

TROPICULTURA

2008 Vol. 26 N°4

Trimestriel (octobre- novembre- décembre)

Driemaandelijks (oktober- november- december)

Se publica po año (octubre- noviembre- diciembre)



L'homme et le troupeau, les Dinkas au sud du Soudan. Photo: Roger Job (1997).
Crédit: Vétérinaires Sans Frontières, Belgium.

Editeur responsable/Verantwoordelijke uitgever: J. Vercruysse
11 rue d'Egmontstraat
1000 Bruxelles/ Brussel

Avec les soutiens
de la Direction Générale de la Coopération au Développement DGCD www.dgcd.be,
du Service public Fédéral Affaires étrangères, Commerce extérieur
et Coopération au Développement www.diplobel.fgov.be,
de l'Académie Royale des Sciences d'Outre-mer ARSOM, www.kaowarsom.be
et de la Région Bruxelles Capitale

Met de steun van
De Directie-Generaal Ontwikkelingssamenwerking DGOS www.dgos.be,
de Federale Overheidsdienst Buitenlandse Zaken, Buitenlandse Handel
en Ontwikkelingssamenwerking www.diplobel.fgov.be,
de Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen, www.kaowarsom.be
en van het Brusselse Gewest

BUREAU DE DEPOT – AFGIFTEKANTOOR
BRUXELLES X / BRUSSEL X



SOMMAIRE / INHOUD / SUMARIO

EDITORIAL/EDITORIAAL/EDITORIALES

Integrating Livestock in Farming Systems

L'intégration de l'élevage dans les systèmes agricoles

Integratie van veeteelt in landbouwsystemen

Integración de la ganadería en los sistemas agrícolas

J.-P. Dehoux 193

ARTICLES ORIGINAUX/OORSPRONKELIJKE ARTIKELS/ARTICULOS ORIGINALES

Impacts de la vitesse d'avancement du tracteur sur la structure du sol et le rendement d'une culture de pomme de terre

Impact van de snelheids vordering van de tractor op de bodemstructuur en op de opbrengst van aardappels

Impactos de la velocidad de desplazamiento de un tractor sobre la estructura del suelo y el rendimiento del cultivo de papa

S. Chehaibi, C. Hannachi, J.G. Pieters & R.A. Verschoore 195

La revalorisation de la filière arachide dans la zone soudano-sahélienne du Nord Cameroun

Revalorisatie van de aardnotenfilier in het Soedano-sahel gebied van Noord- Kameroen

La revalorización de la cadena de valor del cacahuete en la zona sudano-saheliana del norte de Camerún

A. Hamasselbé 200

Vertical Differentiation of Cassava Marketing Channels in Africa

Différentiation verticale des chaînes de commercialisation de manioc d'Afrique

Verticale differentiatie van de verkoopskanalen van maniok in Afrika

Diferenciación vertical de los canales de mercado de la yuca en África

A.A. Enete 206

Diagnostic du système de production et de commercialisation du jus d'oseille de Guinée dans la ville de Maroua

Diagnose van het productiesysteem en de verkoop van Bissap (*Hibiscus sabdarifa*) in de stad Maroua

Diagnóstico del sistema de producción y comercialización del jugo de la rosa de Jamaica en la ciudad de Maroua

D.P. Folefack, C. Njomaha & D.R. Djouldé 211

Analyse des déterminants de la demande en poisson des ménages au Burkina Faso: cas du milieu rural (Vallée du Kou) et du milieu urbain (Bobo Dioulasso et Ouagadougou)

Analyse van de determinanten van de vraag naar vis door huishouden in Burkina Faso op het platteland (Vallée du Kou) of in stadsmilieu (Bobo-Dioulasso en Ouagadougou)

Análisis de factores de la demanda de pescado de las familias en el Burkina Faso: caso del medio rural (Valle del Kou) y del medio urbano (Bobo Dioulasso y Ouagadougou)

N. Sankara, S. Nacro, S.H. Ouédraogo & A.T. Kabré 216

Analyse économique de la structure des coûts de production apicole au Cameroun

Economische analyse van de kostenstructuur van de bijenteelt in Kameroen

Análisis económico de la estructura de costos de producción apícola en Camerún

A.S.Tsafack Matsop, F. Kamajou, G. A. Muluh & M. Takam 220

Valeur économique de l'amélioration de l'approvisionnement en eau potable des zones rurales au Cameroun

Economische waarde van de verbetering van voorzieningen voor drinkbaar water in rurale zones in Kameroen

Valor económico del mejoramiento del abastecimiento de agua potable en las zonas rurales del Camerún

M.M. Tiogang Djomo, Thérèse Fouda Moulende, E. Assoumou Ebo & A. Wabo 224

Analysis of Pig Marketing in Zango Kataf Local Government Area of Kaduna State, Nigeria

Analyse des vente des porcs dans la municipalité de Zango Kataf, Etat de Kaduna, Nigeria

Analyse van de verkoop van varkens in de lokale bestuurszone van Zango Kataf in de Staat Kaduna, Nigeria

Análisis del mercadeo del cerdo en el área del gobierno local de Zango Katar, estado de Kaduna, Nigeria

M.K. Ajala & A.O.K. Adesehinwa 229

Evolution de la fertilité des sols dans un système cotonnier-céréales au Nord Cameroun: diagnostic et perspectives

