

ABOS

17 DEC. 1991

ISSN - 0771 - 3312

TROPICULTURA

1990 Vol. 8 N.3

Trimestriel (mars - juin - septembre - décembre)
Driemaandelijks (maart - juni - september - december)
Se publica por año (en marzo - junio - septiembre - diciembre)



Editeur responsable / Verantwoordelijke uitgever
R. LENAERTS
AGCD - Place du Champ de Mars 5, B.57 marsveldplein - ABOS
1050 Bruxelles / Brussel



SOMMAIRE / INHOUD / SUMARIO

EDITORIAL / EDITORIAAL / EDITORIAL

The challenge of improved food production in Africa.

Le défi de l'amélioration de la production alimentaire en Afrique.
De uitdaging van de verbetering van de voedselproductie in Afrika.
El desafío del mejoramiento de la producción alimentaria.

L. Brader 105

ARTICLES ORIGINAUX / OORSPRONKELIJKE ARTIKELS / ARTICULOS ORIGINALES

Engraissement de taurillons et de mâles adultes de race Gobra à partir de sous-produits agro-industriels mélassés au Sénégal.

Vetmesting van stierkalven en volwassen stieren van Gobra ras met melasse agroindustriële bijproducten in Senegal
Engorde de toretes y machos adultos de raza Gobra a partir de sub-productos agro-industriales melazados en el Senegal.

A. Buldgen, D. Lemal & P. Steyaert 107

Réflexions sur l'évolution des systèmes d'exploitation agricole au Burundi à partir d'une typologie des exploitations.

Beschouwingen over de evolutie van systemen van uitbating van landbouwondernemingen in Burundi uitgaande van een bedrijfstypologie.
Reflexiones sobre la evolución de sistemas de explotación agrícola en Burundi a partir de una tipología de explotaciones

J.P. Hubert 112

Feed utilization and live weight gain by the African giant rat (*Cricetomys gambianus* Waterhouse) at Dschang in Cameroon.

Conversion alimentaire et gain de poids vif chez le cricétome (*Cricetomys gambianus* Waterhouse) à Dschang au Cameroun
Voedselomzetting en winst in levend gewicht bij de *Cricetomys gambianus* Waterhouse in Dschang (Kameroen).
Conversion alimentaria e incremento de peso vivo en el cricétoma (*Cricetomys gambianus* Waterhouse) en la región Dschang en Camerún.

J.N. Fonweban & R.M. Njwe 118

Chemical composition of *Achatina fulica*.

Compositie chimique d'*Achatina fulica*
Scheikundige samenstelling van *Achatina fulica*
Composición química de *Achatina fulica*.

F. Aboua 121

Response of maize to partially acidulated Mekrou phosphate rock on ferrallitic soils in the Mono region in Southern Benin.

Réponse de maïs au phosphate partiellement acidulé du Mekrou sur les sols ferrallitiques dans la région du Mono au Sud Bénin
Bemestingswaarde van verzuurde Mekrou fosfaatrots voor maïs op ferrallitische bodems in Zuid Benin
Respuesta del maïs al fosfato parcialmente acidulado del Mekrou en los suelos ferralíticos en la región de Mono en el sur de Benin

C. Van den Bergh, S. Lokonon, P. Agbachi & M. Verloo 123

Utilisation agricole des composts d'ordures ménagères dans la ceinture maraîchère de Brazzaville (Congo).

Landbouwkundig gebruik van gecomposteerd huishoudafval in de moestuinring rond Brazza (Congo).
Utilización agrícola de los abonos de basuras domésticas en la banda hortícola de Brazzaville (Congo)

H. Matondo & E. Miambi 128

Valorisation d'une Euphorbiacée tropicale par biométhanisation.

Valorisatie van een tropische *Euphorbiaceae* door biomethanisatie
Valorización de una euforbiacea tropical por el método de biometanización.

D. Sow, M.D. Sall, B. Ollivier, E. Tine & D. Aw 131

NOTES TECHNIQUES / TECHNISCHE NOTA'S / NOTAS TÉCNICAS

Notes sur le comportement des gorilles de montagne maintenus en captivité à Tshibati (Zaire).

Nota's over het gedrag van berggorilla's die in gevangenschap te Tshibati in stand gehouden werden (Zaire).
Algunas observaciones sobre el comportamiento de gorilas de montaña mantenidos en cautividad en Tshibati (Zaire).

M.M. Katunga 135

«Zai» technique traditionnelle de restauration et de récupération des terres arides.

«Zai» een traditionele techniek van restauratie en regeneratie van dorre gronden
«Zai», técnica tradicional de restauración y de recuperación de tierras áridas.

J.M. Sonda 139

A home built and portable cattle race.

Culoir démontable pour bétail de fabrication artisanale à partir de matériaux de récupération
Uitneembare doorgang voor vee, artisaanalfabriceerd uit recuperatiestoffen
Corrales desmontables para ganado a partir de materiales de recuperación.

R. von Kaufmann 142

Elaboration et utilisation de logiciels interactifs pour l'analyse d'essais et de démonstrations phytosanitaires.

Verwerking en gebruik van interactieve programma's voor de analyse en demonstraties van fytosanitaire proefnemingen
Elaboración y uso de programas de computación interactivos para análisis de pruebas y demostraciones fitosanitarias

A. Gharbi, T. Sghaier, J.J. Claustriaux & C. Carême 144

Stabilité au frigo et au congélateur du vaccin D 78 contre la maladie de Gumboro du poulet. Essai préliminaire.

Duurzaamheid door het leggen in de ijskast en in het vriesvak van het vaccin D 78 tegen de Gumboro kuikenziekte. Voorafgaande proef
Estabilidad en frigorífico y congelador de la vacuna D 78 contra la enfermedad «Gumboro» del pollo. Ensayo preliminar.

P. Jetteur 147

IVème Congrès International des Terres de Parcours

IVde Internationaal Congres over Graslanden
IV Congreso Internacional de Tierras Recorridas 149

BIBLIOGRAPHIE / BOEKBESPREKING / BIBLIOGRAFIA 153

EDITORIAL

The Challenge of Improved Food Production in Africa

L. Brader

Innumerable reports have been written about worsening agricultural production in Africa. They all agree that (i) the per capita food production has been decreasing over the last decade, and (ii) there is an absolute need to reverse this trend. Regrettably, words do not have a direct impact; only the translation of proposals into concrete and pragmatic action can lead to positive change.

It has been well proven that increased agricultural production requires the strong support of agricultural research and extension efforts. Yet inputs into these activities in Africa continue to be rather meagre. More surprisingly, an attitude seems to be emerging that investments into agricultural research in Africa have not really given adequate returns.

If one seriously considers the complexity of agriculture in Africa, however, it would be apparent that with the limited investment in food crops research so far, progress could not have been much better. It is misleading, for example, to compare the situation in Africa with the green revolution achieved in South and Southeast Asia, which is largely a translation of intensive production approaches used in the industrial world to a developing country situation. This was possible with improved rice and wheat varieties because the environment could be properly controlled through irrigation and, in addition, agricultural inputs were made available.

That model of success cannot be repeated in non-irrigated tropical agriculture, where agricultural production is far more complex than in the temperate zones of the industrial world. As a consequence, different and more ingenious approaches are needed to achieve lasting results. And this must be done in situations that are very poorly equipped to carry out high-precision research.

In simple and very general terms, we face two situations in tropical African agriculture, in both of which continued high agricultural production is extremely difficult :

1. The semi-arid tropics face erratic weather, especially unreliable and limited rainfall, exacerbated by relatively poor soils and high pressure of pests and diseases, including weeds. The potential production capacity is, therefore, severely limited in these regions.

2. In the sub-humid and humid tropics, where rainfall is more reliable, we have the other major problem of extremely fragile soils that under insufficient vegetative cover are easily destroyed through leaching of nutrients, as a result of the higher rainfall and the rapid destruction of organic matter after forest or bush clearing. These conditions do not allow the permanent cultivation of annual crops, at least not by using the monocropping practices applied in intensive production systems in the industrialized world.

These aspects are not always adequately considered when we make a comparison of the relative benefits achieved from research efforts carried out under different conditions. The Consultative Group on International Agricultural Research, which supports the activities of many International agricultural research centres, has recently reevaluated the approaches to tropical agricultural research. It has come to the conclusion that much more emphasis is needed on the development of sustainable production systems in the developing countries within the context of the limitations imposed by the environmental and physical conditions of the tropics.

As a result, some of the existing centres are being asked to pursue an ecoregional mandate, instead of concentrating their efforts on the genetic improvement of a few agricultural crops. They would have to put much greater research emphasis on the specific problems encountered in the region concerned, such as the humid and sub-humid tropics of Africa. In this context, developing alternatives to shifting cultivation through production systems that allow a much better maintenance of the physical and chemical properties of the soil would have much higher priority than maximizing the production capacity of a certain crop. There would also be much more emphasis on minimizing the need for external inputs through the recycling of nutrients and organic matter, and on the development of integrated pest management systems to reduce pest and disease problems.

At the International Institute of Tropical Agriculture at Ibadan, Nigeria, it has been clearly proven that the combined cultivation of tree crops and annual crops in the form of alley farming or agroforestry systems can lead to the sustained and impro-

ved production of food crops such as maize and cassava. The successful biological control of the cassava mealybug, which has resulted in the management of this pest to sub-economic levels in various countries in Africa, is a clear proof of the possibilities available for the application of more sustainable pest management practices in Africa. This is not to ignore the tremendous challenges that we face with respect to soil fertility, the continuous need for increased production levels, and the serious pest problems. But it would seem that with a different approach, based on the principles of sustainability and maximum use of natural resources, improved results can be achieved.

Such approaches would potentially offer a better future for agricultural production in Africa. But progress can be achieved only if all concerned, in particular those at the political level and in the international donor community, have a full understanding of what is needed and are willing to give these approaches their strong endorsement and support. It should be understood that research efforts are needed and production improvement will be gradual and not necessarily spectacular. Support must be translated into the setting up or strengthening of the necessary infrastructural systems, such as national agricultural research and extension services, provision of adequate marketing facilities, and appropriate pricing policies, to provide the farmers with the necessary support, technical advice, and inputs, as well as the assurance of a regular and reliable income.

L. Brader
Director General
International Institute of Tropical Agriculture
Oyo Road, PMB 5320
Ibadan, Nigeria

ARTICLES ORIGINAUX

OORSPRONKELIJKE ARTIKELS

ORIGINAL ARTICLES

ARTICULOS ORIGINALES

Engraissement de taurillons et de mâles adultes de race Gobra à partir de sous-produits agro-industriels mélassés au Sénégal.

A. Buldgen, D. Lemal et P. Steyaert*.

Keywords: Agroindustrial by-products — Cattle fattening — Molasse — Senegal.

Résumé

Le document présente les résultats d'une recherche effectuée au Sénégal en vue de réaliser des rations à faibles coûts pouvant être confectionnées dans les régions péri-urbaines généralement dépourvues en sous-produits fibreux.

La réussite économique des productions est conditionnée par le choix et les prix d'achat et de vente des animaux. L'ajustement des quantités d'aliments distribués en tenant compte de la qualité du régime et du potentiel de croissance des sujets détermine également les profits réalisés.

L'expérimentation réalisée permet aux auteurs de dégager des recommandations en ce qui concerne le développement d'opérations d'engraissement selon différents degrés d'intensification et de tracer les axes de recherche à poursuivre dans ce domaine.

Summary

This document presents the results of a research carried out in Senegal with the aim to achieve low cost rations which can be prepared in suburban areas which are generally poor in fibrous sub-products.

The economic success of the productions is conditioned by the choice and the purchase and sales price of the animals. The adjustment of the quantities of feed distributed considering the quality of the diet and the growth potential of the animals also determine the profits made.

The experiments carried out enable the authors to make recommendations about the development of fattening trials depending on the different degrees of intensification and to trace the research axes which need to be pursued in this field.

1. Introduction

Au Sénégal, on se rend compte de plus en plus que l'amélioration des rendements agricoles passe par le développement et l'intensification des productions animales. Parmi celles-ci, l'engraissement des bovins présente un réel intérêt: restitution au sol de matière organique par le fumier produit, pratique de la traction animale, diversification et amélioration du revenu des agriculteurs,... etc. Il contribue en outre à la résorption du déficit chronique en viande dont souffre le pays.

Ce document fournit les premiers résultats d'une recherche de rations à faibles coûts pouvant être produites dans les régions péri-urbaines généralement dépourvues en fourrages. Les 5 essais d'engraissement réalisés depuis 1986 par le Département des Productions Animales de l'INRA à Thiès se différencient quant à l'âge des sujets et la nature des rations expérimentées. Celles-ci ont été préparées à partir de sous-produits locaux mélangés à de grandes quantités de mélasse liquide, résidu particulièrement abondant au Sénégal.

2. Matériel et méthodes

2.1. Matériel animal

Les animaux utilisés sont des zébus «tout-venant» qui représentent bien les sujets offerts sur les marchés à bétail du Centre-Nord du Sénégal. Les différents lots d'animaux maigres sont acheminés par camion à l'atelier expérimental de

l'INRA sur des distances variant entre 180 et 250 km. Les poids moyens des animaux à l'arrivée sont de 120 à 150 kg pour les taurillons âgés de 12 à 18 mois et de 280 à 320 kg pour les mâles adultes âgés de 3 à 6 ans. Les pertes de poids au cours du transport varient entre 5 et 10% selon les conditions dans lesquelles celui-ci est effectué.

2.2. Rations expérimentées

Au total, 5 rations ont été expérimentées à l'aide de 2 lots de taurillons et 3 lots d'animaux adultes. Leurs compositions et leurs caractéristiques alimentaires figurent au tableau 1. Le lest des différents régimes est assuré par la paille de riz ou la coque d'arachide. Selon l'INRA (5), les rations pour bovins à l'engrais doivent contenir au moins 10% de fourrage en brins longs de manière à garantir une teneur minimale en fibres brutes de 10% de la matière sèche. Lors de l'utilisation de coque d'arachide, cette norme a été largement dépassée étant donné la nature moins favorable des fibres de ce sous-produit.

L'énergie est apportée à la fois par la mélasse de canne et la farine basse de riz sous forme de sucres solubles et d'amidon. Le taux d'incorporation de mélasse a été fixé entre 30 et 40% de la matière sèche afin d'éviter l'accélération du transit intestinal (6).

Dans tous les régimes, les taux de matières azotées digestibles sont largement excédentaires par rapport aux besoins des animaux (7) grâce à l'utilisation généreuse de tourteau d'arachide.

* Institut National de Développement Rural (INDR) - Projet de Département des Productions Animales, Thiès - Sénégal

Reçu le 12 05 89 et accepté pour publication le 25 08.89.

TABLEAU 1

Caractéristiques des différentes rations expérimentées sur les lots de taurillons et de mâles adultes «tout-venant» de race Gobra provenant du Centre-Nord du Sénégal.

Catégories animales	Taurillons		Mâles adultes		
	1	2	3	4	5
Numéros des essais					
Composition des rations (%)					
Paille de riz	23,0	—	—	—	—
Coque d'arachide	—	20,0	28,5	16,4	21,0
Mélasse de canne	30,0	40,5	34,2	35,0	35,0
Farine basse de riz	27,0	—	—	20,0	11,5
Son de riz	—	14,0	21,8	6,5	14,0
Tourteau d'arachide	18,0	18,0	13,5	18,5	15,5
Minéraux et oligo-éléments	2,0	7,5	2,0	3,6	3,0
Valeurs alimentaires théoriques					
Matière sèche (%)	87,64	85,67	85,65	84,90	84,76
FB en g/kg MS	116	207	272	168	210
UF/kg MS	0,86	0,62	0,53	0,78	0,67
MAD en g/kg MS	120	99	83	119	100
Rapport MAD/UF	140	160	157	152	149
Distributions journalières par animal en kg					
	6,8	8,0	11,3	10,5	10,8
Coût des rations en FCFA/kg					
	37,01	32,62	31,88	36,32	34,20

FB: fibres brutes UF: unité fourragère MAD: matières azotées digestibles

Les régimes diffèrent essentiellement par leurs teneurs en fibres brutes et leurs valeurs énergétiques. Les variations de valeurs alimentaires sont obtenues en modifiant les proportions des aliments fibreux (16 à 22% de coque d'arachide) et en remplaçant le son par la farine de riz (14 à 22% de son de riz). Selon les analyses effectuées à l'INDR, le son de riz sénégalais contient une proportion élevée de balles et présente de ce fait une valeur énergétique très faible, de l'ordre de 0,27 UF/kg de MS. Malgré sa teneur élevée en fibres brutes (28% de la MS), il ne fournit pas un lest suffisant aux rations pour ruminants étant donné la taille réduite de ses particules fibreuses.

A l'exception de l'essai 2, les animaux ont été rationnés tout au long des périodes expérimentales.

Le coût des différentes rations varie de 32 à 37 FCFA/kg et est étroitement lié à la concentration énergétique.

3. Résultats et discussion

3.1. Résultats techniques

La synthèse des résultats techniques figure au tableau 2. La figure 1 retrace l'évolution des poids moyens de lots au cours des différentes périodes d'engraissement, avec un développement pondéral très différent chez les taurillons et les mâles adultes. Pour l'ensemble des sujets, les pertes de poids qui surviennent au cours du transport, correspondent essentiellement à une déshydratation et une vidange du tube digestif. Chez les taurillons, la phase expérimentale débute après une période de récupération pendant laquelle les animaux disposent de paille à volonté. En début d'engraissement, l'adaptation aux régimes mélassés s'effectue en 2 à 3 semaines. Les GQM varient entre 250 et 500 g et sont moins élevés pour le régime à base de coque mélassée (essai 2). Ils progressent ensuite régulièrement et dépassent 700 g par jour au-delà de 150 jours d'engraissement.

Pour la catégorie mâles adultes, la distribution progressive des aliments mélassés est effectuée dès l'entrée à l'atelier expérimental. De ce fait, le stress alimentaire dû au change-

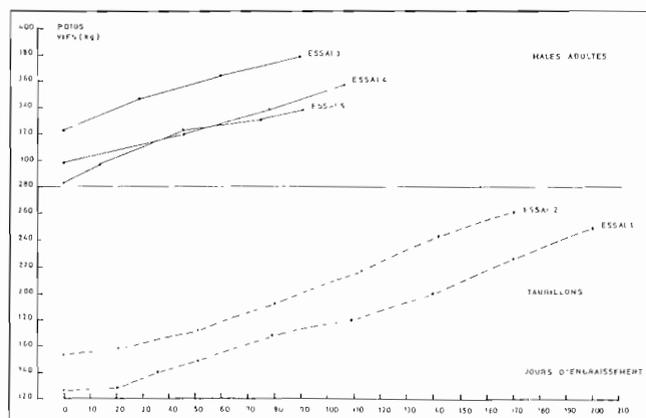


Figure 1 — Courbes de développement pondéral des taurillons et des mâles adultes «tout-venant» originaires de la région du Centre-Nord du Sénégal. Données enregistrées au cours de 5 essais d'alimentation à partir de sous-produits agro-industriels mélassés.

ment de régime est partiellement masqué par la réhydratation et le remplissage du tube digestif des animaux qui arrivent à jeun. Les gains de poids sont élevés en début de période d'engraissement (760 à 800 g par jour pour les essais 3 et 5) et au-delà du 75^{ème} jour d'embouche s'effondrent à moins de 500 g par jour.

Toutefois, le 4^{ème} essai, se différencie des deux autres par une adaptation très lente au régime et des performances maximales tardives (plus de 600 g par jour); les performances moyennes pour la durée de la période expérimentale restent faibles (moins de 600 g par jour), malgré une haute valeur énergétique du régime. Ce modeste résultat s'explique par les perturbations du transit digestif dues à une déficience de la ration en fibres longues. Par contre, la ration de l'essai 1 à base de paille de riz apportant 12% de fibres brutes par rapport à la MS assure un transit digestif satisfaisant. On peut donc conclure qu'un taux inférieur à 20% de fibres brutes composées de fibres peu structurées et courtes provenant de coques d'arachides déclenche des diarrhées et

TABLEAU 2
Performances pondérales et indices de consommation enregistrés lors de 5 essais réalisés à l'aide de taurillons et de mâles adultes «tout-venant».

Catégories animales	Taurillons			Mâles adultes	
Numéros des essais	1	2	3	4	5
Nombre de sujets	18	18	19	20	20
Poids moyens à l'entrée (kg)	123,0	153,0	322,6	298,0	282,7
Poids moyens à la sortie (kg)	251,0	262,0	378,0	358,0	338,6
Durées d'engraissement (jours)	200	172	89	107	91
Gains de poids vifs journaliers (g / jour)	640	634	630	560	614
Quantités ingérées :					
kg MS / j / animal	5,96	6,89	9,68	8,91	9,15
kg MS / j / 100 kg poids vif	3,19	3,32	2,76	2,72	2,95
g MS / j / kg P0,75	118	122	119	116	124
UF / j / animal	5,13	4,27	5,13	6,95	6,13
Indices de consommation :					
kg MS / kg de croît	9,31	10,87	15,36	15,91	14,90
UF/kg de croît	8,01	6,74	8,14	12,41	9,98

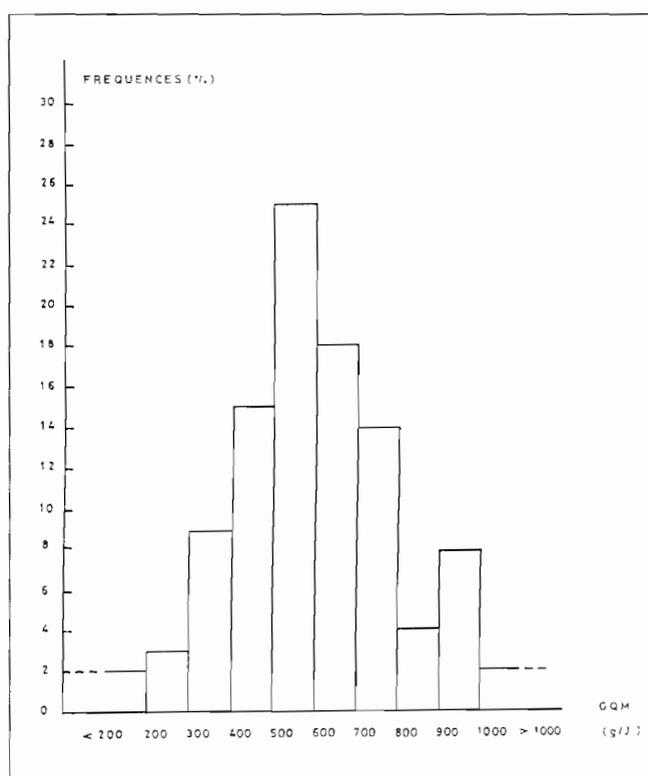


Figure 2 — Histogramme de fréquence des gains de poids vifs journaliers enregistrés au cours des 5 essais d'engraissement de taurillons et de mâles adultes «tout-venant» en provenance du Centre-Nord du Sénégal.

diminue ainsi la digestibilité des nutriments.

L'histogramme de fréquence des gains de poids moyens quotidiens enregistrés pour l'ensemble des essais dressé à la figure 2 confirment l'hétérogénéité du matériel animal et l'intérêt de choisir les sujets à engraisser. En effet, 30% des sujets réalisent moins de 500 g par jour et ceux-ci ne devraient pas être retenus à l'achat.

A l'exception de l'essai 4, provoquant de la diarrhée par insuffisance de structure fibreuse, le tableau 2 fait apparaître des performances similaires situées entre 614 à 640 g par jour pour les 2 catégories animales et quelle que soit la concentration énergétique de la ration (0,53 à 0,86 UF/kg MS). Ces gains de poids concordent bien avec ceux obtenus

antérieurement au moyen de sujets «tout-venant» nourris de manière intensive (1,2) et sont légèrement inférieurs à ceux enregistrés en station au moyen d'animaux sélectionnés (3,4). Par ailleurs, ces résultats soulignent qu'il est possible d'atteindre les performances optimales chez des sujets «tout-venant» de deux façons : rations très énergétiques distribuées en quantités limitées ou régimes moins énergétiques pouvant être ingérés en grandes quantités lors d'une distribution à volonté.

Le tableau 2 indique également l'excellente appétence des mélanges distribués. Les taux d'ingestion situés entre 2,7 et 3,3 kg de MS/100 kg de poids vif ou 116 à 124 g de MS/kg de poids métabolique (PO,75) sont largement supérieurs à la norme habituelle de 2,5 kg de MS/100 kg de poids vif (7). La capacité d'ingestion maximale serait atteinte, sauf pour l'essai 4.

On constate également que les apports journaliers d'énergie nette sont très supérieurs aux besoins théoriques des animaux (7), estimés entre 3,4 et 4,7 UF par jour pour les sujets de 200 à 330 kg de poids vif respectivement réalisant un GQM de 650 g. Il convient cependant de souligner que les valeurs énergétiques des rations ont été calculées de manière théorique par l'addition des valeurs des composants et pourraient être surestimées en l'absence de mesures de digestibilité. En effet, il pourrait exister des interactions négatives entre les différentes matières premières utilisées en mélange.

La comparaison des deux catégories animales fait apparaître des indices de consommation plus favorables aux taurillons : 7,5 à 8 UF/kg de croît contre 10,5 à 11,5 pour les mâles adultes. Ceci est lié à la fois à la composition du gain de poids moins grasseuse chez les jeunes et aux besoins d'entretien proportionnellement moins élevés chez les taurillons que chez les adultes.

3.2. Résultats économiques

L'analyse économique des cycles d'engraissement des deux catégories animales : taurillons et mâles adultes figure au tableau 3. Elle a été réalisée à partir des essais 1 et 3 pour lesquels les frais d'alimentation sont les moins importants. Les charges fixes ont été établies dans le cadre d'un atelier d'engraissement d'installation récente et de capacité moyenne (200 à 300 têtes). Les prix des animaux ont été fixés à partir des cours moyens pratiqués sur les marchés locaux

TABLEAU 3

Résultats économiques de l'engraissement de taurillons et de mâles adultes calculés à partir des résultats de l'expérimentation conduite à l'aide de rations composées de sous-produits agro-industriels mélassés. Données exprimées en FCFA par animal et par cycle d'embouche.

Catégories animales	Taurillons	Mâles adultes
Charges fixes (FCFA)		
Amortissements (20 ans)	5.161	3.027
Frais de main d'œuvre	2.623	1.459
Frais généraux (5% des charges fixes)	410	236
Total des charges fixes	8.194	4.722
Charges variables (FCFA)		
Achat des animaux :		
(taurillons : 345 FCFA/kg, taureaux : 390 FCFA/kg)	42.558	125.814
Frais d'alimentation	50.320	32.062
Frais vétérinaires	3.114	1.157
Intérêt sur cheptel vif (6%)	1.399	1.841
Total des charges variables	97.391	161.274
Total des charges	105.585	165.996
Produits (FCFA)		
Hypothèse 1 : vente à 400 FCFA/kg vif	100.400	151.480
Hypothèse 2 : vente à 425 FCFA/kg vif	106.675	160.948
Hypothèse 3 : vente à 450 FCFA/kg vif	112.950	170.415
Profits ou pertes (FCFA)		
Hypothèse 1	- 5.185	- 14.516
Hypothèse 2	1.090	- 5.048
Hypothèse 3	7.365	4.419

à l'achat de bétail maigre et à la vente d'animaux en état. Dans ces conditions, le profit réalisé sur l'opération d'engraissement est fortement lié au prix de vente des produits finis et celui-ci est plus avantageux pour les taurillons que pour les mâles adultes. Dès lors, compte-tenu des prix d'achat généralement élevés pour les mâles adultes, l'embouche de cette catégorie apparaît nettement moins intéressante dans les conditions actuelles du marché.

Par ailleurs, au niveau des charges variables, les frais d'alimentation constituent une dépense très importante en particulier pour les taurillons.

Au départ d'un prix moyen de vente de 425 FCFA le kg de poids vif, la sensibilité des résultats économiques peut être analysée en fonction de la variation des éléments ci-après :

	Pertes et profits (FCFA)	
	Taurillons	Mâles adultes
Situations moyennes	1090	- 5.048
1 : réduction du prix d'achat animaux (- 10%)	5.346	7.533
2 : réduction des frais d'alimentation (- 10%)	6.122	- 1.842
3 : sélection des sujets à l'achat (GQM : + 10%)	6.503	- 2.673
1 + 2 + 3	15.818	13.109

Une réduction du prix d'achat des animaux de 10% améliore considérablement les profits réalisés pour les 2 catégories. Toutefois, étant donné que l'achat des mâles adultes constitue la majeure partie des charges variables (78%), les profits réalisés lors d'une telle embouche de courte durée (89 et 107 jours) sont nettement plus sensibles aux variations de prix du bétail maigre que l'engraissement des taurillons pendant une période plus longue (172 à 200 jours).

Pour les taurillons, la réduction des frais d'alimentation (diminution du prix des matières premières, rationnement des animaux en fonction des besoins réels correspondant à leur potentiel de croissance) multiplie pratiquement par 6 les profits réalisés. Il en est de même lorsqu'on procède à un choix préalable des sujets sur la conformation et l'état de santé de manière à améliorer les performances pondérales moyennes de 10%. L'impact d'une réduction des frais d'alimentation et du choix des sujets à emboucher est moins grande chez les mâles adultes.

4. Conclusions

Les essais d'embouche réalisés au moyen de sous-produits agro-industriels mélassés permettent de dégager des recommandations en faveur du développement des productions de viande bovine en milieu rural et en région péri-urbaine. Tout d'abord, ils démontrent que de grandes quantités de mélasse de canne (30 à 40%) peuvent être utilisées sans danger pour la santé des animaux lors de la réalisation de mélanges très énergétiques. Toutefois, le taux de fibres doit être suffisant pour éviter l'apparition de troubles digestifs. Lors de la distribution de pailles, l'apport de fibres brutes devrait atteindre 10% de la MS et il devrait dépasser 20% lorsque le lest est réalisé à l'aide de fibres courtes et peu structurées, telles que celles apportées par la coque d'arachide.

Le potentiel de croissance génétique des zébus «tout-venant» de race Gobra se révèle modeste avec des performances individuelles très variables. Le GQM proche de 650 g est indépendant de l'âge (taurillons ou mâles adultes). Il peut être obtenu à l'aide de rations de concentrations énergétiques très variables : 0,55 à 0,85 UF/kg MS ; on ajustera les quantités distribuées en fonction des besoins : rationnement pour les mélanges riches et à volonté pour les mélanges pauvres. Les taurillons présentent des indices de consommation plus favorables que les mâles adultes.

