \geq 0,35$  ETP) de 3 à 5 mois.

La végétation est une steppe arbustive plus ou moins lâche (16) composée d'arbres épineux, d'arbustes et d'herbes annuelles. Le taux de couverture de la végétation ligneuse est faible: 30% (21). La strate herbacée présente sous la forme d'un tapis plus ou moins continu pouvant atteindre 50 cm à 1 m de hauteur, est dominée par des espèces annuelles, notamment des graminées, généralement à feuilles basilaires, à limbes étroits et pliés ou enroulés (*Schoenefeldia gracilis*, *Aristida* sp, *Cenchrus* sp, *Chloris* sp ...).

L'étude a été menée dans les réserves sylvo-pastorales de Kooya et de Sogobé (Fig.1). Quatre principaux types de parcours ont été retenus, ce sont :

- parcours G8A, *Balanites aegyptiaca* (L.) Del., *Adenium obesum* (Forssk.) Roem. et *Aristida funiculata* Trin. et

Rupr. sur sols squelettiques dans les dépressions;  
- parcours PS4, à *Sclerocarya birrea* (A. Rich.) Hochst. et *Balanites aegyptiaca* (L.) Del. établies sur les sols sableux à argilo-sableux sur pénéplaine haute ou sommets aplanis de l'erg ancien;  
- parcours PA1 et PA4, à *Acacia tortilis* (Forssk.) Hayne *raddiana* (Savi), Brenan, *Balanites aegyptiaca* (L.) Del. et *Schoenefeldia gracilis* Kunth dans les vallons et couloirs interdunaires de l'erg ancien (PA1) ou récent (PA4).

Communément dénommés G8A, PS4, PA1 et PA4 par Valenza et Diallo (22), ces types de parcours représentent environ 35% des pâturages du Nord-Sénégal; ils sont étroitement liés aux conditions morpho-pédologiques. Ces appellations seront conservées et utilisées dans la suite du texte.

Dans la terminologie locale fondée sur la géomorphologie qui commande la nature, la composition et la productivité des parcours, les pasteurs peuhls distinguent les parcours *baldiol* (G8A), les parcours *tiangol* (PS4), et les parcours *seno* (PA1 & PA4).

## 2. Méthodes d'étude

La détermination de la valeur pastorale (vp) de la végétation des herbages consiste à donner aux parcours un indice global de qualité (9), qui tient compte de la composition spécifique et de la valeur relative des espèces.

La composition spécifique est établie pour chacun des biotopes sous et hors couvert ligneux à partir d'un échantillonnage constitué de 110 sites (sous l'arbre: 70, hors couvert: 40) répartis dans les principaux types de parcours en utilisant la méthode des relevés phytocécologiques (10). Le nombre de relevés SC est plus élevé que celui HC car un relevé HC sert parfois de témoin à 2 relevés SC.

Les biotopes couverts (ou sous l'arbre) ont été retenus en tenant compte des principales espèces ligneuses (3). Le rayon moyen du couvert des arbres étant de 4 m (1), les relevés floristiques ont été réalisés sur une surface circulaire de 50 m<sup>2</sup>. Pour ce faire l'aire est parcourue à partir d'un point quelconque mais nettement repérable. Toutes les espèces présentes sont inventoriées et leur importance relative est estimée sur la base du recouvrement. On évalue ensuite la contribution de chacune des espèces (Csi) au couvert herbacé, c'est-à-dire le rapport du recouvrement du taxon à la somme des recouvrements de l'ensemble des taxons répertoriés sur le relevé.

Les échantillons botaniques sont identifiés par nos soins sur le terrain ou en laboratoire à l'aide de différentes flores (6,18). Les dénominations ont été actualisées sur la base d'ouvrages récents (17).

La valeur pastorale des espèces se définit en attribuant à chaque espèce un indice de qualité spécifique (Is). Ce critère de qualité, pour les espèces herbacées des terres de parcours de la zone sahélienne, est établi sur une échelle de cotation de 0 à 3 (4,5).

Ainsi sont considérées comme espèces de :  
- bonne valeur pastorale (Bvp), les espèces dont l'in-

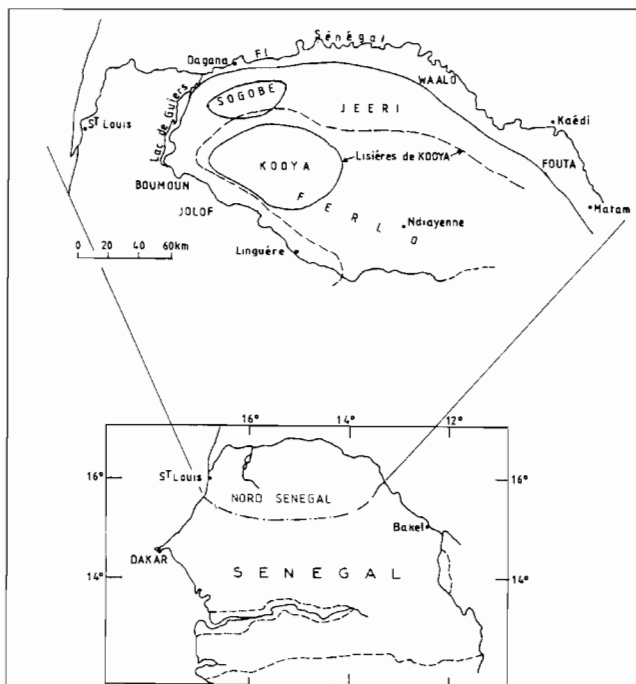


Figure 1. - Localisation géographique du Ferlo (Nord-Sénégal)

- indice spécifique (Is) est égal à 3;
- moyenne valeur pastorale (Fvp), les espèces dont l'indice spécifique (Is) est égal à 2;
- faible valeur pastorale (Mvp), les espèces dont l'indice spécifique (Is) est égal à 1;
- sans valeur pastorale (Svp), les espèces dont l'indice spécifique (Is) est égal à 0.

La valeur pastorale peut être calculée en multipliant les contributions des espèces par les indices de qualité correspondants; les valeurs relatives des espèces ainsi obtenues sont additionnées et exprimées sur 100 (9):

$$Vp = 1/3 \sum Csi \times Is$$

La valeur ainsi obtenue est aussi appelée indice global (ou synthétique de qualité). Cet indice renseigne sur l'importance de fourrage de qualité (ou fourrage "qualifié") produit par l'unité de végétation.

Afin d'établir des correspondances entre les biotopes (sous ou hors couvert ligneux) et les espèces ou entre types de parcours et espèces herbacées, nous avons utilisé les techniques d'analyse fréquentielle retenues par Daget et Godron (8) pour corriger les écarts de profils entre les espèces rares et les espèces communes. Celles-ci sont basées sur l'élaboration, par espèce et pour le facteur étudié, d'un profil de présences absolues. On établit ensuite le profil de fréquences corrigées selon des modalités de calcul données par Daget et Godron (8). On réalise ainsi des profils comparables à partir de la distribution des fréquences de présence des espèces sous l'arbre et dans la zone découverte.

## Résultats

### 1. Analyse de la composition pastorale: le spectre fourrager

Les résultats étant similaires dans les différents types de parcours, le tableau 1 présente, à titre d'exemple, ceux relatifs au parcours à *Acacia raddiana*, *Balanites aegyptiaca* et *Ziziphus mauritiana*, parcours des vallons et couloirs interdunaires (PA4, PA1) et ceux des parcours à *Balanites aegyptiaca* situés dans les dépressions (ou G8A).

La flore globale recensée dans les différentes terres de parcours est riche de 95 espèces. Celles-ci se répartissent parmi 26 familles dont les mieux représentés sont:

Poaceae	: 20 espèces
Aizoaceae	: 10 espèces
Convulaceae	: 10 espèces
Fabaceae	: 7 espèces
Cyperaceae	: 5 espèces
Curcubitaceae	: 5 espèces
Capparidaceae	: 4 espèces
Nyctaginaceae	: 4 espèces
Rubiaceae	: 3 espèces
Amaranthaceae	: 3 espèces

Deux autres groupes peuvent être distingués. Le premier groupe rassemble les familles représentées par deux espèces (Acanthaceae, Boraginaceae, Caryophyllaceae, Commelinaceae, Euphorbiaceae, Pedaliaceae, Portulacaceae et Tiliaceae), tandis que le second représente les familles à une seule espèce (Araceae, Amaryllidaceae, Cesalpiniaceae,

Geraniaceae, Labiae, Malvaceae, Polygalaceae et Scrophulariaceae).

Le recouvrement global du sol par le tapis herbacé est toujours supérieur à 100% sous l'arbre, quel que soit le type de parcours. Il est de l'ordre de 60 à 70% hors couvert.

Le recouvrement spécifique est généralement faible. Dans les différents parcours, les espèces qui présentent un recouvrement moyen supérieur à 10% sont peu nombreuses; ce sont *Achyranthes sicula* (38,7%), *Digitaria horizontalis* (33,9%), *Chloris priouri* (25,7%) et *Aristida mutabilis* (12,3%) sous l'arbre et, *Dactyloctenium aegyptium* (37,3%) et *Ipomoea coptica* (18,7%) dans les milieux découverts.

Parmi ces espèces, seule *Chloris priouri*, qui présente un indice de qualité égal à 3, peut être considérée comme espèce de bonne valeur pastorale. Quant aux autres espèces de la même famille, ce sont des plantes de moyenne qualité fourragère (Is = 2).

Lorsqu'on examine la liste floristique établie pour ces terres de parcours, on se rend compte de l'extrême variabilité entre sous et hors couvert. La composition pastorale varie en effet de 30 à 44 espèces hors ombrage et de 47 à 57 espèces dans le couvert. Elle est nettement plus diversifiée sous l'arbre. La richesse spécifique y est en effet plus élevée: de 20% dans les dépressions (G8A) et de 36,2% au niveau des parcours sur pénélaine (PA4). Pour l'ensemble des 4 types de parcours, le nombre d'espèces est environ de 30% plus élevé sous l'arbre que dans le milieu découvert.

Dans le cortège floristique, nous avons aussi repéré deux groupes d'espèces. Les unes se retrouvent uniquement soit sous les arbres, soit hors ombrage; ce sont les espèces exclusives. Celles-ci sont sciaphiles lorsqu'elles sont établies sous l'arbre (*Achyranthes sicula*, *Brachiaria ramosa*, *B. lata*, *Commelina benghalensis*, *C. forskalei*) et héliophiles voire xérophiles si elles sont hors couvert (*Aristida mutabilis*, *Eragrostis tremula*, *Ipomoea hederifolia*). A l'exception des Commelinaceae, qui sont représentées par 2 espèces que nous n'avons rencontrées que sous l'arbre, aucune autre famille n'apparaît liée à un biotope.

Un second groupe est constitué d'espèces qui sont présentes à la fois dans les parcours couverts et découverts. Ce sont les espèces indifférentes (*Alysicarpus ovalifolius*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Digitaria horizontalis*, *Eragrostis ciliaris*, *Eragrostis pilosa*...), qui constituent ainsi les espèces dominantes dans les pâturages de la zone étudiée.

Le degré de présence des espèces indifférentes varie d'un biotope à l'autre. Par les techniques de profil des fréquences corrigées pour les présences, nous avons pu nous rendre compte que certaines espèces présentent effectivement des valeurs de profil de fréquences corrigées élevées (supérieures à 1) pour un biotope donné. Cela indique que ces espèces présentent des affinités fortes pour ce milieu. Les valeurs faibles (inférieures 1) traduisent des liaisons négatives. D'autres espèces apparaissent indépendantes (valeur = 1) vis-à-vis des deux biotopes: c'est le cas de *Alysicarpus ovalifolius* et *Dactyloctenium aegyptium* dans le parcours G8A.

Tableau 1

Cortège floristique des principaux types de terres de parcours du Ferlo (Nord-Sénégal). Is = Indice spécifique de qualité, Fr. = fréquence relative (%), SC = sous couvert, IC = intervalle de confiance du recouvrement moyen, HC = hors couvert.

Espèces	Is	Fr. (%)		Parcours PA4						Parcours G8A					
		sc	hc	Recouvrement (%)				Cs x Is = Vr		Recouvrement (%)				Cs x Is = Vr	
				SC	IC	HC	IC	SC	HC	SC	IC	HC	IC	SC	HC
<i>Brachiana lata</i>	3	89	0	0,3	0,21	0	0	0,54	0	0	0	0	0	0	
<i>Brachiana ramosa</i>	3	1,4	0	4,8	1,98	0	0	8,67	0	17,3	4,07	0	0	33,6	0
<i>Cenchrus biflorus</i>	3	83	65	1,2	1,02	0,62	0,32	2,17	1,85	0,33	0,13	0,2	0,14	0,65	0,7
<i>Chlons pilosa</i>	3	0	2,5	2,45	1,9	0	0	4,43	0	0,33	0,24	0,1	0,11	0,65	0,35
<i>Chloris prieuri</i>	3	5,7	10	25,7	4,56	37,3	8,18	46,4	112	23,9	3,93	7,4	2,37	46,4	26,1
<i>Eragrostis pilosa</i>	3	37	65	2,75	0,63	3,54	1,41	4,97	10,6	2,93	0,51	4,9	2,89	5,71	17,3
<i>Eragrostis cilians</i>	3	2,9	0	0,15	0,15	0,38	0,25	0,27	1,15	1,2	0,5	0,1	0,11	2,33	0,35
<i>Eragrostis tremula</i>	3	11	0	0	0	0,15	0,11	0	0,46	0,13	0,09	1,1	0,71	0,26	3,87
<i>Panicum gracilicaule</i>	3	17	18	0	0	0	0	0	0	0,13	0,09	0	0	0,26	0
<i>Panicum laetum</i>	3	40	38	0	0	0	0	0	0	10,5	2,24	0,3	0,32	20,5	1,06
<i>Schoenefeldia gracilis</i>	3	60	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0,26	22,2	6,83	1,17	78,2
<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	2	4,3	2,5	2,95	1,3	2,46	1,08	3,55	4,93	1,8	0,41	2	0,67	2,33	4,69
<i>Aristida funiculata</i>	2	16	7,5	0	0	0	0	0	0	0,6	0,35	0,3	0,16	0,78	0,7
<i>Aristida mutabilis</i>	2	37	40	12,3	5,26	18,7	6,71	14,8	37,4	19,5	8,46	21,4	9,04	25,3	50,2
<i>Citrullus colocynthis</i>	2	20	23	0,05	0,05	0	0	0,06	0	0,07	0,07	0	0	0,09	0
<i>C. lanatus</i>	2	5,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Commelina forskalaei</i>	2	1,4	2,5	4,9	2,12	0	0	5,9	0	0,8	0,31	0	0	1,04	0
<i>C. benghalensis</i>	2	11	2,5	0,65	0,67	0	0	0,78	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cyperus rotundus</i>	2	2,9	0	0	0	0	0	0	0	0,07	0,07	0	0	0,09	0
<i>Dactylo. Aegyptium</i>	2	66	40	8,9	1,78	7,77	2,82	10,7	15,6	6,87	2,42	3,6	1,69	8,91	8,45
<i>Digitaria horizontalis</i>	2	43	0	33,2	2,91	2,54	2,64	39,9	5,08	14,5	4,81	3,6	3,45	18,8	8,45
<i>Ipomoea coptica</i>	2	1,4	0	1,65	0,57	1,08	0,61	1,99	2,16	1,13	0,3	0,1	0,11	1,47	0,23
<i>I. hagerupii</i>	2	30	30	0	0	0	0	0	0	0,2	0,21	0,4	0,42	0,26	0,94
<i>I. kotschyana</i>	2	24	5	0,4	0,41	0	0	0,48	0	0	0	0	0	0	0
<i>I. aquatica</i>	2	90	88	0	0	0	0	0	0	0,07	0,07	0,1	0,11	0,09	0,23
<i>I. argentaurata</i>	2	2,9	2,5	0,3	0,11	0,38	0,25	0,36	0,77	0,47	0,17	0,1	0,11	0,61	0,23
<i>I. eriocarpa</i>	2	59	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0,16	0	0,7
<i>I. pes-tigridis</i>	2	2,9	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,11	0	0,23
<i>I. hederifolia</i>	2	1,4	0	1	0,29	0,46	0,25	1,2	0,92	2,87	0,89	2,1	0,43	3,72	4,93
<i>I. vagans</i>	2	67	63	0	0	0	0	0	0	0,33	0,13	0,2	0,14	0,43	0,47
<i>Indigofera aspera</i>	2	99	13	0,2	0,16	0	0	0,24	0	0,27	0,12	0	0	0,35	0
<i>I. collutea</i>	2	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>I. diphylla</i>	2	1,4	5	1,1	0,69	0	0	1,32	0	0,73	0,28	0,1	0,11	0,95	0,23
<i>I. pilosa</i>	2	8,6	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0,7	0,74	0	1,64
<i>I. senegalensis</i>	2	76	70	0	0	0	0	0	0	0,07	0,07	0	0	0,09	0
<i>Merremia pinnata</i>	2	59	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trichoneura mollis</i>	2	29	48	0	0	0	0	0	0	0,13	0,14	0,2	0,14	0,17	0,47
<i>Tribulus terrestris</i>	2	1,4	0	0,35	0,17	0,85	0,31	0,42	1,69	0,47	0,2	0,3	0,16	0,61	0,7
<i>Zornia glochidiata</i>	2	0	7,5	0,7	0,25	1,85	0,7	0,84	3,7	8,2	3,82	3,5	1,46	10,6	8,22
<i>Achyranthes sicula</i>	1	8,6	53	38,7	5,77	0	0	23,3	0	19,9	4,51	0	0	12,9	0
<i>Boerhavia erecta</i>	1	1,4	10	0,2	0,09	0,54	0,25	0,12	0,54	0	0	0	0	0	0
<i>Boerhavia graminicola</i>	1	7,1	10	0,25	0,1	0,23	0,13	0,15	0,23	2	0,45	1,3	0,35	1,3	1,53
<i>Boerhavia repens</i>	1	64	30	0,05	0,05	0,23	0,24	0,03	0,23	0	0	0	0	0	0
<i>Bulbostylis colethrica</i>	1	1,4	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cassia obtusifolia</i>	1	1,4	0	1,6	0,74	0,23	0,24	0,96	0,23	0	0	0	0	0	0
<i>Cleome gynandra</i>	1	11	10	0,45	0,34	0	0	0,27	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. monophylla</i>	1	20	15	3,5	1,64	0,62	0,32	2,11	0,62	4,87	1,12	1,5	0,57	3,16	1,76
<i>C. tenella</i>	1	0	7,5	0,1	0,07	0,38	0,15	0,06	0,38	0,2	0,11	0,3	0,16	0,13	0,35

Tableau 1 (suite)

Espèces	ls	Fr. sc	Fr. (%) hc	Parcours PA4						Parcours G8A					
				Recouvrement (%)				Cs x ls = Vr		Recouvrement (%)				Cs x ls = Vr	
				SC	IC	HC	IC	SC	HC	SC	IC	HC	IC	SC	HC
<i>Corchorus tridens</i>	1	10	20	0	0	0	0	0	0	0,07	0,07	0	0	0,04	0
<i>Cucumis melo</i>	1	76	68	2,15	0,78	0	0	1,29	0	2,67	0,59	0,7	0,22	1,73	0,82
<i>Fimbristylis hyspidula</i>	1	7	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gisekia pharmacoides</i>	1	8,6	2,5	0,05	0,05	1	0,2	0,03	1	0,13	0,09	0,4	0,23	0,09	0,47
<i>Jacquemontia tamnifolia</i>	1	1,4	0	0,05	0,05	0	0	0,03	0	0	0	0	0	0	0
<i>Kohautia confusa</i>	1	23	2,5	0,5	0,12	1,46	0,48	0,3	1,46	0,13	0,09	0,5	0,18	0,09	0,59
<i>Kyllingia pumile</i>	1	27	25	0	0	0	0	0	0	0,07	0,07	0	0	0,04	0
<i>Leptothrium senegalense</i>	1	1,4	0	0	0	0,92	0,58	0	0,92	0	0	0	0	0	0
<i>Limeum diffusum</i>	1	1,4	0	0,15	0,08	1,46	0,66	0,09	1,46	0	0	0	0	0	0
<i>L. pterocarpum</i>	1	24	45	0,1	0,07	0	0	0,06	0	0	0	0	0	0	0
<i>Maniscus aristatus</i>	1	1,4	0	0,55	0,22	0,85	0,37	0,33	0,85	0,07	0,07	0,1	0,11	0,04	0,12
<i>Momordica balsamina</i>	1	0	10	0,9	0,32	0	0	0,54	0	2,67	0,52	0	0	1,73	0
<i>Mukia maderaspatana</i>	1	4,3	20	0,05	0,05	0	0	0,03	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pancratium trianthum</i>	1	4,3	0	0,45	0,22	0,85	0,31	0,27	0,85	0	0	0	0	0	0
<i>Peristrophecalyculata</i>	1	11	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sesamum alatum</i>	1	16	23	0	0	0,15	0,11	0	0,15	0	0	0	0	0	0
<i>Spermacoce stachydea</i>	1	19	15	0,05	0,05	0,23	0,24	0,03	0,23	0	0	0	0	0	0
<i>Tragus berteronianus</i>	1	73	0	0,5	0,41	3,46	1,33	0,3	3,46	0,2	0,11	0,9	0,11	0,13	1,06
<i>Trianthema portulacastrum</i>	1	1,4	5	0,1	0,07	0,31	0,25	0,06	0,31	0	0	0	0	0	0
<i>Aerva japonica</i>	0	1,4	0	0,15	0,15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Amaranthus graesisens</i>	0	20	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,11	0	0
<i>Boerhavia coccinea</i>	0	1,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ceratotheca sesamoides</i>	0	23	0	0,35	0,21	1,23	0,75	0	0	0,2	0,11	0,1	0,11	0	0
<i>cleome viscosa</i>	0	59	2,5	0	0	0,08	0,08	0	0	0,13	0,09	0	0	0	0
<i>Dipcadi longiflora</i>	0	8,6	18	0,3	0,17	0	0	0	0	0,07	0,07	0	0	0	0
<i>D. tazazeaunum</i>	0	1,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,11	0	0
<i>Euphorbia aegyptiaca</i>	0	11	7,5	0	0	0,15	0,11	0	0	0,4	0,14	0,6	0,17	0	0
<i>Physalis angustifolia</i>	0	0	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,14	0	0
<i>Heliotropium bacciferum</i>	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,14	0	0
<i>H. strigosum</i>	0	69	38	0,05	0,05	0,69	0,56	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Limeum viscosum</i>	0	23	2,5	0,1	0,07	1,23	0,72	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mollugo cerviana</i>	0	1,4	0	0	0	0,15	0,11	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>M. nudicaulis</i>	0	1,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Monsonia senegalensis</i>	0	2,9	5	0,05	0,05	0,46	0,4	0	0	0,67	0,26	0,4	0,17	0	0
<i>Phyllanthus pentandrus</i>	0	33	53	0,15	0,08	0,23	0,13	0	0	0,13	0,09	0	0	0	0
<i>Polycarpea corymbosa</i>	0	4,3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>P. linearifolia</i>	0	10	60	0	0	0	0	0	0	0,27	0,16	0	0	0	0
<i>Polygala erioptera</i>	0	0	2,5	6,7	1,38	2,31	0,97	0	0	0,47	0,14	0	0	0	0
<i>Portulaca foliosa</i>	0	57	60	0,75	0,28	0,08	0,08	0	0	0,33	0,13	0	0	0	0
<i>P. oleracea</i>	0	2,9	2,5	0	0	0	0	0	0	0,07	0,07	0	0	0	0
<i>Rogenia adenophylla</i>	0	1,4	2,5	0	0	0	0	0	0	0,07	0,07	0	0	0	0
<i>Sesuvium portulacastrum</i>	0	2,9	0	0,2	0,09	0,54	0,25	0	0	0,87	0,14	1,1	0,33	0	0
<i>Sesuvium sesuvioides</i>	0	14	53	0,15	0,08	0,15	0,11	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sida ovata</i>	0	2,9	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4	0,42	0	0
<i>Spermacoce radiata</i>	0	2,9	5	0,6	0,25	1,38	1,02	0	0	1	0,27	0,9	0,11	0	0
<i>Striga aspera</i>	0	33	53	0,05	0,05	0,23	0,24	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Stylochiton hypogeus</i>	0	73	80	0,15	0,15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

L'examen du tableau montre que toutes les espèces sont des thérophytes, ce qui explique la disparition de la presque totalité de la végétation pendant la saison

sèche, soit que les tiges desséchées sont consommées par le bétail, soit qu'elles sont brûlées.

**Tableau 2**  
**Le spectre fourrager: proportion des espèces dans les différentes catégories fourragères sous (SC) et hors (HC) couvert dans les 4 principaux types de parcours du Nord-Sénégal.**

PARCOURS	PA4		G8A		PA1		PS4	
	SC	HC	SC	HC	SC	HC	SC	HC
Bvp	12,3	11,4	18,2	18,2	12,8	10	08	08,8
Mvp	26,3	20,5	36,4	40,9	34,0	43,3	28	32,4
Fvp	36,8	36,4	21,8	18,2	25,5	23,3	34	26,5
Svp	24,6	31,8	24,6	22,7	27,7	23,3	30	32,4

Sur le plan pastoral enfin, le spectre fourrager peut être distingué en 4 groupes ou catégories fourragères. Ce sont les groupes G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub>, G<sub>3</sub> et G<sub>4</sub> correspondant respectivement aux plantes de bonne (Bvp), moyenne (Mvp), faible (Fvp) et sans valeur pastorale (Svp). Le nombre d'espèces de chaque catégorie est toujours plus élevé sous l'arbre.

Les fréquences spécifiques, qui indiquent l'importance relative (%) des espèces de chaque catégorie par rapport à la richesse spécifique du biotope, sont consignées au tableau 2.

Globalement les proportions moyennes sont équivalentes pour Bvp (SC: 12,8% et HC: 12,1%), légèrement plus faibles pour les catégories Mvp et Svp hors couvert. Elles sont plus importantes dans la catégorie Fvp sous l'arbre. Le groupe (Svp) rassemble 23 à 32% des espèces, soit 26,5 et 27,6% en moyenne respectivement sous et hors de l'arbre.

## 2. L'indice global de qualité des herbages sahéliens

Les valeurs relatives des espèces sont faibles (tableau 1). Les espèces *Chloris prieuri* (46,4), *Digitaria horizontalis* (39,9), *Aristida mutabilis* (14,8), *Dactyloctenium aegyptium* (10,7) et *Brachiaria ramosa* (8,7) possèdent, sous l'arbre, les valeurs relatives les plus élevées dans le parcours. La valeur relative de *Achyranthes sicula*, qui présente sous l'arbre le plus fort recouvrement (38,7%), est de 23,3; c'est en effet une espèce de faible valeur pastorale, (Is=1). Hors couvert, ce sont *Chloris prieuri* (112), *Aristida mutabilis coptica* (5,1) qui contribuent le plus à l'indice. Pour un même taux de recouvrement, *Chloris prieuri* contribue près de 5 fois plus que *Achyranthes sicula*, en raison des indices de qualité des différentes catégories fourragères auxquelles appartiennent ces espèces: Bvp (*Chloris*) et Fvp (*Achyranthes*).

L'indice global varie de 60,1 à 69,9% sous l'arbre et de 70,4 à 80,6% dans les parcours découverts, soit en moyenne 66,2 et 74,6% respectivement (tableau 3). Il varie selon les différentes catégories d'espèces herbagères. Sous l'arbre, les espèces des groupes Bvp et Mvp participent pour 43,8 et 44,6% respectivement;

ils représentent 88,6% de la valeur de l'indice. Hors ombrage ces mêmes groupes représentent 55,3 et 41,6%, soit 96,7%; ce sont eux qui constituent l'essentiel de l'indice alors qu'on doit tenir compte du groupe 3, (Fvp) sous l'arbre, qui contribue pour 11,4%. L'indice synthétique varie aussi suivant la composition du couvert ligneux des parcours (tableau 4). Il apparaît en effet plus faible dans les parcours où le biotope couvert est créé par plusieurs espèces (60,1 à Pa4 et 66,1 à Pa1) que dans celui où le peuplement ligneux est essentiellement à base d'une seule espèce, en l'occurrence les parcours G8a et Ps4 avec des valeurs d'indice de 69,9 et 86,6% respectivement.

**Tableau 4**  
**Variation de l'indice de qualité des herbages sous l'arbre en fonction de l'espèce ligneuse assurant le couvert.**

Biotopes	Pa4	G8a	Pa1	Ps4
<i>Acacia raddiana</i>	59,0	-	63,0	-
<i>Balanites aegyptiaca</i>	58,4	69,9	69,4	68,6
<i>Ziziphus mauritiana</i>	62,9	-	-	-
Couvert	60,1	69,9	66,1	68,6
Découvert	70,4	75,4	72,1	80,6

## Discussion et conclusion

Bien que le taux en éléments nutritifs et la digestibilité du matériel végétal produit déterminent la qualité d'un pâturage (7), l'estimation de la valeur pastorale représente un élément important dans toute évaluation de pâturage.

La valeur pastorale dépend en premier lieu des espèces présentes. Quatre catégories d'espèces fourragères ont été identifiées; ce sont les espèces dites de bonnes (Bvp), moyennes (Mvp), faibles (Fvp) et sans valeur pastorale (Svp). Le groupe Svp est constitué des espèces dont l'indice de qualité est nul (Is = 0). L'indice nul ne signifie pourtant pas que l'animal n'ingère pas le fourrage de l'espèce mais que celle-ci lui est plutôt très peu profitable. De recouvrements faibles, ces espèces représentent une part importante de la flore re-

**Tableau 3**  
**Indice global de qualité (IGQ) des catégories d'espèces fourragères (Bvp = bonne; Mvp = moyenne, Fvp = faible et Svp = sans valeur pastorale) et des types de parcours du Ferlo (Nord-Sénégal) étudiés.**

PARCOURS	PA4		G8A		PA1		PS4		MOYENNE	
	SC	HC	SC	HC	SC	HC	SC	HC	SC	HC
Bvp	22,5	42,0	37,2	42,6	32,9	25,2	24,1	56,4	29,1	41,6
Mvp	27,6	24,1	25,6	30,6	23,4	41,8	41,6	22,4	29,5	30,7
Fvp	10,1	4,3	7,1	2,2	9,9	1,1	2,9	1,7	7,5	2,3
Svp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>IGC</b>	<b>60,1</b>	<b>70,4</b>	<b>69,9</b>	<b>75,9</b>	<b>66,1</b>	<b>72,1</b>	<b>68,6</b>	<b>80,6</b>	<b>66,2</b>	<b>74,6</b>



censée, près de 25%. L'importance des catégories fourragères varie en fonction du biotope.

### 1. L'arbre et la diversité du spectre fourrager

Dans les parcours étudiés, le nombre d'espèces inféodées au couvert, et ainsi la composition spécifique est plus élevée que celui des espèces héliophiles. La richesse spécifique du biotope est en effet nettement plus importante sous l'arbre que dans la zone découverte (de 27,8%).