Veranderingen in bodemvruchtbaarheid in een katoen-graangewassen systeem in Noord-Kameroen: Diagnose en perspectieven

Evolución de la fertilidad de los suelos en un sistema algodón-cereal en el norte del Camerún: diagnóstico y perspectivas

J.-P. Olina Bassala, M. M'Biandoun, J.A. Ekorong & P. Asfom 240

The Influence of Compost Use on the Production of Lettuce (*Lactuca sativa*) in the Urban and Peri-Urban Areas of Yaoundé (Cameroun)

L'influence de l'utilisation du compost sur la production de la laitue (*Lactuca sativa*) dans la zone urbaine et péri-urbaine de Yaoundé (Cameroun)

Invloed van het gebruik van compost op de productie van sla (*Lactuca sativa*) in de urbane en de periurbane zones van Yaoundé (Kameroen)

La influencia del uso de compost en la producción de lechuga (*Lactuca sativa*) en la zona urbana y periurbana de Yaounde (Camerún)

A.J. Jaza Folefack 246

LES ACTIONS DE LA DGCD/DE ACTIVITEITEN VAN DE DGIS/LAS ACTIVIDADES DE LA DGCD 255

The opinions expressed, and the form adapted are the sole responsibility of the author(s) concerned

Les opinions émises et la forme utilisée sont sous la seule responsabilité des auteurs

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

Las opiniones emitidas y la forma utilizada conciernen unicamente la responsabilidad de los autores

EDITORIAL

EDITORIAAL

EDITORIALES

Integrating Livestock in Farming Systems

Ngo owns a small farm in the north of Vietnam. He has a few pigs, which he feeds with fresh fodder, leftovers, and some seeds from his crops. The animals are kept in a shed overhanging part of a pond where various species of fish are reared. Food for the fish is provided by the excrement from the pigs and from the many ducks present on the pond. More of the ordure is used to fertilize the fields and the family vegetable garden.

In Ecuador, Jorge has created a small company which recycles products from the slaughter-house. Blood, rumen fluids, and excrement from the slaughtered animals are composted for several weeks to obtain a marketable manure which is used in the banana plantations or rose fields of the area.

Jean Bosco owns a herd of goats and a few cows which are kept in a small cattle shed south of Kigali. He collects fresh fodder to feed his animals, and uses their excrement (including urine) to fertilize his garden of food crops and medicinal plants.

These three examples, taken from different parts of the tropical world, demonstrate various ways in which livestock farming and agriculture can be integrated and were presented as case studies at the recent symposium on this subject organized at the Senghor auditorium of the University Faculties of Gembloux by the Belgian platform for health and livestock production in the Tropics (Be-Troplive)*.

In view of the current enormous stakes at play, the size and statistics of which give one vertigo, the challenges for agriculture are considerable. Demand for food products is exploding as the population grows, especially in Asia and in Africa, and as demand for new products, in particular more meat, increases in the so-called emerging countries. Although globalization certainly creates potentially interesting new markets, it also, unfortunately, increases certain risks, not least to health. Climate change is being felt everywhere, notably by an increase in the frequency of natural disasters (flooding) or increasingly large and prolonged episodes of drought with, of course, a direct effect on agricultural production and livestock. Remember, in this context, that livestock contributes to these climatic modifications, in particular by producing approximately 18% of greenhouse gases. The exponential urban and peri-urban development, necessitates increased livestock (pigs and poultry, in particular), which, it must not be forgotten, enter directly into competition for food with humans or with the production of agro-fuels. This intensification of livestock production also increases the risks of pollution associated with bad management by factory farming and inadequate treatment of animal waste with risks of rapid propagation of diseases to animals and to humans. Already marginalized in our currently shaken market economies, small farmers are also confronted with other concerns, such as access to water, credit or land. Remember that 50% of the world's population lives on less than 50 dollars per month, that 80% of these people survive in rural area thanks to agriculture and, especially, thanks to livestock, and, finally, that 80% of these individuals have just themselves as their labor force.

Faced with these challenges, we have seen that during the last few decades the level of malnutrition of the African population has doubled whereas that of Asia has decreased two-fold. Improvement in the Asian agrarian systems, in particular increased integration of agriculture and livestock, is one of the elements which explains this observation. It is worthwhile briefly summarising the advantages of such an association. The concomitant use of animals in an agricultural business encourages better use of all aspects of production, including the soil, the labor force, and the capital. A cycle of nutritive elements makes it possible to keep soil fertile and to make it more productive. The animals produce manure, which makes it possible to restore the fertility of soil exhausted by repeated crop growth, and to maintain vegetable gardens and even some parcels of fodder crops. These fields will produce more and better quality produce, for humans and animals (hay, crop residues, medicinal plants, and fodder). The biomass is thus converted into food of quality, rich in protein. Animal manure can also form part of the food intake of other species, like fish, and can be used as fuel or building material. Draught animals make it possible to lighten the agricultural work and to better respect the crop calendar. The sale of livestock products makes it possible to obtain an income that is more evenly distributed throughout the year and to build a reserve of capital which can be used for urgent expenses or for investments that replace more formal savings systems. As we can see, the interactions are many and advantageous for both systems of production. So advantageous that, even in temperate areas such as Belgium, we are seeing a much needed integration between livestock farming and agriculture in a context where the separation of the two systems has been, until recently, pushed to the extreme.