Ces observations démontrent qu'il est possible de réaliser des opérations d'embouche en milieu rural en utilisant de grandes quantités de fourrages grossiers et qu'il est concevable de valoriser de manière économique des sous-produits agro-industriels en bordure des centres urbains en appliquant un schéma de rationnement adéquat.

Dans les conditions actuelles du marché sénégalais, plusieurs facteurs influencent la rentabilité des opérations d'embouche. L'analyse économique donne l'avantage à l'engraissement de taurillons qui est lié aux différences de prix pratiqués à l'achat d'animaux maigres et à la vente de produits engraisés.

Le profit est également conditionné par le choix des sujets aptes à l'embouche sur la base de leur état général de santé et de leur conformation. Ce sont surtout les prix d'achat et de vente du bétail qui influencent les résultats financiers de l'embouche de mâles adultes, tandis que l'engraissement de taurillons présente un caractère nettement moins spéculatif. Pour ceux-ci, les frais d'alimentation doivent être davantage pris en considération car ils interviennent pour une part importante dans les charges variables.

Remerciements

Ces travaux ont été réalisés dans le cadre de la Coopération belgo-sénégalaise — Projet AGCD-FSAGx de création d'un Département des Sciences et des Techniques de Productions animales à l'INDR. Les auteurs tiennent à exprimer leur gratitude aux responsables de ces organismes.

Resumen: El documento presenta los resultados de una investigación efectuada en el Senegal, con el objeto de preparar raciones de bajo costo que puedan ser fabricadas en las regiones peri-urbanas generalmente desprovistas de sub-productos fibrosos.

El éxito económico de las producciones está condicionada por la opción y los precios de compra y venta de animales. El ajuste de las cantidades de alimentos distribuidos teniendo en cuenta la calidad del régimen y el potencial de crecimiento de los animales, determina igualmente los beneficios realizados.

Las experiencias realizadas permiten a los autores, efectuar una serie de recomendaciones en cuanto se refiere al desarrollo de las operaciones de engorde según el grado de intensificación; así mismo, trazar las líneas de investigación que deberán continuarse en este dominio.

Références bibliographiques

1. Buldgen A., 1987,a - Etude des possibilités de spécialisation régionale de l'élevage bovin en région sahélo-soudanienne du Sénégal (235 p. + annexes) - Thèse de doctorat - FSAGx (Belgique).
2. Buldgen A., Gueye K., Compère R., 1987,b - Analyse des performances zootechniques du Zébu Gobra obtenues au cours d'une embouche intensive à l'atelier de Keur-Massar (Sénégal). Bull. Rech. Agron. Gembloux, **22**(1): 67-79.
3. Denis J.P., Valenza J., 1971 - Extériorisation des potentialités génétiques du zébu peulh sénégalais (Gobra). Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop. **24**(3): 409-418.
4. Denis J.P., Valenza J., Thiongané A.I., 1974 - Extériorisation des potentialités du zébu Gobra - Résultats des abattages pratiqués en 1972. Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop. **27**(1): 109-114.
5. Jarrige R., 1988 - Alimentation des bovins, ovins et caprins - INRA - Paris (471 p.).
6. Lemal D., 1989 - Communication personnelle.
7. Riviere R., 1978 - Manuel d'alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical (2ème édition), - Ministère de la Coopération - IEMVT (523 p.)

E. Buldgen, Belge, Ingénieur agronome - Docteur en Sciences agronomiques, Professeur à l'INDR (Thiès - Sénégal)

D. Lemal, Belge, Ingénieur agronome, Assistant à l'INDR (Thiès - Sénégal)

P. Steyaert, Belge, Ingénieur agronome - Assistant à l'INDR (Thiès - Sénégal)

132 Réflexions sur l'évolution des systèmes d'exploitation agricole au Burundi à partir d'une typologie des exploitations.

J.-P. Hubert*

Keywords: Farming systems research — Economical study — Multivariate analysis — Burundi.

Résumé

L'analyse multidimensionnelle des données d'une enquête, relatives aux systèmes d'exploitation agricole, permet de réfléchir sur les schémas d'évolution future de ces systèmes et d'en déduire des implications pour le moyen et long terme. L'analyse factorielle des correspondances multiples constitue un outil adapté pour cette réflexion.

Summary

Multidimensional analysis of survey data on farming systems allows to think about their future evolution and deduce some implications for the medium and long term. Factorial analysis is a helpful tool to perform this exercise.

1. Introduction

A partir d'une enquête axée sur la caféiculture (4), différentes variables caractérisant le système d'exploitation agricole ont été analysées et interprétées, dans le but de déceler des signes d'évolution du système sous l'effet de pressions extérieures, principalement la pression démographique, qui limite considérablement les disponibilités en terres cultivables pour les exploitations de la région.

La réflexion est organisée autour d'une typologie des exploitations d'un échantillon de 240 exploitants, dans la région naturelle du Kirimiro, au centre du Burundi. Cette région essentiellement agricole présente une densité moyenne de 319 habitants au km², selon les estimations pour 1987.

Dans cette région, la caféiculture, dont le débouché commercial est garanti, représente, pour la majorité des exploitants, une source importante de rentrées monétaires, tandis que les cultures vivrières sont essentiellement destinées à l'autoconsommation et peu ou pas commercialisées.

La typologie a été réalisée à partir d'une analyse factorielle des correspondances multiples. Cette méthode d'analyse a été mise au point vers 1965 par des écoles françaises, dont l'un des noms les plus connus dans ce domaine est Benzécri J-P.

Cette analyse, qui ne peut être réalisée qu'avec l'aide d'un ordinateur, présente l'avantage très important de «résumer» et superposer sur un plan défini par deux axes perpendiculaires le nuage de points multidimensionnel que forme le tableau de contingence liant les individus et les différentes modalités des variables.

Ces axes sont appelés «axes factoriels» et correspondent aux directions d'allongement maximal du nuage de points. Ils permettent de positionner les modalités des variables dans l'espace, mais ils ne constituent pas nécessairement des axes correspondant à des valeurs croissantes de chaque variable. Ceci est d'autant plus vrai pour les variables qualitatives.

La signification de ces axes peut être établie à partir de l'importance de la contribution d'une variable dans la formation de l'axe.

A partir des figures obtenues, il est possible de cerner des groupes d'individus auxquels sont associées des modalités des variables.

L'intérêt de ce type d'analyse est de disposer d'un outil permettant de dépasser la phase descriptive et de formuler des questions et des hypothèses sur l'évolution des groupes définis. Il est ainsi possible d'élaborer des modèles qui, bien que superficiels, présentent plus d'intérêt qu'une description statique.

Il est bien sûr nécessaire pour dynamiser un tel modèle de faire appel au bon sens et aux évolutions déjà enregistrées dans la région étudiée (croissance démographique, parcelisation des exploitations...).

En outre, ce type d'analyse permet, après transformation en classes ou après codage, d'utiliser aussi bien des variables quantitatives que qualitatives.

Quelques ouvrages de références sont mentionnés dans la liste bibliographique (2,3,10), pour les lecteurs intéressés par des informations supplémentaires sur ces types d'analyses.

2. Echantillonnage réalisé et méthodologie de l'enquête.

Pour constituer l'échantillon, la région du Kirimiro a d'abord été divisée en deux parties: l'une est encadrée par une Société Régionale de Développement, l'autre ne bénéficie pas d'un renforcement de l'appareil d'encadrement.

Pour des raisons pratiques, on a ensuite procédé au choix de trois communes par partie, du Nord au Sud.

A l'intérieur de chaque commune, quatre collines administratives ont été tirées au sort; puis, pour chaque colline, on a procédé au tirage aléatoire de dix caféiculteurs (la plupart des exploitants sont caféiculteurs dans cette région), sur base des listes fournies par l'encadrement. L'échantillon total compte donc 240 paysans.

L'enquête a consisté en une interview d'environ deux heures auprès du paysan, suivie de mesures et observations sur ses caféières. L'interview et les mesures ont été réalisées sur base d'un formulaire mis au point après une pré-enquête dans la région.

* c/o Institut des Sciences Agronomiques du Burundi (ISABU) B.P. 795, Bujumbura, Burundi.
Reçu le 21 06 89 et accepté pour publication le 24 10 89

La majorité des questions sont de type ouvert, c'est-à-dire que la réponse n'est pas prévue et que l'interrogé est libre de s'exprimer comme il le veut.

Six enquêteurs ont travaillé sur le terrain d'août à octobre 1987.

3. Typologie des exploitants à l'aide d'analyses multivariées des données de l'enquête.

Onze variables de l'enquête, correspondant au total à 41 modalités, ont été retenues pour réaliser cette typologie grâce à la technique d'analyse factorielle des correspondances multiples.

Ces variables ont été choisies parce qu'elles concernent des aspects socio-économiques du «système d'exploitation» et parce qu'elles se sont montrées particulièrement discriminantes lors d'une analyse précédente mettant en jeu 25 variables. Plusieurs de ces variables sont par ailleurs couramment considérées comme des «indicateurs» pour caractériser une exploitation, dans d'autres études réalisées au Burundi.

Les onze variables retenues sont les suivantes: âge de l'exploitant, nombre d'actifs dans l'exploitation, exercice d'une activité lucrative hors exploitation, nombre total de caféiers possédés, technique de dépulpage du café cerise, revenus totaux issus du café pour l'année de l'enquête, type d'achats effectués avec les revenus du café, source de revenus monétaires la plus importante pour l'exploitation, culture que l'exploitant souhaiterait étendre, raison de ce dernier choix et enfin, en variable supplémentaire, la localisation géographique.

Pour mieux cerner et caractériser les groupes ainsi définis, une classification des exploitants a été réalisée par la méthode dite de «classification automatique par agrégation autour de centres mobiles».

Les deux approches aboutissent à des conclusions similaires. Toutefois, c'est la classification automatique qui a été retenue pour définir avec précision l'appartenance des individus à l'un ou l'autre groupe.

Ces analyses ont permis de discerner 4 groupes d'exploitations, pour lesquels sont présentés, au tableau 1, les moyennes de quelques variables fortement discriminantes, ainsi que, au tableau 2, la distribution de fréquence des modalités des variables.

TABLEAU 1

Moyennes de 5 variables quantitatives pour les 4 groupes définis par l'analyse multivariée.

Groupe	J ⁺⁺	J ⁻	V ⁺	V ⁺⁻	Total
Effectifs	71	50	31	88	240
Variable					
Age de l'exploitant	38,9	38,3	42,6	49,5	43,1
Nombre d'actifs dans l'exploitation	2,8	2,6	2,9	3,3	2,9
Nombre de caféiers possédés*	110	105	123	175	135
Nombre de caféiers en production*	35	64	55	127	80
Revenus totaux issus de la caféiculture** (en FBu)	0	2.719	4.380	6.100	3.367

* suivant les mesures et observations faites sur les caféières.

** suivant les déclarations des paysans, pour l'année 1987

Pour l'année 1987, le taux moyen de change du FBu a été de 3,31 FBu pour 1 FBe (source: Rapport annuel 1987 de la Banque de la république du Burundi).

TABLEAU 2

Distribution de fréquences des modalités des 5 variables quantitatives pour les 4 groupes définis par l'analyse multivariée, en % de l'effectif de chaque groupe.

Groupe	J ⁺⁺	J ⁻	V ⁺	V ⁺⁻	Total
Effectifs	71	50	31	88	240
Variable					
Age de l'exploitant					
jusqu'à 30 ans	44	38	36	8	28
31 à 50 ans	32	46	32	48	41
plus de 50 ans	24	16	32	44	31
Nombre d'actifs dans l'exploitation					
jusqu'à 3	75	80	71	60	70
plus de 3	25	20	29	40	30
Nombre de caféiers possédés*					
jusqu'à 100	65	48	32	40	48
101 à 200	25	52	65	27	37
plus de 200	10	0	3	33	15
Nombre de caféiers en production*					
aucun	52	20	19	1	23
jusqu'à 100	42	62	52	49	50
101 à 200	4	18	29	32	20
plus de 200	1	0	0	18	7
Revenus totaux issus de la caféiculture**					
pas de revenus	100	0	0	0	30
jusqu'à 5000 FBu	0	88	78	49	46
5001 à 10000 FBu	0	12	3	37	17
plus de 10000 FBu	0	0	19	14	7

* suivant les mesures et observations réalisées sur les caféières.

** suivant les déclarations de l'exploitant.

Pour éviter la présentation de résultats rébarbatifs, comprenant un vocabulaire trop technique pour la plupart des lecteurs (axe d'inertie, valeurs propres...), la présentation des résultats de l'analyse factorielle a été fortement simplifiée, en ne localisant que la position centrale des groupes.

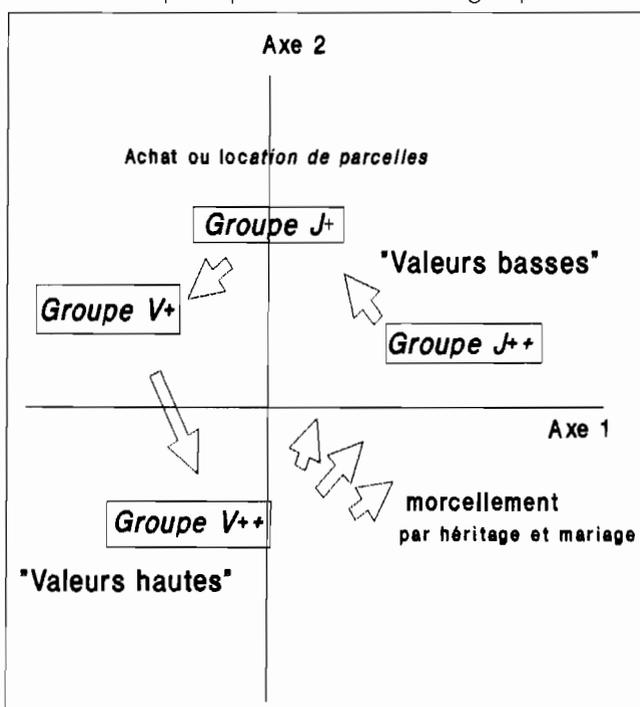


Figure 1 — Représentation de la position des 4 groupes suivant l'Analyse Factorielle des Correspondances Multiples (AFC) et mise en évidence de la «vie» des exploitations.

La figure 1 illustre la position des groupes dans le plan formé par les axes factoriels 1 et 2, ces axes étant les plus importants parmi ceux définis par l'analyse. L'axe 1 est essentiellement lié aux revenus du café.

Seules les caractéristiques des groupes «extrêmes» J⁺⁺ et V⁺⁺, sont détaillées à titre d'exemple ci-après, les groupes J⁺ et V⁺ pouvant être considérés comme des groupes de transition :

Groupe J⁺⁺ : ce groupe est le deuxième en importance. Il comprend 71 exploitants. La moyenne d'âge du groupe est de 39 ans avec des variations importantes autour de cette moyenne. La proportion de jeunes exploitants, c'est-à-dire jusqu'à 30 ans, est dominante. Le nombre d'actifs est en moyenne de 2,8.

Le nombre total de caféiers possédés est en moyenne de 110 caféiers par exploitant, mais la majorité du groupe, 65% précisément, possède moins de 100 caféiers. Le nombre de caféiers non productifs est élevé, essentiellement parce qu'il s'agit de jeunes plantations. Les exploitants de ce groupe ont tous déclaré n'avoir rien récolté l'année de l'enquête, en 1987. Les revenus et dépenses réalisés grâce à la caféiculture sont donc nuls. Les sources principales de revenus sont en général les cultures vivrières, y compris la bananeraie, ainsi que le travail hors exploitation ou diverses petites ressources d'origine agricole (bière de banane ou de sorgho, vente de bois...).

La plupart des exploitants souhaiteraient accroître leur surface en café, pour augmenter les revenus et par là, mieux couvrir les besoins alimentaires. Les revenus du café seraient donc ici consacrés spécialement à l'achat d'aliments.

Groupe V⁺⁺ : il est le plus important en nombre. La moyenne d'âge, 49 ans, est la plus élevée, avec une concentration importante d'exploitants de plus de 50 ans. Le nombre d'actifs de l'exploitation est supérieur à 3, chez 40% des exploitants.

Les exploitants de ce groupe possèdent un nombre élevé de caféiers, comparativement aux autres exploitants, en moyenne 175, dont la plupart sont productifs. Les revenus issus de la caféiculture sont les plus élevés avec une moyenne de 6.100 FBu par exploitation. Les dépenses réalisées avec les revenus du café sont concentrées sur l'achat d'habillement et les constructions ou réparations de maison relativement fréquentes. La principale source de revenus, est soit les cultures vivrières y compris la bananeraie, soit le café. Le travail hors exploitation ne constitue pas une source importante de revenus. Beaucoup d'exploitants de ce groupe souhaiteraient accroître leur surface en café pour obtenir des revenus monétaires supplémentaires.

En ce qui concerne la localisation géographique des exploitations, celle-ci a été traitée en variable supplémentaire, c'est-à-dire qu'elle n'intervient pas dans les calculs pour la détermination des groupes.

On constate toutefois que deux communes, situées au centre-ouest du Kirimiro, possèdent une très forte proportion d'exploitants appartenant aux groupes J⁺⁺ et J⁺, alors que, dans les quatre autres communes, ce sont toujours les exploitants des deux autres groupes qui sont majoritaires. Les facteurs écologiques n'expliquent que partiellement cette différenciation.

4. Commentaires sur la typologie réalisée.

Après avoir décrit brièvement les groupes mis en évidence par l'analyse, il est intéressant de s'interroger sur leur évolution probable. En effet, il s'avère nécessaire de dépasser la phase descriptive par une phase prospective, afin de dégager des domaines d'actions pouvant soutenir le développement des exploitations agricoles.

Une hypothèse plausible est que l'évolution des groupes se fera dans le sens du groupe J⁺⁺ vers le groupe V⁺⁺, au fur et à mesure que l'âge de l'exploitant augmente. L'âge de l'exploitant constitue une variable importante dans la définition des groupes, d'où l'appellation choisie pour les groupes (J pour la tendance «jeune» et V pour la tendance «vieux»). Il faut d'ailleurs préciser que les modalités d'autres variables importantes sont souvent liées à l'âge de l'exploitant, surtout dans un système d'exploitation agricole traditionnel ; il en est ainsi du niveau scolaire de l'exploitant et du nombre d'actifs. On constate, grâce à l'analyse multidimensionnelle, que l'âge de l'exploitant est associé aux modalités des variables dans le sens suivant : les modalités supérieures des variables tendent à être associées aux exploitants d'âge plus élevé, tandis que inversement, les modalités inférieures se concentrent dans les groupes d'âge jeune.

Étant donné que la variable âge ne peut évoluer que vers l'accroissement, une évolution vers une amélioration des revenus et de la couverture des besoins de l'exploitation peut être jugée comme logique.

Les groupes J⁺ et V⁺ représentent des situations intermédiaires dans la gradation.

Cette dynamique, schématisée sur la figure 1, peut être formulée comme suit : tout exploitant, au fil du temps, essaie d'améliorer son sort, notamment par l'accroissement progressif de ses ressources et de ses moyens de production. L'évolution de l'exploitation connaît une dynamique semblable, caractérisée par des valeurs basses au départ, qui vont s'accroître vers les valeurs hautes, jusqu'à la division de l'exploitation au moment des héritages ou des mariages. Les enfants des exploitants devraient pouvoir démarrer une évolution similaire, au moment de la prise en charge des terres reçues comme héritage ou comme don.

Cette dynamique conduit à mettre en évidence une «vie des exploitations» (1), dans la situation actuelle, qui est propre à une économie basée essentiellement sur l'activité agricole traditionnelle. Un tel phénomène ne peut plus être mis en évidence dans les pays industrialisés, où les exploitations agricoles sont fortement capitalistiques et où la relève du chef d'exploitation est souvent devenue incertaine.

La «vie» des exploitations est une situation encore saine, en ce sens que les personnes plus âgées parviennent en général à une situation comparativement confortable, tout en restant dans le cadre de l'exploitation agricole traditionnelle.

5. Réflexions sur l'évolution des systèmes d'exploitation.

L'important est de savoir si les conditions actuelles permettront encore aux jeunes d'améliorer leur situation de départ à travers l'activité agricole traditionnelle, alors que sous la pression démographique principalement, les disponibilités en terres cultivables et fertiles s'amenuisent. L'exploitant agricole seul ne suffit plus alors à couvrir les besoins.

Ce dernier phénomène est illustré par les figures 2 et 3.

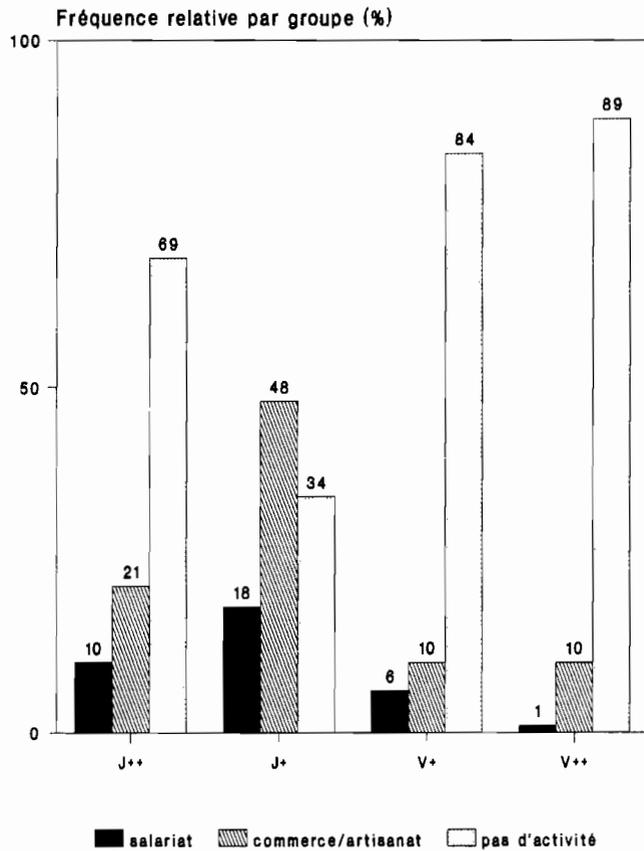


Figure 2 — Exercice d'une activité lucrative hors exploitation.

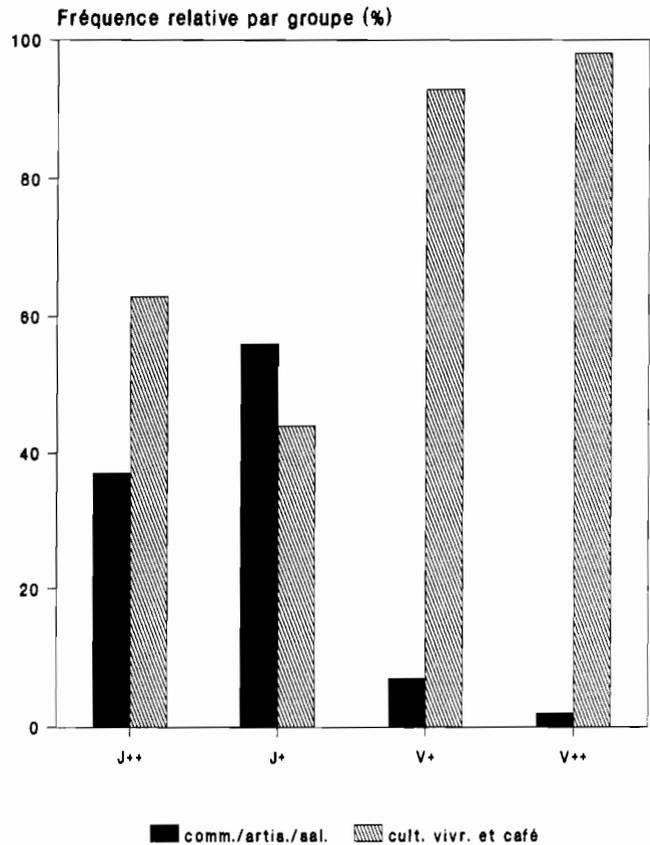


Figure 3 — Source de revenus considérée comme la plus importante pour l'exploitation

Par exercice d'une activité lucrative hors-exploitation, il faut comprendre le salariat (occasionnel ou permanent), l'artisanat et la vente des produits provenant de cette activité et enfin le commerce de marchandises autres que les produits vivriers et que le café de l'exploitation.

Les groupes J+ et J++, caractérisés par les valeurs basses des variables, tendent à sortir de l'activité agricole proprement dite pour assurer leur subsistance et l'augmentation de leurs ressources, alors que les groupes V+ et V++ vivent essentiellement des produits de leur exploitation.

Ces figures montrent la mutation, sous l'effet des besoins, du système d'exploitation autarcique vers, non seulement la monétarisation, ce qui est déjà une réalité dans tous les pays, mais vers des activités non directement liées à la production agricole traditionnelle, centrée dans cette région sur les vivres et le café.

Cette constatation soulève les questions suivantes: s'agit-il d'une mutation définitive ou temporaire? Y-a-t-il développement d'une occupation mixte dans laquelle l'agriculture occuperait une part restreinte? Les effets de cette mutation sont-ils positifs pour le niveau de vie des individus ainsi que pour l'économie régionale et nationale ou bien assiste-t-on à une prolétarisation (7,8) de groupes d'exploitants devenus marginaux.

Ces dernières questions mériteraient d'être étudiées spécifiquement afin de bien cerner l'importance, les motivations et la dynamique de cette mutation et de proposer ou d'appuyer les actions qui l'orientent favorablement.

D'autres études récentes ont mis en évidence une mutation

des systèmes traditionnels d'exploitation agricole, par l'adaptation de systèmes et pratiques culturales pouvant accroître la production par unité de surface et donc la production globale, souvent au détriment de la productivité du travail et du sol (1,6). D'autres travaux ont décelé une mutation des exploitations agricoles à travers le développement d'activités extra-agricoles telles que le salariat, hors agriculture ou pour le compte de ceux qui possèdent encore les moyens de produire (7).

L'examen des effectifs présents dans les différents groupes et des caractéristiques de ces groupes permet d'élaborer un schéma global d'évolution pouvant servir de base à la réflexion.

Il peut être formulé comme suit: le schéma de «vie» des systèmes d'exploitation, tel qu'il se présente actuellement, tendra à se déformer par une «bipolarisation» en deux groupes opposés et de masse différente (figure 4).

L'un rassemble les exploitations caractérisées par une fréquence élevée de valeurs basses des variables utilisées pour la typologie, l'autre contient les exploitations ayant beaucoup de valeurs hautes.

Les effectifs de ces deux pôles ne sont pas constants: le pôle des valeurs basses continue de s'accroître par le jeu des héritages, qui entraînent le morcellement des exploitations, puisque la pression démographique sur les terres dans cette région ne permet pas la mise en culture de nouvelles surfaces. Cette pression démographique est l'un des principaux facteurs de déformation et de glissement du schéma.

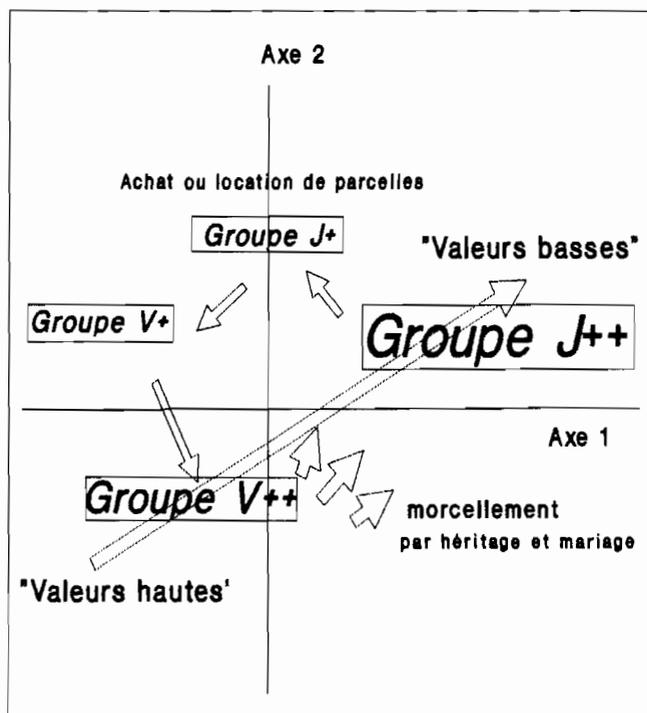


Figure 4 — «Bipolarisation» et glissement vers les «valeurs basses».

Par ce jeu, les effectifs des groupes V++ et V+, caractérisés par des valeurs hautes, continueront à se réduire, jusqu'à leur quasi disparition.

A ce moment-là, tous les effectifs se trouveront regroupés et animés d'un nouveau mouvement des valeurs basses vers les valeurs hautes, dont le centre de gravité s'est déplacé vers une situation globalement plus difficile que précédemment.

Pour illustrer cette hypothèse, il est intéressant d'examiner en détail la distribution de fréquence des modalités des variables dans les différents groupes définis par la typologie.

Toutefois, il est évident qu'en l'absence de données comparables dans le passé, la réflexion ne peut qu'aboutir à des hypothèses. Elles auront au moins le mérite d'avoir été formulées et pourront à l'avenir être invalidées ou confirmées. A titre d'exemple, la variable «âge de l'exploitant» peut être examinée attentivement. La distribution des exploitants par groupe d'âge dans les différents groupes de la typologie est donnée au tableau 3. Les tendances suivantes peuvent y être observées :

- l'hypothèse d'une «vie» des exploitations est perceptible : c'est dans la classe des jeunes exploitants que l'on trouve la proportion la plus importante (46%) d'exploitants appartenant au groupe des valeurs basses et, inversement, c'est dans le groupe des exploitants de plus de 60 ans que l'on trouve la proportion la plus grande (55%) d'exploitants appartenant au groupe des valeurs hautes.
- l'hypothèse d'une bipolarisation en deux groupes de masse différente, puis d'un glissement est perceptible à travers les chiffres du tableau 3 et plus particulièrement à travers la classe d'âge des exploitants ayant de 46 à 60 ans. Cette classe devrait être pratiquement absente du groupe J++ et concentrée dans les groupes V++, ce qui est le cas (51%) et V+, ce qui n'est pas vrai (16%).