Sous l'ombrage, les espèces sont dans leur grande majorité des dicotylédones (70%): *Amaranthaceae* (*Achyranthes sicula*), *Convolvulaceae* (*Ipomoea* sp.), *Cucurbitaceae* (*Cucumis*, *Colocynthis*...) ou des monocotylédones à feuilles larges: *Brachiaria lata*, *B. ramosa*, *Digitaria horizontalis* pour les *Poaceae*; *Commelina forskalei* et *C. benghalensis* pour la famille des *Commelinaceae*; et *Stylochiton hypogaeus* pour celle des *Araceae*. Elles sont aussi représentées par des espèces bien connues en zone sahélienne pour leur caractère hygrophile. C'est notamment le cas de *Panicum gracilicaule*, *P. laetum*, *Cyperus rotundus*, *Bulbostylis hypidula*, ...

Dans les milieux découverts, les espèces sont représentées par des *Poaceae* notamment à feuilles étroites, enroulées (*Eragrostis tremula*, *Leptothrium senegalense*, *Aristida mutabilis*) caractéristiques des milieux plus xériques. C'est parmi ces espèces héliophiles que l'on retrouve les espèces Bvp et Mvp (indice de qualité: 3 et 2 respectivement).

La sélection des espèces est liée à la fois aux caractères de sciaphilie et d'hygrophilie du biotope couvert qui, en réduisant la vitesse du vent, le rayonnement global et la température, atténue la demande évaporative de l'air (11). Beaucoup d'espèces herbacées se trouvent ainsi favorisées sous l'arbre.

La présence de l'arbre, en agissant sur la composition spécifique, améliore la diversité du spectre fourrager. La valeur pastorale des herbages dépend aussi de l'appétabilité des espèces présentes.

### 2. L'arbre et la valeur relative des espèces fourragères

Dans le groupe des espèces sciaphiles, l'indice varie entre 2 et 1; ce sont les espèces dites Mvp et Fvp. Ainsi pour un taux de recouvrement similaire. *Chloris* (héliophile) présente une valeur relative de 4 à 5 fois plus élevée que celle de *Achyranthes* (sciaphile). Leur intérêt zootechnique paraît donc faible.

L'absence d'espèces (très) productives au sens de Daget et Poissonet (9) dans les parcours couverts réduit les valeurs relatives spécifiques, et par conséquent l'indice global de qualité des herbages sous l'arbre. Dans le Ferlo, ces espèces, qui appartiennent à la famille des graminées, constituent a contrario l'essentiel de la végétation hors ombrage.

La valeur pastorale des parcours sahéliens apparaît plus faible sous l'arbre. Ce résultat s'oppose à ceux obtenus par Akpo *et al.* (2) en étudiant la composition chimique des herbages sahéliens. Dans l'analyse chimique en effet, ces auteurs ont considéré globalement toutes les espèces, tandis que l'approche de l'indice synthétique de qualité des herbages s'appuie sur l'appétabilité des espèces, donc sur le choix des animaux. Le parcours couvert ne serait peut-être pas la meilleure source, c'est-à-dire que l'animal ferait peu de prélèvements sous l'arbre s'il avait le choix (charge animale). De même, le travail a été réalisé durant la période de maximum de phytomasse herbacée; les espèces à germination rapide et à cycle court ont pu aussi disparaître. L'indice global de qualité des parcours sahéliens varie enfin suivant la nature du peuplement ligneux. Il paraît relativement plus faible dans les parcours où plusieurs espèces ligneuses assurent l'ombrage (PA1 et PA4, en l'occurrence).

La composition spécifique de la végétation pastorale agit sur l'appétabilité du fourrage, qui conditionne l'ingestion. Elle influence aussi l'estimation de la valeur pastorale, et ainsi de la qualité fourragère.

Il nous semble important de poursuivre les investigations, en associant alors l'analyse chimique des fourrages et l'indice de valeur pastorale, afin de préciser davantage l'impact de l'arbre sur la qualité des herbages.

## Références bibliographiques

1. Akpo L.E., 1993. Influence du couvert ligneux sur la structure et le fonctionnement de la strate herbacée en milieu sahélien. Orstom Ed., TDM, 174 p.
2. Akpo L.E., Grouzis M., Ba A.T. 1995. L'arbre et l'herbe au Sahel: effets des arbres sur la composition minérale des pâturages naturels du Nord-Sénégal (Afrique de l'Ouest). *Revue Méd. vét.*, 146, 663-670.
3. Akpo L.E., Grouzis M., 1996. Influence du couvert ligneux sur la régénération de quelques espèces ligneuses sahéliennes (Nord-Sénégal, Afrique occidentale). *Webbia*, 50, 17 p.
4. Anonyme, 1988. Introduction au Projet Ecosystèmes pastoraux sahéliens: rapport général. Système mondial de surveillance continue de l'environnement. Gems, Série Sahel, PNUE/ONU-AA, Rome, 145 p.
5. Barral H., Bénédicte E., Boudet G., Denis J.F., De Wispelaere G., Diatié I., Diaw O.T., Dieye K., Doutra M.P., Meyer J.F., Noël J., Parent O., Piot J., Planchenault D., Santoir C., Valentin C., Valenza J. & Vassiliades G., 1983. Systèmes de production d'élevage au Sénégal dans la région du Ferlo. ACC/GRIZAT (LAT), GERDAT-Orstom, 172 p.
6. Berhaut J., 1967. Flore du Sénégal. Clairafrique Ed., Dakar, 445 p.
7. Breman H. & Ridder (de) N., 1991. Manuel sur les pâturages des pays sahéliens. Ed. Karthala, ACCT, ABOL-DLO et CTA, 485 p.
8. Daget P. & Godron M., 1982. Analyse de l'écologie des espèces dans les communautés. Masson, Paris, 163 p.
9. Daget P. & Poissonet J., 1971. Une méthode d'analyse phytologique des prairies. Critères d'application. *Ann. agron.*, 22, 1, 5-41.
10. Godron M., Daget Ph., Emberger L., Long G., Le Floc'h E., Poissonet J., Sauvage Ch. & Wacquant J.-P., 1983. Code pour le relevé méthodique de la végétation et du milieu. CNRS Ed., Montpellier, 292 p.
11. Grouzis M., Akpo L.E., 1993. Tree and grass interactions in sahelian zone (Ferlo, North of Senegal) in *IVe International Conference on Desert Development*. Mexico-City, July 25-30, 22 pages.
12. Grouzis M., Akpo L.E., 1997. The influence of the tree cover on herbaceous above and below-ground phytomass in the Sahelian zone of Senegal. *Journal of Arid Environments*, 35, 289-296.

13. Grouzis M., 1998. Structure, productivité et dynamique des systèmes écologiques sahéliens. (Mare d'Oursi, Burkina Faso). Orstom Ed., *Etudes & Thèses*, 336 p.
14. Huntley B.F., Walker B.H., 1982. Ecology of tropical savannas. Springer-Verlag, Berlin, 669 p.
15. Le Houerou H.N., 1980. Les fourrages ligneux en Afrique, in "Browse in Africa, the current state of knowledge", Le Houerou Ed., ICLA, Addis Ababa, 491 p.
16. Le Houerou H.N., 1989. The grazing land ecosystems of the African Sahel. Springer-Verlag, Berlin.
17. Lebrun J.P. & Stork A., 1991, 1992. Enumération des plantes à fleurs d'Afrique tropicale (volumes 1 & 2). Conservatoire et Jardin botanique, Genève, 249 et 257 p.
18. Lebrun J.P., 1973. Enumération des plantes vasculaires du Sénégal. Maisons-Alfort, *ét. bot.*, 2, 209.
19. Leprun J.C., 1971. Nouvelles observations sur les formations dunaires sableuses fixées du Ferlo nord occidental (Sénégal). *Ass. Sénégal. Et. Quatern. Ouest afr., Bull. Liaison, Sénégal*, 31: 69-78.
20. Michel P., 1969. Les bassins des fleuves Sénégal et Gambie. Etude géomorphologique. Doctorat es sc., Strasbourg: 1167 p.
21. Sharman M., 1987. La végétation ligneuse. *The global environment monitoring system.*, série GEMS Sahel, 7, 87 p.
22. Valenza J. & Diallo A.K., 1972. Etude des pâturages du Nord Sénégal. IEMVT, (*Etude agrost.*), Maisons-Alfort, 34. 311 pages, 1 carte coul. 1/200.000, 3 feuilles.
23. Van Praet L., 1983. Méthodes d'inventaire et de surveillance continue des écosystèmes pastoraux sahéliens. Application au développement. Actes de Colloque sur Surveillance continue des écosystèmes pastoraux sahéliens. Dakar, 16-18 novembre, 1983. ISRA/FAO/PNUF.

L.E. Akpo: Béninois. Dr. Vétérinaire, Maître Assistant  
M. Grouzis: Ecologue, Directeur de Recherches I.R.D.

## STAGE GROUPE INTERNATIONAL

(Du 17/04/2001 au 15/07/2001)

### "Formation de partenaires à la gestion du cycle de projets de sécurité alimentaire en vue d'un développement durable"

organisé par Aide au Développement Gembloux asbl (ADG)  
cofinancé par la Direction Générale de la Coopération Internationale (DGCI)

Ce stage s'adresse à des acteurs du développement rural local (Afrique, Asie, Amérique latine),  
membres d'ONG, du secteur associatif ou privé.

**Profil des participants:** Les participants auront un niveau d'étude équivalent à 3 années d'enseignement supérieur (Baccalauréat + 3) avec un minimum de 3 années d'activités professionnelles ou le niveau baccalauréat avec un minimum de 6 années d'activités professionnelles.

Le stage sera donné en français.

**Chaque participant aura, préalablement au stage, identifié un avant-projet qu'il désire examiner pendant le stage en vue d'une éventuelle réalisation ultérieure.**

***Un formulaire d'inscription peut être obtenu au bureau d'ADG. Ce formulaire et le document d'avant projet doivent être rentrés à ADG avant le 31 décembre 2000***

#### Renseignements et inscriptions :

Passage des Déportés, 2  
B-5030 Gembloux (Belgique)  
Tel : 00 32 (0) 81 62 25 75  
Fax : 00 32 (0) 81 60 00 22  
E-mail: [adg@fsagx.ac.be](mailto:adg@fsagx.ac.be)

Sous réserve d'acceptation de notre dossier par la Direction Générale de la Coopération Internationale.

# Adoption of Research Recommendations by Rice Farmers: A Case Study on Bangkok Plain

N.S. Murali\* & S. Poovarodom\*\*<sup>1</sup>

Keywords: Fertilizer - Pesticide - Herbicide - Farm Survey - Field Experiment - N Response

## Summary

*Farm survey and field experiments on farmers' fields and at Suphanburi Rice Experiment Station were conducted from April 1993 to January 1994 to gather information on crop management practices followed by farmers and to evaluate applied N response. Field experiments consisted of three treatments: i) control with no N but recommended P fertilizer applied; ii) fertilizer dosage by the farmer or average dosage used by farmers in the survey; and iii) fertilizer dosage recommended by the Department of Agriculture (DOA).*

*Thirty-nine% of farmers used herbicide and pesticide dosages in excess of the DOA recommended dosage. 18 types of pesticides of class Moderate to Extremely Hazardous not recommended by DOA were used by farmers. Only 18% of farmers were aware of the recommended herbicide and pesticide dosages. Not all farmers (only 65%) were aware of proper handling and storage procedures for herbicides and pesticides.*

*Only 11% of farmers were aware of fertilizer recommendations. 84% used fertilizer dosage higher than the DOA recommended dosage. On average, 34 kg of N ha<sup>-1</sup> and 5 kg of P ha<sup>-1</sup> were used in excess of the DOA recommended dosage in one season. The excess dosage did not produce grain and straw yields higher than the recommended dosage on both farmers' fields and at the experimental station. Furthermore, N response (kg grain per kg N) was 60% lower than at DOA recommended dosage.*

*Farmers trusted results from their own field experiment more than results from the experimental station. They were willing to adopt DOA recommendations during the next growing season. However, a follow-up survey conducted in the next season showed that farmers had not adopted the DOA recommendations. Reason given was that they are used to applying high doses and that it gives high yields.*

## Résumé

### Adoption des recommandations de la recherche par les riziculteurs : étude du cas des producteurs de la plaine de Bangkok

*Une enquête sur les pratiques culturales et des essais agronomiques ont été réalisés chez des agriculteurs de la plaine de Bangkok et au niveau de la station expérimentale rizicole de Suphanburi d'avril 1993 à janvier 1994 pour caractériser les itinéraires techniques suivis et évaluer la réponse du rendement aux doses d'engrais employées. Les essais comportaient trois traitements: i) un témoin sans azote mais avec la dose recommandée de phosphore, ii) la dose moyenne d'engrais appliquée par les agriculteurs interrogés, iii) la dose d'engrais recommandée par le département de l'Agriculture (DOA). Trente-neuf pour cent des agriculteurs utilisaient des doses de pesticides et d'herbicides qui excédaient les recommandations du DOA. Dix-huit types de pesticides moyennement ou très dangereux, non recommandés par le DOA, étaient utilisés par les agriculteurs. Seulement 18% des agriculteurs connaissaient les doses préconisées pour les pesticides et les herbicides mais 65% d'entre eux savaient comment appliquer et emmagasiner correctement ces produits.*

*Seulement 11% des agriculteurs connaissaient les doses d'engrais recommandées et 84% utilisaient une quantité d'engrais supérieure à celle préconisée par le DOA. En moyenne, 34 kg de N et 5 kg de P étaient appliqués en excès par ha. Ces dosages supérieurs aux recommandations n'ont pas permis d'obtenir plus de grain et plus de paille que les quantités obtenues avec la dose recommandée par le DOA en station expérimentale et en milieu paysan. De plus, la réponse du rendement à l'azote (kg de grain par kg d'N appliqué) était inférieure de 60% à celle obtenue avec la dose recommandée par le DOA. D'une manière générale, les agriculteurs ont manifesté une plus grande confiance vis-à-vis des résultats expérimentaux obtenus dans leurs parcelles que pour ceux obtenus dans la station de recherche. Au cours de l'enquête, la grande majorité d'entre eux se sont déclarés prêts à adopter les recommandations du DOA. Lors de la saison de culture suivante, une enquête complémentaire a été organisée en vue d'évaluer le suivi des résolutions prises par les agriculteurs. Cette enquête n'a pas mis en évidence un changement dans les pratiques des agriculteurs par rapport à la première investigation. Lors de cette deuxième enquête, les agriculteurs ont déclaré être habitués à utiliser des doses élevées d'engrais et être satisfaits des rendements obtenus.*

\* Danish Institute of Agricultural Science, Department of Crop Protection, Flakkebjerg, DK-4200 Slagelse, Denmark.

\*\* King Mongkut's Institute of Technology, Department of Soil Science, Ladkrabang, Bangkok 10520, Thailand.

Received on 08.01.97 and accepted for publication on 05.08.98.

## Introduction

Sustainable agriculture requires an active participation on the part of the farmers in terms of adoption of appropriate research findings. The goal of sustainability cannot be attained without the proper adoption of technologies. This is especially the case with fertilizers and pesticides since their misuse can lead to environmental pollution and increased input costs. In most parts of Asia, fertilizer and pesticide use is lower than the optimal requirement of rice crop. However, in intensive rice growing regions, fertilizer and pesticide use has increased sharply during the last decade and there are reports of ground water pollution with nitrate (2,6,7).

Suphanburi province, on Bangkok plain, is an intensive rice growing region in Thailand. In 1977, fertilizer dosage applied by farmers was only half the recommended dosage (6) and recent statistics show that the total fertilizer use in the region has increased fourfold in the last decade (1). However, information on the extent of the appropriate or proper use of herbicides, pesticides and fertilizers is limited (5,8). The objectives of the study were i) to determine the extent of the use of farm chemical inputs in the intensive rice growing region; and ii) to evaluate the extent of farmers adoption of the Department of Agriculture (DOA) recommended fertilizer and pesticide technologies in the region.

## Material and Methods

The study was conducted in three phases: i) an initial survey to record the crop management practices followed by the farmers; ii) concurrent field experiments on farmers' fields and at a local research station to compare fertilizer practice followed by the farmers with the DOA recommendations; and iii) a follow-up survey to study whether farmers had adopted DOA recommendations after participating in the field experiments. Results from study were presented to the farmers at a meeting before the follow-up survey.

### 1. Site

Muan an Sripachan regions, located close to (within 10 km radius) the Suphanburi Rice Experiment Station, of Suphanburi province were selected as the project areas as these are the most intensive rice growing areas of Thailand.

### 2. Initial Farm Survey

Survey on crop management practices was conducted from April to December 1993 (wet season) through interviews using questionnaires. With the assistance of the local extension agents, 40 farmers growing high yielding rice cultivar Suphanburi-90 by wet seeding method of cultivation (broadcasting of pregerminated seeds on to puddled soil) were contacted. Thirty-one of them were willing to participate in the survey. Every three weeks, farmers were visited to obtain information on fertilizer, herbicide or pesticide application: product name, amount applied, method and time of application, storage and handling, reason for control, and source of recommendation.

## 3. Field Experiments

Field experiments on 11 farmers' fields and at Suphanburi Rice Experiment Station were conducted concurrently during the dry season from September 1993 to January 1994 with cultivar Suphanburi-90 by wet seeding method of cultivation.

### *On 11 Farmers' Fields*

The experiments consisted of three treatments: i) fertilizer dosage and timing as recommended by DOA i.e. 30.0 kg N ha<sup>-1</sup> plus 16.5 kg P ha<sup>-1</sup> 30 days after seeding and 32.8 kg N ha<sup>-1</sup> just before panicle initiation stage; ii) fertilizer dosage and timing as determined by the farmer; and iii) control with no N but recommended P (16.5 kg P ha<sup>-1</sup>) applied. On each of the 11 farmer's fields, there were two control plots of 25 m<sup>2</sup> while that of fertilizer treatments varied from 0.25 to 0.5 ha. Except for fertilizer application, any other crop management practice performed by farmer was common to all three treatments. Every three weeks, farmers were visited to obtain information on the crop management (fertilizer, herbicide or pesticide application) performed since the previous visit. At harvest, from each treatment plot, grain and straw yields (at 14% moisture) were measured from four 4 m<sup>2</sup> area.

### *At the Experimental Station*

Experiment at the Suphanburi Rice Experiment Station consisted also of three treatments: i) control with no N but recommended P (16.5 kg P ha<sup>-1</sup>) applied; ii) average dosage applied by the farmers in the initial survey; and iii) DOA recommended dosage. Experimental plots were laid out as Randomised Block Design with five replicates, each plot having an area of 25 m<sup>2</sup>. In all treatments, all other field and crop management operations were performed as recommended by DOA. At harvest, grain and straw yields from each plot were measured from a harvest area of 20 m<sup>2</sup>.

## 4. Meeting with the Farmers

After the completion of the field experiments, a meeting with the farmers who participated in the survey and field experiment was held to inform them about the results obtained from the study. Results from each of the farmer's field experiment were presented together with the results from the experimental station. Any excess use of fertilizer or pesticide was presented in terms of both quantity and input cost. Presentation was done using overhead transparencies and a copy of the presentation materials was provided to all farmers. The local extension agent assisted in the formulation of presentation materials. After the presentation of results farmers were provided with a questionnaire to record their opinion on the study and the extent of adoption of DOA recommendations for the next crop.

## 5. Follow-up survey

In order to evaluate whether the farmers had adopted the DOA recommendations after having participated in the study a follow-up survey was conducted in November 1994. Farmers who participated in the field experiment and who also attended the meeting were

interviewed to record fertilizers used for the rice crop grown after the experiment, i.e. in the wet season (May-September) of 1994. Only six of the 11 farmers could be contacted.

## 6. Statistical Analysis

Data on the application of herbicides, pesticides and fertilizers from the surveys were analysed by the one-sample sign test at 95% confidence level using the DOA recommended dosage as the reference. Farmers' field experiment data were analysed by two factors Anova (location and treatments) and the experimental station data also by two factors Anova (block and treatment). Means were separated by LSD at 95% confidence level. The analysis was performed using Statgraphics Version 7.0.

**Table 1**  
Extent of use of herbicides by 31 farmers in Muan and Sripachan areas during the 1993 growing season.

In relation to DOA recommendations	Number of farmers using herbicides of class	
	Slightly Hazardous <sup>a</sup>	Almost Non-hazardous <sup>b</sup>
1. According to recommendations	1	1
2. More than the recommended amount	9	0
3. Less than the recommended amount	14	4
Inappropriate use of herbicides <sup>c</sup>	23	4
Total = 27 <sup>d</sup>		

<sup>a</sup> Acute oral LD<sub>50</sub> = 500-5000 mg kg<sup>-1</sup>

<sup>b</sup> Acute oral LD<sub>50</sub> = 5,000-15,000 mg kg<sup>-1</sup>

<sup>c</sup> Farmers in group 2 and 3.

<sup>d</sup> There are more inappropriate users of herbicides according to the one-sample sign test at p<0.05.

**Table 2**  
Extent of use of pesticides by 31 farmers in Muan and Sripachan areas during the 1993 growing season.

In relation to DOA recommendations	Number of farmers using pesticides of class		
	Extremely Hazardous <sup>a</sup>	Highly Hazardous <sup>b</sup>	Moderately Hazardous <sup>c</sup>
1. According to DOA recommendations	0	0	1
2. More than the recommended amount	0	2	1
3. Less than the recommended amount	0	5	3
3. Use of not recommended pesticides	9	0	6
Inappropriate use of pesticides <sup>d</sup>	9	7	10
Total = 26 <sup>e</sup>			

<sup>a</sup> Acute oral LD<sub>50</sub> = solid < 5 mg kg<sup>-1</sup>; fluid < 20 mg kg<sup>-1</sup>

<sup>b</sup> Acute oral LD<sub>50</sub> = solid 5-50 mg kg<sup>-1</sup>; fluid 20-200 mg kg<sup>-1</sup>

<sup>c</sup> Acute oral LD<sub>50</sub> = solid 50-500 mg kg<sup>-1</sup>; fluid 200-2,000 mg kg<sup>-1</sup>

<sup>d</sup> Farmers in group 2, 3 and 4.

<sup>e</sup> There are more inappropriate users of pesticides according to the one-sample sign test at p<0.05.

**Table 3**  
Amount of fertilizer applied by 31 farmers in Muan and Sripachan during the 1993 growing season. Department of Agriculture (DOA) recommended dose: 62.8 kg N, 16.5 kg P and 0 K ha<sup>-1</sup>

	N	P	K
Range (kg ha <sup>-1</sup> )	20-192	3-53	0-12.5
Average (kg ha <sup>-1</sup> )	96.8	21.7	1.7
Median (kg ha <sup>-1</sup> )	94.4 <sup>a</sup>	20.0 <sup>a</sup>	0 <sup>b</sup>
No. of farmers applying more than DOA recommended dosage	26	19	8

<sup>a</sup> Median is higher than the recommended dose at p < 0.05 using the one-sample sign test.

<sup>b</sup> Median is equal to the recommended dose at p < 0.05 using the one-sample sign test.

## Results

### 1. Farm Surveys

In the Muan and Sripachan area, 87% of farmers used herbicides inappropriately: either more or less than the DOA recommendations (Table 1). Thirty percent of them used a higher dosage than the recommended doses and the herbicides belonged to Slightly Hazardous Class of the Thai Pesticide Classification. Similarly, 84% of farmers used pesticides inappropriately (Table 2). Forty-eight percent of them used 18 types of pesticides (mostly insecticides) which were not recommended by the DOA and they belonged to Class Moderate to Extremely Hazardous.

Not all farmers (only 18%) were aware of the recommended dosage or formulation of pesticides. They followed mostly their own or their neighbours' recommendations. Some farmers also received information from the sales agents. Chemical control was undertaken as a preventive measure rather than as a curative action. Survey also showed that not all farmers (only 65%) followed proper handling (wearing masks and gloves) and storage procedures, but all of them were aware of the harmful effects of herbicides and pesticides.

Eleven percent of farmers knew about fertilizers recommendations by DOA and 82% of farmers considered recommended dosages to be low. Eighty-four percent of farmers used N fertilizer dosage higher than the recommended N dosage (Table 3). Similarly, 61% of farmers used higher P dosage. On average, 34.0 kg N, 5.2 kg P and 1.7 kg K ha<sup>-1</sup> were used in excess of the DOA recommended dosage in one season.

### 2. Field Experiments

On farmers's field there were no significant differences in grain or straw yields with farmer applied and DOA recommended fertilizer dosages (Table 4). Similar results were obtained at the experimental station (Table 5).

Grain yield response to farmer N dosage (kg grain per kg N), both on farmers' fields and at the experimental station, was around 60% of the response at DOA recommended N dosage (Tables 4 and 5).

**Table 4**  
**Grain and straw yields and N response of lowland rice.**  
**Experiments conducted on 11 farmers' fields in 1993.**

Fertilizer treatment	Grain yield (t ha <sup>-1</sup> )	Straw yield (t ha <sup>-1</sup> )	N response (kg grain kg N <sup>-1</sup> ha <sup>-1</sup> )
Control	2.82 <sup>a</sup> a	4.68 a	NA
Farmer applied dosage	3.63 b	6.38 b	26.5 a
DOA recommended dosage	3.74 b	6.41 b	43.5 b

<sup>a</sup> Means in the same column followed by same letter are not significant at  $p < 0.05$  using LSD.  
 NA: not applicable.

**Table 5**  
**Grain and straw yields and N response of lowland rice at**  
**Suphanburi Rice Experiment Station in 1993.**

Fertilizer treatment	Grain yield (t ha <sup>-1</sup> )	Straw yield (t ha <sup>-1</sup> )	N response (kg grain kg N <sup>-1</sup> ha <sup>-1</sup> )
Control	1.85 <sup>a</sup> a	3.4 a	NA
Farmers dosage - survey	3.18 bc	4.0 a	32.1 a
DOA recommended dosage	3.23 c	3.9 a	51.4 b

<sup>a</sup> Means in the same column followed by same letter are not significant at  $p < 0.05$  using LSD.  
 NA: not applicable.

**Table 6**  
**Amount of fertilizers applied during the 1994 growing season**  
**in the follow-up survey. Data from 6 of the 11 farmers who**  
**took part in the field experiment.**

	N	P
Range (kg ha <sup>-1</sup> )	89-265	10-29
Average (kg ha <sup>-1</sup> )	162.0	17.9
Median (kg ha <sup>-1</sup> )	151.5 <sup>a</sup>	14.3
No. of farmers applying more than DOA recommended dosage	6	2

<sup>a</sup> Median is higher than the recommended dose at  $p < 0.05$  using the one-sample sign test.

### 3. Meeting with the Farmers

It was noted from the meeting that 89% of the farmers trusted results from the experimental station. On the other hand, there was a complete trust on results obtained from field trials conducted on their field with their full participation and monitored by the research staff. Most farmers (94%) showed interest in adopting the recommended dosages for the next crop to reduce input costs and to help protect the environment.

### 4. Follow-up survey

The follow-up survey showed that farmers had not adopted the DOA recommendations for the next crop although they acknowledged DOA recommendations as appropriate at the meeting (Table 6). On an average, 99.2 kg N and 1.4 kg P ha<sup>-1</sup> were used in excess of DOA recommended dosage in the crop grown after the experiment.

## Discussion

In intensive rice growing areas around the Suphanburi Rice Experiment Station, improper and/or excess use of herbicides was observed. In wet seeding method of rice cultivation, weeding is a major problem. Mechanical weeding is not possible and manual weeding is expensive. Furthermore, it is difficult to hire labourers during the season due to manpower shortage. Thus, farmers had to adopt chemical control. Due to the lack of effective extension service, as can be deduced from the low awareness of DOA recommendations by farmers, they followed their own or neighbours' recommendations, which were apparently not correct.

The misuse of pesticide was more wide spread than herbicides and the toxicity class of the pesticides used was much higher than that of herbicides. Moreover, farmers applied pesticides as a preventive measure rather than as a curative action. However, most rice pests do not require preventive control. Studies in various Asian countries have shown that adoption of integrated pest management (IPM) can drastically reduce or eliminate the use of pesticides (3,4,9). The improper and excess use of chemical control was partly due to the lack of farmers' awareness of DOA recommendations. Thus, there is a need for campaigns to promote the appropriate use of herbicides and pesticides together with the implementation of IPM in the region.

Excess application of fertilizers was also common in the region. This resulted in an extra input cost of 9-18 US\$ ha<sup>-1</sup> season<sup>-1</sup> with no additional returns in terms of grain or straw yields. As farmers mostly applied compound fertilizers, excess P was also added unnecessarily. In 1994, Olk et al (7) also found that farmers living around Suphanburi Rice Experiment Station used excess of N fertilizer (51 kg N ha<sup>-1</sup>) without any additional benefits. They also found such trends in four other Asian countries. However, they did not investigate the reasons for the excess use of fertilizers.

In the present study, only some farmers were aware of fertilizer recommendations by DOA and most farmers had the misconception that the recommended dosages were low. This could be due to their conviction that applying high amounts gives high yields. At the meeting, farmers expressed high satisfaction with the results of the study and were willing to reduce input costs and to protect the environment by adopting the DOA recommendations. However, they did not follow the recommendations for the next rice crop. The reason given was that they are used to applying high amounts because it gives high yields. Though experiments were conducted on their own fields with their active participation, showing the contrary, they did not adopt the results. Repetitive field trials may be required to prove that recommendations hold good for many seasons. It is essential that the local extension service takes initiative to promote proper use of fertilizers in the region.

Excess use of fertilizer and pesticides has been a problem in many industrialised countries and the present study shows that such problems can also be observed in a non-industrialised country, especially in in-

tensive growing areas (2,5). The reason could be that as the farmers' income raise, the expenditure on chemical inputs would also increase. Farmers are aware that fertilizers and pesticides are essential inputs for high yields. However, they are not aware of the optimal recommended dosages. Thus, an effective dissemination of research findings by the extension service is essential for a proper adoption of these technologies by farmers.

### Acknowledgement

We would like to thank Mr. Thanat Sukaprakarn, Mr. Decha Tuna, Mr. Chewasuit Chohip, Suphanburi Rice

Experiment Station and Nikol Rangsichon, Pathumthani Rice Research Centre for their co-operation and help in carrying out of experiments and surveys. Thanks are also to Mr. Saman Saengwanthong, Department of Extension, Suphanburi, for the help in conducting the field survey and farmers' meeting.

Support given by the staff of AIT, especially Mr. Surachai R. and Ms. Thabonithy R., and KMIT, Lad Krabang and the farmers of Suphanburi province are highly acknowledged with many thanks.

The financial support by the Royal Danish Government (Danida) is highly appreciated.