To realise the potential benefits of the association, and even the integration, of livestock and agriculture, farmers must be able to profit from the fruit of their work. The soil which they work and preserve, as well as the herds they keep must be protected at several levels. A peaceful country is a luxury in some tropical areas. Secure land tenure is another. It must be possible to fence in the parcels of land (and their crop residues). Communal or familial ownership rights to the cattle must be abolished or at least modified. Access to existing commercial networks, to agricultural equipment, to livestock infrastructure, to agricultural and veterinary services also needs a degree of security at several levels. Good governance at all levels should ensure the stability of this integrated system. Finally, the existence of viable markets and fair prices are crucial factors in the development and durability of such a system. Without these factors, disputes for land space will increase and overexploitation of land will be even worse than expected (overgrazing, degrading of the soil, erosion) with, as a corollary, a decrease in soil fertility and an increase in food insecurity and poverty.

While many countries regard agriculture as their most important sector, it is disturbing to note that these same countries devote only 1 to 2% of their national budget on financing this agriculture. Many existing policies are old-fashioned, at best ineffective, even counter-productive. It is urgent that new measures and directions are taken to face the growth and rapid changes in livestock production. Experience confirms, in developed as well as in developing countries, that a policy of lassitude, consisting of non-intervention in market forces, is not a viable long-term solution. To deal with these problems, politicians (along with associations of producers, development organizations, and non-governmental organizations) can intervene at three principal levels: prices, institutions, and technology. In this context, it is good to observe a renewed interest in the agricultural sector from financial donors. Belgium, in particular, is following this path and has stated a wish to devote 10% of its cooperation for development budget to the financing of agricultural projects integrating the climate question and the environment.

As we can see, agriculture must respond to numerous and serious challenges. Creative and adapted initiatives in several areas of the tropical world, such as those presented in the case studies during the symposium, offer real opportunities to meet these challenges. Many obstacles can be largely surmounted by supporting, institutionally or technically, such initiatives, which will make it possible for small farmers to take part in this rapidly changing and growing market.

L'intégration de l'élevage dans les systèmes agricoles

Ngo possède une petite exploitation agricole dans le nord du Vietnam. Il détient quelques porcs qu'il nourrit avec du fourrage frais, des résidus et un peu de grains issus de ses cultures. Ses animaux sont logés dans un abri surplombant une partie d'un étang où

sont élevées diverses espèces de poissons. La nourriture de ces derniers est assurée par les déjections provenant de la porcherie et des nombreux canards vivants sur ce même étang. Une autre partie des déjections sert à fumer les champs et le potager familial. En Equateur, Jorge a créé une petite entreprise qui recycle les produits d'abattoir. Le sang, le jus de rumen et les déjections des animaux abattus sont compostés durant plusieurs semaines pour obtenir un engrais commercialisable qui sera appliqué dans les bananeraies ou les roseraies de la région.

Jean Bosco possède, quant à lui, un troupeau de chèvres et quelques vaches en stabulation dans une petite étable au sud de Kigali. Il récolte des fourrages frais pour nourrir ses animaux ainsi que toutes leurs déjections (urine comprise) pour fertiliser son potager de produits vivriers et de plantes médicinales.

Ces trois exemples pris dans différentes parties du monde tropical montrent différentes possibilités d'intégration de l'élevage à l'agriculture et ont été présentés comme études de cas lors du récent symposium organisé sur le sujet à l'espace Senghor des Facultés universitaires de Gembloux par la Plateforme belge pour la santé et la production animale sous les tropiques (be-troplive)*.

Face aux enjeux actuels énormes, dont les statistiques et les chiffres donnent le vertige, les défis sont d'importance pour le secteur de l'agriculture. La demande en produits alimentaires explose face à la croissance démographique, surtout asiatique et africaine, et face à la demande en nouveaux produits, notamment une alimentation plus carnée, dans les pays dits émergents. Si la mondialisation crée de nouveaux marchés potentiellement intéressants, elle augmente malheureusement certains risques dont celui d'ordre sanitaire n'est pas le moindre. Les changements climatiques se font sentir partout, notamment avec l'augmentation de la fréquence des catastrophes naturelles (inondations) ou l'installation de plus en plus étendue dans l'espace et le temps des épisodes de sécheresse avec, bien sûr, une répercussion directe sur les productions agricoles et l'élevage. Rappelons dans ce contexte que le bétail contribue à ces modifications climatiques, notamment en produisant environ 18% des gaz à effets de serre. Le développement exponentiel du tissu urbain et périurbain oblige une intensification des productions animales (porcs et volailles surtout) qui, ne l'oublions pas, entrent directement en compétition pour leur alimentation avec l'homme ou avec la production d'agro-carburants. Cette intensification occasionne également des risques de pollution découlant d'une mauvaise gestion des élevages industriels et du traitement inadéquat des déchets d'origine animale et des risques de propagation rapide des maladies aussi bien chez les animaux que chez les hommes. Déjà marginalisés dans nos économies de marché très secouées à l'heure actuelle, les petits agriculteurs sont également confrontés à d'autres soucis tels que l'accès à l'eau, au crédit ou au foncier. Rappelons que 50% de la population mondiale vit avec moins de 50 euros par mois, que 80% de ces personnes survivent en zone rurale grâce à l'agriculture et surtout grâce à l'élevage et, enfin, que 80% des ces personnes n'ont comme unique force de travail que celle de leurs mains.