D'autre part, la faiblesse du groupe V+, à travers toutes les

TABLEAU 3

Répartition des exploitants dans les différents groupes de la typologie pour différentes classes d'âge, en % de l'effectif total de la classe d'âge.

Groupe Effectifs	J++	J+	V+	V++
		71	50	31
Age de l'exploitant				
jusqu'à 30 ans	46	28	16	10
31 à 45 ans	26	23	10	41
46 à 60 ans	21	12	16	51
plus de 60 ans	20	15	10	55

classes d'âge, ainsi que l'importance des groupes V++ et J++ en terme d'effectifs, sont des arguments qui plaident en faveur d'une hypothèse de bipolarisation. L'hypothèse de formation de deux masses différentes, suivie d'un glissement vers une situation moins favorable est basée sur l'évolution démographique prévisible (taux de croissance de 3% par an) et la prédominance du secteur agricole ou plutôt sur la faiblesse des autres secteurs de l'économie nationale, qui fait que le développement du pays reste axé sur l'exploitation agricole traditionnelle.

Le glissement est permanent, mais il existe des «pertes», correspondant, surtout aux situations devenues trop marginales pour subsister, avec comme conséquence l'exode rural et agricole, l'émigration vers des zones moins peuplées... Ce glissement peut être ralenti ou orienté par des actions qui influencent la production des exploitations et par des mesures favorables à l'émigration vers des régions encore peu peuplées.

Il faut toutefois insister sur l'étroitesse de la marge de manœuvre : en effet, au Burundi, le développement des activités secondaires, c'est-à-dire l'artisanat et l'industrie, et tertiaires, essentiellement le commerce et les services, en milieu rural et urbain, est très faible et ne permet pas de considérer que ces secteurs pourront absorber la main-d'œuvre libérale par le secteur agricole, tant au point de vue de la quantité que des qualifications professionnelles. Ceci est d'autant plus vrai qu'il existe déjà un sous-emploi en milieu urbain, pouvant servir de réserve en cas d'appel à la main-d'œuvre.

C'est pourquoi il faut réfléchir sur l'adéquation d'un modèle de développement de type occidental, basé sur l'exode professionnel et la migration de nombreux paysans vers les centres urbains.

Dans les pays industrialisés, ces deux mouvements eurent lieu grâce au développement du secteur extra-agricole et des centres urbains, et grâce à l'accroissement de la productivité du secteur agricole.

Ces deux conditions n'existent que très peu au Burundi de nos jours. Seuls les effets de l'accroissement démographique semblent être les éléments contraignants et responsables de la mutation en cours.

Ceci n'exclut pas l'influence d'autres facteurs pouvant provoquer des mutations dans le système d'exploitation (4), mais au niveau macro-économique. l'accroissement rapide de la population, qui reste très majoritairement rurale et agricole, est certainement le catalyseur principal des changements en cours.

Dans ces conditions, un modèle viable doit être bâti sur l'activité économique du monde rural.

L'injection d'activités secondaires, améliorant ou créant les infrastructures et l'équipement, et d'activités tertiaires, orga-

nisant l'épargne et le crédit, les soins de santé, les associations professionnelles et pourquoi pas, certaines formes d'assurances, représente une stratégie originale.

Elle présente l'avantage de créer en milieu rural des opportunités d'activités extra-agricoles. Il devrait s'ensuivre, par contre-coup, un développement du secteur secondaire et tertiaire, suite à la stimulation de la demande.

Un modèle économique basé sur l'offre et la demande, à travers la monétarisation, peut être développé.

On se rend compte dès lors que certaines mesures doivent être prises ou renforcées pour améliorer l'environnement général des exploitations.

Ces mesures, surtout s'il s'agit de stratégie à long terme ou internationale, débordent largement du cadre technique dans lequel se place généralement l'étude des systèmes d'exploitation, mais l'étude micro-économique des systèmes d'exploitation doit dépasser le niveau où elle se situe pour jeter des ponts vers la réflexion macro-économique, et plus spécialement la mise au point d'une politique qui soutienne

le développement du monde agricole et qui inclut des composantes socio-économiques, politiques et même culturelles, dont la mise en œuvre est souvent affaire de temps et de négociations.

Le tableau 4 illustre quelques grandes lignes sur lesquelles doivent s'appuyer les mutations en cours, tantôt dans le moyen terme, tantôt à beaucoup plus long terme.

6. Conclusions

L'étude des systèmes d'exploitation permet, à travers quelques variables très discriminantes, de discerner diverses situations qui imposent une réflexion plus globale sur l'évolution des exploitations et sur le cadre plus général qui devrait accompagner cette évolution.

Il appartient alors aux responsables des autres niveaux d'utiliser ces enseignements pour les inclure dans la justification et l'amélioration de leurs actions pour soutenir le développement du monde rural, large majorité de la population au Burundi.

Ceci met l'accent sur l'importance de la connexion liant «producteurs d'études» et «utilisateurs directs ou potentiels» (6). L'étude des systèmes d'exploitation, par les questions qu'elle soulève, permet aussi de dégager les voies d'une exploration plus approfondie pour vérifier les faits mis en lumière et élaborer des hypothèses d'évolution dont il est important de mesurer la pertinence en cours de route.

Remerciements

L'auteur remercie les personnes de l'ISABU et du Département de Socio-économie rurale de la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université du Burundi, qui ont organisé le Séminaire sur l'Etude des Systèmes d'Exploitation Agricole au Burundi, à Bujumbura, du 25 au 27 mai 1989.

En effet, l'essentiel de cet article est issu de la communication présentée par l'auteur à ce séminaire, communication dont le contenu a pu être enrichi des réflexions menées lors de ce séminaire.

TABEAU 4

Peut-on freiner et/ou orienter la mutation des systèmes d'exploitation ?

Actions à moyen terme	Actions à long terme
— protection du patrimoine foncier	— politique de restauration et mise en valeur du patrimoine foncier
— intensification de la production agricole par unité de surface	— politique globale de fertilisation
- inputs	— priorité au secteur primaire maintenue et développement des autres secteurs en aval
- techniques culturales	— affectation de l'aide alimentaire aux investissements productifs en milieu rural (rémunération en nature de la main-d'œuvre)
- encadrement	— établissement d'un «nouvel ordre économique mondial»
- ...	- révision de la dette
— développement du crédit et de l'épargne	- amélioration des termes de l'échange
— émigration accompagnée de remembrement	
— encouragement des activités secondaires et tertiaires	
— organisation socio-professionnelle du monde rural	

Références bibliographiques

- Bergen D., 1988, Influence de la densité de la population sur la taille de l'exploitation agricole et sur l'intensification de l'agriculture traditionnelle, Institut des Sciences Agronomiques du Burundi. Publication n° 121, 33 pages.
- Bertier P., Bouroche J.-M., 1981, Analyse des données multidimensionnelles, Presses universitaires de France. Paris, 270 pages.
- Fenelon J.-P., 1981, Qu'est-ce que l'analyse des données? Editions Lefonen, Paris. 311 pages.
- Hubert J.-P., Otoul C., 1988, Evaluation du transfert et de l'application des thèmes techniques de la caféiculture. Importance économique de la caféiculture dans l'exploitation agricole familiale. Région naturelle du Kirimiro et comparaison avec celle du Buyenzi, Institut des Sciences Agronomiques du Burundi. Publication n° 126. 130 pages.
- Ndimira P.-F., 1989, Performances et limitations du système d'exploitation agricole au Burundi. Cas de la région de Remera. 39 pages, Communication lors du séminaire sur l'étude des systèmes d'exploitation au Burundi. 25-27 mai 1989. Bujumbura. Burundi.
- Nobera E., 1989, Les besoins en informations sur les systèmes d'exploitation agricole ressentis par la Direction Générale de la Planification Agricole et de l'Elevage, Communication lors du séminaire sur l'étude des systèmes d'exploitation au Burundi. 25-27 mai 1989. Bujumbura. Burundi.
- Vandueren A., 1988, Démographie, Agriculture et Développement. Le cas du Burundi, Université catholique de Louvain, 55 pages.
- Vandueren A., D'Haese L., 1989, Etude de la diversité des situations paysannes pour un développement régional intégré. Le cas du Mugamba, Communication lors du séminaire sur l'étude des systèmes d'exploitation agricole au Burundi, 25-27 mai 1989, Bujumbura, Burundi.
- Verhaegen E., D'Haese L., 1989, Dynamique structurelle et fonctionnelle d'un système agraire, Communication lors du séminaire sur l'étude des systèmes d'exploitation au Burundi. 25-27 mai 1989. Bujumbura. Burundi. 59 pages.
- Voile M., 1985, Analyse des données, Editions Economica, Paris. 323 pages.

Feed utilization and live weight gain by the African giant rat (*Cricetomys gambianus* Waterhouse) at Dschang in Cameroon.

J.N. Fonweban*, R.M. Njwe**.

Keywords: *Cricetomys gambianus* — Rations — Feed intake — Digestibility — Weight gain.

Summary

A study was carried out with twenty untamed African giant rats (*Cricetomys gambianus* Waterhouse) that were fed four rations with graded levels of crude protein (10.7, 13.1, 14.9 and 15.5 percent) for 8 weeks in individual cages in a completely randomised design. Dry matter intake ranged from 24.88 to 27.07 g per day. Daily dry matter and crude protein intake increased as the level of crude protein in the ration was raised but differences between treatment were not significant. Similarly, there were no significant differences between treatment when dry matter, organic matter, and crude protein digestibilities were considered. Daily live weight gain was low in all treatments (1.71 to 3.25 g per day) with no significant differences between them.

Résumé

Une étude a été menée avec une vingtaine de rats sauvages de Gambie (*Cricetomys gambianus* Waterhouse), nourris à base de quatre rations à taux croissant de protéines brutes (10.7, 13.1, 14.9 et 15.5 pourcent) pendant une durée de huit semaines dans des cages individuelles. Le dispositif expérimental était du type bloc complètement aléatoire. La consommation journalière de la matière sèche variait de 24,88 à 27,07 g par jour. La consommation journalière de la matière sèche et protéine brutes augmentait avec l'accroissement du niveau de protéine brute dans la ration mais la différence entre les traitements n'était pas significative. De même, les différences en digestibilité de la matière sèche, de la matière organique et de la protéine brute n'étaient pas significatives. Les gains journaliers en poids vif étaient faibles pour tous les traitements (1,71 à 3,25 g par jour); mais les différences n'étaient pas significatives.

Introduction

Wildlife provides a non-negligible source of animal protein to most rural populations in Cameroon. Unfortunately, little attention has been given to the wildlife sector especially as a source of animal protein. In recent years, several schemes have been initiated on the domestication of the African giant rat (*Cricetomys gambianus* Waterhouse) in Nigeria (3) and Zaire (9), which provide a basis for future investigations on this rodent as a source of protein. The African giant rat is accepted as a protein source in many African countries (1, 6, 9). It may also be a useful laboratory animal for nutritional clinical and pharmacological research. The object of the present study was to evaluate feed utilization and weight gain by the African giant rat fed rations with graded levels of crude protein.

Materials and Methods

Twenty untamed African giant rats ranging from 886 to 1062 g were purchased from peasants in Dschang in January 1986 and quarantined in individual cages for 3 months before the study started. During the quarantine period, the diet of the animals consisted of bread, sweet potatoes, avocado pears and raw peanuts. After the quarantine period, the animals were randomly allocated into four groups of five each such that each group represented a treatment in a completely randomised design. All animals were maintained in individual cages and provided feed and water *ad libitum*. Four experimental rations were compounded from a combination of ground maize, sweet potato flour, fish meal and commer-

cial mineral/vitamin mixture to contain the following crude protein contents: -10.7, 13.1, 14.9, 15.5%. The composition of the rations is indicated in Table I and II. The daily ration of 50 g of feed was provided to each animal every morning at 08.00 hours after the residue of the previous day's feed had been weighed.

TABLE 1
Proportion of various ingredients in experimental rations

Ingredients (%)	RATIONS			
	A	B	C	D
Maize	45	45	42	40
Groundnut meal	20	20	20	20
Sweet potato flour	25	17	14	10
Dried fish meal	3	7	12	18
Powdered milk	5	9	10	10
Mineral/vitamin mixture	1	1	1	1
Sodium chloride	1	1	1	1
TOTAL	100	100	100	100

TABLE 2
Chemical Composition of Rations

Composition (%)	RATIONS			
	A	B	C	D
Dry matter	91.80	92.05	91.18	91.93
Ash	3.80	3.37	4.94	5.00
Crude Protein	10.72	13.07	14.99	15.47
Ether Extracts	11.82	11.24	14.15	14.22
Crude Fibre	4.98	7.79	3.97	4.14
Nitrogen-Free Extracts	69.68	64.53	61.95	61.17

* Department of Forestry — University Center of Dschang — B.P. 96 Dschang, Cameroon

** Department of Animal Science — University Center of Dschang — B.P. 96 Dschang, Cameroon

Received on 19.04.89 and accepted for publication on 13.10.89

An adjustment period of one week was observed before the 8 weeks experimental period commenced. Animals were weighed weekly during the experimental period. During the last four days of the experimental period faecal samples of all animals were collected every 24 hours for evaluation of the digestibility of various experimental rations. Faecal samples were dried in a laboratory oven at 60°C for 48 hours after which they were ground and preserved in airtight sample bottles for chemical analyses. Feed and faecal samples were analysed for dry matter, ash, crude protein, crude fibre, ether extracts and nitrogen free extracts according to the AOAC (4) methods.

Total digestible nutrients (TDN) intake by experimental rats were estimated using the following formula:

$$\text{TDN} = \text{DCP} + \text{DCF} + \text{DNFE} = 2.25 (\text{DEE})$$

Where TDN = Total Digestible Nutrients

DCP = Digestible Crude Protein

DCF = Digestible Crude Fibre

DEE = Digestible Ether Extracts

DNFE = Digestible Nitrogen Free Extracts

From TDN values corresponding digestible energy (DE) intake values were estimated by multiplying by 4.4 Kcal (1g TDN = 4.4 Kcal).

Statistical analysis of data was carried out according to the procedures of Steel and Torie (10) for analysis of Variance for a completely randomised design while significant differences between treatment means were determined using the Duncan's multiple range test.

Results and Discussion

Results of feed intake, digestibility and live weight gain by African giant rats are shown in Table III. Dry matter intake ranged from 24.88 to 27.07 g/day. They were no significant differences between treatments despite the numerical differences. However, dry matter intake increased as dietary protein level was raised. Dry matter intake by African giant rat in this investigation is lower than the range of 30.9 to 36.3 g/day for the same species weighing between 1000 to 1200 g reported from Nigeria (3) using diets with similar crude protein range. The low intake may probably be due to the higher crude fibre content in the present rations (3.97 to 7.79%) as against 1.5 to 2.7% used in Nigeria. Reductions in dry matter intake by African giant rats occur espe-

cially if crude fibre content exceeds 10%. However, a tolerance of up to 15% crude fibre level by giant rats has also been reported (7). The trend in organic matter intake tended to increase with increasing dietary crude protein level. Increasing dietary crude protein content from 10.7 to 13.1 increased crude fibre intake from 1.21 to 1.98 g/day. Any further increase in dietary crude protein content did not improve crude fibre intake.

Dry matter digestibility ranged from 87.16 to 90.01 percent. Differences between treatments were not significant. Similarly, there were no significant differences between treatments as regards organic matter and crude protein digestibility. They increased with increasing dietary crude protein level. Dry matter digestibilities obtained in this study are higher than those reported in Nigeria (8) probably as a result of a higher content of more digestible carbohydrate in rations. The crude fibre component has an important negative influence on digestibility of other feed constituents since unbroken cell walls (containing hemicellulose, cellulose and lignin) prevents access of digestive enzymes to cell contents. Increase in crude fibre content in may feeds by 1 percent unit causes a reduction in digestibility of total nutrients by 0.7 to 1.0 unit for ruminants. This value is higher for monogastric species. The stage of maturity influences digestion and utilization of some nutrients. Rats used for this investigation were almost mature, unlike weaned rats used in the Nigerian studies (8). The improvement in the efficiency of nutrient digestibility in mature rats is related to changes in the quantity of enzymes secreted into the gastro-intestinal tract. Thus the tendency to cope with less digestible components of the ration improves with maturity. There were no differences between treatments as regard TDN or digestible energy intake. Daily weight gain tended to decline with dietary crude protein level. It is however worth noting that 50 percent of the rats used in the experiment had attained adult weight (1000 and 1500 g for females and males respectively) such that appreciable weight gains by younger rats was diluted by adults that were virtually no longer growing. Low feed intake could also have contributed to slow growth rate. The balance of amino acids in rations could also influence feed intake and growth but is not addressed in the investigation. Babatunde and Fetuga (5) reported that methionine deficiency in chicken diets not only depressed feed intake but also growth. This could be the case in the present study.

TABLE 3
Feed intake digestibility and live weight gain by African giant rats (*Cricetomys gambianus*)

	TREATMENTS			
	A	B	C	D
Initial Liveweight (g)	962 ± 153	1026 ± 112	1062 ± 136	886 ± 83
Final Weight (g)	1144 ± 77	1146 ± 32	1158 ± 91	994 ± 75
Live Weight change (g)	182 ± 94	122 ± 85	96 ± 55	108 ± 48
Average daily gain (g/day)	3.26 ± 1.68	2.18 ± 0.85	1.71 ± 0.21	1.93 ± 0.86
Dry matter intake (g/day)	24.28 ± 6.55	25.41 ± 3.79	25.49 ± 2.76	27.07 ± 27.07
Organic matter intake (g/day)	23.52 ± 2.85	24.55 ± 3.67	24.17 ± 2.62	25.67 ± 2.98
Crude Protein intake (g/day)	2.60 ± 0.32	3.32 ± 0.49	3.82 ± 0.41	4.19 ± 0.49
Crude fibre intake (g/day)	1.21 ± 0.15	1.98 ± 0.29	1.01 ± 0.11	1.12 ± 0.13
Dry matter digestibility (%)	89.16 ± 2.14	87.31 ± 1.38	87.11 ± 0.69	90.01 ± 1.66
Organic matter digestibility (%)	89.67 ± 1.73	88.86 ± 1.24	89.21 ± 0.67	92.61 ± 1.29
Crude protein digestibility (%)	66.81 ± 6.28	71.66 ± 2.96	75.8 ± 11.38	81.30 ± 2.52
TDN intake (g/day)	22.07 ± 6.34	22.56 ± 3.51	21.9 ± 3.02	23.80 ± 4.41
Digestibility Energy Intake (Kcal/day)	97.11 ± 27.89	99.26 ± 15.46	94.56 ± 13.28	104.56 ± 19.39

Conclusion

It is necessary to continue nutritional research on the African giant rat particularly as many young people are raising captured rats in the Dschang area of Cameroon. The Giant rat

is a protein source in this region where the human population is generally above 250 per km². Such research should eventually lead to feed packages that can be produced and sold to potential producers.

Literature

1. Ajayi S.S., 1975. Domestication of the African giant rat (*Cricetomys gambianus* Waterhouse). University of Ibadan, Nigeria, 44 P.
2. Ajayi S.S., 1976. Supplementation of Animal protein: a summary of some wildlife utilization projects in Africa, Niger J. Anim. Prod. **3** (1): 64-68.
3. Ajayi S.S., Tewe O.O., 1978. Performance of African giant rat (*Cricetomys gambianus* Waterhouse) on commercial rations and varying dietary protein levels Laboratory Animals 12: 109-112.
4. A.O.A.C., 1970. Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis. 11th Edition, Washington, D.C. USA.
5. Babatunde G.M., Fetuga, B.L., 1976. Determination of the minimum crude protein requirements of broiler, starters and finishers in the tropics. Niger. j. Anim. Pro. **3** (1): 126-138.
6. Dorst J., Dandelot P., 1976. Guide des grands mammifères d'Afrique. 2è Edition, Neuchatel, Paris, PP. 30-31.
7. Faturoti E.O., Tewe O.O., Ajayi S.S., 1981. Performance of the African giant rat (*Cricetomys gambianus* Waterhouse) on varying dietary crude fibre levels. J. Institute Anim. Tech. **32** (1): 1-12.
8. Faturoti E.O., Tewe O.O., Ajayi S.S., 1981. Nutrient digestibility and utilization by the African giant rat (*Cricetomys gambianus* Waterhouse) on varying dietary crude fibre levels. J. Institute Anim. Tech **32** (1): 37-52.
9. Malekani M., 1987. Techniques de capture et observations écoéthologiques sur le rat de Gambie, *Cricetomys*, dans la forêt équatoriale du Zaïre, Tropicultura **5** (4) 160-164.
10. Steel J.G.O., Torie J.H., 1960. Principles and procedures of statistics. McGraw — Hill Book Company, Inc. New York, USA.

J.N. Fonweban: Cameroones, ingénieur des Eaux, Forêts et Chasses, Assistant lecturer Dept. of Forestry, University Centre of Dschang

R.M. Njwe: Cameroones, B.Sc. Agriculture, M.Phil. Animal Nutrition, Ph.D. Animal Nutrition, Lecturer in Animal nutrition, Dept. of Animal Science, University Centre of Dschang

Chemical composition of *Achatina fulica*.

F. Aboua*

Keywords: *Achatina fulica* — Snail — Shell — Ivory Coast — Africa.

Summary

Proximate composition and mineral content were determined in snail without and with shell and shell alone from *Achatina fulica*.

This snail has high protein (above 40%), low fat (less than 3%) and is a relatively good source of macrominerals, including calcium, phosphorus, magnesium, potassium and sodium. *Achatina fulica* is an excellent source of iron but is poor in copper, zinc and manganese.

The snail is very rich in calcium but very poor in phosphorus, potassium and magnesium.

Résumé

La composition chimique et la teneur en éléments minéraux de la chair et de la coquille d'*Achatina fulica* ont été analysées.

La teneur en protéines de l'escargot est élevée (supérieure à 40%), faible en lipide (moins de 3%) et représente une source relativement excellente de macroéléments, calcium, phosphore, magnésium, potassium et sodium. *Achatina fulica* constitue une bonne source de fer mais est très pauvre en cuivre, zinc et manganèse.

La coquille est très riche en calcium mais très pauvre en phosphore, potassium et magnésium.

1. Introduction

Recent interest in the nutritional values of giant African snails in Ivory Coast has initiated new investigations on the composition of the molluscs. Indeed, *Achatina achatina* Linné is regarded as an important source of animal protein in the diets of several West African populations, especially those inhabiting the forest belt (2). The giant snail occurs in the wild and is gathered by villagers for consumption and for sale (4). But from the observations of Graham (3), Ogbeide (6), Oyenuga (8), Oracca and Tetteh (7), Mead and Kemmerer (5), little appears to have been written on the chemical analysis of snails. Thus, additional information is needed to better understand the nutrients of snails present in Africa.

It is the purpose of the present study to compare the proximate and mineral composition of snail with or without the shell found in Ivory Coast. Data were generated in a manner designed to provide useful information for consumers and dietiticians.

Material and methods

Material

Achatina sp is widespread in Ivory Coast during the rains and has been used for this experiment. The snails were picked up on the hedge of Ivorian Technological Research Centre (CIRT) where this experiment was done. The species concerned has been identified as *Achatina fulica* (Aouti, personal communication and Fouabi, personal communication), although the species is supposed to be absent from West Africa but is explained by the escape some years ago of many snails from experimental lots of introduced *A. fulica*, now rather abundant in Ivory Coast.

Sampling

The shell of three washed living snails has been broken with a small pestle. Extreme care was exercised to separate by hand flesh portion from shells. Three samples of shell and flesh were ground in a laboratory mill and a homogeneous mixture of each sample was obtained. All the samples were stored at -20°C until analyzed.

All the analyses were made in three replicates.

Proximate analyses

Snails with or without the shell were submitted to proximate analysis according to AOAC methods (1).

Homogeneous mixtures of each sample (2-3 g) were dried at 90°C for three hours to constant weight for moisture determination. Crude protein was obtained from macrokjeldahl using a digester «Büchi 430 N2 mineralisation unit» and a «Büchi 320 N2 distillation apparatus». Crude protein was calculated from the nitrogen content using the usual 6.25 conversion factor.

Total fat was obtained from each sample using a «Soxtec system HT» apparatus. Samples for ash were dried according to standardized AOAC methods (1), using a muffle furnace at 550°C to constant weight.

Mineral analyses

The mineral content was assayed on solution of each sample in 5N HCl. All the minerals were analyzed with a Perkin-Elmer atomic absorption spectrophotometer, Model 380 and a flame photometry method using the Eppendorf Gerätebau 077853-83 photometer.

(*) Centre Ivoirien de Recherches Technologiques (CIRT), 09 BP 922 Abidjan, Côte d'Ivoire
Received on 12 06 89 and accepted for publication on 28 11 89

Results and discussion

Proximate composition data (table 1) showed that the moisture content was higher in the snail without or with the shell than in the shell alone.

Table 1. Proximate composition of shell, snail without or with shell expressed in percentages (N = 3).

	Moisture*	Ash**	Protein**	Fat**
Shell	0,18 0,15 - 0,20	92,8 92,6 - 93	1,81 1,60 - 2,01	0,12 0,10 - 0,14
Snail without shell	69,5 68 - 71	7,64 7,42 - 7,85	72,1 71,2 - 73	2,10 2,05 - 2,15
Snail with shell	46,5 45,4 - 47,5	43,7 43,4 - 44	39,5 38,5 - 40,5	1,62 1,60 - 1,64

* Expressed in percentage on a fresh weight basis.

** Expressed in percentage on a dry weight basis.

The percentages of ash or total mineral matter were higher in shell alone and snail with shell than in snail without shell. The proximate analyses of samples indicated that the snail with or without shell were good sources of protein and were significantly lower in fat. The protein value was considerably lower for the shell.

The contents of several inorganic elements, essential to the human, are summarized in table 2. The snail without or with shell was especially rich in the macroelements whereas the calcium value of shell was very higher. The shell was poorer in phosphorus, potassium, magnesium and sodium.

The trace or micronutrients content is listed in table 2. The shell and the snail with shell had very much higher concentrations for iron but all the samples had considerably lower values for copper, zinc and manganese.

Table 2. Mineral contents of shell, snail, without or with shell expressed in percentages (mg/100g)* N=3.

	Ca	P	K	Mg	Na	Fe	Cu	Zn	Mn
Shell	36855 36780-36930	50 50 - 50	30 30 30	5 4 - 6	45 40 - 50	80,9 74,7 - 87	0,60 0,48 - 0,72	1,11 1,10 - 1,21	1,01 1,01 - 1,0
Snail without shell	1060 1050 - 1070	500 500 - 500	565 550 - 580	342,5 340 - 345	27,5 25 - 30	12,8 12,0 - 13,5	1,04 1,03 - 1,05	4,70 5 - 4,39	1,72 1,54 - 1,9
Snail with shell	21650 21500-21800	225 210 - 240	240 230 - 250	145 143 - 147	27,5 26 - 29	35,7 35,4 36	0,65 0,50 - 0,80	2,48 2,46 - 2,50	1,27 1,24 - 1,30

* Expressed in percentage on a dry weight basis.

Literature

1. AOAC 1980: Official Methods of Analysis» Ed. Horowitz, W. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C.
2. Beckett, W.H., Akokoaso, A. 1944. Survey of a Gold Coast village. Monographs on social Anthropology 10 London School of Economics.
3. Graham, S.M. 1978. Seasonal influences on the nutritional status and iron consumption of a village population in Ghana. University of Guelph, Canada (Thesis).
4. Hodasi, J. K.M. 1975.. Preliminary studies on the feeding and habits of *Achatina achatina*. Ghana J., sci, 15: 193-199.
5. Mead, A.R. and Kemmerer A.R. 1953. Amino acid content of dehydrated giant African snails *Achatina fulica* Bowdich, Sci., 117-138-139.
6. Ogbeide, O. 1974. Nutritional hazards of food taboos and preferences in mid west Nigeria Amer J. Ch. Nutri., 213-126.
7. Oracca-Tetteh R. 1971 The giant African snail as a source of food. In the better use of the world's fauna for food. London. Institute of Biology.
8. Oyenuga, V.A. 1968. Agriculture in Nigeria. FAO, Rome.

F. Aboua : Ivorian, Dr. in applied biology in nutrition, in charge of the physico-chemical and formulations' unit at the Ivorian Technological Research Centre.

Response of maize to partially acidulated Mekrou phosphate rock on ferralitic soils in the Mono region in Southern Benin.

C. Van den Berghe*, S. Lokonon**, P. Agbatchi** and M. Verloo*

Keywords: Rock phosphate — Partially acidulated Mekrou phosphate — Ferralitic soil

Summary

In this study, the agronomic efficiency of acidulated Mekrou phosphate rock from Benin was compared with pure rock and simple superphosphate on ferralitic soils in the Mono region. Two experiments were laid out, one at Zouzouvou in 1987 and one at Tulehudji in 1988 on soils containing respectively 2 and 4 ppm Bray-1-P.

Two methods were used in this evaluation: classical analysis of covariance for the 1987 and 1988 results and the determination of the Relative Efficiency indexes (RAE) by comparison of the regression coefficients of the response curves for 1988.

The analysis of covariance showed a highly significant (1%) response to P sources on the two sites, but interactions with doses were not significant at the 5% level in the two cases.

The RAE-values of phosphate rock and acidulated phosphate rock were respectively 2.50% and 61.61% of that of simple superphosphate, but no significant difference existed between acidulated rock and simple superphosphate.

Further studies should go deeper in the economics of the synthesis and application of the acidulated phosphate rock and its interaction with different soils.

Samenvatting

In deze studie, waarin de bemestingswaarde van gedeeltelijk aangezuurde Mekroufosfaatrots uit Benin op ferralitische bodems in het Mono-gebied in Benin werd vergeleken met ruwe fosfaatrots en enkelvoudig superfosfaat, werden twee proeven uitgelegd: één in Zouzouvou in 1987 en één in Tulehudji in 1988. Het Bray-1 extraheerbaar P in deze bodems bedroeg respectievelijk 2 en 4 ppm P.

In deze evaluatie werden twee statistische methoden gebruikt: de klassieke covariantie-analyse voor de resultaten van 1987 en 1988 en de bepaling van de relatieve bemestingswaarde (RAE) door de methode steunende op de vergelijking van de regressiecoëfficiënten voor de resultaten van 1988.