### Literature

1. Agricultural Statistics of Thailand (1980-1993). Centre for Agricultural Statistics, Office of Agriculture Economics, Ministry of Agriculture and Co-operatives, Bangkok, Thailand.
2. Bajwa, M.S., 1992. Nitrate pollution of groundwater under different systems of land management in the Punjab. In: Narain, P. (ed.) Proc. First Agricultural Science Congress, 1992. National Academy of Agricultural Sciences, New Delhi. p. 223-230.
3. Disthaporn, S., 1996. The development and application of IPM in rice in Thailand. In: Organizational Structures and Systems in Rice Pest Management, Workshop Report, Thailand, 1995. IRRI. Los Banos. p. 99-108.
4. Hirai, K., 1995. IPM studies for direct sowing of rice. Plant Prot. (Japan), **49**: 221-224.
5. Murali, N.S., Poovarodom, S., Rajaratnam, T. & Raksachart, S., 1994. - On-farm evaluation of chemical inputs efficiency in rice cultivation in Thailand. Research Report no.271. Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand. p. 68.
6. Moller Nielsen, J., Murali, N.S., Bauphan, C., Poovarodom, S., Lawongsa, P. & Alva, A.K., 1986. Fertilization of tropical rice: a case study on Bangkok plain. Fert. Res. **10**:97-112.
7. RAPA, 1993. The Role of IPNS in Sustainable and Environmentally Sound Agricultural Development. Report of the Expert Consultation of the Asian Network on Bio and Organic Fertilizers. 21-25 September 1992, Serdang, Malaysia. Regional Office for Asia and the Pacific (RAPA) Publication no. 1993/13, FAO, Bangkok, Thailand. 230 pp.
8. Olk, D.C., Cassman, K.G., Simbahan, G., Sta. Cruz, P.C., Abdulrachman, S., Nagarajan, R., Pham Sy Tan and Satawathananont, D. 1996. Congruence of N fertilizer management by farmers and soil N supply in Tropical irrigated lowland rice systems. In: Attanandana, T., Kheoruenromne, I., Pongsakul, P. & Vearasiip, T. (eds.) Proc. Inter. Symp. Maximizing Sustainable Rice Yields through Improved Soil and Environmental Management. November 11-17, 1996. Khon Kaen, Thailand. 29-38.
9. Vorley, W.T., 1987. Research on IPM in rice-pest control, profitability, and farmer acceptability. In: Magallona, E.D. (ed.) Proc. 11th Inter. Congr. of Plant Protection, Pest Control Council of the Philippines. Manila. p.155-162.

N.S. Murali: Danish. Ph.D. in Plant Nutrition, Danish Institute of Agricultural Science, Department of Crop Protection, Flakkebjerg, DK-4200 Slagelse, Denmark.  
S. Poovarodom: Thai. Ph.D. in Soil Science, King Mongkut's Institute of Technology, Ladkrabang, Department of Soil Science, Bangkok 10520, Thailand.

# Beyond Positive Sciences: an Anthropological Approach to Market Analysis in North-Western Ghana

J.P.G. Dessein

Keywords: North-western Ghana - Market analysis - Science - Anthropology - Multidisciplinary - Cultural relativism - Lobi-Wala.

## Summary

*Western science has often been thought of as an universally applicable, dominant and neutral knowledge system. Recently this view has been challenged by various scientists, who try to revalue the subjugated knowledge systems of local people by appreciating its characteristics. But this upgrading of endogenous knowledge often is but another example of the hegemonic position of Western science: it evaluates local situations with Western criteria, neglecting the cultural paradigms of the people involved. This article is a plea for a new multidisciplinary and intercultural research approach which takes as its foundation an understanding of the local culture and paradigms on which selected topics can be analysed, rather than a traditional disciplinary approach in which, afterwards, a foreign cultural component is being inscribed. This appeal is supported by material from a local market in North-western Ghana, where the Lobi peasants sell their harvest to the Wala traders.*

## Samenvatting

### **De positieve wetenschappen voorbij : een antropologische benadering van een marktanalyse in Noordwest Ghana**

*Lange tijd werd de westerse wetenschap beschouwd als een universeel toepasbaar, dominant en neutraal kennissysteem. Deze uitgangspositie wordt sinds enige tijd in vraag gesteld door verschillende wetenschappers, die proberen om de onderdrukte lokale kennis-systemen te herwaarderen door hun eigen karakteristieken naar waarde te schatten. Maar deze opwaardering van endogene kennis verwordt vaak tot een herbevestigen van de hegemonische positie van de westerse wetenschap: het evalueert lokale situaties met westerse criteria en negeert de culturele paradigma's van de betrokken volkeren. Dit artikel is een pleidooi voor een nieuwe, multidisciplinaire en interculturele onderzoeksbenadering die steunt op en vertrekt van een begrip van de lokale cultuur en paradigma's. In tegenstelling tot de traditionele disciplinaire benadering - waarin, na het elaboreren van de eigen discipline, een culturele component wordt ingecalculleerd - wil deze benadering vertrekken van de cultuur, om pas in tweede instantie specifieke topics te analyseren. Dit pleidooi wordt geruggesteund met gegevens van een lokale markt in Noordwest-Ghana, waar de Lobi-boeren hun oogst verkopen aan de Wala-handelaars.*

## Introduction

Descartes created, some centuries ago, his philosophy regarding the worldly reality as being composed both of the human capability to reason and of an extensiveness of matter, defined as a natural reality without any mystery, namely, a reality which can be analysed, modelled and divided geometrically into quantities. Since then, scientists have contributed to the moulding of the Western world and its knowledge practices which are taken for granted. It results in a Western world believed to be built on a basis of rationality, science and technology.

Modern science is characterised by its view of Nature, based on the classical Newtonian terms: nature is a system with a periodic order, in which phenomena can be elucidated in terms of linear, single or multiple relationships of a systematic nature. These are causal relationships within the given system. The conviction that the human mind was independent of nature, made it

possible to define parameters and variables and to use

differential equations to define processes that may change smoothly over time (15). Confronted with the contingencies of reality and the easy epistemological blurring of more subjective and ideological modes of knowledge (2) science cannot but take a constructed reality as a starting point in its attempt to reach the 'real reality'. Driven by an ethos of 'Entzauberung' or denaturalisation the scientific mind applies a paradigm which opposes nature and culture (or mind), and privileges unity, homogeneity, repetition, identity and stability in the measurable, isolated phenomena under study. It thus excludes by definition difference, heterogeneity and openness of the system under study.

The Cartesian approach of the world, drawing on a pragmatic idealisation of mathematics and statistics



(believed to be direct products of pure ratio), founded a science of “facts” and “conditional implications” (if X... then Y...), free of values, liberated from cultural or social conditioning, and above all universally applicable. Axioms, schemes of analysis, categories of classification, formulas, scientific disciplines and so on were to be transferred to various spatial or historical contexts. Economists consider scarcity and the market transaction along demand and supply as a most natural situation, and a key paradigm (1). Even today, in a context of abundance thanks to technology, scarcity remains the initiator and engine of the free market system, understood through its related concepts of market transparency, supply and demand, (in)elasticity of prices and the like.

Recently, the universality of sciences (Western in origin, but which have spread almost globally) has been questioned seriously, particularly by physicists, engineers and anthropologists (3,6,9,11,14). They claim that the universality of science, in its aim and approach, is but one more example of the projection of a Western social context of dominance and control on ‘the other’ and of the subjugation of non-western knowledge systems. But rather than being a denaturalised or neutral phenomenon, the production of science and technology is a social process influenced by decisions (such as what funds are to be given to which research), observations (very much dependent on the scientists’ theories and implicit assumptions), generalisations (among others, based on subjective criteria) and methodology (not free from rhetorics, politics, personal power, gender relations). The existence of one single and universally valid scientific truth or method is being questioned: it is argued that procedures and results may be opportunistic and contingent on social factors; scientific truth and success of an approach or paradigm are also socially negotiated by actors who operate within a social network of politics, economies and institutionalised power. In this regard D. Hess (10) speaks of Social Constructivism; Pfaffenberger (13) redefines science and technology as a totalising social fact (a terminology stemming from Marcel Mauss).

Sensitive to these critics on the putative universality of science (such as by Gusterson(8)), laying bare the ritualistic nature of scientific experiment, or of statistics (such as by Nader (12)), considering the latter as the modernised version of the traditional diviner, some of the scientists working in various civilisational contexts have tried to take up the cultural differences into their standard methodology. New concepts are created, new ways of interacting with ‘the other’, new strategies to implement innovation processes. Some tried hard to improve the existing knowledge of traditions proper to ‘indigenous people’, although they were only “extracting traditional knowledge from its context, so that it matches categories of information determined by the needs of the scientists” (4). They consider indigenous knowledge as useful data to be incorporated in the established Western science. It confers a snug feeling to the newborn ethnoscientist to be rooted in local knowledge.

I will argue that much of the present field of ethno-science research in a multicultural environment, especially agricultural and economical investigations in the South, remains one more illustration of the hegemony of Western science: starting from current Western scientific premises, ethnoscientists often appreciate local knowledge so far as it fits into the mainstream Western scientific framework. In contradiction to ethnoscience, this article pleads for a new multidisciplinary and intercultural research approach which takes as its foundation an understanding of local culture and paradigms on which selected topics can be elaborated, rather than a traditional disciplinary approach in which, afterwards, a foreign cultural component is being incorporated. One case study is presented as support for my argument.

## Methodology

During one year (September 1996 - August 1997) anthropological fieldwork was carried out in North-western Ghana. I participated as much as possible in the various activities, daily and more ritualised ones, of the different categories and groups of people. Together with a continuous monitoring of farming and market activities of a compound family in the small community of Baleofeele in the Upper West Region, an approach ‘from within’ was attempted at in order to develop an analysis based on the paradigms of the Lobi people themselves. Many semi-structured interviews were carried out with traders from Wa (the regional capital), with government workers and regional ministers. The research aimed more at qualitative than quantitative data collection, and preferred an in-depth analysis of a small group of people rather than a large-scale, more superficial survey of a large group.

## Results

### The geographical and sociocultural setting

The Upper West Region of Ghana, with its wooded savannah vegetation, is eco-climatologically part of the Sudano-Sahel (5). The short and single rainy season from June to October with an average rainfall of 968 mm contrasts with the long dry season (16). Because rainfall is unreliable, it is not unusual for drought to occur in one particular area during critical periods in plant growth which may then reduce drastically the harvest, while the neighbouring area may be doing well. According to a World Bank survey, Upper West Region’s scores for most human welfare indicators are among the lowest of Ghana, far under the national Ghanaian average (16).

The main ethnocultural groups of the region are the Wala, the Sissala, the Dagaba and the Lobi. In Wa district, the focus of our research, the majority of the people are Wala with in the villages as well as in towns an important minority of Dagaba and Lobi.

Several centuries ago the town of Wa developed into an important trade center where long distance routes from South Ghana and Southern Ivory Coast to Burkina Faso and Mali were crossing. With Wa as its nodal point, a web of small villages was established as family chiefs started to move into the uninhabited or new

arable land. As first settlers, the Wala became the landowners, a position granting them political power and feeding ethnic superiority feelings towards alien immigrants. The Wala specialised in interregional trade, under the rule of chiefs, elders or patriarchs, side to side to mainly the Dagaaba class, paying tribute to the Wala landowners. As traders the Wala easily adopted Islam in the 18th century.

From the late 1910s, Lobi from Gauoa area (in South East Burkina Faso) immigrated into the southern area of Wa district (7). They came in greater number in the 1950s due to the upheavals prior to independence and to land shortage. In contrast to the Wala bringing their homesteads with the extended family in clusters of houses, the Lobi stay in widely dispersed compounds under the guidance of a 'jidaandow', the landlord, who is genealogically the eldest man of the house. Whereas most Dagaaba in the region have converted to Christianity, the Lobi of Wa district remained attached to the land cults and ancestral cults they brought from Burkina Faso. Moreover, the Lobi and Wala basically practice a bush fallow subsistence farming, with maize, millet, sorghum and yam as major staple crops. Less important crops include beans, cowpea, groundnut and rice. Recently, the Wala are adopting commercial farming practices such as cotton cultivation.

**The market as locus of economic transactions**

As commercial centre Wa is part of a dendritic market system, and it constitutes both a place for the local small-scale transactions, and a pivotal link between the national and interregional flow of goods (see figure 1). On the district level, three types of markets can be distinguished: the district market of Wa, the small village markets (e.g. Taanvare, Vieri and Dorimon), and the in-between level of the subdistrict market (e.g. Wechiao and Lasea-Tuolo). Markets in the area form clusters and cycles of six, each day being named after the place where the market takes place.

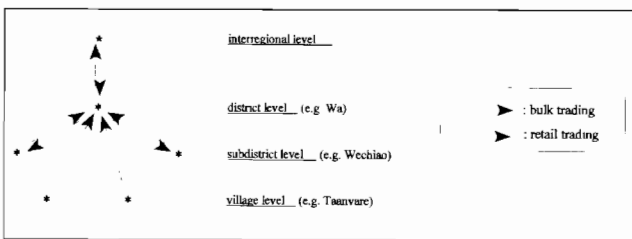


Figure 1. - The different types of markets, their dendritic structure and the flow of goods between the different levels.

While the retailing of imported goods (like shoes, torches, bananas, coconut) occurs mainly in the district and subdistrict markets, the subdistrict and village markets serve as an interface, where the Lobi women sell a minor part of their crops (sorghum, millet, yam, sheabutter) and charcoal to Wala women. The transactions and the fixing of the price follow a particular pattern witnessing to economic supremacy of the Wala and expressing at the same time social despise for the Lobi. On the small footpaths leading to the market, the Wala women await in small and always identical groups (three, four women, each of them specialised in a particular product) for the Lobi women coming from their

compounds. After ignoring the arrival of the sellers for some time, continuing their talk among each other, the Wala start insulting the Lobi, especially regarding aspects of clothing, hygiene and honesty. They then announce the price and conditions ("Look, we give you 1000 cedis for 20 pieces of sheanutbutter, and every twenty first piece is for free"). Very much neglecting the protests of the Lobi women, they start counting the pieces while cheating the Lobi women through very tricky methods of counting. When the counting and the handover of the goods are finished, the Wala women proceed with the conversation they had before the Lobi came, only to remember after some time that they still have to fulfil the payment, which may even be delayed to the next market day. Following another protest by the Lobi women, which is immediately refuted by the Wala under the cloak of being good friends, the two parties separate.

Such views of confrontation between townswomen and village-folk, of well-informed traders and ignorant farmers, of dominant roles and subordination, suggest a rather classical pattern of interaction between the group of economically well-experienced traders and the small-scale subsistence farmers ignoring all about cash trade. Having a better insight in (inter)regional prices, through collective price fixing and control, able to limit the number of traders, even through blatant cheating, the Wala women seem to exploit economically the Lobi women, thereby manifesting their feelings of social superiority. Whereas Lobi women almost compulsorily wear poor dresses, Wala women display rich clothing, wear make-up and emphasise well-rounded forms of the body. In this way they seek to demonstrate their wealth.

**The revenge of the Lobi**

The basic economic view that the Lobi are despised and economically exploited by the Wala is principally one of the Western observer struck by the peasant's economically inferior position in the market confronted with professional traders. In Western societies, most foodstuffs are (re)distributed through diverse mechanisms of the market. In Lobi-society however, food is first and foremost a social good to share and to exchange, in view of weaving and reweaving basic social ties. It creates a regeneration of the social web, and a homage to the ancestors, who are the real owners of the land and of the farming from sowing or planting to harvesting. The jidaandow, the landlord, is the guardian of the produce (especially millet, sorghum and maize) of the land. He is the mediator, the linking figure between the descendants on earth, and the ancestors below. It is through his hands that the ancestors give the food to the people. The harvest is collected into and distributed over three types of granaries (see figure 2): half of the production is kept in the two or three major granaries (type A, left part of the figure) of the landlord as the representative of the ancestors. This type A produce will be mainly consumed collectively by the whole village on the occasions of funerals, rituals, initiation festivals, group labour on the farms, bridewealth payment. Part of it will be used to feed the own compound, after redistribution to grana-

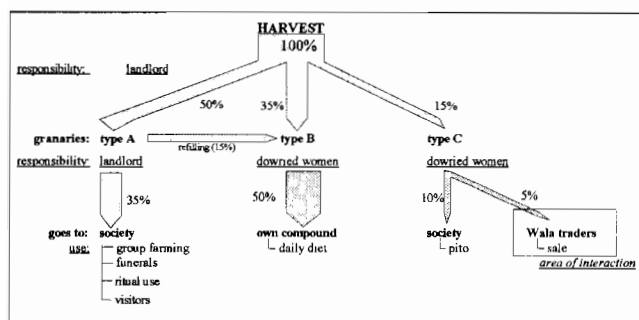


Figure 2. - Flow-chart of the harvest, showing its distribution into granaries, its use and its destination.

ries of type B (horizontal arrow in the figure, connecting the left with the central part).

Thirty-five percent of the original total harvest is divided into several granaries of type B (central part of the figure). The grains of each type B granary fall under the responsibility of a dowried woman, who processes it into food for the whole compound. However, the grains remain under the overall guidance of the landlord. After exhausting the B-granaries by feeding the compound, the landlord orders his eldest wife to refill the B-granaries with grains from the A-granaries (about fifteen percent of the total yield), totalizing the amount of the harvest used for the feeding of the compound to fifty percent.

Far less important are the type C granaries, the private granaries, in which the remaining fifteen percent of the harvest is kept (right part of the figure). They are the grains which are given to the dowried women for their own private use. Two thirds of this is used to brew pito, the local sorghum beer, to sell in the markets, or for other social activities, or for use in the own compound. The remaining five percent of the total initial yield is introduced into the sphere of the commercialised, monetarised market exchanges with the Wala-traders, as mentioned earlier.

Although only fifty percent of the harvest is used directly for subsistence in the own compound, only five percent enters the commercial sphere of the market. What happens to the remaining forty-five percent?

Outside the monetary sphere of the Ghanaian Cedis, there is the sphere of the gift and the cowrieshells, a highly valued traditional way of payment which strengthens the Lobi with their large stocks of shells in comparison to the Wala-trader, who is enriched with very futile cedis. The remaining forty-five percent of the harvest enters this second sphere of exchange in which the gift and the structure of the social web are the guiding principles. A major part (type A granaries) is exchange for labour, especially on the occasions where the age groups of young men associate to work on the farms of elder men, in particular on the land of the (future) father-in-law of one of the age-mates. Such exchange of labour strengthens the age group and the relations, commitments and debts linking several compounds of one community into one social web.

Another big share of the harvest of the type A grana-

ries is destined for funerals and funeral rites. Definitely the main social activity during the lean season, it is of utmost importance for a Lobi to be able to be very generous on the occasion of the funeral of a relative. An abundance of food and pito, including the wasting of food in a ritualised fighting between the remaining members of the family, creates an atmosphere in which social prestige and remembrance are generated through the generosity of the descendants. Other main outgoings of harvest occur in the donation of food to visitors and friends (type A) and the brewing of pito (type C) to be sold on special occasions such as funerals, sacrifices, initiation rituals and, of course, the village and subdistrict market. In this sphere all these transactions of foodcrops occur as gifts or as exchange for cowrie-shells, creating a socio-cultural and ritual environment which empowers and renews the Lobi community as an entity, and puts it in opposition to the Wala society on a double occasion.

On the village and subdistrict markets, a distinct, less visible trading, parallel to the Wala-Lobi trading occurs within the members of the Lobi community: at the outskirts of the market square large pots of pito are sold, on the exchange-value of one pot of pito for ten cowries or its equivalent in cedis (and not vice versa), absorbing most of the cedis gained from the interaction with the Wala-trader into an environment in which the cowrie, as a symbol of the Lobi culture from within, tames the government-introduced cedi by putting it in a position of low-appreciation. It is a symbolic revenge. A Lobi is proud to pay his pito with cowries, or to change his exogenous cedi for the Lobi produce par excellence, the pito. A pride which is even more visible in the second example of the revenge of the Lobi: the funeral ground. On this ritual occasion of three or four days, every Lobi shows off through his attempts to please the ancestors - so that they will be willing to accept the newborn death - by throwing out cowries to the musicians and gravediggers who prepare the departure of the deceased to the ancestors, for his brothers and sons who will continue his life on earth, and for the corpse itself. In this process of regiving the ancestors the earnings acquired with the produce they gave you, it is a moral defeat if you have to show your appreciation by giving out cedis.

## Conclusion

This analysis is a plea for cultural relativism, as an art and principle of interpreting the meaning of science, technology and trading relative to the understanding of local communities. Looking through the sectoral glasses of economics, the expected result of an oppressed Lobi is confirmed: because of the hierarchical, dendritic market-structure which is reflected in power relations between the different levels in that structure (16), including the interface of (the higher) Wala and (the lower) Lobi on the subdistrict and village markets, the observer easily presupposes an oppression of the peasants by the traders. In other words, although the analysis incorporates sociological arguments into the economic framework, it evaluates the local situation of interacting people mainly in Western

terms, eventually leading to the conclusion that the Lobi need a reinforced and dignified position in the market. In the mean time it denies the fact that a 'better position in the market', or a 'better relation' with the Wala-trader, or a 'better monetary situation'- according to a Western vision- implies a degradation as a Lobi because joining monetary trading is leaving the own sphere of non-monetary exchange, of social acceptance and social regeneration. Forced to fulfil some minor needs of money (payment of taxes and hospital fees) the Lobi will call on commerce with the Wala traders. On the other hand objectives of bigger monetary gains (to buy a bicycle or fancy clothes) have to be fulfilled outside the own culture, e.g. by going South to do

wage labour on cocoa plantations. But the major part of transactions occur within the Lobi society, neglecting the temptation of the Ghanaian Cedis, the rules of Western market economy or the expectations of the foreign observer.

### Acknowledgement

We thank the Catholic University of Leuven for the funding of the project, the Department of Agricultural Economics (Prof. E. Tollens) and the Africa Research Centre (A.R.C., Prof. R. Devisch) of the Department of Social and Cultural Anthropology for the supervision of research.

## Literature

1. Achterhuis, H., 1988. Het rijk van de schaarste. Van Thomas Hobbes tot Michel Foucault. Ambo, Utrecht-Schoten.
2. Achterhuis, H., 1995. Natuur tussen mythe en techniek. Ambo, Enschede.
3. Asquith, P., 1996. Japanese science and Western hegemonies: primatology and the limits set to questions. In: Nader, L. (ed.) *Naked science. Anthropological inquiry into boundaries, power, and knowledge.* Routledge, New York & London.
4. Bielawski, E., 1996. Inuit indigenous knowledge and science in the Arctic. In: Nader, L. (ed.) *Naked science. Anthropological inquiry into boundaries, power, and knowledge.* Routledge, New York & London.
5. Devisse, J., Polet, J. & Sidibé, S., 1993. Vallées du Niger. Editions de la Réunion des musées nationaux, Paris.
6. Escobar, A., 1995. *Encountering development: the making and unmaking of the third world.* Princeton, New Jersey: Princeton University Press.
7. Goody, J., 1993. Peuplement: études comparatives, Nord-Ghana et Burkina Faso. pp 51-55 In: Fiéloux, M.; Lombard, J., *Images d'Afrique et sciences sociales. Les pays lobi, birifor et dagara.* Karthala et Orstom, Paris.
8. Gusterson, H., 1996. Nuclear Weapons testing: scientific experiment as political ritual. In: Nader, L. (ed.) *Naked science. Anthropological inquiry into boundaries, power, and knowledge.* Routledge, New York & London.
9. Harding, S., 1994. Is science multicultural? Challenges, Resources, Opportunities, Uncertainties. In: *Configurations 2: 301-330. Vol. 2* Baltimore: John Hopkins University Press and the society for Literature and science.
10. Hess, D., 1995. Science and Technology in a multicultural world. The cultural politics of facts and artifacts. Columbia University Press, New York.
11. Lave, J., 1996. The savagery of the domestic mind. In: Nader, L. (ed.) *Naked science. Anthropological inquiry into boundaries, power, and knowledge.* Routledge, New York & London.
12. Nader, L., 1996. Introduction: Anthropological inquiry into boundaries, power, and knowledge. In: Nader, L. (ed.) *Naked science. Anthropological inquiry into boundaries, power, and knowledge.* Routledge, New York & London.
13. Pfaffenberger, B., *Fetished objects and humanised nature: towards an anthropology of technology.* In: *Man (N.S.) 23*, 236, 252.
14. Scott, C., 1996. Science for the West, Myth for the rest? The case of James Bay Cree Knowledge Construction. In: Nader, L. (ed.) *Naked science. Anthropological inquiry into boundaries, power, and knowledge.* Routledge, New York & London.
15. Smith, E.M., 1996. Public Policy, sciencing and managing the future. In: Nader, L. (ed.) *Naked science. Anthropological inquiry into boundaries, power, and knowledge.* Routledge, New York & London.
16. Songsore, J. & Denkabe, A., 1995. *Challenging Rural Poverty in Northern Ghana: The Case of the Upper-West Region, Report no. 6/95, Reports and Messages from the Centre for Environment and Development (SMU), University of Trondheim, Norway.*

J.P.G. Desein: Belgian. Bio-engineer in Tropical Agriculture (K.U.Leuven, Kardinaal Mercierlaan 92, 3001 Leuven) and Licentiate (Advances Master) in Social and Cultural Anthropology (address: K.U.Leuven, Tiensestraat 102, 3000 Leuven). Presently researcher of the Catholic University of Leuven under the direction of Prof. René Devisch and Prof. Eric Tollens.

# Do Permethrin-Treated Screens Repel Sand Flies from Entering Houses?

M. Basimike\*

Keywords: Permethrin - Screens - Houses - Sand flies - Reduction.

## Summary

The effects of permethrin-treated screens on sand flies entering treated houses were evaluated in Marigat area of Baringo District, Kenya. Screens treated with 0.50 g/m<sup>2</sup> a.i. of permethrin 20% E.C. were fitted inside houses and re-treated every 6 months from January 1992 to December 1993. In the treated village, 40.62% sand flies were caught inside while 67.34% sand flies were collected outside houses. In the control village, 32.66% sand flies were collected inside while 59.38% sand flies were caught outside houses. The number of sand flies collected outside houses in the treated village was higher than those collected inside houses in the same village ( $X^2 = 30.97$ ,  $df = 11$ ,  $P = 0.001$ ). Twelve species of sand flies were collected in the area, of which nine species of the *Sergentomyia* and three species of the *Phlebotomus* genera. *Phlebotomus martini* and *P. duboscqi*, vectors of visceral and cutaneous leishmaniasis respectively were collected inside houses in both treated and control villages. Permethrin-treated screens fitted inside houses were effective against sand flies as they reduced the number of flies entering houses. However, the treated screens did not seem to have any effect on sand fly species composition. Permethrin-treated screens are an important tool for controlling sand flies in the communities.

## Résumé

### Les écrans imprégnés d'insecticide peuvent-ils empêcher les phlébotomes d'entrer dans les maisons ?

Les effets d'écrans traités à la perméthrine sur les phlébotomes endophiles ont été évalués dans la région de Marigat, district de Baringo, Kenya. Les écrans imprégnés de 0,50 g par m<sup>2</sup> d'ingrédient actif de perméthrine en concentré émulsionnable à 20% ont été placés dans les maisons et ré-imprégnés tous les six mois de janvier 1992 à décembre 1993. Dans le village traité, 40,62% de phlébotomes ont été capturés à l'intérieur des maisons, alors que 67,34% de phlébotomes ont été attrapés à l'extérieur. Dans le village témoin, 32,66% de phlébotomes ont été capturés à l'intérieur des maisons, alors que 59,38% de phlébotomes ont été attrapés à l'extérieur. Le nombre de phlébotomes capturés à l'extérieur des maisons dans le village traité a été significativement plus élevé que celui collecté à l'intérieur des maisons ( $X^2 = 30,97$ ;  $df = 11$ ;  $P = 0,001$ ). Douze espèces de phlébotomes ont été capturées dans la région, et parmi elles, neuf appartiennent au genre *Sergentomyia* et trois au genre *Phlebotomus*. *Phlebotomus martini*, vecteur de la leishmaniose viscérale et *P. duboscqi*, vecteur de la leishmaniose cutanée ont été capturés à l'intérieur des maisons dans le village traité ainsi que dans le village témoin. Les écrans traités à la perméthrine, placés à l'intérieur des maisons se sont révélés efficaces contre les phlébotomes. Ceux-ci réduisaient le nombre de phlébotomes qui entraient dans les maisons. Cependant, ces écrans ne semblent pas avoir un effet sur la composition des espèces de phlébotomes. Les écrans traités à la perméthrine constituent un outil important pour contrôler les phlébotomes au sein des communautés.

## Introduction

Fabrics treated screens with synthetic pyrethroids have been recommended by the World Health Organization to control vectors of diseases to man (30). Bednets and eave curtains treated with permethrin have shown to successfully control *Anopheles malaria* mosquitoes in the Gambia (14), Tanzania (15,16), Kenya (24) and Burkina Faso (17). In Central Italy a successful control of *Phlebotomus papatasi* (Scopoli) sand flies was achieved by using permethrin treated screens (20). In The Gambia, the use of mosquito nets treated with synthetic pyrethroids reduced malaria in children by 63% (2), while in Kenya and Ghana the treated nets reduced

the death due to malaria among children under five years of age by one third and one sixth respectively (29). In Burkina Faso, an approximately 99% reduction of the overall density of endophilic sand flies was recorded in houses fitted with permethrin-impregnated nets (18). While controlling malaria mosquitoes in Marigat location of Baringo District, Kenya, a reduction of between 52-73% of sandflies inside houses fitted with permethrin-treated wall cloth was reported (25). In Kenya Rift Valley, 81.43% reduction of sand flies in treated houses was reported after the eighth treatment of the screens (6). However, synthetic pyrethroid-treated

\*Kenyatta University, Department of Zoology, c/o P.O. Box 79689 Nairobi, Kenya. Received on 31.07.97 and accepted for publication on 08.09.98.

mosquito nets and curtains have been reported having an excito-repellent effect on malaria mosquito vectors entering houses (9). Malaria mosquitoes have been reduced by use of bednets impregnated with permethrin in The Gambia (2), by permethrin-impregnated curtains and screens in Tanzania (15) and Kenya (24), whereas leishmaniasis sand flies have been drastically reduced by hanging permethrin-treated screens on the walls inside houses (6) and by using permethrin-treated bednets (18,20). The introduction of permethrin-impregnated nets in some villages in Tanzania caused a high mortality of malaria *Anopheles* mosquitoes (16). In The Gambia, Kenya, Burkina Faso and Tanzania, the use of permethrin-treated materials has been associated with the reductions of disease vectors, hence reduction of man-vector contact. In China for example, the use of pyrethroid impregnated bednets reduced the incidence of malaria and its vector densities (28). In Guinea Bissau, a 78% reduction of malaria parasite inoculation rates was due to usage of permethrin-treated bednets (11). The control of sand flies, vectors of leishmaniasis inside houses by spraying chemical insecticides has so far produced no encouraging results in countries such as India (22), Brazil (19) and Panama (7). The only successful sand fly control programme with sprayed insecticide was reported in Peru (10). In South America, spraying of chemicals to control sand flies has been considered impracticable, uneconomical and ecologically unsound (7). For these reasons, endophilic sand fly control has focused on the use of materials treated with pyrethroid insecticides, because of their long lasting effect and low mammalian toxicity (9). Screens treated with synthetic pyrethroids fitted inside houses seem to be an important tool for controlling vector-borne diseases such as leishmaniasis (6, 25) and malaria (9). In Africa today, the control of both visceral and cutaneous leishmaniasis relies mainly on passive detection of human cases followed by chemotherapy using pentavalent antimonial drugs. These drugs are heavy metals and have shown to cause serious side effects including cardiac and renal failure. Mazzari et al. (21) noted that because leishmaniasis were traditionally considered rural and sylvatic diseases, no attempt was made to establish an organized control campaign. However nowadays, leishmaniasis has been recorded in periurban and urban areas making more populations at risk of acquiring the disease. This has therefore caused its control awareness in a number of countries.