Face à ces défis, observons que durant ces dernières décennies, le niveau de sous-alimentation des populations africaines a été multiplié par deux alors que celui de l'Asie a été divisé par deux. L'amélioration des systèmes agraires asiatiques, dont notamment l'intensification de l'intégration de l'agriculture et de l'élevage, est un des éléments qui apportent une des réponses à ce constat. Il n'est pas vain de rappeler succinctement les avantages d'une telle association. L'utilisation concomitante d'animaux dans une exploitation agricole conduit à une meilleure utilisation des facteurs de production que sont la terre, la main-d'œuvre et le capital. Un cycle d'éléments nutritifs permet de maintenir la fertilité des sols et de les rendre plus productifs. Les animaux produisent du fumier qui permet de rétablir la fertilité de ces sols épuisés par les cultures, d'entretenir des potagers ou même des parcelles de cultures fourragères. Ces champs produiront plus et mieux, tant pour l'homme que pour les animaux de l'exploitation (foin, résidus, plantes médicinales et fourragères). La biomasse est ainsi convertie en aliments de qualité, riches en protéines. Les déjections animales peuvent également contribuer à la ration alimentaire d'autres espèces, comme les poissons, à servir comme combustibles ou encore comme matériels de construction. Les animaux de trait permettent d'alléger le travail agricole et de respecter le calendrier des cultures. La vente des produits de l'élevage permet d'obtenir un revenu mieux réparti dans l'année et de constituer une réserve de capitalisation disponible pour faire face à des dépenses urgentes ou à des investissements compensant les systèmes d'épargne dits formels. On le voit, les interactions sont nombreuses et profitables aux deux systèmes de production. Profitables à tel point que même dans les zones tempérées, en Belgique par exemple, on assiste à une réintégration plus que nécessaire entre l'élevage et l'agriculture dans un contexte où la séparation des deux systèmes était, jusque-là, poussée à l'extrême.

Pour rencontrer ces bénéfices potentiels issus de l'association, voir même de l'intégration entre l'élevage et l'agriculture, les agriculteurs doivent pouvoir bénéficier du fruit de leur travail. Les terres qu'ils travaillent et qu'ils préservent ainsi que les troupeaux qu'ils entretiennent et qu'ils gèrent doivent être sécurisés à plusieurs niveaux. Un pays en paix est un luxe dans certaines régions tropicales. La sécurité foncière en est un autre. Leurs parcelles de cultures (et leurs résidus) doivent pouvoir être clôturées. Les droits de propriété communautaire ou lignagère du bétail doivent être abolis ou certainement modifiés. L'accès à des filières existantes, aux équipements agricoles, aux infrastructures d'élevage, aux intrants ou aux services de l'agriculture ou vétérinaires supposent également une organisation de sécurisation à plusieurs niveaux. Une bonne gouvernance à tous les niveaux doit assurer la stabilité de ce système intégré. L'existence de débouchés solvables et de prix justes sont enfin les éléments déterminants du développement et de la pérennité d'un tel système. Sans ces conditions, les conflits pour l'espace augmenteront, la surexploitation du milieu sera encore plus à craindre (surpâturage, dégradation du sol, érosion) avec, comme corollaire, une baisse de la fertilité des sols et une augmentation de l'insécurité alimentaire et de la pauvreté.

Alors que de nombreux pays considèrent l'agriculture comme étant leur secteur le plus important, il est navrant de constater que ces mêmes pays ne consacrent que 1 à 2% de leur budget national au financement de cette agriculture. Nombre de politiques existantes sont dépassées, au mieux inefficaces, voire souvent contre-productives. Il est urgent de prendre de nouvelles mesures et orientations pour faire face à la croissance et aux changements rapides de la production du secteur de l'élevage. L'expérience confirme, tant dans les pays développés que dans les pays en développement, qu'une politique de laisser-faire, qui consiste seulement à rester en retrait sans intervenir dans le jeu des forces du marché, n'est pas une solution viable à long terme. Pour faire face à ces problèmes, les responsables politiques (avec les associations de producteurs, les organismes de développement et les organisations non gouvernementales) peuvent agir sur trois principaux leviers: les prix, les institutions et le progrès technologique. Dans ce contexte, il est heureux de constater un net regain d'intérêt pour ce même secteur agricole de la part des bailleurs de fonds. La Belgique, notamment, suit le pas et émet le souhait de consacrer 10% de son budget de coopération pour le développement au financement de projets agricoles intégrant la question climatique et l'environnement.

On le voit, l'agriculture doit répondre à de sérieux et nombreux défis. Des initiatives créatrices et adaptées dans plusieurs régions du monde tropical, telles que présentées dans les études de cas lors du symposium, offrent des réelles possibilités de relever ces défis. De nombreux obstacles peuvent être en grande partie surmontés en soutenant institutionnellement ou techniquement de telles initiatives qui permettront aux petits exploitants de participer à ce marché qui se transforme et croît rapidement.