De covariantie-analyse toonde een hoog significante invloed (niveau 1%) van de drie fosfaatbronnen op de twee plaatsen, maar een niet significante interactie aan het 5% niveau tussen P bronnen en dosissen.

De relatieve bemestingswaarde van fosfaatrots en verzuurde fosfaatrots bedroeg respectievelijk 2.50 en 61.61% van deze van enkelvoudig superfosfaat. Het verschil tussen de geaciduleerde rots en het enkelvoudig superfosfaat was echter niet significant.

Verdere studies moeten dieper ingaan in de economie van de synthese en de toepassing van deze fosfaatbron en de interactie met de verschillende bodemtypen in Benin.

Introduction

The People's Republic of Benin disposes of phosphate ore which could be exploited for fertilizer production. The most promising Perimetre of South Marakire proved to contain reserves to a depth of 30m of 3.3 million tonnes, averaging 25.1% P₂O₅ and underlying an area of 0.225 km² (17).

The use of acidulated phosphatic ores has several advantages (14) due to the transformation of a portion of the P in plant available form and the remainder in a form which could enhance residual value. The amount of acid is limited and rocks that are less suitable for the production of superphosphate can still be used.

In the literature, different methods for the evaluation of the relative effectiveness of alternative phosphorus fertilizers have been reported: the determination of the substitution rate (5), the comparison of the regression coefficients (slopes) for the whole response curves in semi-log form (12, 16) and the linear part (slopes) of the curves, up to a dose where the quadra-

tic coefficients become significant (2). This last expression is particular by useful in developing countries where only low fertilizer doses have to be considered.

Hammond et al. (11) have evaluated the agronomic value of unacidulated and partially acidulated phosphate rock indigenous to the tropics.

In Africa, a more systematic study was undertaken by the International Fertilizer Development Center (13) from 1982 till 1984, but Benin was not included in the program.

As no results were available on the effectiveness of local acidulated Mekrou phosphate rock, the Faculty of Agronomy started a research program to synthesize and evaluate this fertilizer source. This study reports the results on the evaluation of non-acidulated and acidulated rockphosphate from Benin using the method of comparison of the regression coefficients.

* Fakulteit der Landbouwwetenschappen, Coupure Links, 653 9000 - Gent, België

** Faculté des Sciences Agronomiques, B.P. 526 Cotonou, Benin

Received on 22 03 89 accepted for publication on 04 01 90

Materials and methods

Characterisation of the fertilizer sources

The Benin phosphate ore is composed primarily of phosphate pellets and is cemented by silica. The rock is approximately 71% apatite with 23% silica, 1% goethite, and 2% aluminophosphates.

The apatite is a carbonate fluorapatite (francolite) composition with a low degree of carbonate substitution and therefore low reactivity (2% NAC P_2O_5). The liberation size of this ore should be approximately 0.09 mm. The silica gangue could be removed by a number of flotation processes. The low $R_2O_3 + MgO/P_2O_5^*$ ratio (0.06) and low chlorine levels indicate that the ore or concentrate has good potential for use in a number of fertilizer processes. Table 1 gives the chemical composition of the ore.

TABLE 1
Chemical analysis of the Benin phosphate ore

Constituents	Weight	Constituents	Weight	Constituents	Weight
	%		%		%
P_2O_5	29.30	MnO	0.02	SO_4^{2-}	0.10
CaO	41.50	Na_2O	0.09	S	0.10
F	2.80	K_2O	0.03	Cl	51 ppm
SiO_2	22.60	TiO_2	0.01	Org C	0.10
Al_2O_3	0.81	SrO	0.20	Free H_2O	0.5 ab
Fe_2O_3	1.00	BaO	0.03	L.O.I.	2.5 ac
MgO	0.01	CO_2	1.30	N.A.C. P_2O_5	1.9 ad

a: not included in totals

b: Free water determined by heating 1 hour at 105°C

c: L.O.I. (loss on ignition): determined by heating 1 hour at 105°C

d: Neutral ammoniumcitrate - soluble P_2O_5 .

Synthesis of acidulated phosphate rock

Ten kg of finely grounded phosphatic rock was treated with 1.8 liters of 70% sulphuric acid (which corresponds to 20 kg 100% acid for 100 kg of rock). The acid was previously heated to 80°C and carefully mixed with the phosphate rock obtained from the Mekrou region. The acidulated product was dried at 60-70°C on a hot plate and stirred daily for 10 minutes during a period of 7 days.

The product was not granulated. The procedure employed is well explained in a report by the U.S. Department of Agriculture and Tennessee Valley Authority (20).

The amount of sulphuric acid needed for the maximum acidulation of phosphatic rock can be calculated from the chemical composition of the rock using the data in table 1 and the formula:

$$A \text{ (kg sulphuric acid 100\% per 100 kg of rock)} = (1.749 \times \% \text{ CaO}) + (0.962 \times \% \text{ Al}_2\text{O}_3) + (0.614 \times \% \text{ Fe}_2\text{O}_3) + (2.433 \times \% \text{ MgO}) + (1.582 \times \% \text{ Na}_2\text{O}) + (1.041 \times \% \text{ K}_2\text{O}) - (0.691 \times \% \text{ P}_2\text{O}_5) - (1.225 \times \% \text{ SO}_3) = 53.88 \text{ kg } H_2SO_4 \text{ 100\%}.$$

As 20 kg of sulphuric acid 100% was used in this experiment and 53.88 kg sulphuric acid is necessary for maximum acidulation, we can conclude that a partially acidulated product was obtained.

The products were immediately analyzed before application using the Official CEE method (9) for water soluble, citric acid

2% soluble and mineral acid soluble P. Results are given in table 2.

Although labelled as having a P_2O_5 content of 19%, the commercial phosphate used in the 1987 trial contained less than 93% of the P content mentioned on the bag as a water soluble form, and did not meet the requirements (8) for superphosphate.

TABLE 2
Water soluble, citric acid 2% soluble and P soluble in mineral acids of the phosphate sources.

Fertilizer	Water sol. P	Citric acid sol. P	Mineral acid sol P
	%	%	%
Phosphate Rock	0.02	2.76	12.90
Acidulated Rock	3.82	4.90	11.30
Commercial P	4.30	5.54	9.68
Single Supers	8.30	-	8.60

Source: laboratory of Agrochemistry, University of Ghent, Belgium.

Variety of maize

The maize variety planted was Piersabak 7930 SR, an improved variety with white grain and a short cycle of 90 days. It is resistant to lodging, rust, helminthosporiosis and streak. Yields under controlled conditions in experimental stations amount to 4.5 - 5 tons/ha.

Soils

The soils were located at Zouzouvou in 1987 and Tulehudji in 1988 and can be classified as an Isohyperthermic, mixed, fine loamy Typic Rhodostult in the USDA Soil Taxonomy and as Ferralitic Soils in the French Classification System (7).

Some chemical and physical characteristics of the soils are given in table 3. The soils are characterised by a high sand content, slightly acid reaction and a low P content when 10 mg/kg of P Bray-1 is considered as the norm at which 90% of the optimum maize yield can be obtained.

TABLE 3
Chemical and physical characteristics of the soils (0-25 cm).

Location	OM %	pHw	pH KCl	Bray-1 P mg/kg	CEC meq/100g	Sand %	Silt %	Clay %
Zouzouvou	1.17	6.3	6.2	2	4.00	86.60	4.96	8.11
Tulehudji	1.22	6.4	4.9	4	6.00	75.59	5.62	16.41

Climate in the area

The annual rainfall in the area is about 1000 mm with a bimodal rainfall pattern: two rainy and two dry seasons. The first season is from March till July and the second one during September-October. This area is less suitable for maize production (3).

In fact only in the first season where rainfall is superior to potential evaporation maize cultivation is possible without too much risk. Table 4 gives the mean monthly rainfall during the period 1950-1980 taken at Ouidah, 75 km South of the trial area. For the trial area itself at Djakotomey (5 km South of Zouzouvou) and Toviklin (5 km North of Tulehudji) only annual data are available. These data are given in table 5.

* $R_2O_3 = Al_2O_3 + Fe_2O_3$

TABLE 4
Mean monthly rainfall at Ouidah from 1950 till 1980

Month	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
mm	12.2	26.5	81.4	120.6	180.1	331.9	134.8	46.6	75.7	126.5	40.1	13.2

Source: Chaillard H., 1985 (4).

TABLE 5
Yearly rainfall data for Djakotomey and Toviklin.

District	Aplohoue (Djakotomey)		Kloukanme (Toviklin)	
	mm	number of days	mm	number of days
1978	1331	72	995	57
1979	1379	90	1256	71
1980	1169	67	1066	44
1981	921	67	1131	49
1982	796	62	824	47
1983	1102	64	—	—
1984	1222	76	986	74
1985	1126	70	1377	82
1986	903	61	927	70
Mean	1105		1070	
Stand.dev.	187		168	

Source: Carder Mono

Cultural Techniques

The design used is a complete randomised block design, replicated three times. No fertilizer has been applied to the soil for the last three years. It was freshly tilled at the moment of sowing to a depth of 10 cm with a hoe and pulverised which facilitates banding and covering of the fertilizer near the planting line. In fact minimum tillage has several advantages (1,6,15). Plot sizes were 5 × 5m.

At the sowing time, 30 kg N as urea (46%N) and 60 kg K₂O as potash muriate (50%K₂O) were applied as side-dressing (5 cm besides the sowing line and 5 cm deep). The four phosphate sources were applied at rates of 0,30,60 and 90 kg P₂O₅/ha in the same furrow.

As recommended (10,19), the N dose was split and 30 kg of N as urea was applied 45 days later in a furrow at the other side of the first fertilizer applications. As no estimations of volatile ammonia losses are known in the area, the fertilizer was each time covered.

Statistical analysis of the results

The differences between the different sources were evaluated with classical analysis of covariance, studying the interaction sources × linear and sources × quadratic effect.

A semilog function was used to describe the relationship between yield and rate of P₂O₅ applied from the various P-sources as follows:

$$Y_i = b_0 + b_1 \ln x > 0$$

To compare the relative agronomic effectiveness (RAE) to the various sources with respect to SSP, the RAE was defined as the ratio of the two slopes, i.e.,

$$RAE \% = \frac{b_1}{b_{SSP}} \times 100$$

$$t = \frac{b_1 - b_2}{\sqrt{(SE_1^2 + SE_2^2)}} \text{ with 26 df.}$$

SE is the standard error on the regression coefficients.

The regression coefficients of the semi-log response functions were obtained by multiple linear regression using dummy variables.

Results and Discussion

Mean yields for the 1987 and 1988 season are given in table 6. As one treatment differs in 1987 and 1988 it is impossible to combine the results in the analysis of covariance.

TABLE 6
Mean yields of maize in kg/ha (14% moisture) as a function of phosphate sources and doses.

Source	0	30	60	90
1987				
Rock phosphate	2173	2491	2438	2597
Com. phosphate	-	3551	3710	3710
Acidul. phosph.	-	3419	3657	3366
1988				
Rock phosphate	2369	2121	2304	2268
Acidul. phosph.	-	2790	3005	3115
Single Supers	-	3172	3559	3810

Fertilizer effectiveness as evaluated by analysis of covariance

Analysis of covariance for the two years are given in table 7. In 1987 and 1988 no significant interactions between sources and linear and quadratic effects are observed, which means that there is no difference in the response functions of the three fertilizer sources at the 5% level, and one response function can be calculated, combining the three sources, although in 1988 the interaction S × L is significant at the 10% level. Further research might lead to significant interactions at the 5% level.

This analysis is very valuable because the whole response curve is considered.

The method that follows allows the calculation of an index for the relative fertilizer effectiveness (RAE) by comparison with a standard fertilizer, in this case simple superphosphate as in 1988.

Fertilizer effectiveness as calculated from regression coefficients.

As stated by McCune (18) comparison of the regression coefficients constitutes the most appropriate way to (i) see if the crop response to a fertilizer nutrient is significant or not, (ii) compare whether there are significant differences in crop responses to various fertilizer sources, and (iii) calculate the relative agronomic effectiveness (RAE).

After a logarithmic transformation of the doses has been done, a multiple linear regression was tested using dummy variables. Results are given in table 8. This equation gives three linear equations with common intercept, which are given in table 9.

TABLE 7
Analysis of covariance for the 1987 and 1988 results

Source	Year 1987				Year 1988			
	Sum of Squares	D.F.	Mean square	F-ratio	Sum of Squares	D.F.	Mean Square	F-ratio
Treatment	10041472	9	1115719	4.5**	9075514	9	1008390	30.1**
Check vs. rest	2932810	1	2932810	11.9**	774092	1	774092	23.1**
Betw.sources (S)	6873200	2	3436600	13.9**	7461170	2	3730585	111.3**
Linear eff.(L)	22827	1	22827	0.1ns	605000	1	605000	18.0**
Interaction S x L	36749	2	18375	0.1ns	196553	2	98277	3.0ns
Quadratic eff.(Q)	37604	1	37604	0.2ns	35267	1	35267	1.1ns
Interaction S x Q	138200	2	69130	0.3ns	3427	2	1714	0.1ns
Block	1363501	2	681751	2.8	185786	2	92893	2.7
Error	4448205	18	247122		603486	18	33527	
Total	15853179	29			9864787	29		
				5% *	1% **			
			F(1,18) =	4.4	8.3			
			F(2,18) =	3.6	6.0			
			F(9,18) =	2.5	3.6			

TABLE 8
Calculation of the multilinear regression

Term	Coeff	St.Err	T.stat	Part.Corr	Contr.R-sq
B0	2235.4	152.7	14.6
B1	0.737	44.2	0.02	0.01	0.00
B2	185.2	44.2	4.19	0.63	0.14
B3	299.1	44.2	4.76	0.80	0.36
*t = 2.05 27 0.05					
		Sum SQ	Deg Fr	Mean SQ	
Due to regression		7882236	3	2627412	
About regression		2026108	26	77927.21	
Total		9908343	29	341667	
R-SQ: 0.80	Corrected R-SQ: 0.77				
F-test: 33.7**	St.Err. of Regr. . 279.2				
**F3,26 - 0.05 = 2.96					

TABLE 9
Response equations and RAE

Source	Equation	RAE ***
P.R.	Y1 = 2235 + 0.74 1n X1	2.50 b
A.F.	Y2 = 2235 + 185.18 1n X2	61.91 a
SSP.	Y3 = 2235 + 299.13 1n X3	100.00 a
	***t 26 0.05 = 2.06	

From table 8 follows that only the coefficients B2 and B3 are significantly different from 0 as indicated by the t-statistic. ($t_{27, 0.05} = 2.05$), which indicates definite responses for the acidulated phosphate rock and simple superphosphate.

The F-test for the multiple linear regression indicates a significant multiple regression model. ($F_{3,26 0.05} = 2.96$).

When comparing the regression coefficients B3 and B2 a «t» value of 1.82 is calculated. This value is not significant at the 5% level and 26 degrees of freedom (2.06).

The analysis indicates that the regression coefficients for acidulated phosphate and SSP are not significantly different, but these two are significantly different from the raw phosphate rock which means that the effectiveness of acidulated phosphate rock in terms of increasing crop yield per unit of P applied is equal in effectiveness to SSP but raw phosphate rock is only 2.50% effective when compared to SSP, independent of the level of P applied in the interval studied.

When comparing the raw rock phosphate with the acidulated one, we can conclude that a larger RAE goes along with a larger amount of citrate soluble P (table 2), which is in accordance with the observations of Leon et al. (16).

The results obtained are in agreement with those published by IFDC (13) for maize in West Africa on Ultisols. Finely ground, untreated phosphate rock from Togo gave lower yields than acidulated rock phosphate using 50% of the acid required for maximum acidulation (PA50) and superphosphate, the latter two being equal in effectiveness. With 25% acidulation an intermediary product between phosphate rock and PA50 was obtained.

Conclusions

The results indicate that with simple means and less sulphuric acid than required for maximum acidulation, a very effective phosphatic fertilizer can be synthesised from local Mekrou phosphate rock in Benin. The acidulated product was superior to the unacidulated rock in 1988.

Acknowledgements

This study was carried out in the frame of the project «Fertilisation et Régénération des Sols en République Populaire du Bénin» financed by the Belgian Administration for Development of Cooperation (BADCO).

Literature

1. Agboola, A.A., 1981. The effect of different soil tillage management practices on the physical and chemical properties of soil and maize in a rain-forest zone of Western Nigeria. *Agron. J.* **72** (2): 247-251
2. Bolland, M.D.A., Gilkes, R.J. & Allen, D.G., 1988. The residual value of superphosphate and rock phosphates for lateritic soils and its evaluation using three soil phosphate tests. *Fert. Res.* **15**: 253-280.
3. Centre National d'Agropédologie. 1983 Notice explicative des cartes d'aptitude culturale de la République Populaire du Bénin. 133 pp.
4. Chaillard, H., 1985. Rapport de fin de campagne d'irrigation 1984-1985 sur le complexe agro-industriel de Ouidah Nord.
5. Colwell, J.D., & Goedert, W.J., 1988. Substitution rates as a measure of the relative effectiveness of alternative phosphorus fertilizers. *Fert. Res.* **15**: 163-172.
6. Denisov, I., 1982. Principes d'Agriculture Tropicale. Edition Mir. 250 pp.
7. Duchaufour, Pg., 1983. Pédologie. Masson, 120 Boulevard Saint Germain 75285 Paris. 491 pp.
8. EEC, 1975. Richtlijnen van de commissie van 18 december 1975 betreffende de onderlinge aanpassing van de wetgevingen van de Lidstaten inzake de bemonsterings- en analysetechnieken. Publikatieblad van de Europese Gemeenschappen. Nr. L 24/21-24 pp 27
9. EEC, 1977. Richtlijnen van de commissie van 22 juni 1977 betreffende de onderlinge aanpassing van de wetgevingen van de Lidstaten inzake de bemonsterings- en analysetechnieken. Publikatieblad van de Europese Gemeenschappen. Nr. 1213/1-89 pp 62-74.
10. Goldsworthy, P.R., 1966. Samaru Technical Notes. Institute for Agricultural Research, Ahmadu Bello University, Zaria, Nigeria.
11. Hammond, L.L., Chien, S.H., & Mokuwene, A.U., 1986. Agronomic value of unacidulated and partially acidulated phosphate rocks indigenous to the tropics. *Advan. Agron.* **40**. 89-140.
12. Hellums, D.T., Chien, S.H. & Touchton, J.T., 1989. Potential agronomic value of calcium in some phosphate rocks from South America and West Africa. *Soil Sci Soc Am J.* **53**:459-462.
13. International Fertilizer Development Center (IFDC), 1985. Fertilizer Research Program for Africa. Rep. Int. Fund Agric. Div. Muscle Shoals, Alabama. 132 pp.
14. International Fertilizer Development Center (IFDC), 1986. Tech. Bull. T-31
15. Kang, B.T., & Messan, A.D., 1983. Fertilizer management for no-tillage crop production in: No tillage crop production in the tropics. (Aka-bundo I.: Deutch, A., Edts. Cornvales USA, Oregon State University. pp 111
16. Leon, L.A., Fenster, W.E., & Hammond, L.L., 1986. Agronomic potential of eleven phosphate rocks from Brazil, Colombia, Peru and Venezuela. *Soil Sci Soc Am J.* **50**: 798-802.
17. Mc Ciellan, C.H., & Notholt, A.J., 1986. Phosphate deposits of tropical sub-Saharan Africa. Edts. Mokuwene, A., and Vlek, P. pp 173-223.
18. McCune, D., 1989. Personal Communication.
19. Moursi, M.A. & Saleh, S.A., 1980. Effect of rates and methods of urea application on chemical composition of maize plant. *Egyptian Journal of Agronomy.* **5** pp 15-23.
20. U.S. Department of Agriculture and Tennessee Valley Authority 1984. Superphosphate: Its History, Chemistry and Manufacture. pp 116-130.

C. Van den Berghe, Belgian. Professor of Agricultural Chemistry, Dr ir (Lille, Ghent) at the Faculty of Agronomy, Benin. Presently, Faculty of Agronomy, University of Ghent. Coupure links. 623. Ghent, Belgium
 S. Lokonon, Beninian. Agricultural Engineer, Cotonou, Benin
 P. Agbatchi, Beninian. Agricultural Engineer, Cotonou, Benin
 M. Verloo, Belgian. Professor, Director Chair of Agrochemistry, Faculty of Agricultural Sciences, Coupure 623. Ghent, Belgium

Utilisation agricole des composts d'ordures ménagères dans la ceinture maraîchère de Brazzaville (Congo).

H. Matondo*, E. Miambi**

Keywords: Household — Compost — Yield — Depressive effect.

Résumé

Après la mise au point d'une méthode de traitement des ordures ménagères par fermentation aérobie ou compostage, qui nous a permis d'obtenir un matériau organique dont l'intérêt pour la production végétale est indéniable, la présente communication étudie la valeur fertilisante des composts d'ordures ménagères et des déchets bruts. Cette étude a été conduite en plein champ. Les résultats obtenus montrent incontestablement des effets positifs de l'enfouissement du compost d'ordures ménagères sur les rendements des cultures maraîchères (dans les sols de la région de Brazzaville, sols relativement pauvres). Mais, il est apparu aussi que l'enfouissement direct d'ordures ménagères brutes non compostées provoquent parfois des effets dépressifs notamment sur des cultures à cycle végétatif court.

Summary

After the finalization of the household filth processing through aerobic fermentation or compostage, which allowed us to get an organic tool, so important in the plant production, the following communication studies the fertilising values of compost from household filth and raw wastes. Conducted in the fields, the study has revealed being successful with positive effects of the burying of compost upon the output of garden-market cultivation (in the Brazzaville poor soil). Moreover, the direct burying of household filth go along with depressive effects mainly on short-cycle vegetative cultivation.

1. Introduction

La nécessité d'accroître la production alimentaire dans la zone de Brazzaville pour nourrir une population en rapide expansion a provoqué l'extension des cultures maraîchères. La pression démographique a entraîné le raccourcissement du cycle des jachères et même la pratique des cultures continues sur des sols pauvres, peu aptes à les supporter. Or, les maraîchers disposent de peu de sources de matière organique pour amender leurs sols, notamment parce qu'il n'y a pas de fumier disponible car l'élevage pratiqué dans la région est extensif.

Pour améliorer la fertilité de ces sols, les maraîchers utilisent les ordures ménagères sous forme fraîche à C/N élevé, n'ayant subi ni fermentation, ni traitement mécanique. Cette pratique présente des risques notamment des privations d'azote au niveau des plantes ou l'induction de conditions réductrices intenses dans les sols (4).

Le compost urbain qui résulte de la transformation biologique des ordures ménagères (2,5) est susceptible de présenter un intérêt agronomique (1) en tant que fertilisant ou source de matière organique (10,11).

C'est pourquoi, nous avons mis en œuvre une série de travaux en vue d'améliorer leur utilisation en liaison avec la Municipalité de Brazzaville.

Dans un premier temps, une étude analytique détaillée (7,8) a permis de caractériser la composition des ordures ménagères de la ville de Brazzaville et d'apprécier les fluctuations saisonnières de la composition des divers constituants.

Dans un second temps, nous nous sommes attachés à étu-

dier l'influence de l'incorporation du compost produit avec ces ordures ménagères sur la croissance et la production des cultures (haricot vert et aubergine).

Ce sont les résultats de cette étude qui sont présentés dans la présente note.

2. Matériel et méthodes

2.1. Situation générale des essais.

L'étude a été réalisée à Kombé situé à 17 km au sud de Brazzaville. Le climat de type congolais est caractérisé par :

- une hauteur annuelle des pluies voisine de 1300 mm. Cette dernière a une importance non négligeable du point de vue agronomique ;
- une longue saison sèche de 4 à 5 mois coïncidant avec un minimum de la température et de la tension de vapeur d'eau, en liaison avec le courant du Benguela longeant le littoral angolais et bas congolais.
- une longue saison de pluies, marquée par une diminution de la pluviométrie en janvier et février, période appelée «petite saison sèche».

La zone d'essai est située sur des sols ferrallitiques fortement désaturés, formés sur matériaux schisto-gréseux. Les principales caractéristiques physico-chimiques des sols de la région de Kombé utilisés pour le maraîchage sont présentés dans le tableau 1.

* Institut de Développement Rural B.P. 69 Brazzaville, Congo

** Laboratoire de Microbiologie et de Biotechnologie, DGRST/ORSTOM B.P. 181 Brazzaville-Congo

Reçu le 14 11 89 et accepté pour publication le 20 03 1990

TABLEAU 1

Propriétés physico-chimiques des sols de Kombé

pH		5,3
carbone %		1,86
Azote %		0,12
C/N		15
P ₂ O ₅ assimilable ‰		0,13
Bases échangeables méq.	Ca ⁺⁺	0,93
	Mg ⁺⁺	0,28
	K ⁺	0,92
S		2,78
T		4,58
V		60,70
Granulométrie %	Argile	19
	Limon	8,5
	Sable	70,40

S: somme des cations échangeables en méq/100 g de sol.

T: capacité totale d'échange en méq/100 g de sol.

V % = S/T 100

2.2. Le compost d'ordures ménagères.

Les ordures ménagères utilisées pour le compostage dans cette étude provenaient des décharges de la ville de Brazzaville. Les déchets collectés ont été triés à l'aide d'une fourche pour éliminer les produits indésirables (ferrailles, verre, plastiques ...).

Le compostage a été réalisé par fermentation aérobie sur aire. A cette fin, les ordures ménagères ont été mises en tas immédiatement après les opérations de triage avec retournement périodique des tas. La mise en tas s'est faite de bas en haut de la manière suivante jusqu'à atteindre 1.60 mètre de hauteur :

- une couche de déchets urbains triés (15 cm);
- une mince couche de terre (1 cm environ) pour réduire la teneur en humidité et absorber une partie de l'ammoniac volatil;
- une mince «pellicule» de calcaire broyé (par saupoudrage) dont le rôle est d'accélérer la décomposition des déchets organiques en activant l'action des microorganismes et en inhibant l'acidification (7,8).

2.3. Méthodes d'analyse

Le pH a été mesuré à l'aide d'un pH-mètre. Le carbone a été dosé par la méthode de Walkley et Black, l'azote par la méthode de Kjeldahl. Les bases échangeables (Ca⁺⁺, Mg⁺⁺ et K⁺) ont été déterminées en faisant d'abord une extraction par l'acétate d'ammonium à pH 7. Ca⁺⁺ et Mg⁺⁺ ont été dosés par spectrophotométrie de flamme. Le Mg⁺⁺ a été dosé par complexométrie à l'EDTA à pH 10,5. Le phosphore assimilable a été déterminé par la méthode de Olsen.

2.4. Le dispositif expérimental

Cet essai a été réalisé au Centre d'Appui Technique de la Coopérative Maraîchère de Kombé. Les plantes testées ont été l'aubergine et le haricot. Le schéma expérimental, blocs de Fischer à trois répétitions a permis de comparer des apports d'ordures ménagères et de compost à un témoin

absolu et à l'effet d'un engrais chimique (NPK (17-9-9)). Les traitements ont été les suivants :

T0: témoin absolu

T1: engrais NPK (17-9-9), 100 Kg/ha

T2: déchets bruts (130 T/ha)

T3: compost de déchets urbains (130 T/ha)

T4: compost de déchets urbains (230 T/ha)

T5: compost de déchets urbains (260 T/ha)

Les échantillons de sol pour l'analyse ont été prélevés de 0 à 20 cm à cinq endroits de la zone d'étude. Ces échantillons ont été mélangés puis passés dans un répartiteur pour avoir deux échantillons moyens. Les résultats donnés ici représentent la moyenne de ces deux échantillons.

Après repiquage, la croissance et la production d'aubergine et du haricot vert ont été appréciées par le gain de production en gousses ou fruits pour chaque parcelle, la moyenne de ces valeurs étant calculée pour chaque traitement.

3. Résultats et discussions

Les principales propriétés physico-chimiques des ordures ménagères brutes et du compost d'ordures ménagères sont présentées au tableau 2.

TABLEAU 2

Principales caractéristiques physico-chimiques des ordures ménagères fraîches et des ordures compostées (exprimées par rapport à la M.S.)

	Carbone organique total (%)	Azote total (%)	C/N	Humidité équivalente (%)
Ordures ménagères fraîches	17	0,80	21	42
Compost d'ordures ménagères	29	2,3	12	40

Le rapport C/N de 21 des ordures ménagères, indique que la matière organique est mal décomposée. Le C/N de 12 pour les composts d'ordures ménagères indique que le compost est à maturité (9).

Le tableau 3 présente les rendements en aubergine et en haricot vert à la fin de l'expérimentation. Les résultats ont été rapportés à l'hectare.

TABLEAU 3

Récapitulatif des rendements obtenus par les différents traitements sur haricot vert et aubergine (ensemble de quatre essais)

	Haricot vert		Aubergine	
	Poids de gousses Kg/ha	Indice de comparaison	Poids de fruits récoltés (Kg/ha)	Indice de comparaison
T0	3.734	100	11.000	100
T1	—	—	32.300	293
T2	3.200	87	20.800	177
T3	4.889	130	18.967	172
T4	5.600	150	21.667	196
T5	7.623	205	22.333	203

Les observations faites sur le terrain ont montré que la croissance du haricot vert est ralentie par des apports des déchets urbains bruts immédiatement avant les semis. Ce qui explique la production inférieure de 13% par rapport au témoin absolu. Pour ce traitement l'activité des micro-organismes du sol a certainement entraîné une diminution de l'azote du sol. D'où l'effet dépressif observé.

Par contre, ce même traitement, a eu un effet bénéfique sur la production d'aubergine. Nous pensons que cette différence de comportement peut s'expliquer par la durée du cycle végétatif de cette culture. L'aubergine a un cycle végétatif plus long que celui du haricot vert. La matière organique des déchets urbains bruts a subi les deux processus de transformation antagoniste (minéralisation et humification) pendant que la plante était en croissance. Il s'en est suivi une libération progressive des éléments nutritifs au fur et à mesure. Cette action a favorisé l'obtention des gains de production observés sur aubergine. Ce résultat est en accord avec ceux de Komo Alimu et al., qui ont observé que les plantes à cycle végétatif long profitent mieux des éléments nutritifs libérés au cours de la décomposition des déchets (6).

Pour les traitements avec compost (T3, T4 et T5), les rendements sont supérieurs à ceux du témoin absolu et à ceux du traitement avec ordures ménagères brutes.