Sand flies of the *Phlebotomus* genus have been confirmed to be the main vectors of leishmaniasis in Africa (23,26) as opposed to *Lutzomyia* species found transmitting this disease in Southern America (12,13). In Kenya, however species of *Phlebotomus* genus have shown to have an anthropophilic behaviour in peridomestic and domestic habitats (MB, personal communication), and transmission of leishmaniasis is thus thought to occur in both habitats. Such observations have led to plan for the use of synthetic pyrethroid impregnated materials, e.g. bednets, wall clothes and room dividers to control endophilic sand flies in the area, with objective to reduce the prevalence of leishmaniasis. The aim of this study is to determine the effect of permethrin-treated screens fitted inside traditional

thatched houses on endophilic sand fly species in Marigat area of Kenya.

## Material and methods

**Study area.** This study was carried out in Marigat Division of Baringo District in the Kenya Rift Valley. The study area was located in the Perkerra irrigation scheme, with a population of approximately 2000 people. Perkerra is situated at latitude 0°28' N and longitude 35°58' E and at an elevation of 1067 m. The mean monthly temperature was 32.2±1.5°C, with mean maximum temperature of 35°C (January/February) and the mean minimum temperature of 30°C (June/July). A 6 month dry season (September-February) is followed by a six month rainy season (March-August) with a total annual rainfall of 653 mm (4). Sand fly peak population occurred in August, a month with moderate rainfall. Sand flies were collected in two villages. Marigat township and Ngambo. In the first village, two hundred houses, randomly selected were fitted with treated screens, whereas houses in Ngambo, the control village, were left without screens. In both treated and control villages, traditional houses were mostly used for sampling sand flies.

**Treatment of the screens.** Screens were treated as described by Schreck & Self (27) and AHRTAG (3). A permethrin synthetic pyrethroid was used as 20% E.C. (emulsifiable concentrate). The 60-mesh screen (1.5 X 9 m) made of polyester netting was treated with 0.50 g/m<sup>2</sup> active ingredient of permethrin. The treated screens remained fitted inside houses along the walls and were removed for re-treatment every six months from January 1992 to December 1993. Baseline data on sand fly densities in the area was collected before deployment of the screens giving an overall mean density of 6.5 sand flies per house per trap night. The highest sand fly density was 14.5 sand flies while the lowest was 2.5 sand flies per house per trap night (25). During the first, second and third deployment of treated screens, an average sand fly density of 2.9, 3.0 and 2.4 respectively were collected in the area. Thus, during the third deployment of treated screens, the sand fly density was reduced by 63 percent.

**Sand fly collections.** Sand flies were collected once a week from January 1992 to December 1993 in six houses randomly selected in each village on each collection day. A total of 12 houses per week were sampled. A single clear polythene sheet (1 m<sup>2</sup>) coated with castor oil on both sides (so-called sticky trap) was placed overnight horizontally along the wall inside houses next to the permethrin-treated screen or next to the bed in untreated houses. Using sticky traps, collections of sand flies outside and inside houses in both treated and control villages were done at the same period. In total, sand flies were collected for 96 weeks (once a week) from 1152 houses (576 houses in treated villages and the same number of houses in control villages) using 2304 sticky traps of which 1152 traps were placed inside houses and the same number of traps were set outside houses. Caught sand flies were removed from the sticky traps the following morning and identified to species using Abonnenc dichotomic keys (1).

**Data analysis.** To analyse the effects of permethrin-treated screens on sand flies inside and outside houses, the goodness of fit with a chi-square ( $X^2$ ) test was performed using an analytical software (STATISTIX Version 3.1). In Table 1, data were presented as back transformed geometric means.

## Results

Twelve sand fly species of the genus *Phlebotomus* and *Sergentomyia* were identified in Marigat area (Table 1). 2,667 sandfly specimens were collected between January 1992 and December 1993 in permethrin-treated and control villages. These were: *Phlebotomus martini* Parrot (0.26%), *P. duboscqi* Neveu-Lemaire (0.11%), *P. rodhaini* Parrot (0.07%), *Sergentomyia antennata* Newstead (50.95%), *S. bedfordi* Newstead (26.39%), *S. schwetzi* Adler, Theodor & Parrot (11.39%), *S. africana* Newstead (6.29%), *S. ingrami* Newstead (2.47%), *S. adleri* Theodor (1.12%), *S. clydei* Sinton (0.59%), *S. affinis* Theodor (0.11%), and *S. squamipleuris* Newstead (0.18%).

Analysing the sand fly species composition, it was observed that all the *Sergentomyia* species (9 species) were present in both treated and control areas, whereas the *Phlebotomus* species (3 species) were more present in the treated area (Table 1). Among the *Phlebotomus* species, only *P. martini* was present in the control area, and they were all caught from houses.

Comparing the numbers of sand flies (all species) inside and outside houses in both permethrin-treated and control villages, it was noted that: in the treated village, more sand flies were collected outside (67.34%) than inside treated houses (40.62%), while in the control village, 59.38% sand flies were found inside houses and 32.66% were collected outside houses. The number of sand flies collected inside houses in the control village

was significantly higher than ones collected inside houses in treated village ( $X^2 = 30.97$ ,  $df = 11$ ,  $P = 0.001$ ). Inversely, the number of sand flies collected outside treated houses (67.34%) was higher than ones collected outside houses in the control village (40.62%).

## Discussion

The reduction in sand fly numbers caught inside treated houses in Marigat area of Baringo District, Kenya may have been caused by the use of permethrin-treated screens. This was not the case for their species composition as there was no differences between species of sand fly collected in control and those caught in treated houses.

The analysis of the numbers of sand flies caught in the treated village has shown that more sand flies were collected outside than inside treated houses. Curtis (9) has reported similar flushing out effect of synthetic pyrethroid insecticides to insect vectors from their hiding places and, hence to pick up a lethal dose of the insecticide leading to high mortalities.

Studies on sand flies in the Marigat area have shown that *P. martini*, a vector of visceral leishmaniasis (26), and *P. duboscqi*, a vector of cutaneous leishmaniasis (23) are both found inside human habitations (5). From our observations, we conclude that screens treated with permethrin hung inside houses can reduce the number of endophylic sand flies entering houses.

The relatively low number of sand flies of the genus *Phlebotomus* collected inside houses has a significant epidemiological importance in leishmaniasis transmission. Coene (8) noted that the transmission of malaria depends largely on the sporozite rates rather than on the (low) densities of mosquito populations. Basimike and Mutinga (6) reported that in Marigat area of Kenya,

**Table 1**  
Mean sand flies collected inside and outside treated and control houses in Marigat area.

Species	Treated area (Marigat township)				Control area (Ngambo)			
	inside houses		outside houses		inside houses		outside houses	
<i>P. martini</i>	0.50	(2)	0.25	(1)	1.00	(4)	0.00	(0)
<i>P. duboscqi</i>	0.50	(2)	0.25	(1)	0.00	(0)	0.00	(0)
<i>P. rodhaini</i>	0.50	(2)	0.00	(0)	0.00	(0)	0.00	(0)
<i>S. antennata</i>	80.25	(321)	91.50	(366)	124.75	(499)	43.25	(173)
<i>S. bedfordi</i>	40.00	(160)	55.75	(233)	57.50	(230)	22.75	(91)
<i>S. schwetzi</i>	25.50	(102)	18.25	(73)	23.25	(93)	9.00	(36)
<i>S. africana</i>	6.00	(24)	8.75	(35)	18.25	(73)	9.00	(36)
<i>S. ingrami</i>	4.75	(19)	5.75	(23)	4.50	(18)	1.50	(6)
<i>S. adleri</i>	1.50	(6)	1.00	(4)	3.50	(14)	1.50	(6)
<i>S. clydei</i>	0.75	(3)	0.50	(2)	1.50	(6)	1.25	(5)
<i>S. affinis</i>	0.25	(1)	0.00	(0)	0.25	(1)	0.25	(1)
<i>S. squamipleuris</i>	0.25	(1)	0.50	(2)	0.50	(2)	0.00	(0)
Total numbers	643		730		940		354	

Values are back transformed geometric means.  
In brackets are numbers of collected sand flies.

the transmission of *Leishmania* parasite to humans by *Phlebotomus martini* and *P. duboscqi* is not density dependent. Thus, a few individuals of sand fly vectors in an area are capable to cause the spread of leishmaniasis within the human population.

The use of permethrin synthetic pyrethroid has shown to reduce sand flies entering inside houses in Baringo area of Kenya as was the case in India (22), Brazil (19) and in Panama (7). In Peru (10), the use of chemical insecticides has produced successful result in sand fly control.

It is therefore noted that any use of permethrin synthetic pyrethroid to control phlebotomine sand flies can contribute to significantly reduce its leishmaniasis transmitted disease to man.

## Acknowledgments

My sincere thanks to the Medical Vectors Research Programme Team of the International Centre of Insect Physiology and Ecology (ICIPE) based in Marigat for collecting the data. This work was funded by ICIPE.

## Literature

- Abonnenc E., 1972. *Les phlébotomes de la Région Ethiopienne* (Diptera: Psychodidae). Mem. ORSTOM 55: 289 pp.
- Alonso P.L., Lindsay S.W., Armstrong J.R.M., Contech M., Hill A.G., David P.H., Fegan G., de Francisco A., Hall A.J., Shenton F.C., Cham K. & Greenwood B.M., 1991. The effect of insecticide-treated bednets on mortality of Gambian children. *Lancet*, **337**: 1499-1502.
- ARHTAG Directory, 1997. Insecticide treated nets for malaria control. pp. 34.
- Basimike M., Mutinga M.J., Kumar R. & Munyinyi D., 1992a. Relative abundance of adult phlebotomine sand flies (Diptera: Psychodidae) in relation to soil characteristics of their breeding sites in Baringo District, Kenya. *Environ. Entomol.* **21**: 1114-1120.
- Basimike M., Mutinga M.J. & Kumar R., 1992b. Habitat preference and seasonal variations of phlebotomine sand flies (Diptera: Psychodidae) in Marigat area, Baringo District, Kenya. *Insect Sci. Applic.* **13**: 307-314.
- Basimike M. & Mutinga M.J., 1995. Effects of permethrin-treated screens on phlebotomine sand flies, with reference to *Phlebotomus martini* (Diptera: Psychodidae). *J. Med. Entomol.* **32**: 428-432.
- Chaniotis N., Parsons R.E., Harlon H.J. & Correa M.A., 1982. A pilot study to control phlebotomine sand flies (Diptera: Psychodidae) in a Neotropical rain forest. *J. Med. Entomol.* **19**: 127-137.
- Cohen, J., 1993. Malaria in urban and rural Kinshasa the entomological input. *Med. Vet. Entomol.* **7**: 127-137.
- Curtis C.F., 1991. *Control of disease vectors in the community*. Wolfe Publishing Ltd, London, 233 pp.
- Hertig M. & Fairchild G.B., 1948. The control of *Phlebotomus* in Peru with DDT. *Am. J. Trop. Med.* **28**: 207-230.
- Jaenson T.G.T., Gomes M.J., Barneto dos Santos R.C., Petrarca V., Fortini D., Evora J. & Crato, J., 1994. Control of endophagic *Anopheles* mosquitoes and human malaria in Guinea Bissau, West Africa by permethrin-treated bednets. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.* **88**: 620-624.
- Killick-Kendrick R., 1978. Recent advances and outstanding problems in the Biology of Phlebotomine sand flies. *Acta Tropica* **35**: 297-311.
- Lavessière C. & Couret D., 1981. Essai de lutte contre les glossines riveraines à l'aide d'écrans imprégnés d'insecticides. *Cah. ORSTOM. Ser. Entomol. Med. Parasit.* **19**: 271-283.
- Lindsay S.W., Snow R.W., Bloomfield G., Semega Janneh M., Wirtz R.A. & Greenwood B.M., 1989. The effect of permethrin-treated bednets (mosquito nets) on malaria transmission by members of the *Anopheles gambiae* complex in The Gambia. *Med. Vet. Entomol.* **3**: 266-271.
- Lines J.D., Curtis C.F., Myamba J. & Njau R., 1985. Tests of repellent or insecticides on curtains, bednets and anklets against malaria vectors in Tanzania. WHO mimeographed document, WHO/VBC/85.920. World Health Organization, Geneva.
- Magesa S.M., Wilkes T.J., Mnzava A.E.P., Njunwa K.J., Myamba J., Kivuyo M.D.P., Lines J.D. & Curtis C.F., 1991. Trial of pyrethroid impregnated bednets in an area of Tanzania holoendemic for malaria. Part 2: Effects on the malaria vector population. *Acta Tropica*, **49**: 97-108.
- Majori G., Sabatinelli G. & Coluzzi M., 1987. Efficacy of permethrin-impregnated curtains for malaria vector control. *Med. Vet. Entomol.* **1**: 185-192.
- Majori G., Maroli M., Sabatinelli G. & Fausto A.M. 1989. Efficacy of permethrin-impregnated curtains against endophilic phlebotomine sand flies in Burkina Faso. *Med. Vet. Entomol.* **3**: 441-444.
- Marinkelle C.J., 1980. The control of leishmaniasis. *Bull W.H.O.* **58**: 807-818.
- Maroli M. & Lane R.P., 1987. The effect of permethrin-impregnated nets on *Phlebotomus* (Diptera: Psychodidae) in central Italy, pp. 217-223. Proceedings NATO. ASI conference on Leishmaniasis. Zankitos, Greece.
- Mazzari M.B., Feliciangeli M.D., Maroli M., Hernandez A. & Bravo, A., 1997. Susceptibility of *Lutzomyia longipalpis* (Diptera: Psychodidae) to selected insecticides in an endemic focus of visceral leishmaniasis in Venezuela. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* **13**: 335-341.
- Mukhopadhyay A.K., Saxena N.B.L. & Narasimham M.V.V.L., 1992. Susceptibility status of *Phlebotomus argentipes* to DDT in some kala-azar endemic districts of Bihar. India. WHO mimeographed document, WHO/CTD/VBC/92.995.
- Mutinga M.J., Kamau C.C. & Kyai F.M., 1986. Investigations on the epidemiology of leishmaniasis in Kenya. IV. Breeding habitat of *Phlebotomus duboscqi* (Diptera: Psychodidae), a vector of *Leishmania major* in Marigat, Baringo District, Kenya. *East Afr. Med. J.* **67**: 319-327.
- Mutinga M.J., Mutero C.M., Basimike M. & Ngindu A.M., 1992a. The use of permethrin-impregnated wall cloth (Mbu cloth) for control of vectors of malaria and leishmaniasis in Kenya. I: Effect on mosquito populations. *Insect Sci. Applic.* **13**: 151-161.
- Mutinga M.J., Basimike M., Mutero C.M. & Ngindu A.M., 1992b. The use of permethrin-impregnated wall cloth (Mbu cloth) for control of vectors of malaria and leishmaniasis in Kenya. II: Effect on phlebotomine sand fly populations. *Insect Sci. Applic.* **13**: 163-172.
- Perkins P.V., Githure Y., Mebrahtu Y., Kilu G., Anjili C., Ngumbi P.S., Nzovu J., Oster C.J., Whitmore R.E., Leeuwenburg J., Hendrick L.D. & Koeh D.K., 1988. Isolation of *Leishmania donovani* from *Phlebotomus martini* in Baringo District, Kenya. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.* **82**: 695-700.
- Schreck C.E. & Self L.S., 1985. Bednets that kill mosquitos. *World Health Forum* **6**: 342-344.
- Shang L.Y., 1991. Effectiveness of malaria control in Xinyan prefecture, Henan province (1985-1989). *Chinese J. Parasitic Diseases Control* **4**: 126-129.
- Tropical Disease Research (TDR), 1996. Megatrials show impregnated mosquito nets could save 500,000 African children a year at very low cost- UNDP/World Bank/WHO Special Programme for Research and Training in Tropical Diseases. *TDR news* No. 50.
- World Health Organization (WHO), 1989. The use of impregnated bednets and other materials for vector-borne disease control. A report of World Health Organization/Vector Biology and Control. Information Consultation. WHO, mimeographed document. WHO/VBC/89.981.



# Technique d'élevage de la teigne de pomme de terre *Phthorimaea operculella* Zel. (Lepidoptera: Gelechiidae) en laboratoire, paramètres biologiques et influence du taux de sucre dans l'alimentation de l'imago

A.M. Badegana\* & P.H. Ngamei\*\*

Keywords: Rearing - *Phthorimaea operculella* - Potato flour - Sugar rate - Development cycle - Biological parameters.

## Résumé

L'élevage de la teigne de pomme de terre (*Phthorimaea operculella* Zel.) a été effectué au laboratoire à la température de 23-27°C, une humidité relative de 80-90% et une photopériode de 12 heures, selon la méthode de Gway (5) modifiée. Les larves ont été nourries de poudre de pomme de terre mélangée à de l'aureomycine, de la vitamine C et du manèbe qui est un fongicide. L'alimentation des adultes est constituée d'une solution d'eau sucrée à différentes concentrations. Les résultats obtenus montrent que la durée du cycle de développement est de 23 à 34 jours. La durée d'incubation des œufs est de 4 à 7 jours et le taux d'éclosion de 88,4%. La durée du stade larvaire est de 14 à 18 jours et celle du stade nymphal 5 à 9 jours. La longévité des femelles est supérieure à celle de mâles. La longévité moyenne maximale des femelles est de 10,20 jours et celle des mâles 6,46 jours. La fécondité moyenne maximale est de 208 œufs et correspond à une concentration en sucre de 17%. Il existe une corrélation ( $r = 0,920$ ) entre la concentration en sucre qui sert d'alimentation aux adultes et la fécondité. La concentration en sucre de 17% serait l'optimum qui permet d'obtenir une fécondité maximale pour une courte durée d'oviposition. Ce milieu peut être utilisé en vue d'études ultérieures sur la résistance variétale.

## Summary

**Rearing of Potato Tuber moth *Phthorimaea operculella* Zel. (Lepidoptera : Gelechiidae) in the Laboratory, Biological Parameters and the Influence of Sugar Levels in the Feeding of Adults**

The potato tuber moth *Phthorimaea operculella* Zel. was reared in laboratory at temperature of 23 to 27°C, relative humidity of 80 to 90% and photoperiod of 12 hours, using Gway modified method. The larvae were fed with potato flour mixed with aureomycin, vitamin C and maneb. Adult food was constituted of sugar water solution at different concentrations. Obtained results show that the development cycle lasts 23 to 34 days, egg incubation 4 to 7 days, larval stage 14 to 18 days and the hatching rate reaches 88.4%. Span of the females is greater than that of the males. The average maximum life span of the females is 10.20 days and that of the males 6.46 days. The average maximum laying rate is 208 eggs and corresponds to a sugar rate of 17%. There is a correlation ( $r = 0,920$ ) between the sugar concentration used to feed the adults and the egg layings. The sugar rate of 17% is optimum and enables the obtention of maximum laying rate within a short oviposition lapse. This medium can be used in view of further studies on varietal resistance.

## Introduction

La pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) est cultivée au Cameroun, dans les régions froides de l'Ouest aux altitudes supérieures à 1.000 m. Le stockage frigorifique et traditionnel sont les deux modes de conservation des tubercules de pomme de terre. Toutefois le stockage frigorifique à cause de son coût élevé, ne se fait que dans les stations de recherche. La teigne de pomme de terre, *Phthorimaea operculella* Zel. est un ennemi redoutable des tubercules de pomme de terre entreposés, au Cameroun. Ce sont surtout les chenilles qui, à partir du stade L2 creusent des galeries étroites, sinueuses et profondes tapissées de fils de soies, qui détériorent les tubercules.

Ces galeries constituent en outre des voies d'entrées aux infections secondaires dues aux champignons et bactéries. Les pertes occasionnées peuvent atteindre 95%. Au Maroc et en Tunisie, elles sont de 100% au bout de deux mois de stockage (1,3). Une bonne connaissance de la biologie de ce ravageur et le développement d'une technique d'élevage appropriée sont indispensables pour la mise au point d'une stratégie de lutte efficace. La technique d'élevage utilisée s'inspire de celle mise au point par Gway (5) et à laquelle les modifications suivantes ont été apportées: une solution d'eau sucrée à différentes concentrations est utilisée pour l'alimentation des adultes à la place

\* Université de Dschang Faculté d'agronomie et des sciences agricoles B.P. 96 Dschang, Cameroun.

\*\* Carfop / Université de Dschang.

Reçu le 26.02.98 et accepté pour publication le 25.09.98.

d'une solution constituée de dix parts d'eau distillée et de six parts de sucrose (Analar  $C_2H_{22}O_{11}$ ); la poudre des tubercules de pomme de terre mélangée à de l'auréomycine en poudre, de la vitamine C, du manèbe sert d'aliment aux larves et remplace les tubercules de pomme de terre sur lesquels les blessures ont été faites pour faciliter la pénétration des larves néonates. Outre l'étude des paramètres biologiques, ce milieu peut permettre de connaître l'influence du taux de sucre ingéré par les insectes adultes et celle ultérieure de la poudre de pomme de terre issue de différentes variétés sur quelques paramètres biologiques de *Phthorimaea operculella* et par conséquent contribuer à l'étude de la résistance variétale.

## Matériel et méthodes

L'élevage est effectué au laboratoire à la température de 23-27°C, une humidité relative de 80-90% et une photopériode de 12 heures.

### Matériel

L'élevage requiert le matériel suivant:

- des boîtes de pétri de 8 cm de diamètre et 1,5 cm de profondeur recouvertes d'un mince tissu grillagé à 0,2 mm de maille pour l'élevage des larves, des chrysalides et adultes.

Le milieu nutritif des larves est constitué de:

- manèbe (3 g)
- vitamine C (4,7 g)
- auréomycine en poudre (7,5 g)
- poudre de pomme de terre (300 g).

Pour obtenir cette poudre, les tubercules de pomme de terre épluchés sont râpés, séchés au soleil puis moulus et la poudre passée dans un tamis à 0,5 mm de maille. L'alimentation des insectes adultes est constituée d'une solution d'eau sucrée à différentes concentrations obtenue après un mélange de sucre en poudre dans l'eau distillée.

### Méthodes

L'élevage consiste au prélèvement des chrysalides attachées sur les papiers craft placés dans un tas de tubercules infestés de larves de *Phthorimaea operculella*. Les chrysalides peuvent aussi être prélevées directement sur les tubercules de pomme de terre, à l'aide d'une spatule appropriée. Les chrysalides sont ensuite nettoyées à l'hypochlorite de Sodium à 1% et placées dans des boîtes de pétri. Elle peuvent être conservées pendant trois mois dans un réfrigérateur (4,6). Une mince couche de coton hydrophile imbibée d'eau sucrée et renouvelée toutes les 12 heures est déposée sur le tissu grillagé servant de couvercle à la boîte de pétri et sert d'alimentation aux adultes issus des chrysalides. Les insectes adultes qui se trouvent dans cette boîte de pétri peuvent passer leur trompe à travers le tissu grillagé pour sucer la solution d'eau sucrée contenue dans le coton imbibé. Un petit morceau de papier filtre préalablement perforé de multiples trous créant un environnement analogue à celui des yeux de tubercules de pomme de terre, lieux préférentiels de ponte des femelles de *Phthorimaea operculella*, est soigneusement déposé contre le tissu grillagé recouvrant la boîte de pétri à l'aide d'un petit caillou

stérilisé; on veille à ce que ce papier appuie bien le tissu grillagé. C'est à travers les petits trous du papier filtre que la femelle passe son oviscapte pour pondre à l'intérieur de la boîte de pétri. Les œufs sont prélevés chaque jour à une heure précise et placés dans de simples boîtes de pétri, soigneusement éparpillés sur une mince couche de sable afin de faciliter le comptage. Après éclosion des œufs, les chenilles néonates (L1) sont recueillies, comptées et transférées dans des boîtes de pétri pour leur élevage. La chrysalidation a lieu sur le papier craft placé à l'intérieur des boîtes de pétri.

Un papillon femelle et deux mâles issus des œufs de même âge sont placés dès émergence dans des boîtes de pétri, ce qui augmente la probabilité de rencontre et facilite l'accouplement.

Les mâles diffèrent des femelles, par une taille légèrement plus petite, un abdomen plus mince alors que celui de la femelle se termine en cône (2). Les sexes peuvent aussi être différenciés sur les chrysalides; la chrysalide mâle présente un orifice génital au niveau du neuvième sternite abdominal et la femelle au niveau du huitième (1). L'accouplement a lieu peu après l'émergence et dure en moyenne deux heures. L'étude a porté sur la fécondité, la durée d'incubation des œufs, le taux d'éclosion, la durée d'oviposition, des stades larvaires et nymphaux, le cycle de développement et la longévité des adultes. L'étude de l'influence des concentrations en sucre (8,5%; 12,75%; 17% et 21,25%) sur la fécondité, la longévité des adultes et la durée d'oviposition a été aussi effectuée. La préparation de ces différentes concentrations consiste à la dilution de poudre de sucre dans 100 ml d'eau distillée.

## Résultats et discussions

La durée moyenne du cycle de développement (tableau 1) est de 28,5 jours, celle du stade nymphal 7,0 jours. Le stade larvaire a la plus longue durée soit 14 à 18 jours. La ponte commence 15 à 48 heures après l'accouplement; la durée moyenne d'incubation des œufs est de 5,5 jours et le taux d'éclosion de 78-99%. La fécondité moyenne la plus faible est de 44 œufs et la plus élevée 208 œufs. Il existe une corrélation ( $r = 0,920$ ) entre la concentration en sucre dans la solution d'eau sucrée qui sert d'alimentation et la fécondité (tableau 2). La concentration en sucre de 17% est l'optimum; elle permettrait d'obtenir une ponte maximale pour une courte durée d'oviposition. La comparaison des pontes moyennes obtenues pour les différentes concentrations donne: entre le témoin et le taux de 8,5% ( $t \text{ cal. } 5,18 > t \text{ théor. } 1,73$ ); entre les taux de

**Tableau 1**  
Durée en jours de différents stades de développement.  
(IN: incubation; L: larvaire; N: nymphal; CD: cycle de développement)

Stades	IN	L	N	CD
Durée (en jours)	4-7	14-18	5-9	23-34
Durée moyenne	5,5±1,03	16,0±1,86	7,0±2,01	28,51,64

*n = 10* les valeurs qui suivent les moyennes sont les intervalles de confiance à 95%.

**Tableau 2**  
**Fécondité, durée d'oviposition et longévité des adultes en fonction de différentes concentrations en sucre**

Concentrations en sucre	0,00	8,50	12,75	17,00	21,25
Fécondité	44±7,03	91±11,48	175±30,47	208±30,14	174±27,73
Durée d'oviposition	5,0±1,16	9,0±2,43	10,0±2,23	4,0±1,14	3,0±0,67
Longévité (mâles)	4,60±0,49	5,15±0,67	6,10±1,24	6,46±1,70	5,80±0,77
Longévité (femelles)	5,70±0,52	6,60±1,04	8,20±0,79	10,20±0,18	6,10±0,42

*n* = 10. Les valeurs qui suivent les moyennes sont les intervalles de confiance à 95%.

8,50% et 12,75% ( $t_{cal.10,6} > t_{théor. 1,73}$ ) ce qui montre que les différences des pontes sont très significatives ( $P = 0,95$ ). Il en est de même des pontes moyennes obtenues pour les concentrations de 12,75% et 17,00% ( $t_{cal. 3,54} > t_{théor. 1,73}$ ) et celles obtenues pour les concentrations de 17,00% et 21,25% ( $t_{cal. 3,21} > t_{théor. 1,73}$ ). La droite de régression entre la fécondité et la concentration en sucre ( $Y = 7,49x + 49,21$ ;  $R^2 = 0,806$ ) montre que la concentration en sucre dans la solution qui sert d'alimentation aux adultes a une influence sur la fécondité. La durée minimale d'oviposition est de 3 jours et correspond à une concentration en sucre de 21,25%; la durée maximale (10 jours) correspond à une concentration en sucre de 12,75% (Tableau 2). Il n'existe pas de corrélation ( $r = -0,325$ ) entre la concentration en sucre et la durée moyenne d'oviposition. La longévité des femelles est supérieure à celle des mâles; la longévité moyenne maximale des femelles est de 10,20 jours, celle des mâles 6,46 jours et correspondent à une concentration en sucre de 17,0%. Il existe une faible corrélation ( $r = 0,467$ ) entre la longévité des mâles et la concentration en sucre, la longévité des femelles et la concentration en sucre ( $r = 0,670$ ). Ces résultats montrent que la nature de l'alimentation, en l'occurrence la concentration en sucre, influence la fécondité et la longévité.

## Conclusion

Cette technique dans laquelle l'alimentation des larves est constituée de poudre de pomme de terre mélangée à de l'auréomycine, de la vitamine C et du manèbe, celle des imagos d'une solution d'eau sucrée permet l'élevage en masse de la teigne de pomme de terre *Phthorimaea operculella*. La fécondité moyenne obtenue varie entre 44 et 208 œufs. La fécondité moyenne la plus élevée, 208 œufs, a été obtenue avec une solution d'eau sucrée de concentration égale à 17%. La concentration en sucre qui sert d'alimentation aux adultes a une influence sur la fécondité et la longévité. La durée moyenne d'oviposition varie entre 3 et 10 jours. C'est une technique appropriée pour les pays du Tiers-Monde où le sucre est non seulement plus connu mais aussi plus facile à trouver que le sucrose ( $Analar C_{12}H_{22}O_{11}$ ). Toutes les concentrations testées peuvent être utilisées. Toutefois c'est le taux de 17% qui permet d'obtenir la fécondité moyenne la plus élevée pour une durée d'oviposition assez courte (4 jours en moyenne). Enfin cette technique peut permettre l'étude de l'influence du taux de sucre contenu dans la poudre de pomme de terre issue de différentes variétés sur la durée du stade larvaire et la fécondité des adultes et contribuer à l'étude de la résistance variétale.

## Références bibliographiques

- Arx R., 1987. La teigne de la pomme de terre *Phthorimaea operculella* Zel. et les méthodes de lutte. In Haverkort A.J., Moussaqui M. Amélioration de la culture de la pomme de terre au Maroc. Cours tenu du 22 au 29 Mars Agadir, Maroc. p. 63-68.
- Das G.P., Magallona E.D., Raman V.K., Adalla C.B., 1993. Growth and development of the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller) on resistant and susceptible potato genotypes in storage. *Philippine entomologist* 9: 15-27.
- Essamet M., Arx R.V., Ewell P.T., Temine A., Cheikh M., 1988. Aspects techniques et économiques des problèmes de la pomme de terre de saïson en Tunisie. *Annales de l'Institut National de la Recherche Agronomique de Tunisie*, 61 (1): 1-50.
- Fenemore P.G., 1997. Oviposition of potato tuber moth (*Phthorimaea operculella* Zel.): fecundity in relation to mated state, age and pupal weight. *New Zealand J. Zool.* 4: 187-191.
- Gway, 1970. Rearing of potato tuber moth *Phthorimaea operculella* Zell. Rhodesia Cause way Ed. Exmaire London Englang, 137 p.
- Shorey P.H., Hale R.L., 1965. Mass rearing of the larvae of nine noctuid species on a simple artificial medium. *Econ. Entomol.* 58: 522-524.