Professeur Dr. Jean-Paul Dehoux
Rédacteur délégué Tropicultura
Université Catholique de Louvain

*Second symposium of BeTroplive: Belgian Platform on Tropical Animal Health and Production: Integrating livestock in farming systems: a guarantee for sustainable agricultural development. www.be-troplive.be

ARTICLES ORIGINAUX

OORSPRONKELIJKE ARTIKELS

ORIGINAL ARTICLES

ARTICULOS ORIGINALES

Impacts de la vitesse d'avancement du tracteur sur la structure du sol et le rendement d'une culture de pomme de terre

S. Chehaibi^{1*}, C. Hannachi¹, J.G. Pieters² & R.A. Verschoore²

Keywords: Soil work speed- Soil structure- Plant biomass- Tubers yield- Tunisia

Résumé

Les effets de la vitesse de travail (lente, moyenne et rapide), sur des paramètres physiques (profil cultural, résistance à la pénétration, masse volumique et profondeur de labour) d'un sol limono-sableux de la région de Chott-Mariem (Sousse), et leur conséquence sur la matière fraîche des organes de la plante et le rendement en tubercules d'une culture de pomme de terre sont examinés. Le labour et la reprise du labour sont réalisés moyennant une charrue à socs et un pulvérisateur à disques. Les résultats ont montré que le travail à vitesse lente a procuré un sol mieux structuré et une profondeur travaillée plus importante. En outre, la mise en culture du sol a révélé une liaison étroite entre les paramètres agronomiques de la culture de pommes de terre et le milieu structural environnant. En effet, les parcelles travaillées à vitesse lente ont donné le meilleur rendement en tubercules. Ce dernier était supérieur à ceux des parcelles travaillées à vitesse moyenne et rapide respectivement de 28 et 25%.

Summary

Impacts of the Tractors Speed Progress on the Soil Structure and a Crop Potatoes Yield

The speed effects of soil work (slow, average and rapid), on physical parameters (farming profile, resistance to penetration, voluminous mass and depth of ploughing) of a sandy-limono soil area of Chott-Mariem (Sousse), and their consequence on the fresh matter plant organs and the tubers yield of a potato crop are examined. The ploughing and ploughing resumption are carried out using a share plough and discs pulverizator. The results showed that work at slow speed has gotten a better structured soil and a more important depth of work. Moreover, the soil crop setting revealed a narrow relationship between the agronomic parameters of the potato crop and the structural surrounding medium. Indeed, the worked plots at slow speed have given the best tubers yields. The latter was higher respectively of 28 and 25% than the two other plots conducted with mean and high speed.

Introduction

Le rôle essentiel du travail du sol est d'obtenir un état structural permettant une bonne germination et un développement racinaire indispensable pour une bonne alimentation de la plante (13). En outre, il conditionne la vie biologique des micro-organismes. C'est donc un travail convenable des terres qui favorise la circulation de l'air et de l'eau suite à un accroissement de la porosité qui dépend des techniques de travail du sol (6). En effet, la capacité de pénétration des racines est approximativement inversement proportionnelle à la résistance du sol (9). Cette dernière est influencée par la teneur en eau, la texture, la cohésion et la masse volumique du sol (15).

Par ailleurs, le temps et l'énergie consacrés à l'exécution des différents travaux de préparation du sol et leurs coûts posent souvent de grands problèmes aux exploitants surtout lorsque les revenus sont faibles. L'énergie devient de plus en plus chère et son utilisation doit se faire d'une façon efficace dans les systèmes de production agricole intensifs. Le niveau d'investissement en agriculture est élevé, avec des temps d'utilisation de certaines machines qui ne dépassent pas cent heures par an (16).

Cependant, l'exploitant cherche souvent une préparation du sol optimale qui répond aux exigences de sa culture. Selon les études de Bateman *et al.*, (2), Duquesne (8) et Chehaibi *et al.*, (5), on peut optimiser le travail du sol par un choix adéquat de la largeur de la charrue (à un ou plusieurs corps), du rapport de la boîte de vitesses ou de la vitesse d'avancement pratique.

C'est ainsi que dans la région du Sahel tunisien caractérisée par des exploitations maraîchères de taille réduite (4), la motorisation des opérations de travail du sol en production agricole intensive, est confrontée à des problèmes d'ordre technique et économique assez aigus, qui ont une influence prépondérante sur les rendements et les charges de l'exploitation. Le propos de cet article est d'évaluer les modifications structurales en préparation du sol suite à la variation de la vitesse d'avancement des outils de travail et d'analyser leur impact sur le comportement des paramètres agronomiques d'une culture de pomme de terre.

Matériels et méthodes

Protocole expérimental

Les essais sont effectués sur une parcelle située à Chott-Mariem caractérisée par un sol limono-sableux (limon: 52%, sable: 29%, argile: 19%) et une pente de 1,5%. Le champ de 4000 m² de superficie est divisé en trois blocs. Un bloc est divisé en trois parcelles élémentaires de 400 m² de superficie chacune. Le partage des parcelles est fait perpendiculairement au sens de la pente. Le labour est réalisé par une charrue à socs et versoirs d'une largeur de travail de 1,20 m, attelée à un tracteur de puissance 52 kW. Le labour est exécuté selon trois vitesses d'avancement du tracteur: 2,1; 3,6 et 6 km/heure. Chaque vitesse est testée sur une parcelle élémentaire d'un même bloc. Dans un bloc, les vitesses sont réparties au hasard. Trois vitesses d'avancement sont également testées pour la reprise du

¹Ecole Supérieure d'Horticulture de Chott-Mariem, 4042 Chott-Mariem, Tunisie. Tél.: 00 216 73 348 544/546, Fax: 00 216 73 348 691, e-mail: chehaibi3@yahoo.fr

²Department of Agricultural Engineering, Ghent University, Coupure Links 653, Ghent, Belgium.