L'analyse statistique de la variance et un test unilatéral au seuil de 5 %, effectués sur les résultats des observations faites sur des lots de gousses prélevées dans chaque parcelle révèlent qu'il existe une différence significative entre le nombre de grains par gousse selon les traitements.

La construction des intervalles de confiance par la méthode de la plus petite différence (p.p.d.s.) établit que cette différence n'est pas statistiquement significative pour tous les traitements sauf pour T5. Pour ce traitement, le nombre de graines par gousse est plus élevé que pour les autres traite-

ments.

Les apports de doses croissantes de compost induisent des gains de production de plus en plus élevés : 30, 50, 105 sur haricot vert et 72, 96 et 200% sur aubergine.

Les rendements obtenus avec engrais chimique sur aubergine sont nettement supérieurs à ceux des autres traitements.

4. Conclusion

Le compostage est une technique qui permet de valoriser des ordures ménagères, des déchets au profit de l'agriculture, en l'occurrence les cultures maraîchères.

Les résultats obtenus permettent de tirer les enseignements suivants :

- Au point de vue technique, on peut considérer que le procédé de compostage d'ordures ménagères est au point ;
- Au point de vue agronomique, il ressort des essais effectués que les apports de compost améliorent les rendements des cultures d'aubergine et de haricot vert par rapport à des apports d'ordures ménagères non composées sur des sols ferrallitiques relativement pauvres de la ceinture maraîchère de Brazzaville ;
- Bien que les rendements obtenus avec engrais chimiques soient supérieurs pour des traitements, l'utilisation de ces derniers par les maraîchers de Brazzaville est très limitée à cause de leur prix d'achat élevé.

Par ailleurs, il est à souligner que l'enfouissement direct d'ordures ménagères non composées a des effets dépressifs notamment sur des cultures à cycle végétatif court. D'où l'intérêt de susciter l'utilisation des composts dans la ceinture maraîchère de Brazzaville.

Nous nous proposons de poursuivre nos travaux sur l'utilisation des composts de déchets urbains par la détermination des teneurs en éléments lourds et par l'étude des interactions engrais minéraux - compost.

Références bibliographiques

1. Ansett A., 1978. Points de vue de l'agronome quant à l'utilisation des déchets des centres urbains et de l'industrie en agriculture. *Génie rural*, **11**, 28-32.
2. Basalo C., 1974. Les ordures ménagères en agriculture. T.S.M. — *L'Eau*, **69**, 15-23.
3. Gray A.K., Sherman K., Brodelstone A.J., 1971. A review of composting - Part 1 *Process. Biochem.*, 32-36.
4. Inoko A., Miyamatsu K., Sugahara K., Harada Y., 1979. One some organic constituents of city refuse compost produced in Japan. *Soil Sci. Plant Nutr.*, **25** (2), 225-284.
5. Kehen L., 1967. Le compostage des ordures ménagères dans les pays chauds. *Tech. Sci. munic.*, **62** (5), 211-216.
6. Koma Alimu F.X., Soc. Agric. I.E., Jansen B.H., 1977. Evaluation of municipal refuse from Dahomey (Benin) as organic manure. *Soil Organic Matter Studies I.A.F.A.S.M.*, 211 - 27. vol.2, 277-287
7. Matondo H., Ngaka A., Miambi E., 1982. Etude des possibilités d'utilisation des déchets urbains en cultures maraîchères dans la région de Brazzaville, in *The First OAU/STRC Inter-African Conference on Bio-fertilizers*, Cairo (Egypt), March 1982.
8. Miambi E., 1982. Valorisation des déchets, urbains par compostage dans la ceinture maraîchère de Brazzaville. Mémoire d'Ingénieur de Développement Rural. Université Marien Ngouabi (Brazzaville).
9. Morel J.L., 1982. L'évaluation de la maturité des composts urbains par une méthode colorimétrique. *Compost Information*, **10**, 4-8.
10. Tam F.Y., 1984. Fertility values of organic wastes in colliery spoil reclamation. *Conservation and Recycling*, **7**, 2-4, 235-247
11. Vlamis J., Williams D.E., 1972. Utilization of municipal organic wastes as agricultural fertilizers. *Compost. Sci.* **13**, 26-28.

H Matondo Congolais. Docteur ès Sciences Professeur

E Miambi Congolais. Docteur 3e Cycle Physico-chimie appliquée à la biologie

Valorisation d'une Euphorbiacée tropicale par biométhanisation

D. Sow, M.D. Sall, B. Ollivier, E. Tine & D. Aw.

Keywords: *Euphorbia tirucalli* — Mesophilic — Thermophilic — Fermentability — Biomass — Sahelian.

Résumé

La biométhanisation d'une Euphorbiacée a été réalisée en régime mésophile (37°C) et en régime modérément thermophile (48°C) dans des digesteurs en batch chargés à 5% de matière sèche. Trois préparations différentes de la plante ont été étudiées. On montre la fermentescibilité de la plante avec des productivités comparables et même souvent supérieures à d'autres biomasses.

Les meilleurs rendements obtenus en mésophilie avec la plante broyée (0,375 l/l/jour) sont peu modifiés en thermophilie (0,385 l/l/jour). Par contre avec la plante coupée en morceaux, on triple les rendements avec l'augmentation de la température (0,238 l/l/jour à 0,784 l/l/jour).

Summary

Biomethanisation of an Euphorbiacea has been carried out in mesophilic condition (37°C) and in moderate thermophilic condition (48°C) in batch digestors loaded at 5% with dry matter. Three various preparation were studied. The fermentability of the plant is shown with productivities comparable to and even often higher than other biomasses. The best yield obtained in mesophilic condition with the ground plant 0.375 l/l/day are only very slightly modified in moderate thermophilic condition (0.385 l/l/day). On the other hand with the coarse chopped plant, the yield is trebled with the temperature increase (0.238 l/l/day at 0.784 l/l/day).

1. Introduction

Plus de 80% des besoins énergétiques des pays sahéliens sont couverts par le bois et ses dérivés. Ainsi, la pression exercée sur le capital forestier de ces pays conjuguée avec les cycles de sécheresse qui y sévissent depuis bientôt un quart de siècle ont considérablement réduit la disponibilité de cette matière première indispensable aux paysans.

Dans le cadre du Comité Inter-état de Lutte contre la Sécheresse au Sahel, des politiques de préservation et de régénération des forêts constituent un objectif fixé par les Etats de cette sous-région. A cet égard, les énergies renouvelables constituent une alternative au bois de chauffe : énergie solaire, biofermentation, énergie éolienne. Des recherches sont activement menées depuis quelques années sur l'implantation de fermenteurs méthaniques dans les villages sahéliens afin d'une part, d'économiser le bois et d'autre part, de produire un fertilisant utilisable en milieu rural.

Le premier facteur limitant de ces expériences est la disponibilité permanente de la biomasse à fermenter. Notre étude vise à trouver une biomasse végétale fermentescible, abondante et renouvelable dans la région sahélienne. *Euphorbia tirucalli* semble intéressante à cet égard.

2. Présentation du matériel végétal

Euphorbia tirucalli est une espèce pérenne de type arbustif se présentant soit sous forme d'arbuste buissonnant soit sous forme d'arbre à tronc épais. Elle appartient à la famille des Euphorbiacées (13). C'est une plante à latex riche en eau (86%). Les analyses de sa composition chimique ont montré un C/N de 34 (10). Le dosage des composants solubles

a montré la présence d'acides gras à longues chaînes carbonées, de triterpènes, d'euphol et du tirucalol.

Euphorbia tirucalli pousse sur tous les types de sols. Elle est une des rares plantes épargnées au Sénégal par les cycles de sécheresse grâce à ses propriétés agro-pastorales spécifiques :

- une exigence faible en eau,
- une toxicité vis-à-vis des herbivores,
- un bois sans intérêt pour le chauffage,
- une résistance aux parasites.

Des études menées au Kenya (3) ont montré que *Euphorbia tirucalli* donnait les meilleurs rendements en biomasse parmi toutes les plantes adaptées aux sols arides testées. Au Sénégal, cette plante n'est pas valorisée actuellement. Elle est utilisée pour constituer des haies autour des jardins et maisons et à l'embellissement des espaces verts des villes notamment Dakar.

3. Matériel et méthodes

Les essais de digestion de la plante sont réalisés dans des digesteurs en batch de 1,5 litre chargés à 1% et à 5% de matière sèche (MS) et incubés à 37°C et 48°C. Trois préparations de la plante sont étudiées : plante fraîche coupée en morceaux, plante fraîche broyée et plante séchée puis broyée. La composition du biogaz a été déterminée par un chromatographe en phase gazeuse (Beckman GC2 120) équipé d'un détecteur à catharomètre et muni d'une colonne remplie d'un support PORAPAK S (5). Les résultats obtenus avec la plante séchée ainsi que ceux des réacteurs chargés à 1% de MS sont très faibles et ne sont pas commentés (10).

4. Résultats

4.1. Digestion en régime mésophile (37°C)

4.1.1. Plante fraîche coupée en morceaux

La courbe de production de méthane fait apparaître deux étapes de digestion de la matière organique. La première étape correspond à l'hydrolyse puis à la fermentation de la biomasse. Elle se caractérise par une faible production de méthane et par une acidification du milieu fermentaire. La deuxième étape correspond à l'activité maximale des bactéries méthanogènes. Elle se manifeste par une importante production de méthane (Fig. 1).

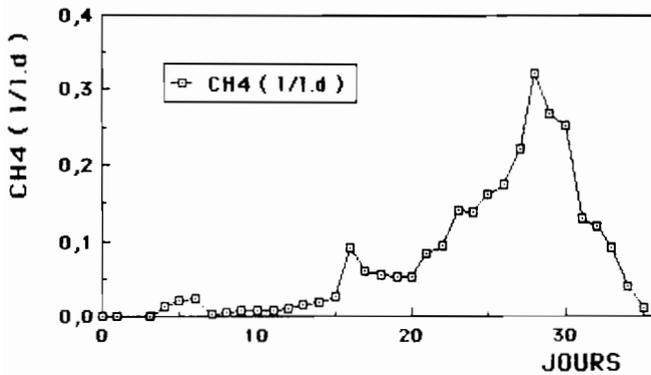


Figure 1 — Production de méthane du réacteur alimenté avec la plante coupée en morceaux.

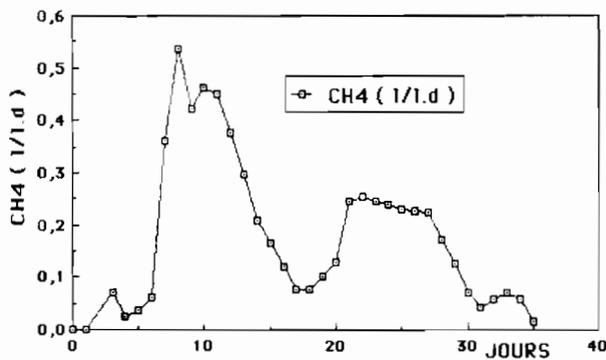


Figure 2 — Production de méthane du réacteur alimenté avec la plante broyée.

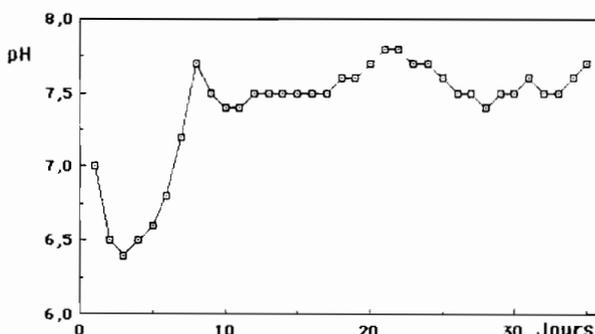


Figure 3 — pH du réacteur alimenté avec la plante broyée.

4.1.2. Plante fraîche broyée

Comme précédemment, on note une production de méthane en deux étapes. La première étape se caractérise par une forte production de biogaz relativement riche en CO₂ et la deuxième étape est une phase de moyenne production de gaz mais riche en méthane (Fig. 2).

Cette préparation de l'euphorbe a un profil fermentaire acide (Fig. 3). Pendant la première semaine de digestion le milieu fermentaire a été neutralisé avec du bicarbonate de sodium à raison de 5 g par jour.

4.2. Digestion en régime modérément thermophile (48°C)

4.2.1. Plante fraîche coupée en morceaux

Cette préparation de l'euphorbe digérée à 48°C a une production de méthane croissante du début jusqu'à la fin de la fermentation (Fig. 4). La productivité en méthane est particulièrement intéressante: 0,51 l/lj.

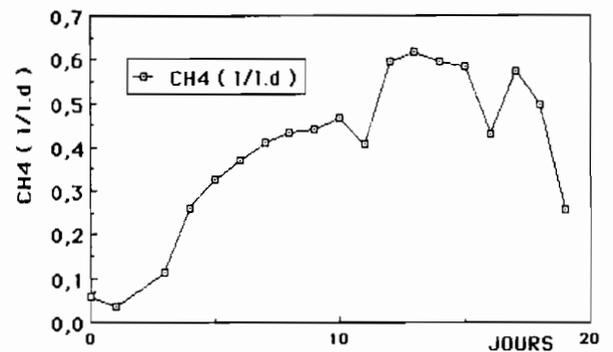


Figure 4 — Production de méthane du réacteur alimenté avec la plante coupée en morceaux.

Le milieu fermentaire ne s'est acidifié que faiblement au deuxième jour de digestion (Fig. 5) sans qu'il ait été nécessaire de le neutraliser comme avec les expériences en mésophilie.

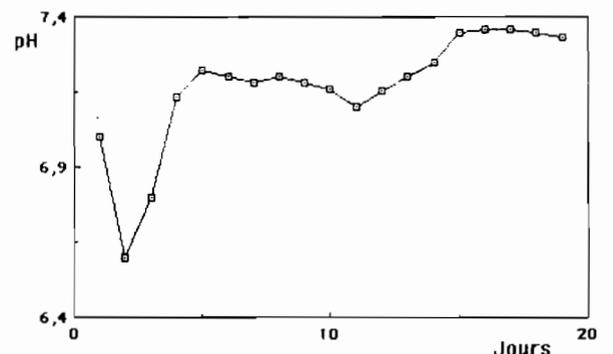


Figure 5 — pH du réacteur alimenté avec la plante coupée en morceaux.

4.2.2. Plante fraîche broyée

Le réacteur alimenté avec cette préparation a un pH initial de 4,8. Le milieu fermentaire a donc été tamponné en début et pendant les deux premières semaines de digestion (Fig. 6). Quinze grammes de NaHCO_3 ont été utilisés en moyenne à chaque neutralisation.

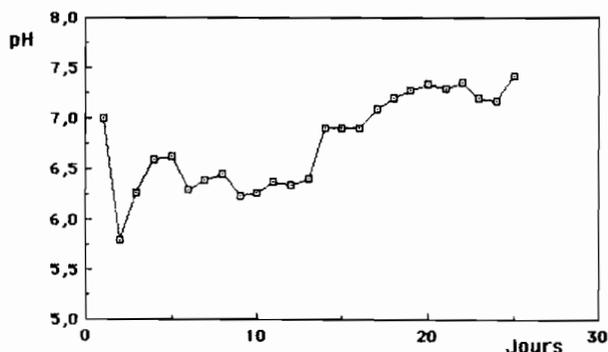


Figure 6 — pH du réacteur alimenté avec la plante broyée.

La courbe de production de méthane est comparable à celle enregistrée en mésophilie pour la même préparation de la plante (Fig. 7). Cependant, on note pour cette expérimentation une production moyenne de méthane très faible : 0,045 l/l.j.

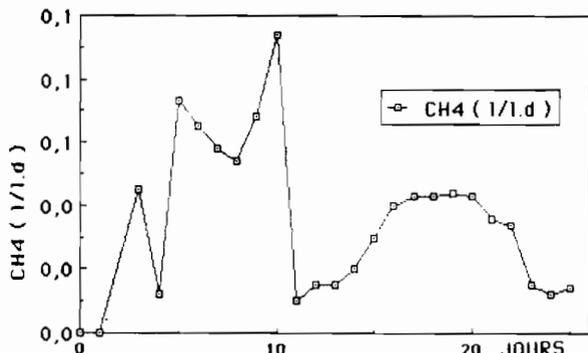


Figure 7 — Production de méthane du réacteur alimenté avec la plante broyée.

4.3. Discussion

Les résultats obtenus au cours de ces expériences montrent que *Euphorbia tirucalli* est une biomasse fermentescible. En effet, les productivités enregistrées sont comparables et souvent supérieures à celles obtenues avec d'autres biomasses (2), (4), (6), (7), (8), (9), (12).

Le meilleur rendement à 37°C est obtenu à partir de la plante broyée (Tableau 1), le broyage ayant facilité l'hydrolyse de la matière organique (10,12).

L'augmentation de la température de 37°C à 48°C a permis d'améliorer la productivité en méthane de 0,24 l/l.j. à 0,78 l/l.j. pour la plante coupée en morceaux (Tableau 1). Cette amélioration de la performance du réacteur correspondrait à une meilleure solubilisation des substances solubles et fermentescibles de la plante ayant pour conséquence une activité accrue de la flore bactérienne hydrolytique, fermentaire et méthanogène (10,11).

TABLEAU 1

Rendements l/l.j.	Digesteur de laboratoire				Transpaille
	Plante en morceaux		Plante broyée		Plante en morceaux
	37°C	48°C	37°C	48°C	
	0,16	0,50	0,24	0,25	0,60

La digestion à 48°C de la plante broyée s'est traduite par une baisse de la production moyenne de méthane. Cela semble dû à la forte acidification notée au cours de cette digestion. La solubilisation rapide des composés solubles de la plante broyée et l'activité intense des bactéries hydrolytiques et fermentaires engendrées seraient à l'origine de la chute persistante du pH du milieu fermentaire. Les microorganismes méthanogènes sont sensibles au pH du milieu fermentaire (13).

5. Conclusion

Les résultats de nos travaux montrent que *Euphorbia tirucalli* peut être valorisée par la fermentation méthanique. Les productivités en méthane enregistrées et les propriétés pédo-climatiques font de cette euphorbe une biomasse de choix pour la fermentation en zone aride.

L'acidification des réacteurs en première semaine de digestion ne constitue pas un facteur limitant de biométhanisation de cette plante en milieu rural. En effet, des essais réalisés au laboratoire ont montré que le milieu fermentaire peut être neutralisé par de la chaux, matière première abondante et disponible en milieu rural sénégalais. Cette neutralisation des réacteurs ne s'impose d'ailleurs qu'au moment du lancement des réacteurs pour la plante coupée en morceaux, préparation préconisée pour le milieu rural. L'implantation de réacteurs méthaniques est donc envisageable en milieu rural sénégalais notamment dans les régions les plus éprouvées par la sécheresse. Le biogaz produit pourra être utilisé comme substitut au bois de chauffe et/ou pour le pompage de l'eau. Récemment, l'IRAT a mis au point un réacteur à fonctionnement continu adapté aux substrats pailleux tel que *Euphorbia tirucalli*. Nous avons réalisé des essais de digestion anaérobie de l'euphorbe coupée en morceaux avec un Transpaille pilote de 120 litres. Les résultats obtenus sont satisfaisants : 0,60 l de CH_4 /l.j. Ces rendements sont supérieurs à ceux obtenus avec d'autres substrats fermentés dans le même type de réacteur. Le réacteur n'a été neutralisé au $\text{Ca}(\text{OH})_2$ à raison de 1 gramme de chaux par kg de matière fraîche en début de digestion.

A partir de janvier 1990, nous allons mettre en fonctionnement un digesteur type Transpaille de 12 m³ dans une ferme pilote. Ce digesteur devra couvrir les besoins énergétiques de l'exploitation : refroidissement du lait, éclairage et cuisson des aliments. Le résidu de la digestion de la plante fera l'objet d'études agronomiques pour sa valorisation. La production annuelle de méthane prévue est de 2.600 m³ soit 4000 m³ de biogaz titrant 65% de CH_4 . Cette production nécessitera 11 tonnes de matière sèche soit 0,55 hectare de champ d'euphorbe (3). La zone d'implantation du réacteur étant pourvue de plusieurs champs d'euphorbe sauvages, l'approvisionnement en matières organiques sera régulier.

Références bibliographiques

1. Barker H.P., 1965. Biological formation of methane, in Bacterial fermentation, John Wiley and sons, New York, p. 1-27
2. Cousin J.P., 1981. Biogaz-compost: bilan des recherches-potentialité de la filière en Haute-Volta (Burkina Faso). Commissariat à l'Energie Solaire (COMES). France. 59 p.
3. Declercq M., Smets J. & Roman J., 1985. Euphorbia project: renewable energy production through the cultivation and processing of semi aride land biomass in Kenya. EEC Conference Energy from biomass III, Venise. 24-29 March, 5 p.
4. de Pierrefeu A., 1983. Valorisation des déchets et dépollution par fermentation méthanique. IRCHA-Vert Le Petit, 51 p.
5. Garcia J.L., Guyot J.P., Ollivier B., Trad M. & Paycheng C., 1983. Ecologie microbienne de la digestion anaérobie. Cahiers ORSTOM, Sér. Biol. **45**: 3-15.
6. Garcia J.P., Guyot J.P., Ollivier B., Trad M. & Paycheng C., 1983. Recherche sur la production de méthane à partir de résidus solides d'industries agro-alimentaires. Rapport COMES. 24 p.
7. Labat M., Garcia J.L. & Meyer F., 1984. Anaerobic digestion of sugar beet pulps. Biotechnology Letters, **6**: 379-384.
8. Leclercq S. & Petitclercq A., 1984. Recherche sur la production de méthane et de compost à partir de déchets d'abattoirs: Cas des Abattoirs de Dakar et Thiès, ORSTOM DAKAR, 40 p.
9. Lefevre B., 1980. Unité expérimentale de production de biogaz de Lousa (Niger), IRAT MONTPELLIER, 35 p.
10. Sow D., 1988. Valorisation d'une biomasse du Sénégal (*Euphorbia tirucalli*) par la fermentation méthanique. Thèse de Docteur Ingénieur, Université de Dakar, 119 p.
11. Sow D., Ollivier B., Viaud P. & Sall M.D., 1988. Fermentation méthanique d'une plante à latex du Sénégal. *Euphorbia tirucalli*. Bull. Amélior. Prod. Agr. Milieu Arid. 0 (0) 45-52.
12. van Eenann L., 1979. Rumen fermentation with NaOH straw rations. Ann. Rech. Vet., **10**: 323-325.
13. Viaud P. & Teisseire D., 1979. Latex, une source possible d'hydrocarbure et de caoutchouc. Caoutchoucs et Plastiques, 593: 181-185.

D Sow, Sénégalais, Docteur-Ingénieur, Assistant chercheur

M D Sall Sénégalais Docteur d'Etat ès-Sciences, Maître de Conférence, Responsable du Laboratoire

B Ollivier, Français, Docteur d'Université Chargé de Recherche

E Tine, Sénégalais Docteur de 3e cycle, Maître-Assistant à l'ENSUT

D Aw Sénégalais, Ingénieur-Etudiant de 3e cycle

NOTES TECHNIQUES

TECHNISCHE NOTA'S

TECHNICAL NOTES

NOTAS TÉCNICAS

Note sur le comportement des gorilles de montagne maintenus en captivité à Tshibati, Zaïre

M.M. Katunga*

Keywords: Gorillas — Captivity — Behaviour — Zaïre.

Résumé

Ce travail présente quelques observations du comportement des gorilles de montagne en captivité à Tshibati. Après la mort de ceux-ci, il est dommage de constater que leur élevage semble abandonné alors que plusieurs informations scientifiques restent inconnues sur ces primates.

Summary

This work presents some observations about mountain gorillas behaviour in captivity at Tshibati. After their death, it is sad to see that their breeding is like sent back while many scientific informations are unknown on these primates.

Introduction

Ce travail est présenté après la mort de deux gorilles de montagne (*Gorilla gorilla graueri* Matschie 1902). Ils étaient élevés en captivité à la Station de Zoologie expérimentale de Tshibati depuis 1957. Après la mort du tout dernier gorille, leur élevage semble actuellement abandonné. La station de Tshibati a été créée en 1953 par l'Institut de Recherche Scientifique en Afrique Centrale (IRSAC), actuellement appelé Centre de Recherche en Sciences Naturelles (CRSN). Devant la diversité de la faune zaïroise et l'insuffisance des données scientifiques sur celle-ci, les objectifs visés par cette station étaient d'élever quelques espèces animales particulièrement intéressantes du point de vue économique ou scientifique telles que les buffles, les élans et les primates parmi les grands mammifères. Des études de zoonose étaient également envisagées. Dans ce travail, nous avons souhaité connaître la façon dont ces gorilles se comportent en captivité et si nécessaire entrevoir certaines conditions qui leur permettraient de supporter aisément leur manque de liberté.

Matériel et méthodes

A. Localisation et description de l'habitat

La station de Tshibati se situe à 2000 m d'altitude, à 4 km de Lwiro et à une quarantaine de Bukavu (Est du Zaïre). Elle occupe en partie la limite Ouest du Parc National de Kahuzi Byega, réserve naturelle des gorilles de montagne. Les précipitations annuelles sont en moyenne de 1858 mm pour la période de 1952 à 1971 et la température moyenne annuelle de 16,1°C pour cette même période.

Le gorille mâle se nommait Bandit et la femelle Bibi ou Gouvernement. Bandit était recensé sous le numéro Tshi 2/b. Il serait né en 1955 et fut capturé à Utu (Kivu, Zaïre) en 1961. Il est mort à Tshibati le 22 décembre 1981. Bibi était recensée sous le numéro Tshi 6/b, elle serait née avant 1954 et fut capturée à Utu en 1966. Elle est morte à Tshibati le 6 novembre 1982. Ces deux gorilles seraient morts d'une affection pulmonaire. Leurs squelettes sont actuellement exposés au Musée des Sciences naturelles de la Direction générale du CRSN à Lwiro (Kivu, Zaïre).

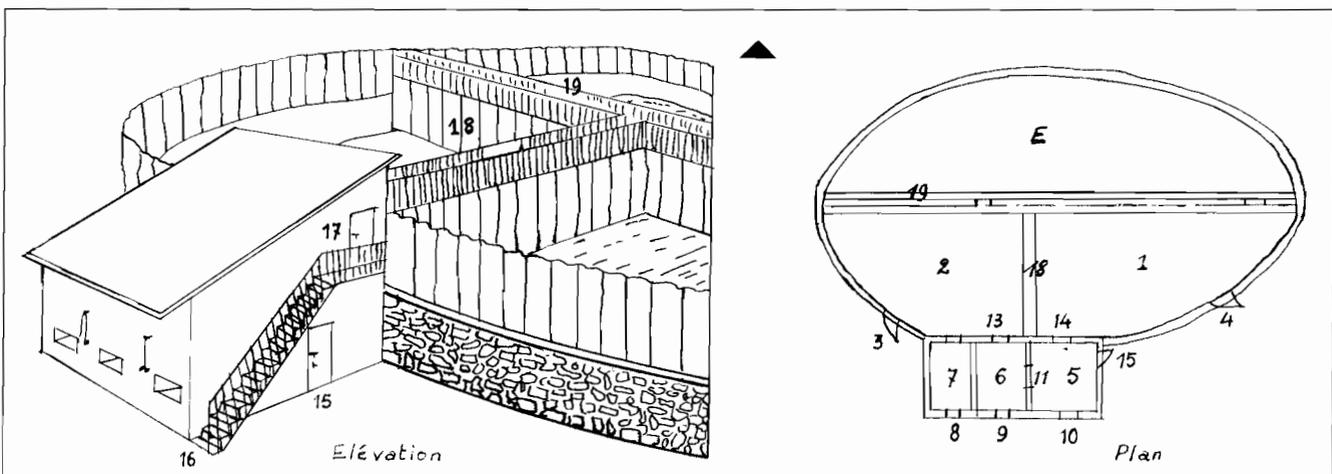


Figure 1. Encinte des gorilles

E Enclos non occupé, 1 Enclos du mâle, 2 Enclos de la femelle, 5 Box du mâle, 6 Box de la femelle, 3-4-11-13-14-15-17 Portes, 18-19 Passerelles

* INERA-NIOKA BP 111 NIOKA VIA BUNIA (Zaïre)

Reçu le 18 11 89 et accepté pour publication le 07 06 90

Pour mieux comprendre le comportement des gorilles, une description détaillée de leur habitat nous paraît indispensable. Ces primates vivaient dans une enceinte qui comprend un box et des enclos (Figure 1). Le box a 13 m de long, 4 m de large et 4 m de haut et est subdivisé en 3 compartiments séparés par des murs en pierre.

Un compartiment mesure 4 m de long et 3 m de large. Le compartiment 7 ne serait pas habité depuis sa construction, il en est de même du grand enclos. Par contre, le compartiment 5 est occupé par le mâle et le 6 par la femelle. Ils communiquent entre eux par les trappes 11 et 12. Chaque compartiment possède une fenêtre 8,9 et 10. Les enclos sont sans aucune forme géométrique précise. Celui du mâle 1 couvre une superficie de 123 m² et celui de la femelle 2 de 50,6 m².

Les ouvriers entraient dans ces enclos chaque matin par les portes 3 et 4 pour nettoyer et déposer les aliments alors que les gorilles étaient encore enfermés dans leur box. Ils escadaient ensuite les marches 16 et passaient par la porte 17 pour atteindre le balcon situé à une hauteur de 3,20 m. De là, à 7h30 minutes, ils soulevaient les portes des trappes 14 du mâle et 13 de la femelle grâce aux poulies. Ces portes étaient refermées aussitôt que les gorilles se trouvaient dans leurs enclos. Après avoir soulevé la porte de la trappe 11 qui sépare le compartiment de la femelle et du mâle, ils ouvraient le box à partir de la porte 15 et nettoyaient les loges des gorilles. A 16 heures, ils mettaient les gorilles dans leur box après avoir déposé à chaque fenêtre le maïs cuit.