A.M. Badegana: Camerounais. Ing. Agron., Licencié en Sciences Naturelles Appliquées, Chargé de Cours Université de Dschang, Chercheur au CARFOP.  
 P.H. Ngameni: Camerounais. Chercheur au Centre Africain de Recherche et de Formation Phytosanitaire (CARFOP).

# Caractéristiques physicochimiques et composition en acides gras des huiles de *Raphia sese* et *Raphia laurentii*

Th. Silou\*, C. Makonzo-Mokando\*, J.P. Profizi\*\*, A. Boussoukou\* & G. Maloumbi\*\*\*

Keywords: *Raphia laurentii* - *Raphia sese* - Oil - Fatty acids - Physico-chemical characteristics - Congo-Brazzaville.

## Résumé

*En vue de la diversification de sources de lipides consommés par les populations congolaises d'une part et de la valorisation des vastes marécages du nord Congo (Brazzaville) d'autre part il a été réalisé une étude physicochimique des huiles extraites des palmiers raphia qui peuplent abondamment les forêts inondées de la cuvette congolaise.*

*Deux espèces font l'objet de la présente étude: Raphia sese et Raphia Laurentii.*

*Le procédé artisanal, qui comprend une étape de fermentation des fruits avant l'extraction, conduit à des huiles de moins bonnes qualités comparées à celles extraites au laboratoire sur des fruits frais.*

*Par rapport à la matière sèche, les pulpes de noix de raphia contiennent 40-52% d'une huile constituée principalement de 32 à 34% d'acide palmitique, de 8 à 11% d'acide stéarique, de 15 à 19% d'acide oleïque, de 33 à 39% d'acide linoléique.*

*La teneur en acide linoléique est inférieure à 2%, teneur limite pour les huiles de friture.*

*Ces caractéristiques confèrent aux huiles de raphia un statut d'huile de friture, source d'acides gras essentiels.*

## Summary

### Physico-chemical Characteristics and Fatty Acids Composition of *Raphia sese* and *Raphia laurentii* Oils

*In the sight of the diversification of sources of lipids consumed by the congolese populations and of the valorization of the vast marshes of north of the Congo (Brazzaville), it was carried out a physico-chemical study of the oils extracted from the raphia palm trees which abundantly populate the flooded forests of the Congo basin. Two species were studied here: Raphia sese and Raphia Laurentii.*

*The local oil process, which includes a stage of fermentation of the fruits before oil extraction leads to bad quality products than those extracted at the laboratory from fresh fruits. Raphia nut pulps are 40-52% oil content (mainly: 32-34%, of palmitic acid; 8-11% of stearic acid; 15-19% of oleic acid, 33-39% of linolenic acid). The linolenic acid content is less than 2%.*

*These characteristics confer on raphia oils a statute of frying oil with high value of essential fatty acid content.*

## Introduction

Le Congo, pays aux potentialités oléagineuses très importantes et très diversifiées, ne tire l'essentiel de ses huiles végétales que de deux oléagineux:

- le palmier à huile qui fournit, grâce à une production industrielle (Régie Nationale des Palmeraies du Congo, Sanghapalm) et artisanale (paysans) de l'huile de palme destinée aussi bien à l'industrie (savonnerie) qu'à l'alimentation humaine.
- l'arachide qui, traitée industriellement par l'huilerie de N'KAYI (HUILKA), fournit de l'huile raffinée destinée exclusivement à l'alimentation humaine.

La production de l'huile de palme et de l'huile d'arachide, qui rencontre des problèmes aussi bien techniques (vétusté du matériel) que socio-économiques (inorganisation de la production et de la commercialisation), n'arrive pas à satisfaire le marché national qui

est caractérisé par une forte demande en huile végétale alimentaire; ainsi, 80% des corps gras consommés au Congo est importée. Cette situation occasionne des sorties importantes de devises en même temps qu'elle pénalise la valorisation des oléagineux locaux; ce qui, en fin de compte, accroît la dépendance alimentaire du Congo vis-à-vis de l'étranger (18).

Face à cette situation socio-économique et à ses incidences certaines sur l'état nutritionnel des populations, il nous paraît opportun de diversifier la production des huiles végétales par la mise en valeur des potentialités encore inexploitées, notamment de quelques oléagineux locaux tels que les cucurbitacées, les palmiers *Raphia*, le safoutier (*Dacryodes edulis*), ...

Nous présentons dans cet article des résultats relatifs aux huiles des *Raphia sese* et de *Raphia laurentii* du Congo-Brazzaville.

\* Laboratoire d'Etudes Physico-Chimiques.

\*\* Laboratoire de Botanique et d'Ecologie

\*\*\* Laboratoire de Chimie Appliquée Organique

Faculté des Sciences B.P. 69 Brazzaville - Congo.

Reçu le 10.02.97 et accepté pour publication le 19.10.98.

## Matériel et méthodes

### 1. Matériel végétal

Considérées autrefois comme une source potentielle d'oléagineux aussi prometteuse que l'*Elaeis guineensis* (2,5) les espèces du genre *Raphia* ne sont connues et exploitées que par les populations rurales des zones où elles poussent naturellement (1). Les Palmiers *Raphia* (Arecaceae - Calamoideae - Raphiinae), (6) sont des endémiques africains dont la systématique n'est pas encore très précise, notamment en Afrique Centrale. Les deux espèces qui ont fait l'objet de ce présent travail sont *Raphia sese* (en mbosi: Molengué) et *Raphia laurentii* de Wild. (en mbosi: Ibbu). Elles fournissent respectivement les huiles appelées localement Kolo et Mbayaka dont les caractéristiques physiques sont assez voisines alors que les caractéristiques gustatives sont très différentes. Ces deux espèces, facilement reconnaissables sur le terrain par leurs caractères physiologiques (tableau 1) sont fréquentes dans les formations marécageuses et rizicoles de la cuvette congolaise (20,5% de la superficie du pays), partie occidentale de l'immense zone de forêts inondées équatoriales qui s'étend de part et d'autre du fleuve Congo. Les fruits étudiés ici ont été récoltés dans la région de Mossaka (1°13'S, 16°48'E, alt.: 300 m)

**Tableau 1**  
Principaux caractères physiologiques des *Raphia* de la région de la Cuvette (Congo-Brazzaville).

Espèces (huile) Organe	Molengué (Kolo) <i>Raphia sese</i> De Wild	Ibbu (Mbayaka) <i>Raphia laurentii</i> De Wild
Tronc	Effilé et mince avec des cicatrices foliaires de feuilles mortes (9 à 11 m de hauteur, 30 à 50 cm de diamètre)	Gros et court (4 à 6 m de hauteur) entouré des gaines et des pétioles foliaires persistants.
Feuilles	Pennées, dressées, relativement courtes arquées à l'extrémité, folioles épineuses.	Pennées, dressées, très longues, arquées à l'extrémité, folioles épineuses.
Pétioles	Petit diamètre	Gros diamètre
Fruits	Baies globuleuses, recouvertes de 12 rangées d'écaillés imbriquées	Baies globuleuses recouvertes de 10 rangées d'écaillés imbriquées.

### 2. Extraction de l'huile

#### Extraction artisanale

Après ramollissement de la pulpe du mésocarpe pendant 6 à 12 jours pour faciliter sa séparation avec la graine, les fruits sont malaxés dans un récipient contenant de l'eau tiède. On sépare les graines du marécot ainsi obtenu. Ce marécot, chauffé (pour augmenter le rendement de l'extraction) et ensuite refroidi (pour permettre la décantation) laisse surnager l'huile qui est récupérée à l'aide des petits récipients métalliques.

#### Extraction au Laboratoire

L'huile a été extraite à partir des pulpes séchées par la méthode dite au soxhlet à l'aide de l'éther de pétrole (1). Des fruits préalablement écaillés, on retire la pulpe, qui est séchée à l'étuve à 105°C pendant 24h et en-

suite, broyée est placée dans un soxhlet. L'huile est ensuite extraite à l'éther de pétrole pendant quatre heures, tandis que les tourteaux sont à nouveau broyés pour une seconde extraction qui dure deux heures. Après séchage au sulfate de sodium, filtration de l'extrait et évaporation du solvant, l'huile obtenue est portée à l'étuve à 105°C pendant 24h, pour éliminer les traces de solvant et d'eau.

### 3. Fractionnement

L'huile des *Raphia* portée à 60°C pendant 30 mn dans une étuve est placée dans une éprouvette de 20 ml. En se refroidissant l'huile devient trouble et commence à déposer une fraction solide au fond de l'éprouvette. On détermine, par lecture directe de volumes, le pourcentage de chaque fraction une fois les deux phases suffisamment séparées.

### 4. Décoloration

Dans un ballon de 100 ml à fond rond muni d'un barreau aimanté et d'un thermomètre, on chauffe à l'aide d'un bain d'huile (à température constante), 50 g d'huile de *Raphia* en présence ou non des argiles décolorantes pendant 150 mn. Après refroidissement, l'huile se sépare des terres décolorantes par décantation; dans le cas contraire, une centrifugation est nécessaire. La mesure photométrique de la couleur de l'huile a été faite avec spectrophotomètre JOUAN modèle 320 pour des solutions de 5% en volume (correspondant à environ 0,45 g d'huile par litre dans l'hexane) à 520 mn. Le taux de blanchiment a été défini de la manière suivante (4):

$$\% \text{ bl} = ((DO)_1 - (DO)_2) / (DO)_1$$

avec (DO)<sub>1</sub>: densité optique de l'huile non décolorée;  
(DO)<sub>2</sub>: densité de l'huile décolorée.

### 5. Détermination des caractéristiques et des indices chimiques

La teneur en eau, l'indice d'acide, l'indice de saponification ont été respectivement déterminés selon les normes AFNOR NF VO3-903, NF T60-204 et NF T60-203 (1). La viscosité cinématique ( $\eta$  en centistocks) a été mesurée pour 5 ml d'échantillon à l'aide d'un viscosimètre d'Otswald étalonné selon les données du Handbook (8) relatives à l'eau distillée ( $\eta(40^\circ\text{C}) = 0,6529$  cP. = 0,6580 cSt.)

### 6. Analyses des acides gras

Les esters métyliques des acides gras des lipides totaux extraits de la pulpe préparée en présence de méthanol - BF<sub>3</sub> ont été analysés par chromatographie en phase gazeuse sur un appareil Becker-Packard modèle 417 équipé d'une colonne capillaire de verre de 30 m x 0,4 mm de diamètre intérieur recouverte de carbowax 20 M. L'analyse a été faite dans un four à 192°C avec un débit d'azote de 3 ml min<sup>-1</sup>. Sur une colonne munie d'un injecteur ROS (230°C) et à l'aide d'un détecteur par ionisation de flamme (240°C). Les pics ont été enregistrés et les aires sous pics mesurées à l'aide d'un enregistreur - intégrateur ICAP 10, comme décrit précédemment (3).

## Résultats expérimentaux et interprétation

### 1. Caractéristiques et indices chimiques

Les fruits du *Raphia sese* ("Molengué") conduisent à 51,9% d'huile Kolo alors que ceux du *Raphia laurentii* ("Ibuu") contiennent 43% d'huile Mbayaka par rapport à la masse de la pulpe séchée. La pulpe qui représente 25% de la masse de fruit frais contient environ 20% d'eau. Les huiles de *Raphia* sont, comme l'huile de palme, semi-solides et colorées en rouge par des pigments caroténoïdes. L'intensité de la couleur varie avec l'espèce et le procédé d'extraction. Les huiles Kolo (rouge vif) et de Mbayaka (rougeâtre) extraites respectivement de *Raphia sese* et *Raphia laurentii* présentent des caractéristiques chimiques et physico-chimiques très voisines (tableau 2). De même le procédé d'extraction (à l'eau en milieu paysan ou à l'éther de pétrole au laboratoire) ne modifie pas de façon sensible ces caractéristiques à moins que les fruits n'aient été fortement détériorés au cours de la fermentation. C'est ainsi que:

- les indices de réfraction des huiles *Raphia sese* et *Raphia laurentii* extraites au laboratoire (1,4677 et 1,4690) sont comparables à ceux trouvés pour les huiles artisanales (tableau 2);
- les viscosités des huiles extraites au laboratoire (41,21 et 39,83 cSt) sont plus élevées que la moyenne obtenue pour les huiles artisanales (27 cSt), probablement à cause de la présence de l'eau et autres impuretés dans ces dernières huiles;
- les indices d'acides ont des valeurs de même ordre de grandeur; toutefois il convient de relever les valeurs élevées pour certains échantillons des huiles de Mbayaka: 8,07 pour l'échantillon 7 (huile artisanale) et 8,00 pour l'échantillon 9 (huile extraite au laboratoire). D'une façon générale il apparaît que l'huile *Raphia laurentii* est légèrement plus acide que l'huile *Raphia sese* quel que soit le procédé d'extraction.
- la valeur de l'indice de saponification est du même ordre de grandeur que celle de l'huile de palme (11).

### 2. Composition en acide gras

Les huiles de *Raphia* sont constituées, en majorité des acides gras courants: acides palmitique, oléique et linoléique. De ce point de vue, elles ressemblent à l'huile de palme examinée en référence (12) (tableau 3). Elles ont néanmoins, l'avantage d'avoir une teneur en

**Tableau 3**  
Composition en acides gras (%) des huiles de *Raphia*, de palme et palmiste du Congo-Brazzaville.

Acides gras	<i>Raphia</i> Kolo (échantillon 5)	<i>Raphia</i> Mbayaka (échant. 9)	<i>Raphia</i> Kolo artisanal (a)	Palme (a)	Palmiste (a)
C12:0	-	-	-	-	43,7
C14:0	0,2	0,1	0,1	0,8	22,9
C16:0	35,7	34,0	32,0	44,2	10,0
C18:0	7,9	10,7	8,1	4,5	3,1
C18:1(n-9)	15,6	18,9	25,6	37,8	16,2
C18:2(n-6)	38,5	33,9	32,6	11,4	3,8
C18:3(n-3)	1,1	1,1	1,3	0,3	-
C20:0	0,2	0,2	0,2	0,4	0,1
C20:1(n-9)	0,1	-	-	-	-
C20:3(n-3)	-	0,7	-	-	-
R (b)	1,0	1,2	1,5		0,3

(a) Référence (12)

(b) R = (%AG insaturés) / (%AG saturés)

acides gras (A.G.) mono- et di-insaturés légèrement plus élevée. Le rapport = (%A.G. insaturés) / (%A.G. saturés) varie entre 1 et 1,5 pour les huiles des *Raphia sese* et *Raphia laurentii* contre 1 pour l'huile de palme et 0,3 pour l'huile palmiste. Certaines espèces de *Raphia* étudiées au Nigéria (13) présentent un rapport plus élevé: *Raphia sudanica*: 2,4 et *Raphia regalis*: 3. La supériorité sur le plan nutritionnel de l'huile de *Raphia* est encore plus marquée par rapport à l'huile de palme lorsque l'on considère l'acide linoléique (C18:2, n-6). En effet, les huiles de *Raphia sese* et *Raphia laurentii* du Congo ont respectivement des teneurs de 38,5 et 33,9% en acide linoléique, analogues à celles de *Raphia hookeri*, *Raphia sudanica*, *Raphia vinifera* du Nigeria qui contiennent 31,3%, 29,7% et 38,6% d'acide linoléique, tandis que l'échantillon de l'huile de palme du Congo-Brazzaville, examinée en référence (12), en contient 10 à 15%. Une étude fine de la structure serait très intéressante quand on sait que la principale forme d'absorption des acides gras au niveau du tractus intestinal sont les 2-monoglycérides; elle devrait confirmer et préciser l'intérêt nutritionnel de l'huile de *Raphia*. Déjà des résultats préliminaires décrits par Bézard et Kinkéla (10) indiquent pour *Raphia sese* que l'acide linoléique occuperait la position 2 du glycérol dans près de 70% de cas (triglycérides totaux) et l'acide oléique dans 20% des cas.

**Tableau 2**  
Caractéristiques physiques et indices chimiques des huiles de *Raphia* du Congo-Brazzaville (Kolo et Mbayaka)

		N°Echantillon	n	5	indice d'acide	indice de saponification	Teneur en huile (% M.S.)
KOLO	MAHOULOU	1	1,4660	26,52	3,25	230,7	
	BONIALA	2	1,4670	26,61	4,48		
	DZONGO	3	1,4657	27,18	3,02		
	MISAKANAMINA	4	1,4660	41,21	3,47		
	NO LABORATOIRE	5	1,4677		4,03	228,60	51,9
MBAYAKA	KONGA	6	1,4657	27,59	3,59		
	BONIALA	7	1,4670	26,93	8,07	229,3	
	LEKOUALA	8	1,4657		5,83		
	LABORATOIRE	9	1,4690	39,83	8,00	222,3	45,0

Les échantillons 1,2,3,4,6,7,8 sont obtenus par le procédé traditionnel (paysans).

**Tableau 4**  
**Composition en acides gras (%) des huiles (T), (S), (L) Raphia du Congo. (Kolo et Mbayaka, échantillons extraits au laboratoire).**

Acides gras	(T)	(S)	(L)	(T)	(S)	(L)
C14:0	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2
C16:0	35,7	38,8	34,0	34,0	34,9	32,0
C18:0	7,9	9,2	10,0	10,7	11,2	9,8
C18:1(n-9)	15,6	13,9	16,2	18,9	17,8	18,9
C18:2(n-6)	38,5	36,8	37,2	33,9	33,9	36,7
C18:3(n-3)	1,1	1,0	1,0	1,1	1,2	1,3
C20:0	0,2	-	0,2	0,2	0,3	0,2
C20:1(n-9)	0,1	-	0,3	-	-	0,1
Autres traces	0,7	0,1	1	1,1	0,5	0,8
R	1,3	1,1	1,2	1,2	1,1	1,3

(T): huile totale, (S): fraction solide, (L) fraction liquide  
 R = (%AG insaturés) / (%AG saturés)

### 3. Fractionnement de l'huile

Quoique généralement plus fluide que l'huile de palme, l'huile de Raphia après un temps de repos plus ou moins long se sépare en une fraction solide et une fraction liquide.

La vitesse de solidification et le rapport des deux fractions dépendent de l'espèce et des conditions d'extraction. Et, à la limite, une extraction chimique suivie d'un séchage de 10 heures à l'étuve à 105,0°C conduit à une concrète: tandis que l'huile artisanale extraite à l'eau reste généralement liquide.

A des fins d'illustration, nous avons étudié les échantillons d'huile de *Raphia sese* (échantillon 5) et de *Raphia laurentii* (échantillon 9) extraits à l'éther de pétrole. Deux jours après l'extraction, l'huile *Raphia sese* devient trouble et laisse progressivement déposer une fraction solide. Après un mois et demi de repos, la séparation devient nette et on obtient par simple décantation 10% de fraction solide et 90% de fraction liquide (en volumes)

L'huile de palme observée, à titre de comparaison, dépose, déjà au deuxième jour 7% de solide pour atteindre 52,5% de solide au bout d'un mois et demi.

Les compositions en acides gras de l'huile totale (T) des fractions solide (S) et liquide (L) sont consignées dans le tableau 4.

On s'attendait à une accumulation nette des triglycérides à acides gras saturés dans la phase solide, car il est largement admis que les acides gras saturés confèrent à une huile une consistance pâteuse tendant vers l'état solide.

On constate pour l'huile *Raphia sese* aussi bien pour l'huile totale (T) que les fractions solide (S) et liquide (L) des rapports R = (% AG insaturés) / (% AG saturés) qui sont respectivement de 1,3 de 1,1 et de 1,2. Cette répartition qui indique une très légère accumulation des triglycérides à acides gras insaturés dans la phase liquide, ne paraît pas suffisante pour justifier les différents états physiques dans lesquels se trouve l'huile. Les résultats obtenus sur l'huile *Raphia laurentii* vont dans le même sens (tableau 4). Les résultats corroborent ceux de Sambuc et Naudet (15) sur la solidification de l'huile de palme. Ces auteurs, après analyse de la composition en acides gras de l'huile de palme, et en l'absence de différence significative entre les teneurs en acides gras des différentes fractions, suggèrent que

la cause de la cristallisation doit être recherchée soit dans la structure triglycéride (répartition des acides gras sur le glycérol), soit au niveau des impuretés présentes dans l'huile.

Tout récemment en montrant pour l'huile de la pulpe de safou (*Dacryodes edulis*), l'identité de la composition en acides gras et en triglycérides de l'huile totale et des fractions solide et liquide (16), nous avons renforcé l'idée du rôle important joué par les impuretés (l'eau notamment) et autres produits de dégradation de l'huile (les acides gras libres par exemple) dans le phénomène de solidification de l'huile.

### 4. Décoloration de l'huile

L'huile *Raphia sese* est naturellement de couleur rouge-vif. On pourrait atténuer cette couleur soit pour tenir compte des habitudes alimentaires de certains consommateurs des huiles végétales soit pour la préserver de l'action de dégradation de la lumière.

La faisabilité d'un procédé de décoloration thermique en présence ou non de terres décolorantes (Argiles Dzoumouna-Congo) des huiles Kolo et Mbayaka a donc été envisagée dans le cadre de cette étude. Les résultats préliminaires obtenus sont regroupés dans les tableaux 5, 6, 7. Ils concernent essentiellement:

- le taux de blanchissement, qui rend compte du niveau de décoloration de l'huile (4);
- l'indice d'acide (qui, avec d'autres caractéristiques chimiques et physico-chimiques: indice d'iode, viscosité, masse volumique, indice de réfraction...) renseigne de façon globale sur les modifications éventuelles subies par l'huile (7,9,17).

Le tableau 5 indique aussi bien pour les huiles Kolo

**Tableau 5**  
**Décoloration thermique des huiles de Raphia en fonction de la température de chauffage.**

Huile	T (°C)	%bl	la
Kolo (échantillon 5)	100	12,5	5,04
	120	99,2	-
	150	99,3	4,26
Mbayaka (échantillon 9)	100	11,1	9,50
	120	88,9	-
	150	97,2	9,10

**Tableau 6**  
Influence de la quantité d'Argile Dzoumouna dans la décoloration des huiles de *Raphia* (température de chauffage 100°C, durée de chauffage: 150 mn; quantité d'huile: 50 g).

Huile	Masse d'argile	Taux de blanchissement (%)	Indice d'acide (IA)
Kolo (échantillon 5)	0	11,1	4,48
	5	11,1	4,48
	10	95,8	4,60
	15	97,8	3,14
	20	97,5	4,15
	25	97,5	3,81
Mbayaka (échantillon 9)	0	20,0	9,53
	10	88,9	8,97
	20	88,9	8,74
	25	83,3	8,52

**Tableau 7**  
Influence de la température de chauffage sur la décoloration de l'huile Kolo en présence de l'Argile Dzoumouna (temps de chauffage 150 mn).

T°C	Taux de blanchissement (%)	Indice d'acide IA
70	97,5	4,26
90	97,5	4,26
105	97,8	4,26
110	98,1	4,26
120	98,1	4,26

(*Raphia sese*) que Mbayaka (*Raphia laurentii*), que la décoloration thermique en absence des terres décolorantes a lieu à des températures supérieures à 100°C. Elle est déjà presque totale à 120°C pour Kolo (99,2%) et 150°C pour Mbayaka (97,2%). L'indice d'acide de l'huile varie peu: de 4,03 à 4,26 pour Kolo et de 8,00 à 9,10 pour Mbayaka. L'utilisation des terres décolorantes locales (Argiles Dzoumouna-Congo) préalablement activées à 100°C pendant 1h améliore de façon significative la décoloration de l'huile à 100°C. Avec 10 à 15 g d'argile dans 50 g d'huile, agités et chauffés à 100°C pendant 150 mn, on obtient un taux de décoloration de 99% pour Kolo. Mbayaka nécessite 20 à 25 g dans 50 g d'huile pour un taux de décoloration de près de 90%. Nous sommes alors orientés vers la recherche d'une température minimum de chauffage produisant plus de 90% de décoloration pour un mélange de 10 g d'argile et 50 g d'huile Kolo. Le tableau 7 montre que jusqu'à 70°C, le taux de décoloration est supérieur à 97%.

Nous n'avons pas poursuivi l'expérience pour des températures inférieures à 70°C, car ces dernières gênent l'agitation et donc réduisent la surface et le temps de contact huile - argile. On pourrait donc retenir comme conditions optimales de décoloration d'huile Kolo: 10 g d'argile dans 50 g d'huile chauffé à 70°C et agités pendant 150 mn.

Une étude complète relative à l'impact de la décoloration thermique sur la composition de l'huile, qui prend compte les différentes fractions de l'huile, l'évolution de l'ensemble des caractéristiques chimiques et physico-chimiques, la variation de la composition en acides gras et en triglycérides, en cours de réalisation, fera l'objet d'une publication séparée.

## 5. Conservation des fruits et de l'huile

Dans le procédé traditionnel de production d'huile de *Raphia* les fruits sont conservés 6 jours pour *Raphia sese* ("Molengué") et 12 jours pour *Raphia laurentii* ("Ibuu") avant le traitement. Ces délais tiennent compte de la vitesse de ramollissement de la pulpe.

L'impact du temps de conservation des fruits sur la qualité de l'huile extraite a été évalué à travers la mesure de l'indice d'acide (IA).

En effet, l'indice d'acide rend compte de la quantité d'acide gras libre dans l'huile. Ces acides gras peuvent exister à l'état naturel dans l'huile ou résulter d'une altération possible de l'huile lorsque cet indice d'acide varie de façon notable dans le temps.

Lorsque l'on passe de 6 à 24 jours de conservation avant traitement des fruits de *Raphia sese*, l'huile obtenue a son indice d'acide qui passe de 4,03 à 100,34 (soit 25 fois plus). Par contre, une fois l'huile extraite, la variation de son indice ne dépasse pas les 15% après 6 mois de conservation (tableau 8).

Les mêmes conclusions peuvent être tirées pour *Raphia laurentii*.

En fin de compte si l'huile de *Raphia* est très stable même lorsqu'elle est extraite et conservée sans précaution particulière (procédé artisanal), la conservation des fruits frais est très délicate et hypothèque la qualité de l'huile à extraire.

**Tableau 8**  
Influence de la durée de stockage des fruits et des huiles des *Raphia* du Congo sur l'indice d'acide (IA).

Origine	Durée de conservation des fruits (jours)	(IA)**	(IA)**
Molengué ( Kolo)	6	4,03	-
	16	6,50	7,40
	18	40,27	44,67
	24	104,34	110,34
Ibuu ( Mbayaka)	8	8,07	8,90
	16	17,40	-
	23	123,53	132,84

IA\*\*: Indice d'acide de l'huile fraîchement extraite

IA\*\*: Indice d'acide de l'huile 6 mois après l'extraction.

## Conclusion

L'étude du procédé artisanal d'extraction d'huile de *Raphia* par rapport au procédé d'extraction au Soxhlet en laboratoire a mis en évidence les insuffisances du procédé artisanal. Des tentatives d'amélioration de ce dernier procédé ont été proposées: conservation de la pulpe séchée, et décoloration, si nécessaire, des huiles par les argiles.

Les huiles obtenues présentent un intérêt nutritionnel indéniable au regard de leur teneur en acides gras essentiels.

Par ailleurs le faible taux de l'acide linoléique (< 2%) autorise leur utilisation en friture profonde.

Cette étude met en lumière les potentialités que constituent les peuplements abondants de *Raphia* de la forêt inondée du Nord Congo, en vue de la valorisation économique de cette zone enclavée.



## Références bibliographiques

1. Association française de normalisation. Recueil des normes françaises des corps gras, graines oléagineuses, produits dérivés, Paris 1978, 1ère édition, pp. 370.
2. Baudon A., 1927. Les huiles de Raphia. Revue de Botanique appliquée, 7, 120-127.
3. Bezard J., Silou Th. Sempore G., Kiakouama S., 1991. Contribution à l'étude de *Dacryodes edulis*. Variation de la composition glycéridique de l'huile de la pulpe de safou en fonction de la maturité du fruit. Rev. Fr. Corps Gras 38, 233-241.
4. Brevet d'invention européen (OEB). n° 0028 488 du 24.10.1988. Process for bleaching naturally oils and fat.
5. Chevalier A., 1932. Nouvelles recherches sur les palmiers du genre Raphia. Revue de Botanique appliquée et d'agriculture tropicale, 12 (126): 93-104 et 12 (127): 198-213.
6. Dransfield J. & Uhl, 1986. An Outline of a classification of Palms. Principes, 30 (1): 3-11.
7. Gray J.I., 1978. Measurement of lipid oxidation: a review. JAOCS, 55, 539-546.
8. Handbook of Chemistry and Physics. Editor R.C. Weast, Published by Chemical Rubberr Co Cleveland 1968.
9. Jacobson G.A., 1967. Quality control of commercial deep fat frying. Food Technology, 21, 43-48.
10. Kinkela Th. & Bezard J., 1997. Etude de la composition triglycéridique des lipides des graines de courges (*Citrullus lanatus*) et de la pulpe des raphia, rapport interne de stage pp 20.
11. Makonzo-Mondako C., 1990. Quelques aspects technologiques de la fabrication de l'huile de raphia dans le district de Mossaka. Mémoire d'Ingénieur IDR, Brazzaville, pp 80.
12. Nitou G., 1983. Structure glycéridique des huiles de palme et de raphia, Sciences et Technologies 2, 42-45.
13. Otedoh M.O., 1974. Raphie oil: its extraction, properties and utilization J. of Nigerian Inst. Oil Palm Research 5, 19, 45-49.
14. Profizi J.P., 1983. Les palmiers raphia au Sud Bénin: utilisations actuelles et potentielles. Notes Africaines, IFAN (Dakar) n° 178: 24-36.
15. Sambuc E. & Naudet M., 1980. Comportement de l'huile de palme à la solidification. Oléagineux 35, 559-563.
16. Silou Th. Kiakouama S., Bezard J. & Sempore G., 1991. Note sur la composition en acides gras et en triglycérides de l'huile de safou en relation avec la solidification partielle de cette huile. Fruits, 46 (3) 271-275.
17. Silou Th. & Moussata C.O., 1991. Essai de décoloration thermique de l'huile de la pulpe de safou (*Dacryodes edulis*) Rev. Fr. Corps Gras, 21: 315-320.
18. Tololo Hekomono P., 1990. Contribution à l'étude de la filière corps gras: cas de l'huile d'arachide et de l'huile de palme. Mémoire de DESP en Sciences Economiques, Université Marien NGOUABI, Brazzaville pp 140.

Th. Silou: Congolais. Docteur es Sciences, Professeur Titulaire, Faculté des Sciences, Brazzaville.

C. Makonzo-Mondako: Congolais. Elève Ingénieur, Institut de Développement Rural, Brazzaville.

J.P. Profizi: Français. Docteur de 3è cycle, Maître Assistant, à la Faculté des Sciences, Brazzaville (Actuellement: CENACO BP 199 Libreville-Gabon).

A. Boussoukou: Congolais. Docteur de 3è cycle, Maître Assistant, Faculté des Sciences, Brazzaville.

G. Maloumbi: Congolais. Docteur de 3è cycle, Maître Assistant, Ecole Supérieure de l'Enseignement Technique, Brazzaville.

# Influence du taux de graines de coton dans la ration sur la production et la composition du lait chez la chèvre du sahel burkinabé

Zourata Ouedraogo/Lompo\*, L. Sawadogo\* & A.J. Nianogo\*\*

Keywords: Cottonseed - Milk yield - Milk Composition - Oxytocin.