Reçu le 03.05.05 et accepté pour publication le 07.12. 07.

labour réalisée à deux reprises, 3,4; 4,2 et 6,3 km/heure. Ce qui a abouti à trois traitements du sol:

- traitement 1: travail du sol à faible vitesse d'avancement pour le labour et la reprise du labour;
- traitement 2: travail du sol à moyenne vitesse d'avancement pour le labour et la reprise du labour;
- traitement 3: travail du sol à haute vitesse d'avancement pour le labour et la reprise du labour.

E0 indique l'état initial de la parcelle avant l'intervention des outils de travail du sol.

Conduite de la culture

Les parcelles sont cultivées en pomme de terre (variété Mondial). La culture a reçu avant plantation 12,5 tonnes/ha de fumier, 200 kg/ha de super (45) et 400 kg/ha de sulfate de potasse, et un mois après plantation 150 kg d'amonitrate par hectare. La plantation est effectuée manuellement dans des sillons à 12 cm de profondeur; avec des écartements de 30 cm sur la ligne et 80 cm entre les lignes.

En outre, deux opérations d'entretien sont conduites, une chimique par herbicide: Affalons (matière active: Linuron à 50%) à une dose de 2,5 kg/ha et l'autre mécanique par bineuse à traction animale. Deux traitements fongicides sont également effectués, le premier est réalisé par le Dithane M 45 (matière active: Mancozèbe à 80%) à une dose de 250 g/100 litres d'eau. Le deuxième traitement avec le Ridomyl

(matière active: Mancozèbe à 64% et Métaloxyle à 4%) a eu lieu à une dose de 15 g/100 litres d'eau dirigés contre le mildiou.

Mesures et observations

Au niveau du sol

Le profil cultural est examiné à partir de la paroi d'une fosse suivant une répartition verticale puis latérale des mottes et de leur mode d'assemblage observées au niveau des horizons concernés par l'action des outils (7);

La profondeur de travail d'une charrue est déterminée par une jauge graduée à partir du fond du sillon jusqu'à la surface encore non travaillée (11);

La résistance du sol à la pénétration est mesurée par un pénétromètre à pointe conique (angle= 30°, section= 3,2 cm², anneau dynamométrique= 500 daN) étalonné (3). Les mesures de la résistance du sol sont réalisées tous les 5 centimètres, sur une profondeur de 30 cm;

La masse volumique sèche du sol (g/cm³) est mesurée sur une carotte cylindrique de terre (diamètre= 5 cm, hauteur= 5 cm) prélevée avec un densimètre à cylindre; l'échantillon est prélevé tous les 10 cm, sur une profondeur de 30 cm (19).

Au niveau du végétal

Le comportement de la culture est étudié par l'évaluation de la matière fraîche des organes de la plante (feuilles, tiges, racines, tubercules) deux fois durant le cycle de la culture, soit 70 et 115 jours après la plantation. Elle est déterminée

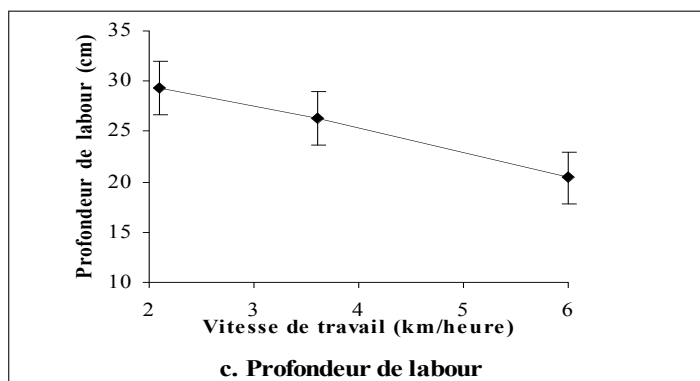
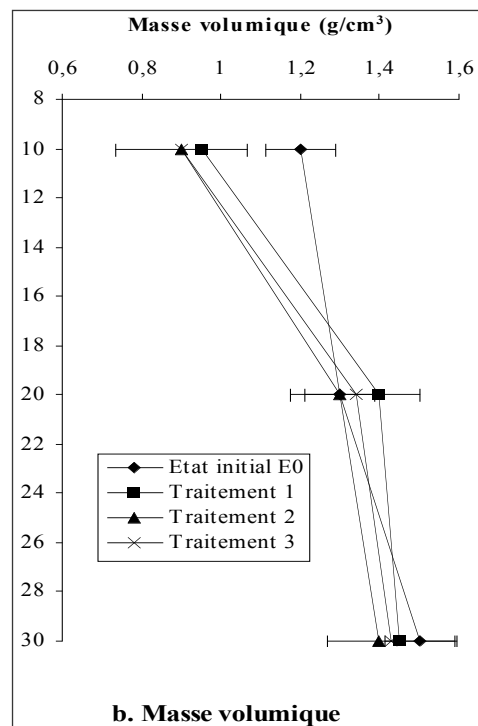
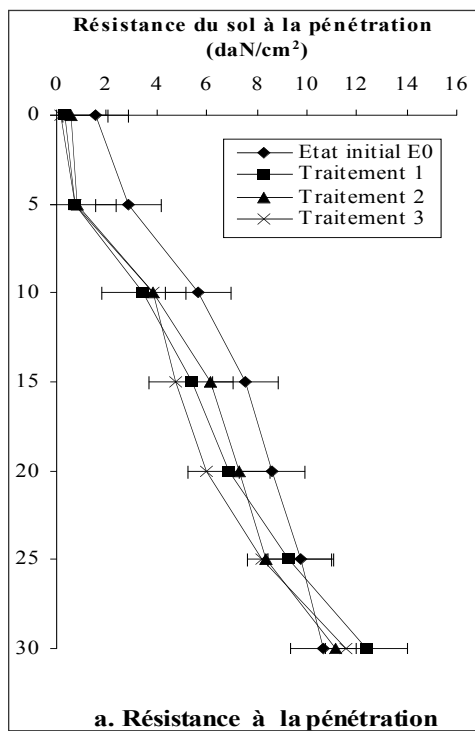