B. Méthodes

Nos observations ont débuté le 19 septembre pour se terminer le 28 décembre 1980. Elles comprenaient des observations visuelles des gorilles pendant toute la journée dans leurs enclos. Le temps des gorilles pour chaque activité était chronométré à l'aide d'une montre. Pour observer les gorilles, il fallait atteindre le balcon par le même chemin que celui emprunté par les ouvriers. On peut également les observer en se promenant sur les passerelles 18 et 19 qui sont situées à la même hauteur que le balcon. Ces passerelles sont construites au-dessus des cloisons qui empêchent tout contact direct entre les gorilles. Nous avons observé ces animaux manger les roseaux (*Pennisetum purpureum*), les troncs de bananiers (*Musa sp.*), des fruits mûrs (bananes, papayes...) et du maïs cuit légèrement moulu et salé. La quantité d'aliments était variable avec une moyenne de 18 kg pour le mâle et 10 kg pour la femelle. Cette disproportion s'explique par le fait qu'il existe un dimorphisme sexuel chez les gorilles. Les activités décrites ci-dessus présentent une moyenne journalière.

Résultats et discussion

A. Comportement alimentaire

Les aliments offerts aux gorilles se mangent de plusieurs façons. Lorsqu'il s'agit des roseaux, ils commencent par manger le chaume avant d'entamer les feuilles. Ils le mangent épiuché. Le chaume se tient d'une ou de deux mains et l'écorce s'arrache en lambeaux avec les dents (6). La feuille est coincée à sa base par le pouce et l'index de la main gauche de manière à ne retirer que la nervure principale avec la main droite. La quantité d'herbe recueillie est stockée dans la bouche et l'opération se répète sur d'autres feuil-

les jusqu'à réunir une bonne bouchée avant de commencer à manger. Quant au tronc de jeune pousse de bananier, ils le déchirent directement avec les mains et retirent la moëlle foliaire.

S'ils reçoivent les roseaux et les bananiers au même moment, ils commencent souvent par le bananier pour retirer la moëlle foliaire dont ils sont friands. Les gorilles mangent en position assise sans exécuter d'autres mouvements à part se gratter et chasser les mouches. Vers 15h30 minutes, ils attendent anxieusement l'ouverture de leur compartiment pour aller manger le maïs qu'ils apprécient probablement à cause de son goût salé. Le mâle est si souvent pressé qu'il aide même les travailleurs à soulever la porte. Le maïs se mange de la même manière que l'homme pourrait manger du riz à la main. Les bananes n'étaient pas épluchées. Il en est de même des autres fruits.

Les gorilles boivent une fois par jour. Ils placent leurs lèvres directement dans l'eau et aspirent. Nous avons une fois observé la femelle tremper la main droite dans l'eau et sucer ces doigts.

Bandit prend quasiment tout son repas dans l'avant-midi alors que Bibi étale la prise de sa nourriture pendant toute la journée. Pour cette activité, le mâle utilise 1h52 minutes et la femelle 1h42 minutes.

B. Excrétion

La miction dure moins d'une minute et précède ou suit la défécation. Parfois, elle se fait seule. Bibi urine trois fois par jour et Bandit une fois. La défécation est d'une durée assez irrégulière. Elle se déroule parfois par intermittence mais n'excède pas 15 minutes. Elle se fait une fois par jour chez le mâle et deux fois chez la femelle. Les gorilles se soulagent habituellement à calfourchon, parfois debout et rarement en dormant sur leur ventre.

C. Nidification

La fabrication du nid se voit irrégulièrement chez le mâle qui le fait négligemment. Par contre, Bibi fabrique souvent son nid et cela avec soin à l'aide des roseaux (une partie de ses aliments). Il arrive qu'elle mange de ces roseaux qui forment son nid au moment où elle s'y repose. Dans son nid, elle s'assied ou dort. Un seul nid est fabriqué par jour. Le mâle peut s'y reposer pendant 1 heure et la femelle 3 heures.

D. Déplacements et transport de matériel

Dès que le mâle sort de son compartiment, il a l'habitude de se diriger directement au point III où se trouve sa nourriture (Figure 2). Il peut aussi se mettre aux points IX et IV. Au moment où le soleil commence à briller fort dans l'après-midi, il se déplace aux endroits I ou II, où la cloison lui offre un ombrage. La femelle sort généralement pour se diriger vers l'endroit VI où se trouve sa nourriture. Elle y bénéficie de l'ombrage un peu plus longtemps grâce à la conformation de son enclos. Elle se met parfois aux endroits VII et VIII. L'après-midi, elle s'abrite du soleil aux points V et VI.

Ces différents déplacements ont tracé des pistes dans les enclos. Quand le soleil est moins fort, les gorilles se déplacent peu. L'intensité du rayonnement solaire semble beaucoup influencer les déplacements des gorilles. Dans la nature, Casimir et al. (2) ont constaté que la migration des

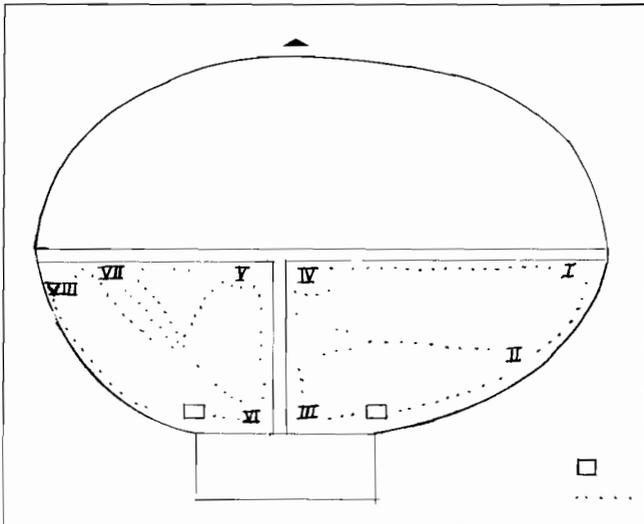


Figure 2. Schéma des différents déplacements des gorilles dans leurs enclos respectifs

□ = Abreuvoir

... = Pistes

I à IX = Endroits préférés par les gorilles

gorilles du Mont Kahuzi est motivée par les conditions climatiques et la recherche de nourriture.

Le mâle transporte la gerbe de roseaux ou le tronc de bananier dans sa bouche ou bien il traîne ses aliments sur le sol en les tenant dans une main. La femelle transporte également de la même manière que le mâle mais, de plus, elle coince les aliments entre la tête et l'épaule tout en gardant sa démarche normale. Notons que ces gorilles ne se déplacent pas toujours avec leur nourriture. Quand il pleut, ils cherchent un abri. Les travailleurs les rentrent dans le box. Les déplacements du mâle deviennent plus fréquents à partir de 13 heures et atteignent 51 minutes alors que, ceux de la femelle, d'une durée de 1h09, sont assez réguliers durant toute la journée.

E. Cris et battements de la poitrine

Les gorilles poussent des cris, en d'autres termes huent, soit en se déplaçant sur une courte distance à pied ou crient en adoptant leur marche normale. Ils huent généralement assis, debouts ou même couchés. Ils peuvent se taper la poitrine, autrement dit tambouriner sans crier. Il arrive que le mâle se fasse des coups répétés sur le front, sur la jambe ou sur le bras quand il est couché sur le dos. Les cris sont parfois accompagnés de battements de poitrine. Les tapages deviennent plus fréquents dans l'après-midi vers 14 heures et 15h30.

Les cris et les battements de poitrine seraient-ils l'expression de joie, d'insatisfaction, d'anxiété ou de crainte? Ils se répètent fréquemment quand les gorilles reçoivent des fruits ou s'ils ont reçu peu d'aliments ou alors quand un inconnu s'approche d'eux.

F. Repos

Nous l'entendons comme un état comportemental où les gorilles ne mangent ni n'effectuent aucun déplacement même s'ils peuvent se gratter, chasser les mouches, huer, tambouriner ou faire leur toilette nasale. Ils se reposent assis,

couchés sur le ventre ou sur le dos et parfois sur le flanc. Bandit se repose pendant 5h13 minutes et Bibi pendant 5h10 minutes.

En rapportant en pourcent la durée de séjour des gorilles dans leurs enclos, on constate que la majeure partie de leur temps est consacrée au repos, ensuite au manger, aux déplacements et aux autres activités telles que la miction et l'abreuvement (Figure 3).

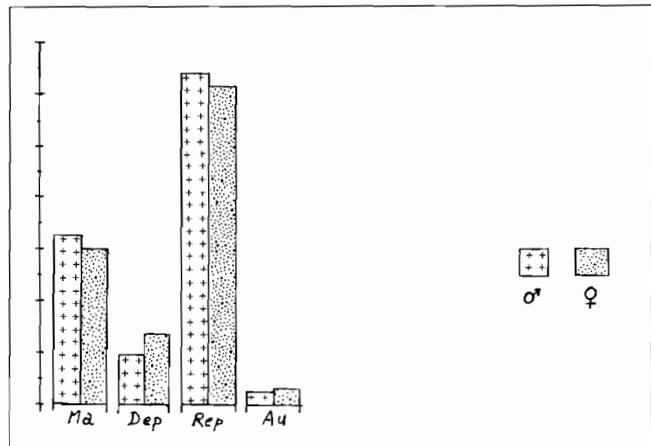


Figure 3. Activités journalières du mâle et de la femelle.

Différentes activités (en %)	
70	0
60	Ma
50	Dép
40	Rep
30	Au
20	Le mâle
10	La femelle

G. Relation des gorilles avec d'autres animaux et les hommes.

Avant de parler des différents animaux qui se promènent chez les gorilles et que nous avons observé ensemble, rappelons que le mâle et la femelle ne se voient pas, mais par les tapages, l'un entend l'autre. Nous avons même constaté que le bruit produit par l'érucciation de l'un induit machinalement l'autre à éruccier surtout à partir de 11 heures.

Les rats (*Ratus ratus*, *Otomys sp.*, *Crocidura sp.*, *Lophuromus flavopunctata*) se promènent dans l'enceinte des gorilles. Ils y mangent les fèces des gorilles et les miettes de maïs. Bibi et Bandit n'attachent aucune importance particulière à ces petits animaux qui se tiennent d'ailleurs à l'écart.

Les gorilles ne tolèrent pas que les mouches (*Musca sp.*) se posent sur eux, surtout pas sur le visage. En mangeant ou en repos, ils les chassent avec leurs mains ou se secouent. Quand ils sont allongés sur leur dos, ils protègent leur visage avec leurs mains.

Deux singes dorés (*Cercopithecus mitis*) captifs jouissent quelques fois de la liberté de se promener dans la ferme. Bibi et Bandit leur témoignent une réelle sympathie. Il suffit qu'ils les voient passer sur les enclos pour abandonner leur occupation et se mettre à les contempler avec beaucoup d'attention. Ces singes mangent et dorment de temps en temps avec les gorilles. Nous avons même observé un jour l'un d'eux chercher amicalement les ectoparasites sur Bibi.

Dans la nature, Kawai et al. (5) ont observé une inimitié entre les gorilles et les singes dorés dans la forêt de Bufumvira à

cause de la compétition alimentaire. La sympathie que nous avons observé entre ces deux genres de primates serait-elle due au fait que leur nourriture était assurée ou à cause de leur isolement? L'on sait que dans la nature les gorilles vivent en famille (3,4).

En général, il n'y a pas de vive réaction envers les visiteurs. A leur arrivée, les travailleurs calment les gorilles en leur distribuant de la nourriture, surtout des fruits. C'est ainsi que, lorsqu'un visiteur s'approche, les gorilles attendent d'abord quelque chose à manger avant de lui manifester de l'agressivité. Malgré cette précaution, la femelle se montre souvent craintive. A l'approche des visiteurs, elle veut se réfugier dans le box qui est à ce moment là fermé. Elle se met alors à tambouriner ou à secouer la passerelle comme pour attaquer les visiteurs s'ils atteignent sa hauteur. Devant les inconnus, le mâle garde généralement son calme. Nous n'avons constaté aucune agressivité des gorilles envers les travailleurs qui

s'occupent d'eux. Après deux mois d'observations, nous avons bénéficié d'une familiarité au même titre que ces travailleurs même si aucun contact direct n'existe entre les travailleurs et les gorilles.

Conclusion et suggestions

Ce travail a permis de voir comment ces gorilles utilisaient leur temps pendant la journée. Il serait intéressant de les mettre ensemble et de prévoir un ombrage dans leur enclos. Les rats devraient être éradiqués de leur enceinte. Ces animaux étant morts, il nous paraît mieux indiqué de sensibiliser le monde scientifique sur l'importance de l'étude de ces primates en captivité. Aucune autre étude n'avait été menée sur ces gorilles à part les brèves observations de Schaller (6). Pourtant, la recherche sur les aspects sanitaires et nutritionnels devrait être entamée en même temps que la poursuite de leur éthologie.

Références bibliographiques

1. Anonyme 1976. International studybook of Gorilla (*Gorilla gorilla*). Frankfurt A.M., 169-172, déc. 31
2. Casimir, M.J. and Butenandt, E. 1973. Migration and core area shifting in relation to some ecological factors in a mountain *Gorilla gorilla beringei* in the Mt. Kahuzi region (Rép. du Zaïre). Z. Tierpsychol. 33, 514-522.
3. Fossey, D., and Harcourt, S. 1977. Feeding and ranging behaviour of mountain gorillas (*Gorilla gorilla beringei*) in the Virunga volcanoes region. In Primate Ecology, Academic Press. New-York, San Francisco, London, 17, 599-635.
4. Goodall, A.G. and Groves, C.P. 1977. The conservation of Eastern Gorillas. in Primate Conservations, Academic Press. New-York, San Francisco, London, 17, 599-635.
5. Kawai, M. and Mizuhara, K. 1959. In ecological study on the wild mountain gorilla (*Gorilla gorilla beringei*). Report of the Japan Monkey Center, Second Gorilla expedition, Primates, 2, 1-42.
6. Schaller, G.B. 1963. The mountain gorilla. Chicago Press, Chicago Illinois, 100 p.

M M Katunga, zairois. Dr en Sciences agronomiques. Unité de Zootechnie, F S A.Gx (Belgique)

N D.L.R. Cet article a été rédigé au départ d'anciennes observations incomplètes et sporadiques faites au moment de l'Indépendance du Zaïre. Le peu d'informations dans ce domaine nous ont incité à publier cet article vu l'intérêt qu'il peut avoir

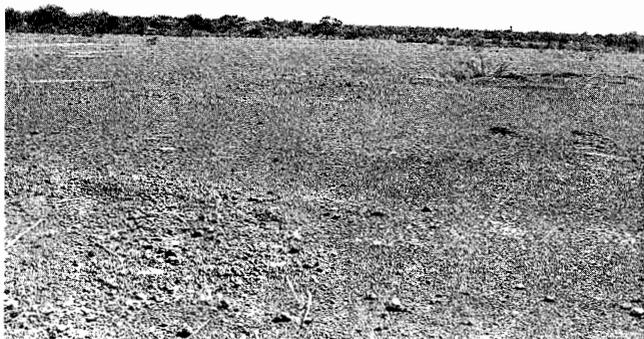
«Zai» Technique traditionnelle de restauration et de récupération des terres arides.

J.M. Sonda

Keywords: Zai — Traditional technique — Restoration — Arid soils — Burkina Faso.

Introduction

Les populations des pays sahéliens au Sud du Sahara ont été confrontées au cours de leur histoire à l'épineux problème d'assurer leur alimentation dans un environnement très fragile. La coupe abusive et incontrôlée du bois pour l'installation des exploitations agricoles et pour des usages multiples, ont entraîné peu à peu l'apparition de grandes zones dénudées, des étendues dégradées où ne pousse plus aucune végétation.



Cas de zone dénudée, dégradée où ne pousse plus aucune végétation.

Au Burkina Faso, les sols fortement érodés se localisent dans le plateau Mossi, au Nord et au Sahel. Ces sols sont très pauvres en humus par manque de matière organique. Ils sont de type ferrugineux lessivés et gravillonnaires.

L'érosion hydrique et éolienne ont transformé une grande partie de ces sols en des glacis où toute possibilité de récolte est annihilée, du fait que les eaux de pluie ruissellent au lieu de s'infiltrer. La sécurisation des récoltes et la lutte contre la désertification constituent dans ces zones une priorité capitale.

L'imagination de l'homme aidant, des paysans du Yatenga ont conçu, depuis quelques années l'idée de réhabiliter une méthode dite «Zai» qui leur permet de transformer ces terres devenues incultes et auparavant abandonnées, en exploitations productrices.

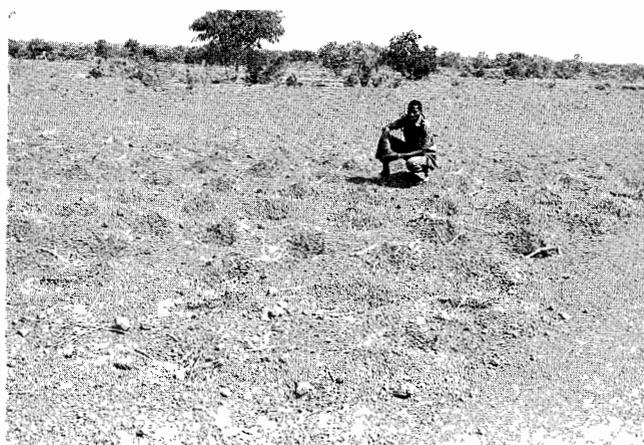
Description de la technique du Zai

Le «Zai» est un mot maure originaire du Yatenga qui signifie : casser et émietter la croûte du sol au niveau du poquet afin de recevoir les semis. Dans le passé, il désignait une méthode traditionnelle de restauration et de récupération des parties «rebelles» des champs au Yatenga. Avec l'apparition de vastes étendues de terres arides, dénudées, encroûtées par suite d'érosion, le Zai est appliqué actuellement à des

champs entiers.

La méthode du Zai comporte trois phases essentielles : la trouaison à la place des poquets, le compostage des trous, le semis dans les trous compostés.

La Trouaison: Elle consiste à faire à la place des poquets ordinaires des trous de 20 à 30 cm de diamètre sur 15 à 20 cm de profondeur, en quinconce ou suivant un rayonnage croisé, et à parvenir à une densité de 20.000 à 25.000 poquets à l'hectare pour le sorgho et le mil.



Sol traité en Zai

Le Compostage: C'est l'action d'enfouir le compost dans chaque trou réalisé au 2/3. Des paysans ajoutent sans inconvénients du Burkina phosphate qui est un engrais naturel. Enfouir 250 g/trou, soit 5 à 7 tonnes de compost à l'ha. Recouvrir le trou d'une mince couche de terre.



Trous du Zai compostés.

Le Semis: Un léger coup de pioche dans chaque trou permet d'y enfouir à une profondeur raisonnable des graines

d'arbres ou de céréales. 6 à 10 kg/ha de semences pour le sorgho et le mil.

Le Zai devient ainsi un ouvrage efficace de collecte de petites quantités d'eau de ruissellement à usage agricole. Il s'utilise conjointement avec les diguettes anti-érosives pour donner les résultats certains qui sont :



Diguettes anti-érosives en cailloux.

★ L'espace d'effet du ruissellement est tellement restreint qu'une grande partie de l'eau maîtrisée dans le Zai a le temps de s'infiltrer et d'alimenter les plantes.

★ La proportion «aire de ruissellement sur aire de stockage» est élevée. Des Zai de 20 cm de diamètre espacés de 100 cm peuvent engendrer 25 mm d'infiltration pour 1 mm d'eau de ruissellement.

(La proportion «aire de ruissellement sur aire de réception étant de 25 pour 1 dans ce cas).



Zai et diguettes en cailloux (associés)

★ Les eaux de ruissellement sont concentrées autour des plantes, si bien que la perte d'eau est minimisée.

★ Le compost déposé dans les trous va se décomposer grâce à l'eau et fournir aux semences les conditions permettant une bonne germination et un bon début de croissance.

★ Les paysans qui pratiquent le Zai arrivent à produire même en année de déficit pluviométrique. De plus, ils récupèrent d'année en année les terres encroûtées et érodées, en repoussant mètre après mètre le désert imposé.



Eaux de ruissellement concentrées autour des plantes



Le Zai permet une bonne croissance des plantes.

★ Les résultats sont de l'ordre de 900 à 1.700 kg/ha, par rapport aux rendements moyens ordinaires, qui sont de 500 à 600 kg/ha dans certaines régions.



Ici, un très bon développement des plantes, signe d'une bonne récolte

Conclusion :

Les sols du Burkina Faso, exposés aux contraintes climatiques, à l'utilisation extensive pour les besoins de l'agriculture et de l'élevage, et surtout la coupe abusive des arbres formant le couvert végétal, se sont encroûtés, érodés sous formes de glacis latéritiques impropres à la production agricole.



Epis de sorgho sur un champ traité en Zai.

La technique du Zai apparaît comme une prise de conscience par les paysans de la menace qui plane sur leur existence et de la nécessité de rechercher les solutions pour y faire face. Par l'action conjuguée du Zai, avec d'autres techniques plus élaborées, (sites anti-érosifs) les paysans ont démontré leur maîtrise de leur environnement en suscitant une collaboration entre les Services Techniques-Terrain et les Organisations Paysannes Coopératives ou Pré-Coopératives.

L'importance de la technique du Zai réside dans le fait que les paysans y ont confiance et sont prêts à servir de Formateurs pour d'autres paysans, pourvu que les moyens soient mis à leur disposition.

J.M. Sonda, Burkinabé, Directeur de l'Education et de la Formation Coopérative.

The opinions expressed are the sole responsibility of the author(s) concerned.
Les opinions émises sont sous la seule responsabilité de leurs auteur(s).
De geformuleerde stellingen zijn op de verantwoordelijkheid van de betrokken auteur(s).
Las opiniones presentadas son de la única responsabilidad de los autores concernidos.

262

A home built and portable cattle race

R. von Kaufmann

Keywords: Portable — Cattle — Race.

Summary

ILCA scientists in Kaduna, Nigeria, have designed a portable cattle race using only scrap material from building sites. An electronic weighing apparatus is adopted consisting of a wooden platform positioned across two metal beams each containing two load cells which respond to pressure by varying electrical resistance, power being supplied by an ordinary car battery.

Resumé

Les chercheurs du CIPEA à Kaduna, Nigéria, ont mis au point un couloir de contention pour bétail pouvant être construit à partir de matériaux de construction récupérés. La pesée est faite par un appareil électronique composé d'une plate-forme en bois déposée sur deux barres reliées à des cellules sensibles à la pression et faisant varier la résistance électrique; le courant est fourni par une batterie de voiture.

There have been many attempts at making portable races but portability has been sought by using very light material. Such races have invariably proven to be too weak for use with cattle that are unfamiliar with being handled in races. They have also been too complex to be home built.

We have used only scrap material; pipes and reinforcing steel from building sites. All the pieces are measured to be easily carried in a Toyota pick-up. There are no screws or bolts so no tools are required other than a piece of heavy metal needed to drive pegs into the ground. No holes need to be dug nor are any other site preparations required. These features mean that the whole unit can be assembled or disassembled in about 15 minutes.

The SIDE-VIEW and END-VIEW PLANS show;

The upright posts are of 10 cm diameter pipes 1.2 meters in length. These are braced by 5 cm diameter, 1.6 meters long pipes.

The braces are bent to fit into rings made from 7 cm cutoffs 6 cm diameter pipes welded onto the uprights. A hole is drilled at the end of each brace to permit a steel pin, made from 1 cm diameter steel or 5 inch nails, to secure the brace to the upright.

At the ground end the braces are welded to 10 cm x 30 cm plates that are drilled for steel pegs that are driven into the ground to secure the brace.

The pegs are made from 40 cm long, 2.5 cm diameter reinforcing steel pointed at one end.

The angle of the bends to the upright and the angle of the ground plate to the braces are set to give the upright the correct angle for the race. A vertical plumb from the outer edge of the top of the upright will touch the ground about 37 cm from the outer edge of the ground end of the upright.

The 3D DIAGRAM — with exploded sections shows:

The lateral bars are made of 6 cm diameter pipes 2.28 long. These are held on to the uprights by 4 cm x 40 cm pegs made from reinforcing steel. These end and mid-section pegs

are put through 7 cm x 6 cm diameter rings made from pipe off-cuts which are welded to the uprights.

The end-pegs have stop collars made from 6 cm diameter pipe off-cuts welded to one end.

The mid-pegs used to join lateral bars in mid sections of the race have collars of 7 cm x 6 cm diameter pipe off-cuts welded equal distance from each end to act as stoppers. In using these it must be remembered that all the stoppers must be on the same side of the ring welded to the upright so that all the lateral bars and mid-section pegs can be the same length.

There are three parallel lateral bars. The rings made from 7 cm off-cuts of 6 cm diameter pipe are welded on the upright so that the upper lateral is at the top of the upright, the second 40 cm below and the third a further 40 cm below. This leaves 40 cm between the lowest lateral and the ground.

A wooden platform 60 cm x 2 m is made to place above the load beams.

The above details account for the whole locally made race and weigh platform. The race may be made longer by adding mid-sections. A chute can be made by bending a set of mid-section section pegs to the appropriate angle. It should be remembered that only one side of the race should be angled so that cattle can always be forced against one straight side into the race. A funnel is not correct since cattle in the middle of the ground being forced in to the race can not be reached and may turn and/or jamb the others.

When starting a weighing programme with untrained animals we have found it useful to assemble the race at the exit of the corral and leave the weighing platform on the ground so that the cattle become accustomed to walking through the race and over the platform. After only a few days it is possible to easily stop individual animals on the weigh platform.

On weighing days the load beams are merely slipped under the weigh platform and the cattle notice no difference.

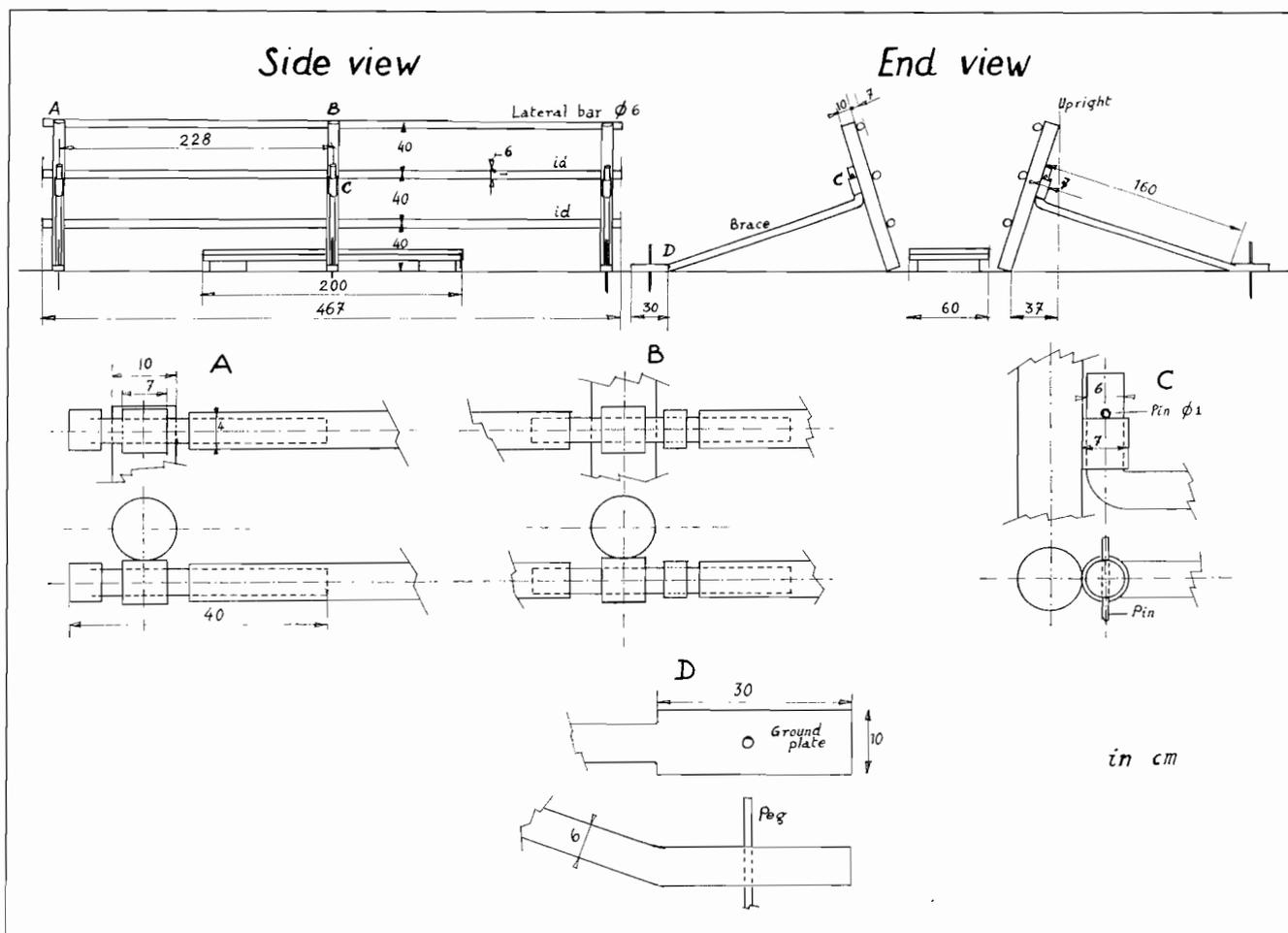


Figure: Side view and End-view plans - 3D Diagram

The load beams are attached to a meter to a meter and to a vehicle battery normally from the vehicle that transported the workers and the race.

The electronic weighing system that we have used and are very satisfied with is the Barlo Atlas portable beam scale, presently marketed by Sartek Pty Ltd (PO Box 35, Underwood Queensland 4119, Australia) at FoB price Brisbane of US \$ 1,362. The scale weights approximately 45 kg and comprises of a pairs of steel weight beams which incorporate a set of precision steel shear beam load cells; a digital display gives the weights.

One modification introduced since we obtained our equipment is a card and RS232 cable that allows the weight to be read directly into a portable computer. The enumerator then

only has to enter the animals eartag number. At present we record on to field books for later entry into ILCA's Data Entry and Analysis (IDEAS) system.

IDEAS is a Dbase 3 based recording systems that has modules for; baseline data, weight, reproduction, milk, traction and wool. It has error correction facilities that help improve the quality of field data. We usually analyse the data with SAS or Harvey's Least Squares. IDEAS is currently being revised to remove the internal Harvey's facility that has not proven too useful and to include financial data that was not required by the breeders who wrote the original specifications. The intention is to make IDEAS fully appropriate to breeders, livestock managers, as well as researchers.



Elaboration et utilisation de logiciels interactifs pour l'analyse d'essais et de démonstrations phytosanitaires

A. Gharby⁽¹⁾, T. Sghaier⁽²⁾, J.J. Claustrioux⁽³⁾ et C. Carême⁽⁴⁾

Keywords: Software — Data bank — Agrochemical experiments — Statistical analysis — Economic analysis.