## Résumé

Vingt et une chèvres du sahel en début de lactation ont été réparties en trois groupes pour déterminer l'effet du taux de graine de coton (GC) de la ration sur la production et la composition du lait. Trois régimes ont été identifiés contenant respectivement 0%, 22% et 33% de GC. Deux méthodes ont été utilisées pour estimer la production laitière: la méthode de la double pesée effectuée six fois par jour par intervalle de quatre heures et une fois par semaine, et la méthode de la traite manuelle après injection d'ocytocine par voie intraveineuse. La production laitière, la consommation volontaire, l'évolution pondérale ont été suivies pendant une période de huit semaines.

L'ingestion de matière sèche (MSI) et de matière grasse (kg/100 kg de poids vif) étaient de 4,2 et 1,22, 3,9 et 2,79, 3,7 et 2,92, respectivement pour les rations 1, 2 et 3. La consommation de GC n'a pas eu d'effet sur la production de lait. La production moyenne évaluée par la double pesée était de 0,814; 0,732 et 0,803 g/jour ou de 0,715, 0,755 et 0,786 kg/kg MSI, respectivement pour les rations à 0,22 et 33% de graines de coton. Il n'y a pas eu d'effet sur le taux d'extraits secs du lait. Cependant, le taux butyreux était significativement ( $P < 0,05$ ) plus élevé avec la ration à 33% de GC qu'avec celle à 0% de GC. Le taux butyreux du lait était de 4,56, 5,52 et 6,05% respectivement pour les rations 1, 2 et 3. Le taux de protéines brutes du lait a légèrement diminué avec l'augmentation du taux de lipides de la ration: 3,79, 3,30 et 3,16% respectivement pour les rations 1, 2 et 3.

La méthode utilisant l'ocytocine permet la production de 43,84% de lait en plus que la méthode de la double pesée.

Il a été conclu que la GC peut accroître la teneur du lait en matière grasse, mais pas nécessairement la quantité de lait produite.

## Summary

### Effect of Cotton Seed Level on Milk Production and Composition in Burkinabé Sahelian Does

Twenty one early lactating sahelian does were divided into 3 balanced (based on milk production) groups to determine the effect of the level of dietary cottonseed (CS) on the yield and composition of milk. Diet 1 included no cottonseed, diet 2 included 22% cottonseed and diet 3 included 33% cottonseed on a dry weight basis

Milk yield was estimated by weighing the kids before and after suckling, six equally spaced times daily and during a 24-hour-period and, also by milking the does after intravenous injections of oxytocin. Milk yield, feed intake, body weight changes were monitored during 8 weeks. Milk samples were analysed for solids, fat, crude protein and ash.

Intake of dry matter (DM) and crude fat (kg/100 kg body weight) were 4,2 and 1,22, 3,9 and 2,79, and 3,7 and 2,92, respectively for diets 1, 2 and 3. Intake of CS did not affect milk yield; average daily milk yield was 0,814, 0,732 and 0,803 g/day or 0,715; 0,755 and 0,786 kg/kg DMI, respectively for diet 1, 2 and 3. There was no effect of CS intake on milk solids. However, concentration of milk fat was significantly higher ( $P < 0,05$ ) with 33% CS than with no CS. Milk fat percentages were 4,56; 5,52 and 6,05% respectively for diets 1, 2 and 3. Concentration of crude protein in milk decreased slightly with the addition of fat: 3,79; 3,30 and 16% respectively for diets 1, 2 and 3.

The oxytocin method provided 43,84% more milk than the double weighing method.

It was concluded that intake of CS may increase milk fat concentration, but not necessarily milk fat yield.

## Introduction

Chez les bovins, l'utilisation d'aliments riches en concentrés ou en lipides a une incidence positive sur la quantité de lait produit et sur la teneur du lait en certains éléments (6). Cependant, ces types de ration n'ont pas toujours été à la faveur de tous les constituants du lait. Ainsi des auteurs ont montré que l'in-

clusion de lipides dans les rations de vaches allaitantes entraîne fréquemment une réduction des teneurs en protéine du lait (9,15).

La présente étude a eu pour objectif:

- d'établir une relation entre le taux de lipides de la ration et la production laitière chez la chèvre du sahel

\* Laboratoire de Physiologie Animale, Université de Ouagadougou B.P. 7021 Ouagadougou 03 Burkina Faso.

\*\* Institut du Développement Rural, Université de Ouagadougou B.P. 7021 Ouagadougou 03 Burkina Faso.  
Reçu le 28.10.97 et accepté pour publication le 26.11.98.

burkinabé;

- de déterminer l'influence de la méthode de collecte sur la quantité de lait produit.

## Matériel et méthodes

Cet essai a été conduit à Gampéla, une station expérimentale de l'Université de Ouagadougou. Vingt et une chèvres ont été retenues selon leur âge, la date de leur dernière mise-bas et le poids des chevreaux à la naissance. Les animaux ont d'abord été déparasités au thiabendazole, puis les lots ont été constitués sur la base de la production laitière de la première semaine de lactation. L'affectation des lots aux différentes rations a été faite par randomisation. Durant l'essai, les chèvres ont été isolées en couple mère-cheveau, le cheveau étant séparé de sa mère lors de la distribution des aliments. Les chèvres et les chevreaux sont pesés à jeun au début de chaque semaine; la période d'observation a duré une semaine et l'essai proprement dit huit semaines à partir du huitième jour après la mise-bas.

La formulation des rations a été effectuée selon les normes décrites par NRC (11) en se référant aux quantités de matière sèche ingérée observées par Nianogo et Ilboudo (10). Les compositions des différentes rations sont répertoriées dans le tableau 1. Les quantités d'aliment distribué sont fonction du poids vif de l'animal et de la quantité de lait produit. La quantité de matière sèche offerte (5% du poids vif au départ) est réajustée toutes les deux semaines. La distribution des aliments a lieu chaque matin, après nettoyage et mesure des refus de la veille. La ration est constituée de deux parties distinctes mesurées séparément au moment de la distribution, et au moment de la pesée des refus: les fourrages grossiers (fanés d'arachide et paille de sorgho) à part, et un mélange homogène contenant les concentrés à part; le mélange apportant les concentrés a été grossièrement broyé, pour réduire les capacités de sélection des animaux.

L'eau est distribuée à raison de 5 litres par jour et par chèvre, avec mesure du refus 24 heures plus tard; cette eau provient d'un forage et contient notamment 0,39 mg de Ca/dl.

L'évaluation de la production laitière a été faite d'une part par la méthode de la double pesée et d'autre part par la méthode de la traite manuelle après injection d'ocytocine. Ces deux méthodes ont été décrites notamment par Barnicoat *et al* (2) et Coombe *et al* (3).

**Tableau 1**  
Composition des rations expérimentales

Ingrédient	Taux de graines de coton dans la ration (%)		
	0	22	33
Graines de coton	0,00	22,00	33,00
Graines de doliques	9,00	0,00	0,00
Graines de maïs	14,50	14,90	13,55
Son de blé	50,00	30,10	20,00
Fanés d'arachide	9,00	10,00	0,00
Paille de sorgho	16,50	22,55	33,00
Coquilles d'huîtres	1,00	0,45	0,45

Le principe de la double pesée consiste à peser les chevreaux avant et après tétée, six fois par jour à quatre heures d'intervalle et une fois dans la semaine. La somme des différences entre le poids après tétée et le poids avant tétée donne la quantité de lait produit par jour et par semaine.

La traite manuelle après injection d'ocytocine s'effectue quatre fois par jour et une fois par semaine, selon le protocole ci-après:

- une première traite est effectuée immédiatement après l'injection intra-veineuse (i.v.) de 1 ml d'ocytocine;

- une deuxième traite est réalisée cinq minutes après la première, immédiatement après l'injection i.v. de 0,5 ml d'ocytocine;

- une troisième traite est effectuée exactement deux heures après la deuxième, suite à l'injection i.v. de 1 ml d'ocytocine;

- une quatrième et dernière traite est effectuée cinq minutes après la troisième, et suite à l'injection i.v. de 0,5 ml d'ocytocine.

La quantité de lait obtenue aux deux dernières traites est additionnée et multipliée par douze pour trouver la production en 24 heures (2,3). La préparation d'ocytocine<sup>4</sup> utilisée contenait 10 UI/ml.

Des échantillons de lait sont prélevés (100 ml par chèvre) toutes les semaines. Ils sont préservés à l'aide de formaldéhyde à 10% (1 ml de solution par 100 ml de lait) et conservés à +4°C jusqu'au début du dosage des constituants. L'analyse de la composition chimique du lait est faite selon les méthodes décrites par AOAC (1).

L'analyse statistique est faite à l'aide du logiciel S.A.S. (16); la séparation des moyennes est faite grâce au test de Scheffe (17).

## Résultats - Discussions

Conformément aux attentes, la teneur en matière grasse a varié de manière notable d'une ration à l'autre: 2,55 pour la ration 1, 7,86% pour la ration 2, et 10,17% pour la ration 3. Par contre les résultats de l'analyse chimique montrent que la ration 3 a une teneur en azote plus faible que celle des deux autres rations (tableau 2).

**Tableau 2**  
Composition chimique des rations expérimentales

Composante (%)	Taux de graines de coton dans la ration (%)		
	0	22	33
Matière sèche	92,90	93,12	93,37
Cendres	7,42	6,84	5,12
Matières azotées	12,76	12,85	10,35
Matière grasse	2,55	7,86	10,17
NDF	45,56	48,78	52,22
ADF	21,21	27,79	31,07
Lignine	6,76	5,96	13,24
UFL*	1,03	1,08	1,14

\*Calculé d'après les recommandations de la circulaire INRA N° DQ/SRF/C80/8123 du 14 octobre 1980, relative à l'estimation de la valeur énergétique et de la valeur azotée des aliments composés pour animaux.

<sup>4</sup> Ocytocine RHONE MERIEUX

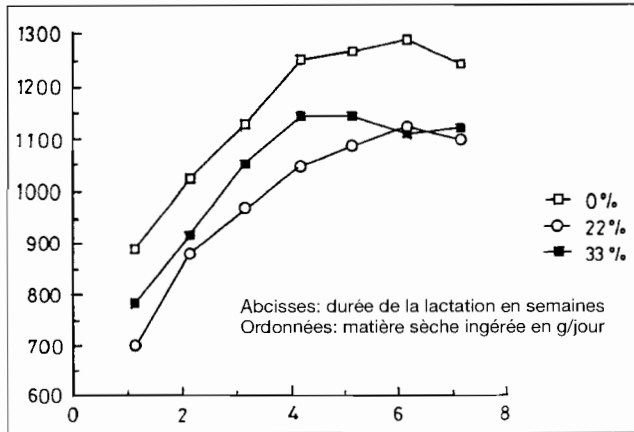


Figure 1. Influence du taux de graine de coton dans la ration sur l'ingestion de matière sèche.

En ce qui concerne les performances des animaux, elles sont résumées dans le tableau 3. On remarque que le régime à 0% a favorisé une plus grande consommation de matière sèche (1,138 kg) que les régimes à 22% (0,97) et à 33% (1,022) de GC (Figure 1). Ceci confirme bien les observations de certains auteurs sur le fait que lorsque les lipides sont incorporés dans une ration à des taux supérieurs à 4%, ils ont des effets dépressifs sur l'ingestion volontaire des aliments (4,9). Mais à des taux de l'ordre de 4% (cas de la ration à 0% de GC), la consommation de matière sèche est nettement améliorée par rapport à des rations sans lipides ajoutés (8). La proportion de concentré effectivement consommée a été de 64,55%, 60,70% et 63,79% au lieu des proportions anticipées de 64,5, 66,45 et 67%, respectivement pour les régimes à 0, 22 et 33% de GC; les animaux recevant les régimes 2 et 3 ont eu tendance à consommer plus de fourrage, ce qui a contribué à réduire la proportion de concentré consommé, de même que la quantité d'énergie ingérée. Une différence significative ( $P < 0,05$ ) de consommation de matière sèche totale a été observée entre les régimes à 0% et à 22% de GC. Ceci a également été observé par Nianogo et Ilboudo (10) sur des brebis Djallonké et par Ouedraogo (13) sur les chèvres du sahel. Nous avons également évalué les quantités d'énergie ingérée qui sont de l'ordre de 82,75, 70,92 et 75,85% de TDN respectivement pour les régimes à 0, 22 et 33% de GC.

Le pic de lactation a été observé à la troisième semaine pour la ration 3, et à la deuxième semaine de lactation pour les autres rations. La production totale observée par la double pesée en huit semaines a été de 45,61 kg, 40,97 kg et 44,97 kg respectivement pour les régimes à 0%, 22% et 33% de GC; les différences observées ne sont pas significatives. Par contre si l'on rapporte cette production au kg de matière sèche ingérée (MSI), le régime à 33% de GC semble plus favorable à la production de lait: on obtient alors 0,715; 0,755 et 0,786 kg de lait/kg MSI respectivement pour les régimes à 0, 22 et 33% de GC (tableau 3). Les quantités produites représentent encore 0,695, 0,698 et 0,689 kg de lait par U.F.L. consommée respectivement pour les rations à 0, 22 et 33% de GC. Il apparaît ainsi que la quantité de lait produite par unité d'énergie ingérée n'a pratiquement pas varié.

**Tableau 3**  
Performances moyennes en fonction du taux de lipides dans la ration\*

Paramètres	Pourcentage de graines de coton dans la ration (%)		
	0	22	33
<u>Consommation volontaire:</u>			
Matière sèche totale ingérée (M.S.I.), kg/jour	1,138±0,088	0,969±0,177	1,022±0,172
M.S.I. (Kg/100 kg poids)	4,20	3,90	3,70
Teneur en concentré (%) de la M.S.I.	64,53±2,74*	60,70±2,94*	63,79±3,78
Energie ingérée (UF/jour)**	0,77	0,56	0,63
Matière grasse ingérée (Kg/100 kg poids)	0,122	0,279	0,292
Ingestion d'eau (l/jour)	2,41±0,46	2,36±0,49	2,42±0,38
<u>Quantité de lait produite:</u>			
- par la double pesée			
Kg/jour	0,814	0,732	0,803
Kg en 56 jours	45,61	40,97	44,97
Kg/kg MSI	0,715	0,755	0,786
- avec l'ocytocine:			
Kg/jour	1,075	1,230	1,313
Kg en 56 jours	60,19	68,87	73,51
<u>Composition du lait (%)</u>			
Extrait sec	15,40±2,01	15,06±1,64	15,73±1,72
Matière grasse	4,56±0,97*	5,52±0,76	6,05±1,12*
Matières protéiques	3,79±0,47	3,30±0,41	3,16±0,51
Matières minérales	0,78±0,02	0,77±0,02	0,77±0,04
Lactose	6,26	5,47	5,75
<u>Grains de poids des animaux:</u>			
Gain de poids des chèvres (g/jour)	30,10	29,46	21,43
Gain total (56 jours) de poids des chèvres (kg)	1,69	1,65	1,2
Gain total (56 jours) de poids des chevreaux (kg)	2,31	3,18	2,14

\* Les moyennes figurant sur la même ligne et portant un astérisque sont significativement différentes ( $P < 0,05$ ).

\*\* Evalué d'après les formules de NRC, 1981.

Par contre la composition chimique du lait semble évoluer en fonction de la nature de la ration ingérée (14). Nous avons en effet pu observer que plus la teneur de la ration en lipides est élevée, plus la teneur du lait en matière grasse ingérée est élevée.

La quantité de matière grasse ingérée sur l'ensemble des huit semaines d'observation a été de 1,87 kg, 3,86 kg et 4,53 kg respectivement pour les régimes à 0, 22 et 33% de GC. Cette différence est significative ( $P < 0,01$ ). Ceci est conforme aux observations de Olson *et al* (12) sur le fait que les taux élevés de matière grasse du lait sont dus à l'utilisation d'aliments qui lui sont favorables. Nous avons également pu observer que

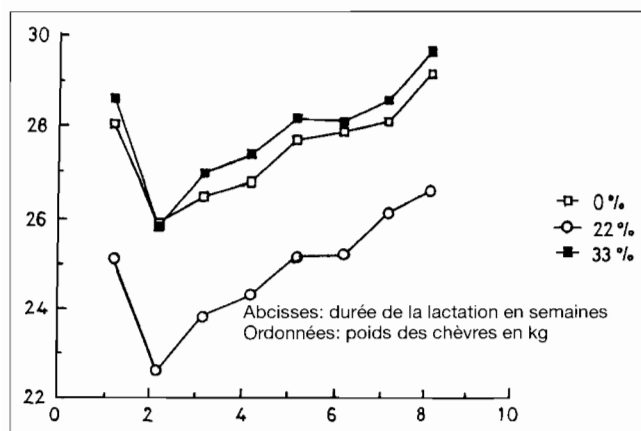


Figure 2. Influence du taux de graine de coton dans la ration sur l'évolution pondérale des mères.

plus la ration était pourvue en lipides, plus la teneur en protéines du lait était faible. Ceci a été observé par Palmquist et Conrad (14) puis par Nianogo (8). Quant aux teneurs en extraits secs et en matières minérales ils ont varié très peu d'un régime à l'autre.

Au niveau des mères, on constate une perte de poids de 2,16 kg, 2,52 kg et 2,78 kg respectivement pour les régimes 1, 2 et 3 durant la 2<sup>e</sup> semaine de lactation (figure 2). Ceci confirme bien le fait que les femelles en lactation perdent du poids pendant les premières semaines qui suivent la mise-bas, comme l'ont observé d'autres auteurs (7). Puis cette perte de poids est récupérée au cours de la phase descendante de la lactation. Au début de la lactation, les besoins énergétiques sont très élevés alors que les quantités de matière sèche ingérées sont plutôt faibles (figure 1). Les animaux puisent alors l'énergie dont ils ont besoin dans les réserves corporelles. Dans ces conditions, la quantité de lait produit en début de lactation dépend de l'état corporel des femelles. Ces observations sont conformes à celles données par Morand et Sauvart (7). Les GMQ des mères ont été de 30,10, 29,46 et 21,43 g/jour respectivement pour les chèvres recevant les rations à 0, 22 et 33% de GC. Les différences observées ne sont pas significatives; ces GMQ sont cependant largement supérieurs à ceux observés par Nianogo et Ilboudo (10) sur les mêmes chèvres.

Au niveau des chevreaux, l'évolution pondérale n'a pas été significativement affectée par le taux de lipide des rations ingérées par les mères (figure 3). Par contre la croissance des chevreaux dont les mères sont au régime 2 semble plus élevée que celle des deux autres régimes. Les poids à la huitième semaine ont été de 6,80 kg, 6,98 kg et 6,25 kg soit des gains totaux de 2,31 kg, 3,18 kg et 2,14 kg en 56 jours respectivement pour les régimes 1, 2 et 3. Les GMQ ont été respectivement de 47 g, 57 g et 42 g (tableau 3) respectivement pour les rations 1, 2 et 3. Ces différences ne traduisent pas seulement les performances laitières des mères, puisqu'à partir de la troisième semaine d'âge, les chevreaux commencent à consommer des aliments solides (concentré et fourrage). Les résultats obtenus sont comparables à ceux rapportés par Nianogo et Ilboudo (10) et Ouedraogo (13) sur la même race de chèvres.

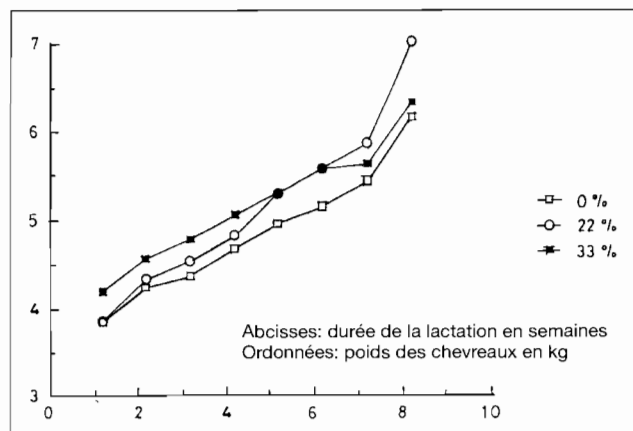


Figure 3. Influence du taux de graine de coton dans la ration sur la croissance des chevreaux.

Pour ce qui est de la méthode de collecte une différence significative ( $P < 0,01$ ) entre les quantités obtenues par la méthode de la double pesée et les quantités obtenues par la traite manuelle après injection d'ocytocine a été décelée pendant toute la durée de l'expérience. La production journalière obtenue avec l'ocytocine est de 1,075, 1,230 et 1,313 kg/jour respectivement pour les rations à 0, 22 et 33% de GC (tableau 3). Sur l'ensemble des animaux (tous lots confondus), la production a été de 1,25 kg lait/jour pour les animaux traités manuellement après injection d'ocytocine, et de 0,838 kg lait/jour pour le lot soumis à la double pesée. La traite manuelle après injection d'ocytocine a donc donné 43,84% de plus de lait que la double pesée. Nianogo et Ilboudo (10) et Ouedraogo (13) ont pu observer, sur les mêmes chèvres, que la quantité de lait obtenue par la traite manuelle sans ocytocine (le chevreau étant totalement isolé de sa mère) représentait seulement 40 à 70% de celle obtenue par la double pesée.

Des trois méthodes testées sur les chèvres du sahel Burkinabé par différents auteurs, on peut observer que celle utilisant l'ocytocine est la plus efficace pour déterminer le potentiel de production laitière des chèvres. Il faut cependant noter que cette méthode comporte de nombreuses insuffisances; il a été signalé par exemple que l'utilisation d'ocytocine crée des conditions (vidange totale de la mamelle) rarement réalisées en condition naturelle (2,3), en particulier durant la période où le chevreau a moins de quatre semaines. De plus, d'autres aspects doivent être pris en compte:

- le coût de l'ocytocine (préparations de 5 ml d'ocytocine dosée à 10 UI à Ouagadougou),
- l'imprécision de la mesure (la production de 24 heures est extrapolée à partir de mesures faites sur seulement deux heures).

Selon une évaluation faite en station par Kouakou (6), les vaches zébu de race Peul du Burkina recevant 24,6 à 32% de concentrés produisent en moyenne (consommation du veau plus quantité traite)  $2,10 \pm 1,09$  à  $4,52 \pm 1,26$  kg/jour (primipares), et  $2,85 \pm 0,89$  à  $5,20 \pm 1,07$  kg/jour (multipares), pendant les 30 premières semaines de lactation. L'ingestion volontaire était de  $89,31 \pm 18,29$  g/kg poids métabolique (primipares) et de  $91,35 \pm 28,39$  g/kg de poids métabolique

(multipares). Au regard du faible potentiel des vaches de race locale, la chèvre du sahel burkinabé présente un potentiel laitier appréciable, surtout si l'on tient compte de ses besoins en matière sèche relativement faibles.

## Conclusion

Dans les conditions de cet essai, la graine de coton a

eu un effet positif sur le taux butyreux du lait, mais pas sur la quantité de lait produite. On note même un effet négatif sur la consommation volontaire.

La chèvre du sahel burkinabé présente un bon potentiel de production laitière susceptible d'être exploité, surtout au regard du faible potentiel de la plupart des races bovines de la région sahélienne.

## Références bibliographiques

1. A.O.A.C., 1984. Official methods of analysis (13ème édition) Association of Official and Analytical Chemists, Washington DC, 114 p.
2. Barnicoat C.R., A.G. Logan & A.I. Grant, 1949. Milk-Secretion Studies with New Zealand Romney Ewes. Part I and II. J. Agric. Sci., **39**, 44-55.
3. Coombe J.B., I.D. Wardrop & D.E. Tribe, 1960. A study of Milk Production by the Grazing Ewe, with Emphasis on The Experimental Technique employed. J. Agric. Sci. **54**, 353-359.
4. De Peters E.J., Taylor S.J. Finley C.M. & T.R. Famula, 1987. Composition of milk from lactating cows. J. Dairy Sci **70**, 1192-1201.
5. Jones C.E. Animal Feeds, 1984. pp 152-169 in: AOAC 1984. Official Methods of Analysis (14th ed). Sidney Williams (editor). Washington D.C., 1139 pp.
6. Kouakou G.O., 1997. Influence du rang de mise bas et du niveau nutritionnel sur la production laitière de la vache zébu Peul Soudanien en station. Mémoire de fin d'études IDR/Université de Ouagadougou, 59 p.
7. Morand P. & D. Sauvant, 1981. Nutrition et systèmes d'alimentation de la chèvre. Symposium international. 12-15 Mai. Vol. **1**. ITOVIC-INRA 544 pages.
8. Nianogo A.J., 1988. Effect of dietary fat and protein on milk production, milk composition and nutrient utilization by Holstein cows. Ph.D. thesis. University of Georgia, Athens, 153 p.
9. Nianogo A.J. & H.E. Amos, 1989. Influence of dietary fat and protein level on milk production, milk composition and ration digestibility. Nut. Rep. Inter. **40**, 129-137.
10. Nianogo A.J. & P.C. Ilboudo, 1993. Effect of energy level on milk production by Mossi ewes and sahelian does. pp. 197-201 in: Lebbie S.H.B., Rey B. & Irungu E.K., 1993. Small Ruminant Research and Development in Africa. Proceedings of the Second biennial Conference of the African Small Ruminant Research Network, AICC, Arusha, Tanzania, 7-11 December 1992. ILCA (International Livestock Center for Africa)/CTA (Technical Centre for Agricultural and Rural Co-operation. ILCA, Addis Ababa, Ethiopia. 268 pp.
11. N.R.C., 1981. Nutrient Requirements of Goats: Angora, Dairy and Meat Goats in Temperate and Tropical Countries. N° 15. National Academy Press Washington D.C., 91 p.
12. Olson H., Hinners & R. Bennett, 1966. *Ad libitum* versus restricted concentrate feeding of Lactating Dairy cows. J. Dairy Sci. **49**, 110-113.
13. Ouedraogo z., 1990. Aptitude de la chèvre du sahel burkinabé à la production laitière. Influence du rang de mise-bas, de l'alimentation et de la saison. Mémoire de fin d'études IDR/Université de Ouagadougou, 139 p.
14. Palmquist D.L. & H.R. Conrad, 1978. High fat ration for dairy cows. Effects on feed intake, fat production, and plasma metabolites. J. Dairy Sci. **61**, 890-899.
15. Palmquist D.L. & E.A. Moser, 1981. Dietary fat effects on blood insulin, glucose utilization and milk protein content of lactating cows. J. Dairy Sci. **64**, 1664-1670.
16. S.A.S. 1982. SAS user's guide. Statistical Analysis System Institute, Inc. Cary, N.C. 108 p.
17. Steel R.G.D. & J.H. Torrie, 1980. Principles and Procedures of Statistics. A biometrical Approach 2nd Ed. Mc Graw-Hill Book Company. 633 p.

Zourata Ouedraogo/Lompo: Burkinabée. Ingénieur zootechnicien, titulaire d'un MSc.

L. Sawadogo: Burkinabé. Dr.es Sciences en physiologie animale, Prof. titulaire à la Faculté de Sciences et Techniques de l'Université de Ouagadougou.

A.J. Nianogo: Burkinabé. Ph.D. nutrition animale. Maître-Assistant à l'Université de Ouagadougou, Chef du Département de Zootechnie et de Biologie animale à l'Institut d'Etudes et de Recherches Agricoles.

# L'impact des oiseaux sur le rendement des cultures de maïs (*Zea mays* L.) dans le marais de Lwiro, Sud-Kivu, Est de la République Démocratique du Congo et quelques indications de lutte.

B. Kizungu\*

Keywords: Birds - *Zea mays* - East R.D.C. - Control measures.

## Résumé

*Cet article présente les résultats d'une étude faite sur les oiseaux destructeurs des cultures de maïs (*Zea mays* L.) dans le marais du projet Bika à Lwiro (Est de la République Démocratique du Congo).*

*Les cultures de maïs ont été suivies sur une superficie de 1920 m<sup>2</sup> depuis l'âge de 2,5 mois jusqu'à la maturité.*

*Sur un échantillon constitué de 100% de maïs (soit 2254 épis), 94.4% (soit 2173 épis) ont été récoltés et 3.6% (soit 81 épis) ont été perdus suite à l'action des oiseaux.*

*Sept espèces d'oiseaux destructeurs ont été enregistrées et quelques méthodes utiles permettant de réduire les pertes sont suggérées.*

## Summary

***Impact of Birds on Maize (*Zea mays* L.) yield in the Lwiro Swamp, South-Kivu, East R.D.C. and some Suggestions for their Control***

*This paper presents the results of a study made on birds attacking maize (*Zea mays* L.) cultures in the swamp of Bika project at Lwiro, (East of the Republic Democratic of Congo).*

*A maize culture has been monitored on a 1920 m<sup>2</sup> area from 2.5 months of age to the harvest. On a sample constituted of 100% of maize (either 2254 ears), 96.4% (or 2173 ears) was harvested and 3.6% (or 81 ears) was lost due to birds. Seven bird species attacking the crop were recorded and some useful methods which can permit to decrease the loss are suggested.*

## Introduction

La destruction des cultures par les oiseaux se pose de la même façon en R.D.C. que dans le reste des pays tropicaux. En Afrique, de vastes étendues des savanes ont favorisé l'évolution des espèces d'oiseaux granivores parmi lesquelles les hordes de tissérins, moineaux, veuves et surtout quéléas constituent la plus sérieuse menace. D'après les estimations recueillies par l'USAID, les dégâts occasionnés par ces oiseaux sont chiffrés en millions de dollars en récoltes vivrières perdues au Soudan et au Sénégal (1).

En R.D.C., le problème de destruction des cultures par les oiseaux est connu grâce aux études menées dans les Provinces de Kisangani (5) et du Sud-Kivu (4). Toutes ces études ne donnent aucune indication sur la quantification des dégâts causés par les oiseaux sur les cultures. C'est dans cette optique qu'est réalisée cette étude qui porte sur la quantification de pertes causées par les oiseaux sur les cultures de maïs du projet Bika à Lwiro (R.D.C.) et des indications de lutte contre ces oiseaux destructeurs. Cette étude couronne la fin d'une partie de la deuxième phase de recherche du projet "Etude des oiseaux destructeurs des cultures au Kivu" initié par le centre de Recherche en Sciences Naturelles de Lwiro (R.D.C.) et dont les résultats de la première phase ont déjà fait l'objet d'une publication (4).

## Milieu d'étude

La Région de Lwiro (2°14'S - 28°49'E) est caractérisée par un climat de type tropical humide à deux saisons: une longue saison de pluies qui dure 9 mois (septembre à mai) et une courte saison sèche qui dure 3 mois (juin à août). Elle est située à 1750 m d'altitude et comprend des champs de culture de maïs, de sorgho, d'haricots suivant les saisons culturales. Ces cultures constituent également une source d'approvisionnement en nourriture pour les oiseaux. Un projet de drainage et d'exploitation de marais appelé "projet BIKA" fonctionne à son sein. Sur les parcelles de mensurations standards du projet Bika est organisée une variété de cultures depuis le dernier trimestre de l'année 1988 suivant le calendrier agricole local. Nos études se sont limitées au niveau des parcelles B7 (sèche) et B9 (semi-aride) de la partie Birunga, Zone d'exploitation de 12 ha contenant 79 parcelles. Ce marais dont le drainage se fait à ciel ouvert, résulte du débordement des rivières aux eaux alcalines (pH=8) qui coulent du sommet de la colline Tshibati. Le sol est d'origine volcanique.