Figure 1: Variation des paramètres physiques du sol selon la vitesse de travail

T1. Vitesse lente; T2. Vitesse moyenne; T3. Vitesse rapide.

Tableau 1
Carrés moyens des analyses de variance des paramètres physiques du sol
obtenus avec trois vitesses de travail du sol

Source de variation	ddl	Résistance du sol	ddl	Masse volumique	ddl	Profondeur labour
Blocs	2	0,17 ^{ns}	2	0,10*	2	0,65 ^{ns}
Traitements	2	0,42 ^{ns}	2	0,63*	2	61,01**
Profondeur	2	184,7**	2	0,51**	-	-
Trait x prof	4	1,17 ^{ns}	4	0,012*	-	-
Erreur	27	23,11	18	0,075	4	0,21

pour 12 plantes par traitement à raison de 4 plants par répétition. Le rendement en tubercules est évalué à la fin de la culture (115 jours).

Les mesures de la résistance du sol à la pénétration d'une pointe sont réalisées à une teneur en eau pondérale moyenne du sol sur l'horizon 0-30 cm de 13,7 et 14,5% respectivement avant et après travail du sol. L'analyse statistique de l'ensemble des mesures réalisées pour les différentes variables, est basée sur la méthode de l'analyse de la variance.

Résultats et discussion

• Paramètres physiques du sol

L'examen du profil cultural obtenu à la suite des trois traitements du sol, a montré que la répartition des mottes et de la terre fine variait en fonction du traitement utilisé. En effet, le travail du sol à vitesse lente a été caractérisé par la présence de petites mottes en surface et au-dessus de la zone d'action du pulvérisateur mélangée avec de la terre fine. En outre, en profondeur, il renfermait de grosses et de petites mottes.

Quant au travail à vitesse moyenne, il a été marqué par de petites mottes en surface en faibles quantités, et de grosses mottes en profondeur situées au-delà de la zone d'action du pulvérisateur. Par contre, le travail à vitesse rapide a donné moins de petites mottes et beaucoup de terre fine en surface et dans la profondeur de travail du pulvérisateur. L'ensemble était réparti d'une façon homogène. Toutefois, la bande de terre située entre la zone d'action du pulvérisateur et celle de la charrue était caractérisée par la présence de grosses mottes de taille inférieure à celle obtenue dans le cas du travail à vitesse lente et moyenne. Ceci est dû à une dislocation des mottes sous l'action des corps de la charrue avançant à vitesse rapide.

Selon la figure 1a, lorsque le sol n'est pas travaillé (E0), la résistance à la pénétration augmentait avec la profondeur du sol; en effet, à une profondeur de 5 cm, la résistance mesurait 3 daN/cm² et à 30 cm, elle a atteint, 10 daN/cm²; soit une augmentation de 70%.

Au niveau du sol travaillé, quelle que soit la vitesse d'avancement du tracteur, la résistance à la pénétration augmentait également en fonction de la profondeur, et la courbe correspondante a la même allure que celle du sol non travaillé. Toutefois, les valeurs obtenues ont été nettement inférieures, sauf à la profondeur 30 cm où elles étaient presque confondues pour les deux types de sol. La comparaison des valeurs de la résistance à la pénétration par niveau de profondeur, n'a pas montré d'effet significatif du facteur traitement sur la résistance à la pénétration du sol pour l'ensemble des profondeurs. Les trois traitements ne différaient pas significativement pour l'ensemble des profondeurs (Tableau 1). Ceci peut être dû à une faible sensibilité du pénétromètre dans des horizons caractérisés par un sol assez meuble. En effet, dans ces horizons, la pointe du pénétromètre est confrontée à une résistance du sol assez faible quel que soit le traitement considéré. Mais, étant donné que l'anneau dynamométrique du pénétromètre utilisé n'était pas très sensible (500 daN de force), l'aiguille

du comparateur était par conséquent faiblement sollicitée, ce qui a conduit à des mesures peu différentes. Au-delà de 20 cm de profondeur, les profils tendaient vers l'état initial car ces horizons sont caractérisés par la présence de mottes compactes pour tous les traitements.