Résumé

La mise au point et l'utilisation de logiciels interactifs pour l'exploitation des données d'essais et de démonstrations phytosanitaires en Tunisie sont brièvement décrites. Les méthodes d'exploitation des données sont précisées, notamment, les méthodes d'analyses statistique et économique ainsi que celles relatives à l'analyse de la flore adventice. Des tentatives d'analyses statistiques pluriannuelles des démonstrations de désherbage sont également décrites.

Summary

The preparation and utilization of interactive softwares regarding the using of data from agrochemical experiments and demonstrative trials in Tunisia are shortly described. The working methods on data are specified, more particularly those about statistical and economical analysis as well as the weeds analysis methods. Trials of pluriannual statistical analysis on agrochemical demonstrative experiments are also described.

1. Introduction

Dans un article précédent (3), les auteurs ont décrit la conception et la mise en œuvre d'un système intégré de gestion de démonstrations et d'essais phytosanitaires en Tunisie.

Dans cette communication, nous nous proposons de présenter une synthèse des outils informatiques disponibles, non seulement pour rassembler et analyser les données des démonstrations, mais aussi pour gérer au mieux les essais. Une brève description des logiciels interactifs utilisés pour résoudre le problème de l'analyse annuelle et pluriannuelle des données au moyen de l'ordinateur est exposée.

Les principes généraux de la méthodologie d'exploitation statistique des résultats sont précisés ainsi que ceux ayant trait aux acquis scientifiques relatifs à l'étude de la flore adventice. De même, quelques notions économiques de base relatives à l'exploitation des données par ordinateur complètent cette publication.

2. Matériel et méthodes

2.1. Les logiciels

2.1.1. Les démonstrations

Pour la gestion des informations, le système informatique, développé en FORTRAN 77 avec quelques sous-programmes en SPL, est interactif. Il est composé de quatre modules (saisie, mise à jour, traitement statistique, représentation graphique).

Outre le fichier des données, organisé séquentiellement avec un accès relatif, le système utilise quatre types de fichiers permanents :

- un fichier inversé composé de deux parties, à savoir, d'une part, des clés (structure arborescente) couramment utilisées pour sélectionner les démonstrations (zones, culture actuelle, culture précédente, codes des herbicides, codes des mauvaises herbes, etc.) et, d'autre part, des

pointeurs (bits compactés dont la position indique le numéro d'ordre de chaque démonstration dans le fichier des données) rattachés à chaque clé ;

- un fichier des messages affichés par le système (organisation séquentielle avec un accès relatif) et un fichier des commandes introduites pour l'utilisateur rendant ainsi les programmes du système indépendants de la langue de l'utilisateur ;
- un fichier des paramètres (organisation séquentielle avec un accès relatif) comportant des tables statistiques, les commandes associées aux touches des fonctions du terminal et le fichier de contrôle et de validation des données normalisées (organisation séquentielle indexée) contenant les codes des zones, des objets et des adventices, ces derniers étant accompagnés de leur intitulé exprimé en plusieurs langues (français, latin, arabe) ;
- un fichier d'aide (organisation séquentielle avec un accès relatif) comprenant des paragraphes explicatifs sur les commandes autorisées à chaque niveau d'exécution et leur syntaxe.

Enfin, le système crée aussi temporairement des fichiers de travail de différents types pour les besoins de tri, de stratégie de recherche et de sélection des démonstrations.

2.1.2. Les essais

Le langage de programmation adopté pour la rédaction de l'ensemble des programmes du logiciel gérant les essais est également le FORTRAN 77. Le nombre total d'instructions des différents programmes est de l'ordre de 5.000 lignes (6).

Les fichiers utilisés sont de deux types, à savoir les fichiers d'enregistrement des informations (un fichier par essai) et les fichiers tables.

Les fichiers d'enregistrement des informations sont des fichiers binaires à organisation relative et à accès direct ; ce sont des fichiers dans lesquels sont enregistrés respectivement, les informations qui permettent l'identification de l'essai,

⁽¹⁾ Centre National de Documentation Agricole, Tunis - Tunisie - ⁽²⁾ Ministère de l'Agriculture (Défense et Protection des Cultures), Tunis - Tunisie

⁽³⁾ Faculté des Sciences Agronomiques - B 5030 Gembloux - Belgique - ⁽⁴⁾ Station de la Défense des Cultures, Béja - Tunisie

Reçu le 15 10 90 et accepté pour publication le 16.01.91

les caractéristiques générales de l'essai, la description des objets (nom des objets et concentrations en matières actives), les conditions de traitement, les résultats des comptages des adventices et les notations de la phytotoxicité des produits sur la culture, les résultats des comptages des insectes ou l'évaluation des maladies ainsi que les résultats des récoltes.

Tous ces fichiers sont des fichiers permanents ; les informations de chaque essai sont reconnues par le numéro de l'essai.

Les fichiers tables sont de deux types, à savoir deux fichiers contenant les noms français et latin des adventices des cultures dans le nord de la Tunisie, chaque espèce étant reconnue par son code, et deux autres fichiers contenant les valeurs critiques nécessaires à la réalisation des tests statistiques (comparaisons multiples des moyennes).

3. Résultats

3.1. Analyse des démonstrations d'une campagne culturale

3.1.1. Analyse statistique

Comme nous l'avons vu dans l'article précédent (3), les principales analyses sont celles relatives aux rendements à la récolte et à la description de la flore adventice.

Dans le cas de parcelles adjacentes témoin-traité, avec répétition dans l'espace chez des agriculteurs différents, les tests classiques de comparaison des moyennes dans le cadre du logiciel sont suffisants pour mettre en évidence des écarts par rapport aux témoins.

Tenant compte du fait que toutes les démonstrations d'une série ne présentent pas nécessairement tous les produits, une analyse statistique de comparaison de ces derniers n'est envisagée que pour les essais démonstratifs ayant des objets identiques. Dans ce cas, les analyses des données font appel à des méthodes statistiques classiques d'analyse de la variance à deux ou à trois critères de classification.

3.1.2. Analyse floristique et sensibilité aux herbicides

L'inventaire et la classification de la flore adventice font partie d'un second type d'analyses.

Dans le cadre du logiciel, celui-ci prévoit l'établissement des listes floristiques par ordre décroissant d'importance à partir du fichier répertoriant les différentes espèces recensées. Pour les parcelles témoins, le calcul séparé de la fréquence moyenne relative (présence-absence) ainsi que de l'abondance moyenne relative suivant une échelle de 0 à 5 permet la classification de toutes les espèces à partir de la fiche de désherbage, par point d'appui, par zone et par culture. Pour la classification des espèces, il est apparu plus intéressant du point de vue agronomique de choisir le critère d'abondance moyenne plutôt que la fréquence moyenne. Pour les parcelles désherbées, l'action des herbicides est appréciée par cotation sur la base de l'échelle EWRS 1-9, ramenée à 5 catégories. La sélectivité sur la plante cultivée est aussi observée sur la base d'une échelle comparable. Les listes floristiques des différentes régions bioclimatiques établies par ordre décroissant d'importance sont judicieusement complétées par la sensibilité aux herbicides testés.

Les observations recueillies sur les adventices sont ainsi intégrées dans cette analyse afin d'obtenir une meilleure connaissance de la flore adventice des régions sub-humide et semi-aride tunisiennes et en particulier la sensibilité de ces plantes vis-à-vis des herbicides utilisés.

3.1.3. Analyse économique

L'analyse économique qui est à la base du choix d'une stratégie de lutte par les producteurs doit tenir compte des paramètres suivants : les pertes de rendement attendues en l'absence de traitement, les seuils économiques de nuisibilité et les seuils d'intervention, les coûts des moyens de lutte et les seuils tolérables des infestations.

Le seuil économique de nuisibilité correspond au niveau d'infestation des adventices pour lequel les pertes de production sont égales aux coûts de la lutte. Il s'exprime par le rapport entre le coût du traitement à l'hectare et le prix de vente de l'unité de production choisie, par exemple : coût du traitement par hectare / prix de vente du quintal de blé par hectare (Qx/ha).

Le seuil d'intervention, en pourcents, s'exprime par le rapport entre le seuil économique en Qx/ha et le rendement de la parcelle désherbée également exprimé en Qx/ha. Il représente les pertes relatives de rendement correspondant au coût du traitement herbicide.

La détermination du seuil d'intervention est d'un intérêt certain, il permet de ne désherber que lorsque l'infestation adventice devient économiquement dangereuse pour l'agriculteur.

Enfin, le seuil tolérable des infestations correspond à la densité des adventices pour laquelle la chute de rendement est inférieure aux coûts de la lutte. On accepte, dans ce cas, une perte de récolte, car il n'est pas économiquement rentable de traiter.

Le logiciel utilisé pour l'analyse des démonstrations, en plus des deux fonctions décrites précédemment (analyse statistique et analyse floristique) est également conçu pour effectuer une analyse économique des données.

Au niveau de l'exploitation, ces données concernent les rendements moyens observés à la récolte, les gains moyens de rendement par rapport au témoin non désherbé, les prix de vente de la culture, les coûts des désherbants en valeur financière et en valeur de la production (seuil économique), les bénéfices ou les pertes enregistrées par le traitement en valeur financière et en valeur de la production, les pertes relatives de rendement du témoin non désherbé et les risques relatifs de pertes pour un désherbant (pourcentage de démonstrations où le coût du traitement n'est pas amorti) (2). Toutes ces informations peuvent, bien entendu, être regroupées par point d'appui, par zone, par année et sur l'ensemble des 8 années concernées. Les performances réalisées dans ce domaine se mesurent par la facilité et la rapidité avec laquelle une synthèse des résultats peut être obtenue.

3.2. Analyse statistique pluriannuelle des démonstrations

Etudier l'efficacité des herbicides globalement dans l'espace et le temps n'est pas évident. De plus, en pratique, de nouveaux herbicides apparaissent sur le marché, remplaçant ainsi des anciens produits devenus moins intéressants. Enfin, même pour une culture donnée, il y a une évolution dans le choix des variétés ensemencées, critère supplémentaire d'hétérogénéité des résultats.

Une première tentative d'analyse globale sur les rendements fut réalisée pour les zones de Béja et de Bizerte, plus particulièrement pour la culture de blé dur, en considérant cinq années culturales de 1983 à 1987 (1). La méthode de travail est brièvement exposée.

L'ensemble de ces données se structure selon 10 traitements herbicides, 4 points d'appui, 9 variétés de blé dur et 5 années culturales.

Cette matrice de données, théoriquement composée de 1.800 informations n'en comporte que 389 pour des raisons agronomiques. Dès lors, le premier objectif du travail est la constitution d'une matrice la moins singulière possible afin d'obtenir des estimations des différents facteurs en faisant appel à un modèle d'analyse de la variance à quatre critères de classification non orthogonale.

Finalement, les données issues de 4 traitements (chlortoluron, diclofop-méthyl + mécoprop, 2-4D ester, témoin vrai), 3 points d'appui (Béja, Mateur, Medjez), 3 variétés (D58-25, Ben béchir, Karim) et 4 années (1983-1986) ont permis de bâtir le modèle significatif suivant (305 données):

Rendements = fonction (herbicides, points d'appui, variétés, années, interaction herbicides points d'appui, variétés points d'appui).

Au niveau de l'interprétation des résultats, la méthode de la régression conjointe s'est révélée intéressante pour comprendre l'efficacité des herbicides en fonction des années et des points d'appui (5).

Les principes de cette méthodologie ont ensuite été appliqués pour l'analyse de toutes les données récoltées de 1982 à 1989. Toutefois, cette étude globale a été réalisée zone par zone en faisant appel au logiciel statistique SAS (7).

De ce travail, il ressort, qu'outre les conditions agroclimatiques assez variables, les variétés de blé dur utilisées n'ont pas toutes le même potentiel de production. En effet, la variété Karim à paille courte, variété qui est la plus utilisée dans

les essais démonstratifs, possède une supériorité significative par rapport à la variété D58-25 et surtout à la variété à paille haute Chili, variété utilisée uniquement au Kef. La variété Ben Bechir, qui a été utilisée principalement à Béja et Jendouba, possède un rendement équivalent à celui de Karim et donc significativement supérieur à celui de la variété D58-25 ou INRAT 69.

L'étude des résultats exposée dans l'article suivant (4) a également été effectuée par point d'appui. En effet, certaines zones sont hétérogènes au point de vue agroclimatique et l'on peut penser a priori que les données recueillies par point d'appui sont plus homogènes et donnent une représentation plus précise des résultats obtenus, notamment dans le cas de zones agroclimatiques hétérogènes comme Béja, par exemple.

4. Conclusions

La mise au point et l'utilisation de logiciels interactifs ont permis de résoudre d'une manière rationnelle l'exploitation des données aussi bien des essais que des démonstrations phytosanitaires au sein de la Direction de la Défense des Cultures du Ministère de l'Agriculture en Tunisie.

Une publication ultérieure (4) fera la synthèse des principaux résultats obtenus dans les démonstrations herbicides sur le blé dur, culture qui a fourni le plus grand nombre de données sur une période de 8 années d'observations.

L'aboutissement des outils informatiques mis en œuvre pour obtenir une synthèse rapide et aisée des informations des essais et des démonstrations permettra également la publication prochaine du rapport final du projet.

En poursuivant cette double démarche, par la formation de spécialistes hautement qualifiés d'une part et par la mise au point de logiciels performants d'autre part, les autorités tunisiennes concernées disposeront pour l'avenir d'un outil d'expérimentation et de vulgarisation peu commun.

Références bibliographiques

1. Ben Abed M.A., 1988 : Analyse statistique d'essais répétés au cours de plusieurs années dans le nord de la Tunisie - Faculté Sciences Agro. de l'Etat, Gembloux - 115 p.
2. Carême C., Karbous B., 1988 : Désherbage chimique des grandes cultures. Publ. Ministère de l'Agriculture, Tunis - 98 p.
3. Carême C., Gharbi A., Claustraux J.J., 1990 : Conception et mise en œuvre d'un système intégré de gestion de démonstrations et d'essais phytosanitaires en Tunisie - Tropicultura **8**, 2 p. 90-92.
4. Carême C. & Sghaier T., 1991 : Conséquences de la nuisibilité des mauvaises herbes sur la production du blé d'hiver en Tunisie : les seuils d'intervention et la rentabilité du désherbage. Tropicultura. (à paraître)
5. Finlay K.W., Wilkinson G.N., 1963 : The analysis of adaptation in a plant-breeding program. Australian J. of Agric. Research **14** - pp. 742-754.
6. Sghaier T., 1988 : Construction de plans d'expériences en blocs incomplets et conception d'un système intégré d'essais en champ. Faculté Sciences Agro. de l'Etat, Gembloux - 118 p.
7. Sghaier T., 1990 : Analyses statistiques des démonstrations de désherbage. Projet tuniso-belge 1981-89 - Publ. Ministère de l'Agriculture, Tunis - 90 p.

A Gharbi, tunisien, Ingénieur informaticien, Sous-Directeur du Centre National de Documentation Agricole, Ministère de l'Agriculture, Tunis

T Sghaier, tunisien, Ingénieur principal, Statistique et Informatique - Sous-Direction de la Défense des Cultures, Direction Générale de la Production Végétale - Ministère de l'Agriculture, Tunis

J.J. Claustraux, belge - Docteur en Sciences Agronomiques, Professeur - Unité de Statistique et d'Informatique, Faculté des Sciences Agronomiques de Gembloux - Belgique

C Carême, belge, Ingénieur agronome, Conseiller, Sous-Direction de la Défense des Cultures - Direction Générale de la Production Végétale, Ministère de l'Agriculture, Tunis

Stabilité au frigo et au congélateur du vaccin D 78 contre la maladie de Gumboro du poulet. Essai préliminaire.

P. Jetteur *

Keywords: Gumboro — Vaccine — D 78 — Thermostability

Résumé

La souche vaccinale D 78 est la seule source de vaccin contre la maladie de Gumboro commercialisé régulièrement à Kinshasa (Zaïre). Ce vaccin est lyophilisé par flacon de 1000 doses ce qui est excessif pour les petits éleveurs (100 à 200 poulets) qui soit ne vaccinent pas, soit perdent le vaccin non utilisé. La stabilité à -20°C et à $+4^{\circ}\text{C}$ de ce vaccin remis en solution a été étudiée. A -20°C le titre est stable durant six mois tandis qu'à $+4^{\circ}\text{C}$ il chute de $0,4 \log_{10}\text{TCID}_{50}$ par 30 jours. L'opportunité d'utiliser une suspension vaccinale conservée au congélateur est discutée.

Summary

Strain D 78 is the only vaccine against Gumboro disease currently available in Kinshasa (Zaire). This freeze-dried vaccine, conditioned in 1000 doses vials, is not adapted for small-holders (100 to 200 chickens) who either do not vaccinate or lose the unused doses. Stability of the vaccine in solution was investigated at $+4^{\circ}\text{C}$ and -20°C . At -20°C , the titer remained stable during six months while at $+4^{\circ}\text{C}$ it lost $0.4 \log_{10}\text{TCID}_{50}$ every 30 days. The possibility to use freeze-dried vaccine are discussed.

Introduction

La maladie de Gumboro est l'affection virale la plus fréquemment diagnostiquée au Laboratoire Vétérinaire de Kinshasa (Zaïre) dans les exploitations avicoles des alentours de la ville. Les poussins des petits élevages de 100 à 200 sujets sont rarement vaccinés contre cette maladie car peu connue des aviculteurs et parce que le vaccin ne se trouve pas en conditionnement adapté à leur effectif. Le seul vaccin commercialisé sur place d'une manière plus ou moins régulière est la souche D 78 présentée lyophilisée en flacons de 1000 doses. La stabilité au frigo et au congélateur de la souche D 78 a été étudiée car, bien que déconseillée dans la notice d'utilisation, il serait économique de conserver le vaccin en excès pour des applications ultérieures.

Matériel et méthodes

Les contenus de deux flacons de 1000 doses de vaccin lyophilisé D 78 ont été mis en suspension dans 20 ml de sérum physiologique tamponné (pH 7,2) contenant $200 \mu\text{g}/\text{ml}$ de gentamycine. Le vaccin n'a pas été dilué comme conseillé dans la notice d'utilisation car, étant destiné à une application dans l'eau de boisson, une préparation trop volumineuse à congeler aurait été obtenue. La suspension virale a été disposée par quantités de 1 ml en petites bouteilles de verre dont une moitié a été conservée au congélateur (-20°C) et l'autre au frigo ($+4^{\circ}\text{C}$). Les suspensions virales ont été titrées par la méthode des dilutions terminales (2), périodiquement durant six mois sur fibroblastes secondaires d'embryon de poulet cultivés en microplaque. Chaque bouteille n'a été examinée qu'une seule fois puis éliminée du lot. Le titre viral exprimé en «Tissue Culture Infectious Dose 50% (TCID_{50})» a été calculé selon Spearman-Kärber (1). L'effet de la durée de conservation sur le titre viral a été recherché par régression linéaire simple (3).

Résultats

L'évolution du titre des suspensions virales durant la période d'observation est reprise dans la figure 1. Au congélateur, le titre ne varie pas, le test t de Student ($t=0,32 / p=0,76$) pour la pente ($y=5,3 + 0,00064x$) étant non significatif. Au frigo, le titre diminue de manière hautement significative ($t=6,20 / p=0,002$; $y=5,1 - 0,013x$) de $0,4 \log_{10}\text{TCID}_{50}$ par 30 jours.

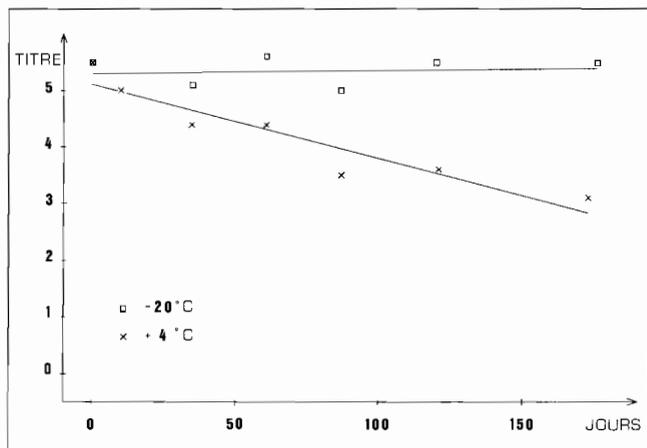


Figure 1 : Evolution du titre ($\log_{10}\text{TCID}_{50} / 0,1 \text{ ml}$) des suspensions virales durant la période d'observation (jours)

Discussion

Au congélateur, le titre est resté stable durant 6 mois et on peut donc supposer que le vaccin est toujours efficace au terme de cette période. L'efficacité du vaccin congelé devrait être confirmée par un challenge sur des animaux vaccinés

Travail réalisé au Laboratoire Vétérinaire, B.P. 8842. Kinshasa 1, Zaïre.

* Avenue de l'Arbre-Ballon 22/6 (A-2). B. 1090 Jette, Belgique.

Reçu le 08 05 90 et accepté pour publication le 20.09.90

mais le test fut impossible à réaliser pour des raisons pratiques. Deux arguments nous incitent néanmoins à penser que le vaccin ainsi conservé est efficace. Premièrement la souche D 78 est clonée et ne peut donc être constituée de sous-populations de thermostabilités et immunogénicités variables. Deuxièmement, tous les lots de vaccin contre la maladie de Gumboro destinés à la commercialisation en Belgique sont testés par l'Institut National de Recherches Vétérinaires (Bruxelles, Belgique) et le titrage, seul contrôle effectué sur le plan virologique, est considéré suffisant en ce

domaine pour décider de l'efficacité du lot (Dr. Desmecht, communication personnelle).

Conclusion

Bien que nécessitant la confirmation sur le terrain, le vaccin D 78 en suspension semble pouvoir être conservé au congélateur durant quelques mois puis, vu sa relative stabilité à + 4°C, être transporté sur glace fondante rapidement jusqu'au lieu de vaccination.

Références bibliographiques

1. Allan W.H., Lancaster J.E. & Toth B., 1980. Vaccins contre la maladie de Newcastle. Production et utilisation. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, Rome, 154-156.
2. Hoskins J.M., 1967. Virological Procedures. Butherworth and Co.

Publishers. London

3. Snedecor G.W. & Cochran W.G., 1980. Statistical methods. The Iowa University Press, Ames, 149-193.

P. Jetteur belge, Dr. Médecine Vétérinaire, Université de Liège, Belgique

COTA asbl

Collectifs d'Echanges pour la Technologie Appropriée

Le COTA est un centre de documentation, d'étude et de recherche sur les technologies appropriées créé en 1979 par plusieurs ONG belges de coopération au développement.

Le COTA peut vous offrir notamment les services suivants :

1. Centre de documentation : 5000 volumes, 150 périodiques, documents classés selon 8 thèmes : homme et société / énergie et puissance / eau, assainissement et traitement des déchets / agriculture, élevage, sylviculture, pêche et aquaculture / transformation des produits agricoles et production alimentaire / fabrication industrielle, artisanale, ingénierie et services / construction (travaux et matériaux) / santé.
2. Service questions/réponses
3. Service documentation commercial
4. Formation (séminaires, stages...)
5. Publication des «Echos du Cota», trimestriel (300 BEF/an).

Le COTA est membre du réseau SATIS (Socially Appropriate Technology Information Services) qui regroupe une cinquantaine de centres de technologie appropriée, ayant adopté un système de classification commun et un accès mutuel aux bibliothèques.

La bibliothèque du COTA est accessible tous les jours ouvrables de 9 à 12 h. et de 14 à 17 h., sauf le vendredi matin. Consultation sur place.

Adresse: rue de la Sablonnière, 18 — 1000 Bruxelles (Belgique). Tél. 32(0)2/218.18.96 - Fax: 32(0)2/223.14.95.

IVème Congrès International des Terres de Parcours

22 au 26 avril 1991 — Montpellier, France

Depuis près d'un siècle, les terres de parcours ont suscité de nombreuses recherches conduisant à des efforts de développement et d'amélioration. La compétition pour l'espace entre l'agriculture et l'élevage s'est exacerbée ces dernières années dans les pays en développement. La solution se trouve probablement dans une meilleure approche des problèmes grâce à des analyses cohérentes faites par des spécialistes de diverses disciplines.

Le Congrès qui s'est tenu à Montpellier a permis à plus de 500 scientifiques venant de 65 pays de communiquer les résultats de leurs recherches ou de faire part de leurs observations. Les discussions ont été groupées en 16 sections, basées sur un exposé de synthèse par thème en plus des conférences d'introduction. Des séances étaient également prévues pour prendre connaissance des affiches, films video, diaporamas, logiciels,...

Le Président du Congrès, H.N. Le Houerou a personnellement communiqué son vif regret de n'avoir pas réussi à obtenir une participation (ni active ni passive) des sociologues, alors que ces derniers sont de plus en plus considérés comme essentiels dans les équipes concernées par la recherche et le développement en agriculture tropicale.

Les 16 ateliers (avec le nombre approximatif de résumés publiés) étaient consacrés respectivement aux thèmes suivants :

— 1. Inventaire et typologie des écosystèmes pastoraux : aspects méthodologiques (15) — 2. Dynamique des écosystèmes pastoraux (31) — 3. Fonctionnement et production des écosystèmes pastoraux (14) — 4. Ecophysiologie des plantes pastorales (17) — 5. Inventaire et surveillance continue : applications régionales (11) — 6. Adaptations écologiques et ressources phyto-génétiques d'espèces spontanées herbacées et ligneuses (22) — 7. Interaction animal et végétation : impact des herbivores sur les peuplements végétaux

(y compris modélisation) (18) — 8. Parcours à composantes ligneuses ou herbacées : aspects descriptifs et géographiques (21) — 9. Choix, qualité et quantité de la végétation ingérée par l'animal au pâturage (20) — 10. Performance et productivité des herbivores domestiques et sauvages (16) — 11. Fonctionnement des systèmes d'exploitation pastoraux (13) — 12. Méthodes de diagnostic et d'amélioration des systèmes d'exploitation pastoraux (9) — 13. Méthodes de gestion raisonnée des surfaces pastorales (9) — 14. Maîtrise et utilisation des parcours arbustifs (11) — 15. Aspects socio-économiques et juridiques du développement pastoral (24) — 16. Education et formation - Relations Nord-Sud (1).

Les titres spécifiques des articles concernent souvent des grandes régions et au moins une trentaine de pays différents, depuis le Népal jusqu'aux Falklands en passant par l'Arabie et l'Amérique du Nord. Il est assez normal que la zone méditerranéenne fasse l'objet de nombreuses communications, mais il est plus surprenant d'observer l'abondance de textes concernant la Chine et la quasi absence d'articles sur le milieu tropical africain semi-humide et humide.

★ ★ ★

Les résumés d'une demi-page en texte serré pour l'ensemble des articles, affiches, films, ... étaient disponibles en français et en anglais lors du congrès.

Les Actes du Congrès avec toutes les communications écrites, les synthèses, les résumés des débats, ... paraîtront fin 1991 - début 1992. Ils seront disponibles pour un prix probablement voisin de 2000 FF, à l'Association Française de Pastoralisme, CIHEAM, 3191 route de Mende, B.P. 5056, F-34033 Montpellier Cedex 1, France (Telex 480 783 F. Fax: 67.54.25.27).

On peut regretter l'absence des adresses dans la liste des participants remise dès l'arrivée au congrès.

Lutter contre le choléra

Que conseiller aux personnes qui désirent se rendre dans un pays où s'est déclarée une épidémie de choléra ?

Ne buvez que de l'eau préalablement bouillie ou filtrée ou de l'eau en bouteilles «fermées» (demandez qu'on vous ouvre la bouteille en votre présence ! Il n'est en effet pas rare que les bouteilles soient remplies d'eau de robinet). Ne vous laissez surtout pas tenter par le clapotis d'un clair ruisseau ou par l'eau de robinet non désinfectée au chlore. Evitez les crudités et lavez vous les mains chaque fois que vous allez aux toilettes et avant chaque repas.

Si les touristes belges respectent ces règles d'hygiène minimale, le risque d'infection est pratiquement nul. Des tests effectués sur des volontaires ont démontré qu'une personne normale et en bonne santé devrait absorber une telle quantité de micro-organismes qu'une infection est inconcevable.

Le choléra est et reste en soi une maladie de la pauvreté et de la mauvaise hygiène. Les habitants des bidonvilles et des grandes villes dépendent d'une eau infectée par l'eau des égouts et se contaminent inévitablement les uns les autres. De plus, leur pauvre alimentation les rend plus sensibles encore au choléra.

Extrait d'une interview du Professeur Dr. L. Eyckman, Directeur de l'Institut de Médecine Tropicale Prince Léopold d'Anvers, Belgique parue dans la revue «Dimension 3» de juin-juillet 1991 (N°3). Cette revue est disponible gratuitement sur simple demande écrite au service des Relations Publiques de l'Administration Générale de la Coopération au Développement, 5 place du Champ de Mars, Bte 57 à B—1050 Bruxelles, Belgique.

Ook verkrijgbaar in het Nederlands.

1ère CONFERENCE INTERNATIONALE SUR L'AULACODICULTURE

sous l'égide du
MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL ET DE L'ACTION COOPERATIVE (MDRAC)
& DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR TECHNISCHE ZUSAMMENARBEIT (GTZ) GmbH

Thème: L'Aulacodiculture: Acquis et perspectives
Période: les 17, 18 et 19 février 1992
Lieu: Cotonou - République du Bénin
Langues: Français et anglais
Frais de participation: 20.000 F CFA (voyages, hôtel et frais de séjour non compris)

L'aulacode (*Thryonomys swinderianus*), «grass-cutter» en anglais, «Grasnager» en allemand est un rongeur sauvage. L'importance accordée à ce rongeur hystricomorphe dans la sous-région tient à sa viande très appréciée des populations et qui n'est presque pas frappée de tabou ou d'interdit alimentaire. A cet effet, il fait l'objet d'une chasse intensive et le risque de son extinction devient de plus en plus élevé. Mais heureusement, des essais d'approvisionnement de cet animal ont été constatés en milieu rural. C'est donc dire qu'il est possible de faire de ce type d'élevage une source de protéines de qualité et de revenus.