## Matériel et méthodes

Cette étude a débuté le 22 janvier 1993, période où le maïs semé le 7 octobre 1992 dans les parcelles B7 et B9, avait l'âge de deux mois et demi. Elle s'est termi-

\* Laboratoire d'ornithologie, Département de Biologie, Centre de Recherche en Sciences Naturelles de Lwiro, D/S Bukavu.  
Reçu le 01.07.96 et accepté pour publication le 02.01.99.

née le 10 mars 1993 date de récolte des maïs. Les observations ont porté sur les maïs dont, à l'âge de deux mois et demi, les carottes étaient déjà formées et en voie de maturité. Douze couloirs de 4 m x 40 m chacun, soit sur une superficie totale de 1920 m<sup>2</sup> (6 couloirs par parcelle soit 960 m<sup>2</sup>) ont été concernés par la présente étude. Sur chaque couloir, les travaux ont consisté en deux fois par semaine et pendant une heure à un comptage systématique des pieds de maïs et des carottes pouvant mûrir. Pendant le premier comptage, l'échantillon était constitué de 2254 épis de maïs et cette valeur a représenté l'Input.

Avec une latte graduée, la longueur de l'épis de maïs picorée par les oiseaux a été mesurée. Ensuite il a été procédé à l'enregistrement et comptage de différentes espèces et individus d'oiseaux prédateurs.

Ces espèces ont été observées à la jumelle et/ou au télescope au niveau des points de dénombrement standards (6).

A la récolte, chaque catégorie de maïs (pleins, picorés) a été comptée. Les maïs pleins ont constitué l'Output (soit 2173 épis) et ceux qui étaient picorés par les oiseaux les pertes. Un épis de maïs a été considéré comme perdu lorsque la partie ravagée par les oiseaux était de loin supérieure à la partie restante. Les maïs picorés par les oiseaux étaient facilement reconnus par le fait que ces derniers picorent dans le tégument de la graine et s'intéressent surtout à l'albumen, une partie du tégument restant attachée à la base de l'épis.

Au laboratoire, le traitement des données a porté sur un ensemble de 8 couloirs tirés au hasard et sur un ensemble de données groupées en 7 relevés. Les données brutes relatives à l'abondance absolue des oiseaux dans les deux parcelles ont été transformées en  $\log(X+1) / 10$  dans le but de réduire le biais découlant souvent de l'observation des vols d'oiseaux (6). Dans cette formule, X représente les données brutes pour chaque espèce et par relevé. Le taux de rendement de chaque couloir a été calculé en utilisant la formule suivante:

$$P = \frac{O}{I} \times 100 \text{ dans laquelle } P = \text{taux de rendement,}$$

O = Output et I = Input.

**Tableau 1**  
**Rendement des parcelles B7 et B9**

	2C	6C	7C	8C	9C	10C	11C	12C	T	X
I	247	450	334	405	334	116	232	136	2254	282
O	243	438	324	390	320	101	223	134	2173	272
R%	98,3	97,3	97	96,2	95,3	87	96	98,5	766	96,4
d%	1,7	2,7	3	3,8	4,2	13	4	1,5	33,9	3,59

*Légende:*

C=No. de couloir, I=Input (Nombre d'épis à 2,5 mois),  
O=Output (Nombre d'épis récoltés non détruits par les oiseaux)  
R%=Taux de rendement, d%=Taux de déperdition, X= moyenne,  
T=Total.

La formule  $D = 100\% - P$ , dans laquelle D = taux de déperdition, a permis de calculer le taux de déperdition.

## Résultats

### 1. Rendement des parcelles B7 et B9 après action des oiseaux.

Le Tableau 1 montre que le taux de déperdition dû à l'action des oiseaux est de 3,59% alors que le rendement des parcelles est de 96,41%. La valeur du taux de déperdition semble faible mais toutefois indicatrice de l'action que les oiseaux destructeurs de maïs ont mené dans les dites parcelles.

### 2. Abondance absolue et sociabilité des espèces destructives.

Durant toutes nos observations, sept espèces d'oiseaux ont été retrouvées dans les parcelles en train de détruire les épis de maïs. Parmi ces espèces, cinq appartiennent à la famille de Ploceidae, une de la famille de Columbidae et une de la famille de Estrildidae.

Les espèces *Ploceus xanthops* et *Ploceus baglafecht* ont été souvent observées en petits groupes.

Les espèces *Ploceus nigricollis*, *Ploceus cucullatus*, *Streptopelia semitorquata* et *Passer griseus* étaient surtout solitaires. L'espèce *Lonchura cucullata* par contre se déplace en petits groupes et en bandes (Tableau 2). Quant à l'abondance absolue des oiseaux, le Tableau 2 montre que les espèces *Ploceus baglafecht* sont les plus abondantes (1,24 individus en moyenne) et les

**Tableau 2**  
**Abondance absolue et sociabilité des oiseaux observés**

Abondance absolue: Lg (X+1) / 10							Sociabilité			
1	2	3	4	5	6	7	X de I	EO		
0,60	0,48	0,60	0,30	0,00	0,48	0,60	1,24	A	Petits groupes	
0,48	0,30	0,00	0,00	0,30	0,48	0,30	0,84	B	Petits groupes	
0,30	0,00	0,00	0,48	0,48	0,30	0,30	0,84	C	Solitaires	
0,30	0,48	0,70	0,00	0,00	0,00	0,48	0,67	D	Solitaire	
0,30	0,30	0,70	0,30	0,00	0,30	0,00	0,67	E	Solitaires	
0,48	0,48	0,30	0,48	0,00	0,48	0,00	1,07	F	Solitaires	
0,30	0,30	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,34	G	Petits groupes et bandes	
1,08+	1,00	0,90	0,85	0,60	1,00	0,90	8,64++	Totaux		

*Légende:*

1,2,...,7 = Relevés, I = Nombre d'oiseaux, X = Moyennes, EO = Espèces d'oiseaux

\* = Calculé comme [antilog (X de 7 valeurs de log)-1]

+ = Le logarithme des données brutes totales + 1

++ = Le total des moyennes des valeurs pour chaque espèce (1,24 + 0,84 + ... 0,34)

X = Données brutes

A = *Ploceus baglafecht*, B = *Ploceus xanthops*, C = *Ploceus nigricollis*, D = *Streptopelia semitorquata*, E = *Passer griseus*, F = *Ploceus cucullatus*, G = *Lonchura cucullata*.



moins abondantes sont les espèces *Lonchura cucullata* (0,34 individus en moyenne). La plupart d'espèces d'oiseaux ont été observées au relevé n°1 (1,08 espèces) et peu d'espèces au relevé n°5. Les espèces *Lonchura cucullata* ont été uniquement observées pendant les premiers relevés, alors que les autres l'ont été au début comme à la fin des relevés.

## Discussion et conclusion

Sept espèces d'oiseaux ont été observées dans les parcelles du projet Bika en train de détruire les épis de maïs (Tableau 2). A la liste des oiseaux destructeurs des cultures de maïs au Sud-Kivu aux stades des graines fraîches et sèches (4), cette étude vient d'enrichir la liste en espèces suivantes: *Ploceus baglafaecht*, *Ploceus nigricollis*, *Streptopelia semitorquata*, *Lonchura cucullata* et *Passer griseus*.

Parmi les espèces d'oiseaux citées dans cette étude, seulement le *Ploceus cucullatus* avait déjà été signalée à Kisangani (5) comme destructrice des cultures de riz, de maïs et de sorgho et les espèces *Ploceus* spp. et *Passer griseus* comme destructrices des céréales en Afrique (1) mais les auteurs ne précisent pas les déperditions dues à l'action de ces espèces.

A part une étude faite dans ce cadre à l'Est de la R.D.C. (4), les autres auteurs ne précisent pas le stade des cultures où ces espèces agissent. Cet aspect a constitué le premier objectif de ce travail dans lequel il est démontré que les déperditions causées par les espèces inventoriées sur les cultures de maïs sont de l'ordre de 3,59% (Tableau 1) et que l'espèce *Lonchura cucullata*, observée seulement pendant les 3 premiers relevés, se nourrirait uniquement du maïs laiteux. Les autres espèces observées au début comme à la fin des relevés se nourriraient des maïs laiteux et secs tant que les récoltes n'auront pas été faites (Tableau 2). L'espèce *Streptopelia semitorquata* n'a pas été signalée (4) comme destructrice des cultures de maïs aux stades de l'étude.

Les espèces *Ploceus* spp. et *Passer griseus*, toutes des Ploceidae, seraient ainsi beaucoup plus nuisibles aux cultures de maïs que les espèces *Lonchura cucullata* et *Streptopelia semitorquata*, seulement elles sont abondantes dans les parcelles de maïs avec 1,24 individus par espèce (Tableau 2), mais aussi elles se nourrissent des épis de maïs tant qu'ils sont disponibles dans les champs et à tous les stades. En Afrique, les tissérins, les moineaux et les quéleas (tous des

Ploceidae) sont signalés comme prédateurs des céréales et les dommages qu'ils causent aux cultures de riz varient de 13 à 26% du rendement escompté (1). Les chercheurs travaillant à Kisangani (5) ont préconisé des méthodes de lutte parmi lesquelles rabattre la partie supérieure de la tige juste au niveau de l'épis pour empêcher l'oiseau de l'ouvrir. Les méthodes suivantes sont préconisées par cette étude pour permettre aux agriculteurs de réduire les dégâts car le danger que présentent ces espèces vis-à-vis des cultures de maïs reste permanent et surtout que ces espèces sont sédentaires à Lwiro. Les observations et manipulations faites sur le terrain à partir de cette étude ont amené à constater que contrairement à ce qu'avaient proposé certains auteurs (5), il faudrait plutôt rabattre la partie supérieure de la feuille car en rabattant la partie supérieure de la tige, on risque de la casser, de perdre les fleurs mâles et de rendre impossible la fécondation et, par le fait même, la formation des graines.

Comme les oiseaux concernés par cette étude (les Ploceidae surtout) nichent en colonie sur les arbres d'*Eucalyptus citriodora* et sur le *Penisetum purpureum*, il faut éviter de planter ces arbres et ces herbes à côté des champs de maïs. On empêchera la nidification des oiseaux et par le fait même leur surpopulation dans les endroits les plus rapprochés du champ de maïs surtout que ces espèces détruisent les maïs à tous les stades et tant qu'ils n'auront pas été récoltés. Il faut éviter la surpopulation des espèces ravageuses notamment par la limitation du nombre de nichoirs ou par l'interdiction pure et simple de leur pose (7).

Nous avons également constaté à partir de cette étude que pour de petites parcelles, il est utile de faire un enclos en cordes en utilisant pour support les tiges de maïs et rester à un seul endroit en tirant sur la corde de départ chaque fois que les oiseaux seront dans les champs; l'usage des épouvantails s'est avéré non fructueux car les oiseaux finissent par s'y habituer.

Nous venons de démontrer l'impact des oiseaux sur le rendement des cultures de maïs dans les parcelles du projet Bika et de suggérer quelques méthodes que les exploitants devront utiliser pour qu'ils puissent profiter de la quasi-totalité de leurs récoltes et de diminuer la part que jouent les oiseaux dans les différentes déprédations des cultures de maïs. D'autres études doivent être menées pour comparer l'action des oiseaux sur les cultures de maïs à différentes périodes de l'année et dans différents milieux.

## Références bibliographiques

1. Asoka Y., 1982. Les oiseaux prédateurs et les paysans, *Explore*, 11 (3): 20-21.
2. Baluku B., 1987. Contribution à l'étude de hôtes intermédiaires des bilharzioses. Ecologie des mollusques dans deux cours d'eau du Zaïre oriental. Th. Doct. ULB 437 p.
3. Bodenheimer F.S., 1955. Précis d'écologie animale. Payot, Paris: 221-222.
4. Kizungu B., 1996. Inventaire des oiseaux nuisibles à l'agriculture au Sud-Kivu, au Zaïre, *Tropicultura*, Belgique 14, (4): 110-114.
5. Mulotha, M., Upoki A. & Basabose K., 1993. Cycle de reproduction du *Ploceus cucullatus* (Aves: Ploceidae) dans la Région de Kisangani (Zaïre) et quelques indications de lutte contre les dégâts causés aux céréales. *Ann. Fac. Sci., UNIKIS*, 9: 189-198.
6. Pomeroy D., 1992. Counting birds, AWF, technical handbook series, 6: 10-21.
7. Rappe A. & Cossy M., 1970. Pour une protection intégrale de l'avifaune continentale en Belgique, les naturalistes belges (8): 427-443.

# L'élevage d'athérures (*Atherurus africanus*, Gray 1842) au Gabon.

P. Houben\*, F. Jori\*\* & D. Edderai\*

Key words : *Atherurus africanus* – African rodents - Game farming – Wildlife utilisation

## Résumé.

L'athérure (*Atherurus africanus*) est une espèce très prisée au Gabon. Au projet "Développement de l'Élevage du Gibier", les athérures sont élevés dans deux types d'enclos, totalement fermé ou en semi-liberté. L'alimentation est diversifiée à base de tubercules. Le mode de reproduction actuel fait appel à la constitution de couples laissés ensemble pour 60 jours avant l'isolement de la femelle jusqu'à la mise bas. La croissance de l'athérure est bonne mais certaines caractéristiques de reproduction pourraient remettre la rentabilité de son élevage en question.

## Summary.

### **The Breeding of Brush-tailed Porcupines (*Atherurus africanus*, Gray 1842) in Gabon**

The brush-tailed porcupine (*Atherurus africanus*) is a much appreciated bush meat in Gabon. On the project "Development of Game Breeding", brush-tailed porcupines are bred in two types of enclosures : an outdoor enclosure and an indoor enclosure. They are fed with a diversified diet based on tubers. To obtain a successful reproduction, one male and one female have to stay together for 60 days then the female has to be separated from the male till the birth. The brush-tailed porcupine has a satisfactory growth rate but some of the reproduction features seem to call into question the profitability of its breeding.

## Introduction.

Au Gabon, l'importance du marché de viande de gibier est reconnue et des consommations annuelles par habitant de 17 kg ont été mentionnées (14). Parmi les espèces les plus communément consommées on trouve les céphalophes (*C. monticola* et *C. dorsalis*), le potamochoère (*Potamochoerus porcus*), les cercopithèques (*Cercopithecus* spp.) et l'athérure (*Atherurus africanus*) qui serait même préféré parmi toutes (6, 7, 14).

Situé de part et d'autre de l'équateur, le Gabon a une superficie 268.000 km<sup>2</sup>. Il s'ouvre à l'ouest sur l'Océan Atlantique par une façade maritime de 800 km de côte. Son climat de type équatorial se caractérise par d'importantes précipitations allant jusque 2500 mm et des températures variant entre 22° et 32°C. La forêt dense couvre 80 % du territoire et abrite plus de 400 variétés d'arbres dont le célèbre Okoumé (*Aucoumea klaineana*). La faune n'est pas en reste avec quelques 130 espèces de mammifères recensés et plus de 500 espèces d'oiseaux. La population avoisine 1.200.000 habitants avec environ 48 ethnies différentes (11). Près de 60 % de cette population se retrouve à Libreville et dans les quelques villes du pays laissant l'intérieur du pays relativement inhabité. Dans les grands centres urbains, la demande en viande de brousse est importante et non entièrement satisfaite, impliquant un braconnage à large échelle que le renouvellement naturel des populations exploitées ne pourra, ou ne peut déjà plus équilibrer (1, 2, 4, 14).

L'espèce *A. africanus* est connue des zoologistes (3, 12, 13, 15) mais assez peu du grand public. L'énorme intérêt des consommateurs a justifié son introduction parmi les espèces étudiées dans le cadre du projet "Développement au Gabon de l'Élevage de Gibier" (DGEG) mené à Owendo, dans la périphérie de Libreville, par l'association Vétérinaires Sans Frontières (France) sous financement de l'Union européenne. Ce projet vise la mise au point de techniques d'élevage de gibier rentables et de leur diffusion au sein de la population du Gabon et de la sous-région. L'aulacode (*Thryonomys swinderianus*), le cricétome (*Cricetomys emini*), le potamochoère (*Potamochoerus porcus*) et l'athérure (*Atherurus africanus*) sont actuellement en cours d'études. Seule l'aulacodiculture est suffisamment maîtrisée pour être proposée à la diffusion (5). L'option intensive (game farming), plus accessible aux faibles bourses, a été préférée au type "ranching" qui se met difficilement en œuvre dans le milieu forestier et péri-urbain. La mise au point de techniques d'élevage intensif de gibier poursuit des buts économiques et environnementaux. En effet, une nouvelle source de revenu est proposée aux populations, et une baisse de la pression du braconnage pourrait logiquement découler d'une production massive de gibier d'élevage. Dans un pays comme le Gabon où la densité de population est faible et la richesse faunique importante, il n'est pas trop tôt pour investir dans le domaine de l'élevage de gibier car le chemin de la recherche et de l'apprentissage est long.

\* Projet "Développement au Gabon de l'Élevage du Gibier", Vétérinaires Sans Frontières (France) - B.P. 9129 Libreville, Gabon

\*\* CIRAD-EMVT B.P. 5035 - 34032 Montpellier - France.  
Reçu le 17.09.99 et accepté pour publication le 09.09.99.

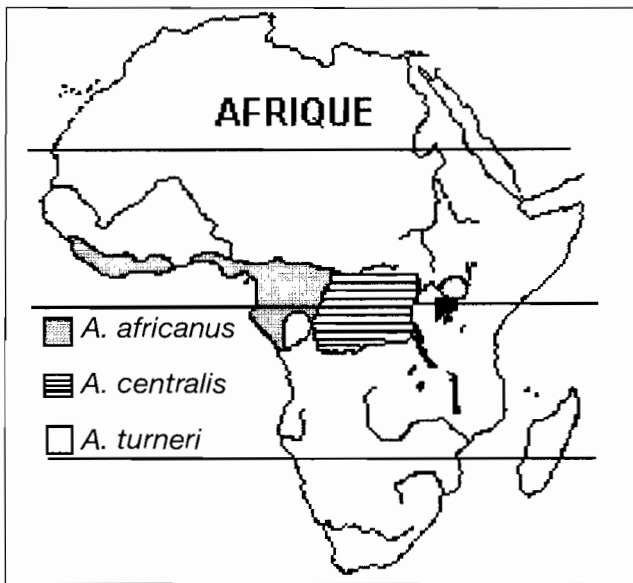


Figure 1 : aires de répartition des athérures selon Rahm (13)

Cet article aborde les données générales sur l'élevage d'athérures tel que pratiqué au Gabon dans le projet DGEG. L'ensemble des résultats techniques sera publié par ailleurs.

## L'animal

L'athérure (*Atherurus africanus*, Gray 1842) est un rongeur hystricomorphe de la famille des Hystricidae. On le trouve essentiellement dans les forêts denses d'Afrique : au Gabon, au Cameroun, au Congo et jusqu'en Côte-d'Ivoire. Des sous-espèces occuperaient (9, 13) les forêts de la moitié nord de la République démocratique du Congo (*A. centralis*) et une zone forestière chevauchant la frontière Uganda-Kenya (*A. turneri*) (figure 1).

Les mœurs d' *A. africanus* sont nocturnes et durant la journée, il reste tapi sous des branchages, dans des troncs creux ou des anfractuosités rocheuses (8). Ce comportement en fait une cible facile pour le chasseur possédant des chiens. Tout le dos de l'athérure est couvert de longues épines sombres pouvant atteindre 18 cm dans la partie médiane. La longueur depuis le museau jusqu'à la base de la queue chez l'adulte peut atteindre 50 cm. La queue écailleuse et dépourvue de piquants atteint 26 cm et est pourvue, sur sa partie terminale, d'un ensemble de poils blancs rigides formant une brosse qui, agitée, crée un bruit distrayant d'éventuels ennemis (7). Le poids moyen chez l'adulte dépasse les trois kilos et certains individus approchent 4 kilos. Dans la nature, ils vivent en couple ou parfois en sociétés nombreuses, les mâles occupant des territoires qui se chevauchent peu (3).

Les individus adultes de la station ont été capturés dans les zones forestières du Sud-Est (12° long. Est et 1,1 lat. Sud) et Nord du Gabon (11,5 long. Est et 2,1 lat. Nord) entre mai 1995 et décembre 1997. Les poids à l'arrivée varient de 0,55 kg à 3,9 kg. L'effectif en décembre 1997 est de 19 mâles et 27 femelles ; chaque animal est identifiable par une boucle auriculaire. Les animaux adultes présentant un poids stable depuis

plusieurs mois montrent une moyenne de 2,85 kg pour les mâles et 2,7 kg pour les femelles.

Les athérures adultes peuvent être saisis et soulevés par la queue qui ne se brise pas et ne s'arrache pas comme chez l'aulacode. Les piquants du dos empêchent toute prise à pleines mains. Pour les observations plus rapprochées, une cage de contention est alors nécessaire. Cette cage en grillage est munie d'une ouverture à chaque extrémité car, dans ces conditions, les piquants et l'instinct de l'animal l'empêchent de sortir en marche arrière.

Des cas d'agressions entre mâles adultes, entre mâle et femelle dans un groupe polygame et du mâle vers le jeune nouveau né ont été relevés mais ne sont pas systématiques. La formation de couple suivie par l'isolement des mâles et des femelles supposées gestantes constitue la technique actuellement utilisée pour la reproduction dans la majorité des cas.

## Les infrastructures

A la station d'élevage de gibier du DGEG, les athérures sont élevés dans deux types d'enclos. Le premier type est composé de deux chambres de 1m<sup>2</sup>, munies de couvercles, communiquant par un trou (figure 2). Ce schéma permet aux animaux de s'enfuir dans une chambre lorsque l'éleveur intervient dans l'autre, ce qui diminue fortement le stress provoqué. La hauteur est d'au moins 80 cm en relation avec la longueur de l'animal en pleine extension. Des couvercles empêchent les animaux de s'enfuir car les athérures peuvent sauter à une hauteur supérieure à 110 cm. Un des deux couvercle permet le passage d'un peu de lumière. Une cachette en bois est disposée dans les enclos destinés aux accouplements. Le sol est en dur avec une pente amenant les eaux de nettoyage vers un orifice d'évacuation. En captivité étroite les athérures sont assez sales et ce type d'enclos doit être aménagé pour faciliter les nettoyages fréquents. La densité sur ces 2 m<sup>2</sup> peut être de quatre à cinq adultes ou jusqu'à huit jeunes sevrés. Ces enclos se trouvent en dessous d'un toit contre les pluies et le rayonnement solaire directe. Seize unités de ce type sont disponibles à Owendo. Le deuxième type d'enclos adopte un principe de

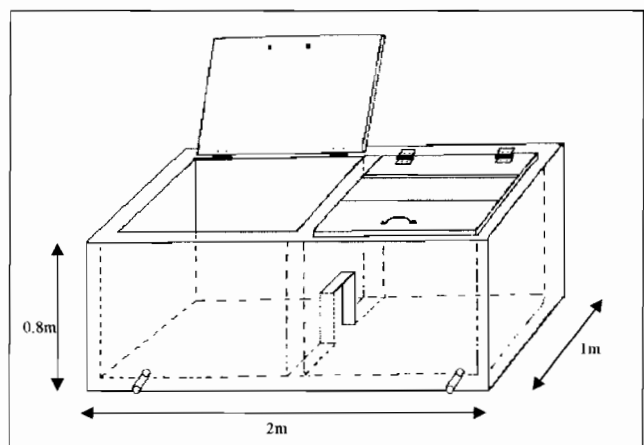


Figure 2 : disposition et dimensions du type d'enclos à deux chambres.

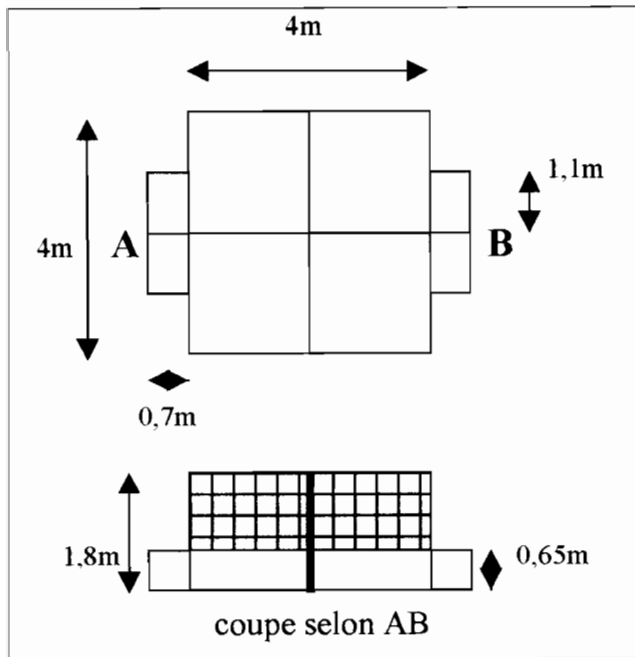


Figure 3 : module de quatre enclos extérieurs de type "semi-liberté"

semi-liberté. Il est composé d'un parcours extérieur de 4 m<sup>2</sup> et d'une cachette de 0,2 m<sup>2</sup> où les animaux peuvent être facilement isolés (figure 3). La cachette est fermée par un couvercle évitant la pluie et la lumière. La partie externe est délimitée par un mur de 65 cm de haut surmonté d'un grillage de 1,15 m scellé sur le dessus du mur pour empêcher les athérures de prendre pied sur un éventuel rebord. Le sol peut être constitué de terre puisque l'athérure ne creuse pas. Certains individus parviennent à grimper le long du grillage et il est alors impératif de grillager toute la partie supérieure horizontale de l'enclos pour éviter les fuites. Des branchages et cachettes sont disposés dans le parcours extérieur. Huit unités en semi-liberté sont disponibles. Mangeoires et abreuvoirs en ciment sont placés dans les deux types d'enclos.

### Alimentation

Dans la nature, les athérures se nourrissent d'une grande diversité de plantes, notamment cultivées. Les fruits et les racines sont particulièrement appréciés (13). Au DGEF, les athérures sont nourries avec des tubercules (patates, manioc), des fruits (papaye, raphia, noix de palme), du pain rassi, de l'amarante (*Amaranthus* spp.), de l'arachide et d'un peu d'aliment complet pour lapin. Les consommations sont fort variables par individu et par type d'aliment mais un adulte ingère 105 g de MS en moyenne par jour. Les tubercules sont les plus consommés avec plus de 150 g de patates fraîches coupées en petits morceaux par jour et par adulte. L'eau est renouvelée quotidiennement.

### Pathologie – prophylaxie.

L'adaptation de l'athérure à son milieu associé à une bonne hygiène et une désinfection régulière des enclos réduits sensiblement les problèmes de maladies. En 1997, aucune mortalité liée à une pathologie n'a été

enregistrée, montrant la grande rusticité de cette espèce (5). Les rares interventions sont dues à des traumatismes suite à des agressions par morsures, survenues dans des groupes d'engraissement ou de reproduction. Un déparasitage préventif à raison de 20 mg de Fenbendazole par kg de poids vif est réalisé deux fois par an.

### Reproduction - croissance.

Une femelle est introduite dans l'enclos déjà occupé par le mâle pour une durée de deux mois. La durée de gestation admise est de 100 à 110 jours (12). Le caractère cannibale du mâle envers ses jeunes est suspecté (3, 12). La femelle est ensuite isolée pour une phase d'observation jusqu'à la mise bas et pour 110 jours maximum. Les groupes polygames n'ont pas donné de bons résultats jusqu'à présent, le mâle ne semblant s'intéresser qu'à une femelle à la fois.

On n'a jamais eu plus d'un jeune par portée à la station d'élevage d'Owendo. Cette faible prolificité n'est pas exceptionnelle chez les hystricomorphes (15). Les jeunes sont actifs dès le premier jour ; ils sont sevrés à l'âge de 45 jours. Une vitesse de croissance soutenue peut amener les animaux à un poids de deux kilos à l'âge de sept mois.

Des études concernant la précocité, la cyclicité, l'influence du mâle sur le déclenchement de l'œstrus et les modes d'accouplement sont en cours.

### Conclusion.

Adapté à l'environnement gabonais, l'athérure s'élève facilement en captivité étroite, sans problèmes de maladies et avec une alimentation facilement disponible. Le marché semble infini tant il est apprécié par les consommateurs du Gabon.

Les enclos actuels sont certainement trop onéreux pour la vulgarisation mais permettent des observations aisées. Après la récolte de données techniques, des améliorations vers une diminution des coûts seront nécessaires pour la diffusion auprès des populations. Le type avec parcours extérieur semble donner de bons résultats, notamment pour les accouplements. Il est plus facile d'entretien mais l'observation et la capture sont compliquées par les branchages placés dans la zone extérieure.

L'athérure s'adapte bien au contact de l'homme et très peu de traumatismes ont été enregistrés suite à des comportements de paniques individuelles ou collectives. C'est un atout pour son élevage en comparaison aux lourdes pertes enregistrées lors des premiers essais d'aulacodiculture (10). La présence de piquants lui conférant une bonne protection contre les prédateurs pourrait expliquer ce comportement peu farouche vis-à-vis de l'homme. Une attention particulière doit être apportée lors de la formation de groupes car des agressions sont possibles. La sélection des individus les plus dociles et la meilleure connaissance de l'éthologie de l'athérure en captivité devraient faciliter la formation de ces groupes nécessaires à la conduite d'un élevage rentable. L'alimentation diversifiée est facile-

ment disponible et permet des performances de croissance tout à fait acceptables dans l'état actuel des connaissances sur son élevage en captivité étroite.

Toutefois certaines caractéristiques de la reproduction comme la monogamie supposée et la taille très limitée de la portée pourraient être des obstacles ne permettant pas de déboucher sur une rentabilité, obligatoire pour la diffusion au niveau de la population. Des études

sont en cours pour confirmer les premières données. Si un seul jeune par portée s'avère ne pas être lié aux conditions de captivité, la population d'athérures dans certaines forêts gabonaises pourrait être menacée au regard de l'intensité de sa chasse, augmentant l'intérêt de son élevage dans une perspective plus environnementale permettant de contribuer à la reconstitution de populations en équilibre dans leur milieu naturel.