Des communications sont souhaitées dans des domaines suivants:

1. Connaissances sur l'aulacode *Thryonomys swinderianus*

- Généralités sur la biologie
- Logement et matériel
- Conduite de l'élevage
- Nutrition et alimentation
- Reproduction
- Croissance pondérale
- Génétique et sélection
- Pathologie
- Ethologie

2. Domestication d'espèces sauvages: Concept et conséquences

3. Expérience de transfert des acquis de la recherche vers la production

- Expérience sur l'aulacodiculture
- Expériences d'autres espèces animales sauvages

Et c'est justement compte tenu de l'importance socio-économique de la viande de cet animal que le Gouvernement Béninois a initié en 1985 en collaboration avec le Gouvernement de la République Fédérale d'Allemagne dans le cadre d'une Coopération Technique, l'élevage de l'aulacode. Cette initiative n'est pas nouvelle; des tentatives sont connues dans de nombreux pays d'Afrique noire et se sont soldées par des échecs en raison de la méconnaissance des données sur l'espèce. Ainsi, après plusieurs années de recherche, nous pouvons aujourd'hui affirmer que l'élevage des aulacodes en captivité étroite est possible. Les performances de reproduction, de croissance pondérale, de docilité et autres ont été continuellement améliorées.

C'est pourquoi, le Projet Bénino-Allemand d'Aulacodiculture organise une conférence qui mettra en exergue les efforts déjà accomplis dans le cadre de la domestication de l'aulacode aussi bien en station qu'en milieu réel. Il est également envisagé au cours de cette Conférence l'élaboration d'une stratégie pour la promotion de l'aulacodiculture en milieu rural.

Contact: Comité Préparatoire de la Conférence Internationale sur l'Aulacodiculture - PBAA
B.P. 504

Cotonou/République du Bénin
Télex: 5129 GTZBEN
Téléfax: 00229/30-13-65

Vous êtes priés de:

- Remplir la fiche d'inscription et de la retourner avant le 31 août 1991,
- Faire parvenir le texte définitif de communication au Comité d'organisation de la conférence le 30 novembre 1991 au plus tard.

International Colloquium
Université de Liège (Belgium)
March 11-14, 1992

**The History of the Knowledge of Animal Behaviour
 from Earliest Times to the Present Day**

The interdisciplinary meeting here announced should produce appropriate reflection which will be of interest to all those who, to whatever extent, are concerned by the future of the plurimillenary bonds between man and animal.

Presentations may be submitted in one of the following categories: research papers or posters.

All presentations must deal primarily with a historical approach, whatever may be considered period and nature of studied sources (zoarchaeological, archaeological or written data). The Scientific Committee must refuse any text that does not conform to this essential aspect of the colloquium.

Colloquium languages: English or French.

Address of the Secretary Office:

Colloque «L'histoire de la connaissance du comportement animal»

c/o Service «Colloques et Congrès»

Université de Liège, Place du 20 Août 32/6e étage — B-4000 Liège (Belgium)

Telephone Number: + 32 41 / 66 55 34 or 66 55 47

Fax Number: + 32 41 / 66 57 00

**IRRIGATION ENGINEERING
 COURSES**

**2-Year Master Programme
 in Irrigation Engineering**

Participants will receive theoretical and practical training in advanced techniques, methods and principles aimed at raising awareness of issues involved with full realization of the potential of irrigation schemes and enhancing the knowledge and skills necessary to achieve sustainable irrigated agriculture. Candidates must possess a Bachelor's degree in Agriculture or in Civil Engineering or equivalent higher qualification from a recognized institute. As English is the language of instruction, fluency in both written and spoken English is required.

**1-Year Diploma Programme
 in Irrigation Engineering**

This programme is aimed to develop or strengthen skills for implementing irrigation development planning, system design and management as related to sustainable irrigated land use. The Diploma programme differs from the Master one in being less theoretical and more practical. It is an intensive, vocationally oriented course suitable for applicants from both temperate and tropical areas who wish to develop interest in irrigation science, technology and management. Candidates should have at least a Master degree in Agricultural Sciences or Civil Engineering or equivalent higher qualification from a recognized institute. Competence in spoken and written English is required.

The above courses are being offered by the Center for Irrigation Engineering, K.U. Leuven, Kardinaal Mercierlaan 92, 3001 Leuven (Heverlee), Belgium. For details contact the Programme coordinator: Dr. M. Badji.

FORTHCOMING CONFERENCE

14-17 September 1992, Leuven, BELGIUM

International Conference on '**Advances in Planning, Design and Management of Irrigation Systems as related to Sustainable Land Use**', organized by the Center for Irrigation Engineering C.I.E., Katholieke Universiteit Leuven, Belgium.

For details contact Mrs. G. Camps,

CIE-Conference Secretariat, Kardinaal Mercierlaan 92, 3001 Leuven (Heverlee), Belgium

Tel. + 32-16-22 09 31, Ext. 1550 - Telefax: + 32-16-20 50 32 - Telex: 25491 elekul b

BIBLIOGRAPHIE

BOEKBESPREKING

BIBLIOGRAPHY

BIBLIOGRAFIA

L'apiculture en Afrique Tropicale

B. Villières.

Dossier No. 11 «Le Point sur»

Editions Groupe de Recherche et d'Echanges Technologiques GRETE (213, rue La Fayette, 75010 Paris) et

Association Française des Volontaires du Progrès AFVP (BP 2, Linas, 91310 Monthléry-France) et

Agence de Coopération Culturelle et Technique ACCT (13, quai André Citroën, 75015 Paris).

1987, 220 pages. Prix: 120 FF + 15 FF pour frais de port hors d'Europe (+ 10 FF en Europe), disponible au GRETE.

Ce livre comprend quatre parties qui s'articulent de la manière suivante:

La première partie, après un rapide aperçu de ce qu'est actuellement le marché mondial du miel et de la cire, traite de quelques notions fondamentales concernant l'abeille en tant qu'individu et en tant qu'insecte social. Elle se veut un simple rappel.

La deuxième partie est un constat. Elle présente l'abeille africaine et aborde les aspects socio-économiques et techniques de l'apiculture en Afrique de l'Ouest.

En troisième partie, l'analyse de ce constat permettra de préciser certains objectifs à atteindre et montrera par des exemples concrets quelques moyens utilisés dans ce but.

Enfin, la quatrième et dernière partie donne certaines sources d'informations qui peuvent permettre de mieux appréhender les problèmes liés à l'activité apicole en milieu tropical.

Illustré de 111 photos, dessins, graphiques, schémas et tableaux, le livre de Bruno Villières aborde l'apiculture d'une manière très concrète et donne l'impression à celui qui ne s'est jamais occupé d'abeilles qu'il pourrait devenir apiculteur, même en Afrique tropicale. C'est donc un ouvrage à recommander.

L'amélioration du cotonnier *Gossypium hirsutum* L. par hybridation interspécifique.

V. Ndungo, J. Demol et R. Maréchal.

1988

Publications agricoles N° 23. Publié avec l'appui de l'Administration Générale de la Coopération au Développement — A.G.C.D. - 5, place du Champ de Mars B 57, 1050 Bruxelles, Belgique.

Ce volume de 92 pages, 6 annexes, 10 figures et 12 tableaux est réparti en trois parties très distinctes avec chacune sa bibliographie. La première est intitulée «Phylogénie et spéciation du genre *Gossypium*».

Le phylum ancestral du genre est apparu en Afrique Centrale et s'est différencié en sept groupes génomiques A à G. L'isolement des continents et la différenciation chromosomique ou génique ont entraîné certaines barrières d'incompatibilité. Les appariements méiotiques chez les hybrides interspécifiques fournissent des renseignements sur la phylogénie et la spéciation. La fréquence d'univalents constatés chez ces hybrides est inversement proportionnelle à l'affinité chromosomique et exprimerait l'ancienneté des divergences des espèces à partir de l'ancêtre commun pour autant que les vitesses d'évolution soient identiques. Les espèces tétraploïdes sont d'origine allotétraploïde et monophylétique. Au cours de leur formation, il y a eu élaboration d'un facteur de diploïdisation qui est responsable de leur comportement amphidiploïde.

Dans le chapitre 2 les auteurs ont traité des «Méthodologies pour l'exploitation de la diversité génétique du genre *Gossypium*».

Trois méthodes d'introggression sont utilisées suivant les affinités intergénomiques. Les méthodes paraphylétique et pseudophylétique s'inspirent du processus de la création des allotétraploïdes naturels et permettent l'obtention des hybrides trispécifiques. La présence dans l'amphidiploïde d'un subgénom D dont l'affinité avec les autres génomes du genre (A,

B, C, D, E, F ou G) est très faible, restreint l'efficacité des méthodes ci-dessus à l'utilisation de l'espèce diploïde sauvage du nouveau monde. La méthode aphylectique permet l'exploitation de toutes les espèces diploïdes du genre. L'affinité des différents génomes par rapport à l'amphidiploïde (AhDh) décroît de la manière suivante: $A \rightarrow D \rightarrow F \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow E$. Elle permet de définir le nombre optimum d'échanges géniques des hexaploïdes et des pentaploïdes. La fertilité des lignées aneuploïdes obéit à la loi de Darlington et diminue beaucoup plus vite lorsque les chromosomes surnuméraires proviennent d'espèces plus étroitement apparentées à l'amphidiploïde cultivé. Les descendants d'aneuploïdes permettent d'obtenir des substitutions de chromosomes et des recombinaisons hétérogénétiques.

Enfin le chapitre 3 «Application et résultats obtenus» fait la synthèse des hybridations interspécifiques.

Les hybrides trispécifiques «*hirsutum — arboreum — thurberi*» (HAT) et «*hirsutum — arboreum — raimondii*» (HAR) sont à la base de nombreux cultivars. Initialement les hybrides à base de HAT combinent une bonne résistance mécanique de la fibre et de nombreux caractères défavorables. Pour dissocier ces caractères, la méthode de sélection récurrente simple ou cumulative a été proposée aux Etats-Unis et au Zaïre. Cette sélection a permis de briser des liaisons géniques et d'obtenir des variétés cumulant à un haut niveau les caractères agronomiques et technologiques intéressants. Les variétés très performantes d'origine HAR, sélectionnées en Côte-d'Ivoire, associent de nombreux caractères, notamment la productivité, le rendement à l'égrenage, la résistance mécanique et la longueur de fibre.

Les résultats des sélections issues du croisement *Gossypium barbadense* x *Gossypium hirsutum* semblent plus rares suite à la rupture de l'harmonie génique observée chez les populations F2 et à la tendance à un retour rapide vers les formes parentales au cours des générations suivantes. Des méthodes utilisant des hybrides bispécifiques combinant les génomes d'espèces tétraploïdes et diploïdes ont été explorées mais jusqu'à présent peu exploitées. Elles offrent cependant d'intéressantes perspectives en amélioration cotonnière.

Cet opusculé très bien présenté sur papier glacé ne manquera pas d'intéresser les spécialistes du coton car il fait le point de la situation. C'est tout le mérite de l'Administration Générale de la Coopération au Développement d'avoir financé cette étude confiée à la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Etat de Gembloux, Belgique. Le volume est disponible gratuitement à l'A.G.C.D., Service du Développement Agricole D.24.91.

Les éoliennes de pompage

par I.T. Dello; Collect. «Le Point sur les Technologies», co-publié par le Ministère de la Coopération et du Développement (France) et par le Groupe des Recherches et d'Echange Technologiques (GRET, Paris) avec l'aide du Centre Technique de Coopération Agricole et Rurale (CTA, Wageningen, Pays-Bas). Deux cents pages, 57 figures et schémas, mars 1989. Prix: 100 FF, disponible au GRET (213, rue la fayette, 75010 Paris).

L'éolienne de pompage correspond à une technologie appropriée connue depuis l'antiquité, actuellement trop délaissée car les déboires sont nombreux dans les pays en développement. La cause de ces échecs repose le plus souvent dans un défaut d'entretien, alors que le fonctionnement de cet outillage est gratuit.

L'ouvrage est intelligemment composé de cinq parties: le vent source d'énergie (34 pages, connaître les vents, théorie de l'énergie éolienne, vitesse de rotation des rotors,...), Connaître les matériels (37 pages; principes de pompage, pompes, types d'éoliennes, choix de l'association pompe-rotor,...).

Installer une éolienne de pompage (24 pages; identifier les besoins, assurer le fonctionnement en favorisant l'insertion sociale, choisir les matériels), Réalisations à connaître (20 pages; Thaïlande, Crète, U.S.A., Sahores-Mali, Sri-Lanka, Cap-Vert,...) et de très utiles annexes (adresses d'organismes et de constructeurs, bibliographie,...). Les schémas sont simples mais clairs, l'ouvrage est facile à lire. Il n'y aura plus d'excuse dorénavant pour rejeter la méthode.

Les méthodes de production d'alevins de *Tilapia nilotica*,

par P. Kestemont, J.C. Micha et U. Falter.
Programme de mise en valeur et de coordination de l'aquaculture
ADCP/REP/89/46 — PNUD/FAO

Cet ouvrage de 132 pages (DIN A4), particulièrement bien documenté est une synthèse excessivement dense des connaissances actuelles, mais néanmoins particulièrement agréable à lire. Il est un document de base permettant au pisciculteur néophyte ou chevronné de définir et de choisir en toute connaissance de cause la ou les techniques les plus appropriées à son type d'élevage non seulement pour la production d'alevins mais également pour toutes les autres étapes dudit élevage.

Les techniques actuelles de reproduction et d'alevinage sont passées en revue, en étang, en hapas et en auge, en tank

et enfin en aquarium.

Pour chaque technique les avantages et inconvénients sont discutés par les auteurs après avoir détaillé toutes les pratiques tant en ce qui concerne l'alimentation à tous les âges, la densité de population à respecter, l'apport et le renouvellement en eau sans oublier la construction même des divers modèles utilisés.

L'ouvrage est complété par des «conclusions et recommandations», des annexes reprenant les besoins des tilapias et les apports des divers nutriments, les coûts comparés des divers systèmes. Un glossaire précède enfin une très abondante bibliographie.

Dans l'avant propos de Colin E. Nash et Craig B. Kensler, nous extrayons ce paragraphe; «La plupart des quelques documents techniques sur l'aquaculture, disponibles en Afrique de nos jours, sont en langue anglaise. Cependant, la majeure partie des pays africains où est pratiquée l'aquaculture sont de langue française. En conséquence, il faudrait traduire ces documents de l'anglais, ou préparer des documents en français spécialement à l'usage des producteurs, agents de vulgarisation et autres chercheurs.»

L'ouvrage tel qu'il est présenté est une brillante étude pouvant servir de base à tous ceux qui sont concernés par l'élevage du *Tilapia nilotica*.

Il peut être obtenu sur commande à :

A. Coche, FAO. Département des pêches.

Via delle Terme di Caracalla

I - 00100 Roma - Italie

Maîtrise des crues dans les bas-fonds — Petits et micro-barrages en Afrique de l'Ouest.

par S. Berton, février 1988, 474 pages (Dossier n° 12 - Le point sur... - GRET, ACCT - Coop. Française) - 213, rue Lafayette F-75010 Paris.

Analysé par le Prof. Mme Sylvia Dautrebande. Unité d'Hydraulique Agricole - Département de Génie Rural.

Faculté des Sciences Agronomiques, Gembloux, Belgique.

Ce manuel est certainement le bienvenu et remplit une lacune réelle dans le domaine de la petite construction hydraulique, où seule l'expérience «en vraie grandeur» peut apporter un faire-valoir à des structures à la fois complexes et rustiques.

Si l'on y ajoute que la démarche originale qui a été utilisée procède d'une approche intégrant non seulement les aspects techniques mais aussi les multiples aspects du milieu rural et socio-économique (y compris le sanitaire) propre à l'Afrique de l'Ouest, d'emblée on ne pourra que recommander l'usage de ce manuel, malgré certaines lacunes, de forme essentiellement, sur lesquelles nous revenons plus loin.

En ce qui concerne la succession des chapitres présentés, une lecture d'une seule traite fait apparaître quelques redites, présentées d'ailleurs parfois différemment; toutefois l'auteur prévient en prologue qu'un certain nombre de chapitres sont construits pour être abordés de façon indépendante, suivant les nécessités du lecteur.

Les trois premiers chapitres, incluant une introduction utile relative à la définition d'un bas-fonds, pas si évidente à cerner, sont consacrés à la méthode d'approche de l'aménagement d'un bas-fonds, séquentielle, devant s'inscrire dans une démarche globale pluridisciplinaire et systémique, depuis la définition des objectifs et la conception du projet jusqu'à la mise en valeur en passant par l'exécution des travaux, n'oubliant jamais que les bénéficiaires (les groupes ruraux concernés) doivent dès le départ, et tout au long de l'action, rester les acteurs principaux.

La présentation des trois premiers chapitres permet ainsi au technicien de terrain d'élargir ses vues au delà des seuls concepts techniques, de provoquer la réflexion sur les questions socio-économiques locales, sur la prise en charge par la population, etc..., et de garder constamment à l'esprit la nécessité de la démarche globale

Les chapitres quatre à sept sont d'ordre technique et portent sur les différents modes possibles d'aménagement du type petits et micro-barrages et structures associées, en ce y compris les détails et normes de construction, sans négliger toutes considérations propres à guider le choix vers l'une ou l'autre option.

Ce manuel démontre une fois de plus, si besoin en est, que la conception de petites structures hydrauliques du Génie Rural, en apparence élémentaires, repose sur des principes rigoureux que l'on doit respecter si l'on souhaite garantir durabilité et efficacité au projet.

Le technicien y trouvera donc une information rationnelle, permettant de composer avec des moyens limités en temps, en étude, en financement, ainsi qu'une vue d'ensemble des questions à traiter dans le cadre d'un projet, en ce y compris les alternatives et contraintes.

Il s'agit en somme d'un bon guide et aide-mémoire pour le technicien de terrain, suffisamment averti cependant que pour effectuer des choix critiques et faire appel au spécialiste quand nécessaire.

Signalons à ce titre l'intérêt des annexes qui précisent l'un ou l'autre élément abordé dans le texte (notamment une bonne synthèse sur les méthodes de prédétermination des crues, de projet et les règles de prudence lors de leur utilisation).

Enfin, les figures, quoique parfois de facture fort artisanale, sont en général assez claires, à quelques-unes près.

Compte tenu des qualités de ce manuel, on ne peut que regretter un certain nombre de lacunes de forme : figures souvent non citées dans le texte, glossaire trop limité, confusions de notation dans le texte ou sur les figures, confusions de termes (par exemple, confusion entre la notion de bassin à ressaut et bassin à matelas d'eau), références bibliographiques incomplètes,... Tout cela ne se retrouve certes pas en abondance, mais cependant en quantité suffisante que pour souhaiter, lors d'une réédition, qu'une révision précise soit effectuée. Le manuel y gagnerait en attrait et facilité d'utilisation.

Un livre à recommander à nos techniciens et nos futurs techniciens.

«Les chemins de l'eau, ruissellement, irrigation, drainage»

Manuel tropical

par H. Dupriez et P. De Leener, 1990.

Edition Terres et Vie (Rue Laurent Delvaux 13, B-1400 Nivelles, Belgique; co-éditeurs: C.T.A., L'Harmattan, ENDA. 380 p., 600 illustrations (figures, photos, tableaux). Prix: 950 BEF à payer au compte 063-0967747-13 lors de la commande.

Hugues Dupriez dont on connaît le talent pédagogique par les ouvrages déjà publiés, vient de sortir un nouveau livre dans la même veine que les précédents; celui-ci est centré sur les problèmes de l'eau.

En 62 leçons groupées en 9 parties, les auteurs expliquent les mécanismes en termes simples, comme doit le faire tout bon agronome voulant faire passer des messages aux agriculteurs. Cela n'exclut pas le rappel de quelques notions simples de physique et de chimie appliquée. Tout reste cependant à dimension humaine (puisard, micro-barrage,...), mais en fournissent le pourquoi et le comment. Les divers modèles de pompes sont bien expliqués, ce qui n'est pas fréquent dans des ouvrages facilement accessibles aux agronomes et vulgarisateurs; on y trouve même une description du bélier hydraulique, excellente pompe trop méconnue.

Les différentes parties de l'ouvrage comprennent : l'Eau et l'Agriculture (10 p.), l'Eau et le Sol (66 p.), l'Eau des Plantes (14 p.), l'Eau dans l'Air (27 p.), les Eaux de Surface (77 p.), Arroser les Cultures (60 p.), les Modes d'Irrigation (74 p.), Exhaure de l'Eau (22 p.), Efficacité et Rendements des Arrosages (16 p.) plus les Annexes (bibliographie, table, lexique).

Malgré quelques répétitions par rapport à d'autres ouvrages, celui-ci fait partie de la bibliothèque qu'il faut recommander aux agronomes actifs dans le développement rural en milieu tropical.

L'ouvrage peut aussi être payé en FRF, CFA, ou USD (s'adresser directement à Terres et Vie pour les détails).

Revue scientifique et d'information consacrée aux problèmes ruraux dans les pays en voie de développement et éditée par l'Administration Générale Belge de la Coopération au Développement (A.G.C.D.).

Paraît quatre fois l'an (mars, juin, septembre, décembre).

Rédaction :

AGRI-OVERSEAS asbl

Cette association a été créée dans le but d'établir des relations professionnelles ou d'intérêts communs entre tous ceux qui œuvrent pour le développement rural outre-mer.

Coordonnateur scientifique :

Comité scientifique

Un représentant de chacune des institutions belges suivantes le compose :

- Administration Générale de la Coopération au Développement à Bruxelles (A.G.C.D.).
- Département de Production et Santé Animales, Institut de Médecine Tropicale, Antwerpen (D.P.S.A./I.M.T.).
- Faculté de Médecine Vétérinaire, Université de Liège (U.Lg.).
- Faculté de Médecine Vétérinaire de Gand, Rijksuniversiteit van Gent (R.U.G.).
- Faculté des Sciences Agronomiques de l'Etat, Gembloux (F.S.A.Gx.).
- Faculté des Sciences Agronomiques de la Katholieke Universiteit van Leuven (K.U.L.).
- Faculté des Sciences Agronomiques de la Rijksuniversiteit van Gent (R.U.G.).
- Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université Catholique de Louvain (U.C.L.).
- Section Interfacultaire d'Agronomie - Université Libre de Bruxelles (U.L.B.).
- Fondation Universitaire Luxembourgeoise, Arlon (F.U.L.).
- Facultés Universitaires Notre-Dame de la Paix, Namur (F.U.N.D.P.).

Secrétariat — Rédaction

Agri-Overseas/Tropicultura
c/o A.G.C.D., Bur. 509
pl. du Champ de Mars 5, B.57
1050 Bruxelles - Belgique
Tél. 02/519.03.77

Distribution :

Gratuite sur demande écrite.

Wetenschappelijk en informatief tijdschrift handelend over landbouwproblemen in ontwikkelingslanden uitgegeven door het Belgisch Algemeen Bestuur voor Ontwikkelings-samenwerking (A.B.O.S.).

Versijnt vier maal per jaar (maart, juni, september, december).

Redaktie :

AGRI-OVERSEAS vzw

Is een vereniging gesticht, met het doel gemeenschappelijke relaties te ontdekken onder al diegenen die overzee voor de landbouwontwikkeling werken.

Wetenschappelijke coördinator :

Wetenschappelijke raad

Samengesteld met een vertegenwoordiger van de volgende Belgische instellingen :

- Algemeen Bestuur voor Ontwikkelings-samenwerking, Brussel (A.B.O.S.).
- Afdeling Diergeneeskunde en Zoötechniek, Instituut voor Tropische Geneeskunde, Antwerpen (A.D.Z./I.T.G.).
- Fakulteit van Diergeneeskunde, (Université de Liège (U.Lg.).
- Fakulteit van Diergeneeskunde, Rijksuniversiteit van Gent (R.U.G.).
- Fakulteit van de Landbouwkundige Wetenschappen van de Staat, Gembloux (F.S.A.Gx.).
- Fakulteit van Landbouwkundige Wetenschappen, Katholieke Universiteit van Leuven (K.U.L.).
- Fakulteit van de Landbouwkundige Wetenschappen, Rijksuniversiteit van Gent (R.U.G.).
- Fakulteit van de Landbouwkundige Wetenschappen, Université Catholique de Louvain (U.C.L.).
- Afdeling van Landbouwwetenschappen - Université Libre de Bruxelles (U.L.B.).
- Luxemburgerse Universitaire Stichting, Aarlen (F.U.L.).
- Universitaire Faculteiten Onze-Lieve-Vrouw van de Vrede, Namen (F.U.N.D.P.).

Sekretariaat — Redaktie

Agri-Overseas/Tropicultura
c/o A.B.O.S., Bur. 509
Marsveldplein, B. 57
1050 Brussel België
Tel. 02/519.03.77

Verspreiding :

Gratis, op schriftelijk verzoek.

Scientific and informative review devoted to rural problems in the developing countries and published by the Belgian Administration for Development Cooperation (B.A.D.C.).

Four issues a year (March, June, September, December).

Editorial Staff :

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.

Scientific Coordinator :

Scientific Committee

It comprises a representative from each of the following Belgian Institutions.

- Belgian Administration for Development Cooperation, Brussels (B.A.D.C.).
- Animal Production and Health Department, Institute of Tropical Medicine, Antwerp (A.P.H.D./I.T.M.).
- Faculty of Veterinary Medicine, State University of Liège (U.Lg.).
- Faculty of Veterinary Medicine, State University of Ghent (R.U.G.).
- Faculty of Agricultural Sciences of the State, Gembloux (F.S.A.Gx.).
- Faculty of Agricultural Sciences, Catholic University of Louvain (K.U.L.).
- Faculty of Agricultural Sciences, State University of Ghent (R.U.G.).
- Faculty of Agricultural Sciences, Catholic University of Louvain (U.C.L.).
- Department of Agronomy - Free University of Brussels (U.L.B.).
- Academic Foundation of Luxembourg, Arlon (F.U.L.).
- University College Our Lady of Peace, Namur (F.U.N.D.P.).

Secretariat — Editorial Staff

Agri-Overseas/Tropicultura
c/o B.A.D.C., Bur. 509
pl. du Champ de Mars 5, B.57
1050 Brussels - Belgium
Tel. 32.2/519.03.77

Distribution :

Free, on written request.

Revista científica y de información dedicada a los problemas rurales en los países en vía de desarrollo y editada por la Administración General belga de la Cooperación al Desarrollo (A.G.C.D.).

Se publica cuatro veces por año (en marzo, junio, septiembre, diciembre).

Redacción :

AGRI-OVERSEAS

Es una asociación creada con el fin de establecer relaciones profesionales o de intereses comunes entre todos que laboran por el desarrollo rural en ultra-mar

Coordinador científico :

Comisión científica

Integrada por un representante de cada una de las instituciones belgas siguientes :

- Administración General de la Cooperación al Desarrollo, en Bruselas (A.G.C.D.).
- Departamento de Producción y Sanidad Animales, Instituto de Medicina Tropical, Amberes (D.P.S.A./I.M.T.).
- Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad de Liege (U.Lg.).
- Facultad de Medicina Veterinaria de Gante, Universidad del Estado de Gante (R.U.G.).
- Facultad de Ciencias Agronómicas del Estado, Gembloux (F.S.A.Gx.).
- Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad Católica de Lovaina (K.U.L.).
- Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad del Estado de Gante (R.U.G.).
- Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad Católica de Lovaina (U.C.L.).
- Departamento de Agronomía Libre Universidad de Bruselas (U.L.B.).
- Fundación Universitaria del Luxembourg, Arlon (F.U.L.).
- Las Facultades Universitarias Nuestra Señora de la Paz, Namur (F.U.N.D.P.).

Secretaria — Redacción

Agri-Overseas/Tropicultura
c/o A.G.C.D., Bur. 509
pl. du Champ de Mars 5, B. 57
1050 Bruselas Bélgica
Tel. 32.2/519.03.77

Distribución :

Gratuita, a petición escrita.

Prof. Dr. Ir. J. Hardouin

TROPICULTURA

1990 Vol. 8 N.3

Four issues a year (March, June, September, December)

CONTENTS

EDITORIAL

The Challenge of improved food production in Africa (in English)

L. Brader 105

ORIGINAL ARTICLES

Fattening of bull calves and adult males of Gobra with agroindustrial products such as molasses in Senegal (in French)

A. Buldgen, D. Lemal & P. Steyaert 107

Considerations regarding the evolution of farming systems in Burundi based on a multivariate analysis of some of their characteristics (in French)

J-P. Hubert 112

Feed utilization and live weight gain by the African giant rat (*Cricetomys gambianus* Waterhouse) at Dschang in Cameroun (in English).

J.N. Fonweban & R.M. Njwe 118

Chemical composition of *Achatina fulica* (in English).

F. Aboua 121

Response of maize to partially acidulated Mekrou phosphate rock on ferralitic soils in the Mono region in Southern Benin (in English).

C. Van den Bergh, S. Lokonon, P. Agbatchi & M. Verloo 123

Agricultural use of household compost in Brazzaville market gardening belt (in French).

H. Matondo, E. Miambi 128

Valorisation of a tropical *Euphorbiacea* by biomethanisation (in French)

D. Sow, M.D. Sall, B. Ollivier, E. Tine & D. Aw 131

TECHNICAL NOTES

Some notes concerning the behaviour of mountain's gorillas maintained in captivity at Tshibati (Zaire) (in French)

M.M. Katunga 135

«Zai», a traditional technique for restoring and recovering of arid soils (in French)

J.M. Sonda 139

A home built and portable cattle race (in English)

R. von Kaufmann 142

Preparation and utilization of interactive softwares to analyse agrochemical experiments and demonstrations (in French)

A. Gharbi, T. Sghaier, J.J. Claustrioux & C. Carême 144

Stability in refrigerator and freezer of D 78 vaccine against Gumboro disease of chicken (in French)

P. Jetteur 147

4th International ranged land Congress (in French) 149

BIBLIOGRAPHY 153



Editor:
R. LENAERTS
BADDC - Place du Champ de Mars 5, B.57, Marsveldplein - AGCD
1050 Bruxelles/Brussel



Composition - Mise en page
Photosetting Roland Van Campenhout
Tel. 32 2-460 79 42 Fax 32 2-460 76 05

Credit: J.M. Sonda

Nouvelle imprimerie Duculot
Parc Industriel - Rue de la Posterie - 5030 Gembloux
Tel. 32 81-61.00.61 Fax 32 81-61.52.94