## Références bibliographiques

1. Brugière D. 1997, Grande Faune du Gabon, Situation actuelle et perspectives. Le courrier de la Nature, 166: 34-38.
2. Delvingt W. 1997, La Chasse Villageoise, Synthèse régionale des études réalisées durant la première phase du Programme ECOFAC au Cameroun, au Congo et en République Centrafricaine. FSAGx – AGRECO-CTFT 73p.
3. Emmons L.H. 1983, A field study of the African brush-tailed porcupine, *Atherurus africanus*, by radiotelemetry. *Mammalia*, 47(2): 183-195.
4. Feer F. 1996, Les potentialités de l'exploitation durable et de l'élevage du gibier en zone forestière tropicale. In : L'alimentation en forêt tropicale, Hladik C.M. et al., Unesco MAB : 1039-1060.
5. Houben P. 1997, Rapport annuel DGEG. Non publié.
6. Indgijelley M. 1997, Analyse socio-culturelle et économique de la consommation de la viande de brousse à Libreville. Rapport APFT. Non publié
7. Jori F., Lopez M., Houben P. 1998, The biology and use of the African brush-tailed porcupine (*Atherurus africanus*, Gray 1842) as food animal. A review. *Biodiversity & Conservation*, 7, 1417-1426.
8. Kingdom J., 1974. Old World Porcupines (Hystricidae). Pages 682-686, in Kingdom, J., East African Mammals : An Atlas of Evolution in Africa, Vol.II, Part B. Academy Press.
9. Kingdom J., 1997. Page 188 in The Kingdom Field Guide to African Mammals. Academic Press.
10. Mensah G.A. (1984-1985) Rapports sur l'élevage d'aulacode PBAA. Non publié.
11. Ministère du Tourisme et des Parcs Nationaux : Le Gabon – Carte de Visite
12. Rahm U. 1962a, L'élevage et la reproduction en captivité de l'*Atherurus africanus* (Rongeur *Hystricidae*). *Mammalia*, 26: 1-9.
13. Rahm U. 1962b, Biologie und Verbreitung des afrikanischen Quastentachlers *Atherurus africanus* Gray (Hystricomorpha). *Revue Suisse de Zoologie*, 69: 344-358.
14. Steel E.L. 1994, Study of the value and volume of bushmeat commerce in Gabon. WWF Report, Gabon.
15. Weir B.J. 1974, Reproductive characteristics of Hystricomorph rodents. Pages 264-299 In: I.W. Rowlands and B.J. Weir, editors. The biology of Hystricomorph rodents. Zoological society of London, Academy Press, London.

P. Houben, belge, Ingénieur agronome zootechnicien, Chef de projet "Développement au Gabon de l'Élevage du Gibier" DGEG Libreville, Gabon.  
 F. Jori, espagnol, Dr. vétérinaire, CIRAD-EMVT, Montpellier, France  
 D. Edderai, français, Dr. vétérinaire, Chef de Station d'élevage DGEG, Libreville-Gabon.

# Analyse de la microsporogénèse chez la descendance BC<sub>2</sub>A et BC<sub>3</sub> de l'hybride trispécifique *G. hirsutum* L. x *G. raimondii* Ulb. x *G. sturtianum* Will.

M.D. Sanogo, I. Vroh Bi, J.-P. Baudoin & G. Mergeai

Keywords: Cotton - *Gossypium* - Interspecific hybridization - Gossypol glands - Microsporogenesis - Cytogenetic analysis.

## Résumé

Une plante BC<sub>2</sub> issues de l'hybride trispécifique HRS [(*G. hirsutum* x *G. raimondii*) 2 x *G. sturtianum*] introgressée pour le caractère "inhibition de la synthèse du gossypol dans la graine" a été autofécondée et rétrocroisée par la variété Stamf de *G. hirsutum*.

L'analyse cytogénétique du matériel BC<sub>3</sub> et BC<sub>2</sub>A obtenue montre une nette amélioration du taux de syn-dèse des chromosomes et de la fertilité pollinique chez la majorité des individus analysés par rapport à leurs parents. Environ 1/3 des génotypes BC<sub>3</sub> produits présentent une diminution significative du nombre de glandes à gossypol dans la graine. Ces génotypes constituent un matériel prometteur pour le développement de variétés commerciales de cotonniers à très faible teneur en gossypol dans la graine et à teneur normale en terpénoïdes dans les parties aériennes.

## Summary

**Analysis of the Microsporogenesis of BC<sub>2</sub>A and BC<sub>3</sub> Plants Issued from the *G. hirsutum* L. x *G. raimondii* Ulb. x *G. sturtianum* Will.**

In order to introgress the low-gossypol-seed and high-gossypol-plant trait in the main cultivated cotton species, a BC<sub>2</sub> plant issued from the HRS trispécific hybrid [(*G. hirsutum* x *G. raimondii*) 2 x *G. sturtianum*] was backcrossed to *G. hirsutum* and self pollinated. Cytogenetics analysis of BC<sub>3</sub> and BC<sub>2</sub>S plants showed a significative improvement of chromosome pairing and pollen fertility compared to their parents. About one third of the BC<sub>3</sub> hybrids presented an important reduction in their seed gossypol glands. These genotypes constitute very promising genetic stocks for the development of commercial cotton varieties with low gossypol content in the seeds and normal gossypol content in the rest of the aerial parts.

## Introduction

Cultivé principalement pour les propriétés textiles de ses fibres, le cotonnier est une plante dont les potentialités alimentaires sont également importantes. Ses graines renferment de hautes teneurs en huile comestible (35-38%) en en protéines (35-38%) dont la qualité est équivalente à celle du soja (4). La valorisation des potentialités alimentaires du cotonnier est malheureusement limitée par la présence de gossypol dans l'amande de la graine. Le gossypol est un terpénoïde fortement toxique pour tous les animaux monogastriques, y compris l'homme. Il constitue un moyen de défense naturel de la plante contre les insectes (1,3). Contrairement à ce qui se passe chez tous les autres cotonniers, les graines de certaines espèces diploïdes sauvages australiennes appartenant aux sections *Sturtia* et *Grandicalyx* sont totalement démunies de glandes à gossypol alors que leurs organes aériens présentent de fortes teneurs en terpénoïdes. Chez ces plantes, la synthèse du gossypol est retardée jusqu'à l'étalement des cotylédons (2).

Dans le but d'introgresser chez la principale espèce de cotonnier (*G. hirsutum* L.) les gènes contrôlant l'inhibition de la synthèse de gossypol dans la graine, un hybride trispécifique a été créé en utilisant le cotonnier sauvage australien *G. sturtianum* Willis comme es-

pèce donneuse du caractère et le cotonnier diploïde sauvage américain *G. raimondii* Ulbrich comme espèce pont (6,7). Cet hybride a été rétrocroisé pendant deux générations successives par l'espèce *G. hirsutum* pour donner des individus BC<sub>2</sub>. Une plante issue de la 2e génération de rétrocroisement et introgressée pour le caractère recherché a été autofécondée et rétrocroisée par la variété Stam f de *G. hirsutum* pour donner des individus BC<sub>2</sub>A et BC<sub>3</sub>. Nous présentons ici le résultat des analyses cytogénétiques que nous avons réalisées sur ces matériels afin d'évaluer leur intérêt pour le développement de variétés commerciales de cotonnier présentant une très faible teneur de gossypol dans la graine et des teneurs normales en terpénoïdes dans les parties aériennes.

## Matériel et méthodes

Une plante issue de la deuxième génération de rétrocroisement par *G. hirsutum* de l'hybride trispécifique [(*G. hirsutum* x *G. raimondii*) 2 x *G. sturtianum*] a été autofécondée et rétrocroisée à nouveau par la variété Stam f de *G. hirsutum* pour produire les individus analysés dans la présente étude. Le schéma de croisements ayant abouti à la production de l'hybride BC<sub>2</sub> utilisés dans nos travaux est présenté par Mergeai et

**Tableau 1**  
**Microsporogénèse et fertilité pollinique chez l'hybride HRS et sa descendance BC<sub>1</sub>, BC<sub>2</sub>, BC<sub>2A</sub> et BC<sub>3</sub>**

Genotypes	Configurations chromosomiques à la Métaphase I						Nombre de chromosomes	Tétrades normales	Tétrades anormales	%
	I	II	III	IV	VI	pollen fertile				
HRS	14,4	17,03	0,93	0,1	0,07	52	124	876	8,9	
BC <sub>1</sub> S1	6,45	22,56	0,3	0,1		53	808	192	9,5	
BC <sub>2</sub> /1	3,83	23,61	0,31			52	820	180	60,5	
BC <sub>2</sub> /1 x stam f/1	3,81	23,55	0,3			52	807	193	67,5	
BC <sub>2</sub> /1 x stam f/4	3,01	25,3	0,14			54	980	20	54	
BC <sub>2</sub> /1 x stam f/5	3,33	23,9	1			54	1000	0	95	
BC <sub>2</sub> /1 x stam f/8	1,1	25,43	0,1			52	850	150	47,5	
BC <sub>2</sub> /1 x stam f/12	2	24,6	0,23	0,51		54	252	748	79,6	
BC <sub>2</sub> /1 auto/6	4,5	22,66	0,7			52	854	146	45,3	
BC <sub>2</sub> /1 auto/8	4,83	22,73	0,6			52	910	90	78,9	
BC <sub>2</sub> /1 auto/13	1,71	24,72	0,21	0,07		52	823	177	96,2	
BC <sub>2</sub> /1 auto/14	15,8	15,8	1,6			52	1000	0	88,4	

al (7). Pour éviter la chute précoce des capsules, aussi bien en cas de rétrocroisement que d'autofécondation, la solution d'hormones de croissance préconisée par Altman *et al.* (1) a été appliquée sur l'ovaire au moyen d'un tampon d'ouate immédiatement après la pollinisation du style. Cette solution se compose de 50 mg.l<sup>-1</sup> d'acide gibbérellique et 100 mg.l<sup>-1</sup> d'acide naph-toxyacétique.

Afin d'estimer le niveau d'introgression du caractère recherché, la densité de glandes à gossypol des embryons produits par rétrocroisement ou autofécondation du génotype BC<sub>2</sub> a été évaluée sous microscope (Wild M3) en utilisant une échelle visuelle variant entre zéro, pour les embryons totalement dépourvus de glandes à gossypol, et dix, pour les embryons présentant la même densité de glandes que l'embryon de *G. hirsutum*.

Les observations cytogénétiques suivantes ont été réalisées sur le matériel analysé en observant au moins 30 microspores par génotype: comptage du nombre chromosomique, analyse de l'appariement des chromosomes à la métaphase I et détermination de la fertilité pollinique. Directement après leur prélèvement de la plante, les jeunes boutons floraux ont été fixés pendant 48 heures dans la solution de CARNOY composée de six volumes d'alcool éthylique à 94°, de trois volumes de chloroforme et d'un volume d'acide acétique glacial. Après fixation, les boutons sont rincés trois fois à l'alcool éthylique (70°) et conservés dans l'alcool éthylique (70°C) à 4°C jusqu'à utilisation. L'observation des chromosomes se fait au microscope après coloration à l'acéto carmin 2% (2 g de carmin, 45% d'acide acétique et 55% d'eau). La fertilité pollinique est évaluée sur 1000 grains de pollen 30 minutes après coloration.

## Résultats et discussion

Environ un tiers des graines BC<sub>2A</sub> et BC<sub>3</sub> obtenues présentaient une forte réduction de leur densité de glandes à gossypol alors que toutes les plantes issues de ces graines ont montré une densité de glandes à gossypol normale ou supérieure à la normale au niveau de leurs organes aériens.

Le tableau 1 compare les configurations méiotiques des plantes BC<sub>2A</sub> et BC<sub>3</sub> que nous avons analysées à celles obtenues pour leurs parents (hybride trispécifique HRS, BC<sub>1</sub> et BC<sub>2</sub>) par Vroh *et al.* (7,8).

Trois des cinq BC<sub>3</sub> analysés, à l'instar de l'hybride trispécifique sont euploïdes avec 52 chromosomes; les deux autres BC<sub>3</sub> présentent deux chromosomes surnuméraires (2n = 4x = 54). Par rapport à l'hybride trispécifique, on observe sur la plaque métaphasique des BC<sub>3</sub>, d'une part, une diminution significative des univalents, des trivalents, une absence de multivalents complexes (quadrivalents et hexavalents) et d'autre part, une augmentation des bivalents. Les bivalents sont généralement fermés avec une faible proportion de bivalents ouverts. On observe en moyenne 4,4 univalents chez les BC<sub>3</sub> contre 14,4 chez HRS. La réduction du nombre d'univalents chez les BC<sub>3</sub> est probablement due à une augmentation du nombre de chromosomes homologues et du degré d'homologie des chromosomes en présence. La réduction des univalents chez les BC<sub>3</sub> signifie que le nombre des chromosomes impliqués dans les appariements (structures bivalentes et multivalentes) est en augmentation. De 47 à 52 chromosomes des BC<sub>3</sub> sont impliqués dans la constitution de bivalents contre 12 à 21 chez HRS. Chez les BC<sub>3</sub> contrairement à HRS, il y a une quasi absence de quadrivalents et d'hexavalents. Entre 0 et 1,6 des chromosomes des BC<sub>3</sub> contre un à six chromosomes chez HRS sont impliqués dans les structures

multivalents complexes. Il s'agit là d'un indice favorable pour l'introgression du caractère "graine sans glande, plante avec glandes" car l'augmentation du nombre de multivalents est synonyme d'échanges de matériel génétique et s'accompagne généralement de la restauration de fertilité pollinique (5).

L'analyse des cellules mères de grain de pollen de HRS montre la présence de triades (1,2%), de tétrades anormales (12,4%) et de tétrades normales (86,4%). Par contre chez les BC<sub>3</sub> on observe uniquement des tétrades anormales (0-19,3%) et de tétrades normales (80,7-100%). Les tétrades anormales sont caractérisées par la présence de une à trois cellules de taille réduite additionnelles aux quatre grosses cellules formant la tétrade. La présence de tétrades anormales est la manifestation des anomalies qui interviennent lors de la méiose suite à la formation d'univalents qui se positionnent en dehors du fuseau de division et de cellules qui sont incapables de se diviser. L'importance de leur taille dépendrait du nombre de chromosomes ou de fragments de chromosomes incorporés dans la cellule (7).

La fertilité pollinique des BC<sub>3</sub> est très variable. Elle est comprise entre 45,3 et 96,2%, contre seulement 9,0% chez l'hybride trispécifique. Cette amélioration de la fertilité pollinique est en rapport avec l'évolution de la configuration méiotique à la métaphase 1 des BC<sub>3</sub>. En effet, la réduction du nombre d'univalents et de structures multivalentes complexes des BC<sub>3</sub> favorise la formation de bivalents et améliore la fertilité pollinique.

L'amélioration de la fertilité s'est traduite par une augmentation du nombre de graines par capsule. Les capsules de HRS contiennent essentiellement des motes et, dans de rares cas une à deux graines. Par contre les capsules autofécondées des BC<sub>2</sub> contiennent entre trois et neuf graines. Le nombre de graines par capsule des BC<sub>3</sub>, bien que supérieur à celui de l'hybride trispécifique, demeure faible par rapport à celui de la variété Stam F qui contient en moyenne 24 graines par capsule. Cet écart est révélateur de l'importance du nombre de rétrocroisements encore à réaliser pour obtenir des variétés commerciales.

## Conclusion

L'obtention des variétés commerciales dans le cadre d'un programme d'amélioration par hybridation interspécifique nécessite généralement plusieurs générations de rétrocroisements. Les analyses cytogénétiques que nous avons réalisées montrent une évolution des BC<sub>3</sub> issus de l'hybride HRS vers des formes génétiquement équilibrées. Les génotypes BC<sub>3</sub> que nous avons obtenus qui présentent une diminution importante de la densité de glandes à gossypol dans la graine constituent un matériel prometteur pour le développement de variétés commerciales de cotonnier à très faible teneur en gossypol dans la graine et à teneur normale en terpénoïdes dans les parties aériennes. Un schéma de sélection adéquat devra leur être appliqué pour éviter la perte du caractère sauvage recherché.

## Références bibliographiques

- Altman D.W., Stelly D.M. & Kohel R.J., 1987. Introgression of the glanded-plant and glandless-seed trait from *Gossypium sturtianum* Willis into cultivated Upland cotton Using Ovule Culture. *Crop Sci.* 27, 880-884.
- Brubaker C.L., Benson C.G., Miller C. & Leach D.H., 1996. Occurrence of terpenoid aldehydes and lysigenous cavities in the glandless seeds of Australian *Gossypium* species. *Aust. J. Bot.* 44, 601-612.
- Dilday R.H., 1986. Development of cotton plant with glandless seeds and glanded foliage and fruiting forms. *Crop Sci.* 26, 639-641
- Marquié C., 1987. Food use of glandless cotton derivatives. *Coton fibres Trop.* 42, 65-73.
- Menzel M.Y. & Brown M.S., 1953. The significance of multivalent formation in three species *Gossypium hybrids*. *Genetics* 39, 546-558.
- Mergeai G., Baudoin J.-P. & Vroh Bi I., 1997. Exploitation of trispécific hybrids to introgress the glandless seed and glanded plant trait of *Gossypium sturtianum* Willis into *G. hirsutum* L. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 1. 272-277.
- Vroh Bi I., Baudoin J.P. & Mergeai G., 1998. Cytogenetics of the 'glandless-seed and glanded-plant' trait from *Gossypium sturtianum* Willis introgressed into upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Plant Breeding.* 117, 235-241.
- Vroh Bi I., Baudoin J.-P., Hau B & Mergeai G., 1999. Development of high-gossypol cotton plants with low-gossypol seeds using trispécies bridge crosses and *in vitro* culture of seed embryos. *Euphytica* 106, 243-251.

## Remerciements

Tous nos remerciements vont à Mr Eugène Journée pour sa contribution aux travaux d'hybridation et au Dr Alain Maquet pour la correction du manuscrit. Les travaux présentés ont été supportés financièrement par le Fonds de la Recherche Collective fondamentale de Belgique, convention n° 2 4565. Le Gouvernement du Mali, à travers l'accord de crédit IDA/MLI, 2557, a financé la bourse d'études du premier auteur.

M.D. Sanogo: Malien. Ingénieur agronome, DEA en Sciences Agronomiques et Ingénierie biologique.  
J.-P. Baudoin: Belge. Prof. en Phytotechnie des Régions intertropicales à la FUSAGx.  
G. Mergeai: Belge. Maître de Conférence à la FUSAGx.



## BIBLIOGRAPHIE

## BOEKBESPREKING

## BIBLIOGRAPHY

## BIBLIOGRAFIA

## Guide phytosanitaire des cultures maraîchères au Gabon

Xavier Merveilleux Du Vignaux

L'institut Gabonais d'Appui au Développement vient de publier un guide phytosanitaire des cultures maraîchères au Gabon par Xavier Merveilleux Du Vignaux.

Cet ouvrage est le fruit de six années de travail sur le terrain en collaboration avec la Gabonaise de Chimie (GCIAE).

Il se présente sous la forme d'un recueil pratique de fiches techniques sur la protection des cultures maraîchères et est principalement destiné aux producteurs agricoles et aux professionnels du secteur (techniciens, encadreurs, technico-commerciaux). Cet ouvrage est très utile pour l'identification des maladies et des ravageurs les plus courants au Gabon et nous recommandons sa lecture à toutes les personnes intéressées par les productions maraîchères en Afrique centrale.

Cet ouvrage peut être obtenu au prix de 6 000 Fcfa à l'I.G.A.D. asbl  
BP. 20423 à Libreville Gabon  
Email igad@tiggabon.com - Tél. (241) 73.07.84.

G. Mergeai

## Biology of Lactation

Jack Martinet, Louis-Marie Houdebine, Herbert H. Head, editors

INRA Editions, série "Mieux comprendre", 1999 - 688 p. - 495 F (+ 30 F de port)

Le lait représente un aliment important dans les pays en développement. Plusieurs de ces pays mettent d'ailleurs l'accent sur la production laitière dans leur stratégie de développement de l'élevage. La demande est croissante et l'importation coûte cher en devises. La vente du lait et de ses produits de transformation procure, en outre, un revenu journalier aux familles, ce qui n'est pas le cas, par exemple, de la vente d'animaux ou de la viande.

Le livre sur la biologie de la lactation peut être classé dans la catégorie d'ouvrages collectifs scientifiques et est surtout à conseiller aux universitaires qui souhaitent approfondir leurs connaissances plutôt qu'à des hommes de terrain souhaitant trouver des solutions à des problèmes très pratiques. Certains chapitres sont particulièrement d'intérêt pour les médecins, car ils se penchent sur la production de lait chez la femme et la problématique de l'allaitement maternel (chapitres 13 & 23).

L'ouvrage passe en revue les fondements de la physiologie et de l'hormonologie liées au fonctionnement de la mamelle et à la liaison reproduction et production de lait. L'immunologie de la résistance aux agressions pathogènes est abordée, ainsi que les maladies de la glande mammaire.

D'autres chapitres tracent une liaison scientifique entre ces éléments et la production laitière, tels que l'induction artificielle de la lactation, l'effet de la somatotropine (hormone de croissance) sur la lactogénèse et la production de lait et les conséquences de la physiologie de l'éjection du lait sur les techniques de traite. Le comportement maternel des femelles mammifères est abordé également.

Pour ceux qui ne maîtrisent pas l'anglais et souhaiteraient lire cet ouvrage en français, il existe une édition dans cette dernière langue. Elle date néanmoins de 1993 et la version anglaise contient une mise à jour importante, ce qui nous la fait préférer par rapport à la version française.

E. Thys

## La filière rizicole au Sud Vietnam: un modèle méthodologique

P. Lebailly, T. Dogot, Pham Va Bien & Tran Tien Khai

Les Presses Agronomiques de Gembloux, sous les auspices de la DGCI, viennent d'éditer un ouvrage intitulé: "La filière rizicole au Sud Vietnam, un modèle méthodologique", par Philippe Lebailly, Thomas Dogot, Pham Va Bien et Tran Tien Khai.

Ce livre se base sur les résultats obtenus dans le cadre d'un projet financé par la Belgique en 1993 dans le but de mettre en place des outils d'analyse en matière de politique agricole pour la filière rizicole.

La recherche sur le terrain a comporté trois phases:

- une enquête de structure portant sur 10 % de la population de 12 villages soit environ 2 700 foyers représentatifs des conditions agro-écologiques rencontrées dans le Sud Vietnam;
- la constitution d'un échantillon semi permanent de 180 exploitations, à partir duquel les informations détaillées sur les coûts de production sont obtenues;
- l'analyse financière et économique de la filière rizicole pour les années 1995-1996. L'enquête de structure a révélé une grande variabilité dans les conditions de production du riz, avec un nombre de récoltes annuelles allant de un à trois selon les villages. Elle a également permis de dégager les caractéristiques socio-économiques générales de la zone d'étude.

L'ouvrage illustre pas à pas une démarche méthodologique exemplaire fondée sur de solides bases théoriques et apporte une connaissance approfondie de la filière riz. Il constitue un outil précieux pour tous ceux qui participent à la production et à l'exportation de riz au Vietnam. La démarche suivie constitue un modèle d'économie appliquée susceptible d'intéresser les enseignants et les étudiants en économie.

Cet ouvrage peut être obtenu aux Presses Agronomiques de Gembloux, Passage des Déportés, 2 à B-5030 Gembloux au prix de 1 225 FEB.

G. Mergeai

### 53ste Internationaal Symposium over Fytopharmacie en Fytiatrie

Zal plaats vinden op dinsdag 8 mei 2001 aan de Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, Universiteit Gent (België).

Het symposium zal aandacht verlenen aan alle onderwerpen met betrekking tot de gewasbescherming.

Aanmelding dient te gebeuren vóór 31 januari 2001. Het volledige programma zal beschikbaar zijn in maart 2001.

De samenvattingen van de mededelingen zullen aan de deelnemers beschikbaar gesteld worden in het Engels.

De voorgestelde mededelingen zullen gepubliceerd worden in de "Mededelingen Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, Universiteit Gent".

### The 53rd International Symposium on Crop Protection

Will take place on Tuesday the 8th May 2001 at the Department of Crop Protection of the Faculty of Agricultural and Applied Biological Sciences, University Ghent (Belgium).

The symposium will give attention to all topics related to crop protection. Deadline for the submission of abstracts is January 31, 2001. The full programme will be available in March 2001.

The summaries of the papers will be made available to the participants in English.

The proceedings will be published in the "Mededelingen Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, Universiteit Gent".

### Le 53<sup>e</sup> Symposium International de Phytopharmacie et de Phytatrie

Se tiendra le mardi 8 mai 2001 à la Faculté des Sciences Agronomiques et Biologiques Appliquées de l'Université de Gand (Belgique).

Le symposium traitera de tous les sujets relatifs à la protection des végétaux.

La date limite de la soumission des résumés est fixée au 31 janvier 2001.

Le programme final sera disponible au mois de mars 2001.

@Le recueil des résumés des communications sera mis à la disposition des participants en anglais.

Les compte-rendus seront publiés dans les "Mededelingen Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, Universiteit Gent".

**Alle briefwisseling dient gericht te worden aan  
All correspondence should be sent to the secretary general  
Toute correspondance doit être adressée au  
Prof. Dr. ir. P. De Clercq,**

**Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, Universiteit Gent,  
Coupure Links 653, B-9000 Gent (België)**

**e-mail: patrick.declercq@rug.ac.be, tel. 32 (0)9 264.61.58, fax 32 (0)9 264.62.39.**

**AGRI-OVERSEAS** is a non-profit association founded with a view to establishing professional links and fostering common concerns amongst those working overseas towards rural development. She edits a quarterly scientific and informative review "**TROPICULTURA**" devoted to rural problems in the developing countries and published by the General Direction of International Cooperation.

### Organisation

Agri-Overseas is composed with Belgian Institutions : the four Faculties of Agricultural Sciences, (Gembloux, Ghent, Leuven and Louvain-la-Neuve), the two Faculties of Veterinary Medicine, (Ghent and Liège), the Department of Tropical Animal Production and Health of the Institute of Tropical Medicine (Antwerp), the Agronomy Interfaculty Section of The Free University Brussels, the University Faculties Our Lady of Peace (Namur), the University Foundation of Luxemburg (Arlon), the General Direction of International Cooperation and individual members.

### Editorial Board

The Editorial Board is presently constituted of Dr. Ir. G. Mergeai Editor-in- Chief, and the following Deputy Editors Pr. Dr. Ir. P. Van Damme for Agronomy and Forestry, Pr. Dr. J. Vercruyssen for Animal Health, Dr E. Thys for Animal Production and Wildlife, Pr. Dr. J-C. Micha for Fisheries and Fish Farming, Pr. Dr. J. Deckers for Ecology , Soil Fertility and Farming Systems and Pr. Dr. C. Renard for Agrostology and Crop Husbandry.

The Secretariat will treat directly all the other fields relevant to Tropicultura (Economy, Sociology ... ).

### Secretariat

Agri-Overseas / Tropicultura, c/o G D .I.C.. Bur 018, Rue de Brederode, 6 - B-1000 Brussels -Belgium -  
Tel. : 32.2/519.0743.- 549 - E-mail : MJDesmet@ badc.fgov.be.-

**Distribution:** Free on written request.

## INSTRUCTIONS TO AUTHORS

### General conditions

Manuscripts (one original and four copies) are to be submitted to Agri-Overseas, at the address mentioned above. They may be written in the four following languages : English, French, Dutch, Spanish. They must be accompanied by a covering letter from the author stating the address for further correspondence.

Each paper will be examined by two referees and may be returned to the authors for modification. One copy will remain the property of Agri-Overseas.

The first author of each paper will receive 20 free reprints.

### Practical requirements

Manuscripts should not exceed 10 typewritten pages on white paper DIN A4 (21 x 29,7 cm) with double spacing and a 5 cm left margin of on floppydisk.

### Lay-out

Title : as brief as possible in lower-case letter-type.

Authors: under the title, preceded by their initials (complete christian name for women), and with an asterisk referring at the bottom of the page to their institution and its address.

Keywords : 7 maximum.

Summary : in the language of the contribution (maximum 200 words) and in English.

Introduction.

Material and methods (or observations).

Results.

Discussion .

Acknowledgements: if necessary .

Literature : references have to be presented in alphabetical order of the authors' name and numbered from 1 to x. Refer in the text to those numbers (in parentheses).

References will mention :

- For periodicals: authors' names with their initials, year of publication full title of the articles in the original language, title of the journal, volume number (underlined), first and last page of the article.  
Example: Poste G., 1972, Mechanisms of virus induced cell fusion Int. Rev. Cytol. 33, 157- 222.
- For books: authors' names with their initials, year of publication, full title of the book, name of publisher, place of publication, first and last page of the chapter cited.  
Example: 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 en S.M. Aronson (Editors), Sphingolipids and allied disorders Plenum, New-York.

Tables and figures should be carefully designed on separate pages numbered in Arabic numerals on the back. Figures should be professionally drawn. Never present table and figure for the same data. Photographs must be of good quality, unmounted glossy prints and numbered on the back. Accompanied captions should be typed on separated sheets and refer to the number of photo, drawing a.s.o.

**Remarks :** Avoid the use of footnotes, dashes in the text, capital letters when not necessary.  
Give the nationality, diploma and function of each author.  
Give if possible the translation in French (or Dutch, or Spanish) of the title.

The editorial board reserves the right to refuse manuscripts not consistent with the above instructions.

# TROPICULTURA

2000 Vol.18 N°1  
Four issues a year (March, June, September, December)

## CONTENTS

### ORIGINAL ARTICLES

Pasture Value of Herbage in Soudanian Region : The Case of Sahelian in North-Senegal ( <i>in French</i> ) <b>L-E. Akpo &amp; M. Grouzis</b> .....	1
Adoption of Research Recommendations by Rice Farmers : A Case Study on Bangkok Plain ( <i>in English</i> ) <b>N. S. Murali &amp; S. Poovarodom</b> .....	9
Beyond Positive Sciences : an Anthropological Approach to Market Analysis in North-Western Ghana ( <i>in English</i> ) <b>J.P.G. Dessein</b> .....	14
Do Permethrin-Treated Screens Repel Sand Flies from Entering Houses ? ( <i>in English</i> ) <b>M. Basimike</b> .....	19
Rearing of Potato Tuber moth <i>Phthorimaea operculata</i> Zel. (Lepidoptera : Gelechiidae) in the Laboratory Biological Parameters and the Influence of Sugar Levels in the Feeding of Adults ( <i>in French</i> ) <b>A.M. Badegana &amp; P.H. Ngameni</b> .....	23
Physico-chemical Characteristics and Fatty Acids Composition of <i>Raphia sese</i> and <i>Raphia laurentii</i> Oils ( <i>in French</i> ) <b>Th. Silou, C. Makonzo-Mondako, J.P. Profizi, A. Boussoukou &amp; G. Maloumbi</b> .....	26
Effect of Cotton Seed Level on Milk Production and Composition in Burkinabé Sahelian Does ( <i>in French</i> ) <b>Zourata Ouedraogo, L.L. Sawadogo &amp; A.J. Nianogo</b> .....	32
Impact of Birds on Maize ( <i>Zea mays</i> L.) Field in the Lwiro Swamp, South-Kivu, East Republic Democratic of Congo and some Suggestions for their Control ( <i>in French</i> ) <b>B. Kizungu</b> .....	37
TECHNICAL NOTES	
The Breeding of Brush-tailed Porcupines ( <i>Atherurus africanus</i> , Gray 1842) in Gabon ( <i>in French</i> ) <b>P. Houben, F. Jori &amp; D. Edderai</b> .....	40
Analysis of the Microsporogenesis of BC <sub>2</sub> A and BC <sub>3</sub> Plants Issued from the <i>G. hirsutum</i> L. x <i>G. raimondii</i> Ulbr. x <i>G. sturtianum</i> Will.( <i>in French</i> ) <b>M.D. Sanogo, I. Vrohi Bi, J-P. Baudoin &amp; G. Mergeai</b> .....	44
BIBLIOGRAPHY .....	47

TROPICULTURA is a peer-reviewed journal indexed by AGRIS, CABI and SESAME

**GDIC**

**DGCI**