Les profils moyens de la masse volumique du sol (Figure 1b) des trois traitements et de l'état initial reflétaient des masses volumiques croissantes à partir de la surface du sol. L'analyse statistique (Tableau 1) montre un effet significatif du facteur traitement et de la profondeur de mesure sur la masse volumique du sol. L'examen résultats par niveau de profondeur (Tableau 2) a montré, et l'exception de la profondeur 20 cm où le traitement T1 diffère du traitement T3, des différences non significatives entre l'ensemble des traitements. Ceci est probablement dû à des imprécisions lors de prélèvement des échantillons de sol. En effet, pour l'évaluation de la masse volumique, le volume apparaît le plus important car sa détermination nécessite beaucoup d'attention (1). Le volume est généralement surestimé ou sous-estimé (18), ce qui peut se répercuter sur les résultats obtenus.

Au-delà de 20 cm de profondeur, il n'y a pas de différences significatives entre les traitements. Ces horizons sont situés au dehors de la zone d'action du pulvérisateur pour l'ensemble des traitements. Les échantillons ont été prélevés, par conséquent, au niveau des horizons renfermant des mottes compactes pour le travail à vitesse lente et moyenne, et des horizons non travaillés pour l'avancement à vitesse rapide. En outre, la zone d'action du pulvérisateur est située en dessus de la profondeur 20 cm pour les trois traitements.

La figure 1c, montre que la profondeur de labour décroît lorsque la vitesse d'avancement du tracteur augmente. En effet, l'avancement à vitesse lente est caractérisé par la profondeur élevée (29 cm), et l'avancement à vitesse rapide par la profondeur faible (20 cm).

Les études de Queitsch *et al.* (12) et Wu *et al.* (17) ont montré que dans l'expression générale de l'effort résistant d'une charrue, la vitesse de travail intervient à la puissance carrée. C'est ainsi que, lorsque la vitesse du tracteur augmente, l'effort demandé par l'outil devient important et inversement. Cependant, et contrairement à l'effort résistant de la charrue, l'effort développé par le tracteur diminue lorsque la vitesse d'avancement augmente. Le système de contrôle d'effort du relevage hydraulique du tracteur, intervient alors pour rétablir l'équilibre entre la force de traction et l'effort résistant exercé par la charrue. Cet équilibre se traduit, en

Tableau 2
Valeurs moyennes de la masse volumique du sol obtenue
avec trois vitesses de travail du sol

Profondeur (cm)	Traitements		
	T1	T2	T3
10	0,93 a	0,88 a	0,92 a
20	1,37 a	1,31 ab	111 b
30	1,43 a	1,44 a	1,30 a

Les valeurs d'une même colonne portant la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5%.

Tableau 3

Valeurs moyennes de la profondeur de labour obtenue avec trois vitesses de travail du sol

	Traitements		
Profondeur Moyenne	T1	T2	T3
	29,3 a	26,3 a	20,4 b

conséquence, par un changement de la position de l'outil dans le sol (l'outil est levé), et donc par une réduction de la profondeur de travail, puisque la résistance spécifique du sol (sol homogène), ainsi que la largeur de labour ne changent pas au cours du travail. L'inverse se produit lorsque la vitesse d'avancement du tracteur diminue. L'analyse statistique des valeurs obtenues a mis en évidence un effet hautement significatif du facteur traitement sur la profondeur de labour (Tableau 1). Des différences significatives entre les traitements T1, T2 et T3 ont été enregistrées (Tableau 3).

• Biomasse de la plante

Selon la figure 2, le meilleur rendement en matière fraîche des organes de la plante de pomme de terre (feuilles, tiges, racines et tubercules), prélevés à 70 et 115 jours après plantation, a été obtenu dans les parcelles travaillées à vitesse lente. Par exemple, à 115 jours, l'accroissement du rendement en poids frais des feuilles, des tiges, des racines et des tubercules était respectivement de 5,5 – 19,2 – 4,3 et 28% par rapport aux parcelles travaillées à vitesse moyenne, et de 13 – 33 – 21 et 25% par rapport aux parcelles travaillées à vitesse rapide.

La comparaison des valeurs des poids frais des quatre organes de la plante (feuilles, tiges, racines et tubercules), calculées à 115 jours, n'a montré des différences significatives entre les trois traitements que pour le poids des tubercules (Tableau 4). Le travail à vitesse lente diffère significativement des deux autres.

Quant au rendement en tubercules (t/ha), (Figure 3), les plantes cultivées sur sol travaillé à vitesse lente ont donné

Tableau 4

Carrés moyens des analyses de variance de la biomasse d'une culture de pomme de terre conduite avec trois outils de reprise de labour

Source de variation	ddl	Feuilles	Tiges	Racines	Tubercules
Blocs	2	0,72 ^{ns}	113,64 ^{ns}	41,88 ^{ns}	2,14 ^{ns}
Traitements	2	10,12 ^{ns}	95,11 ^{ns}	14,12 ^{ns}	120,83 ^{**}
Erreur	4	132,35	432,54	81,16	2,30

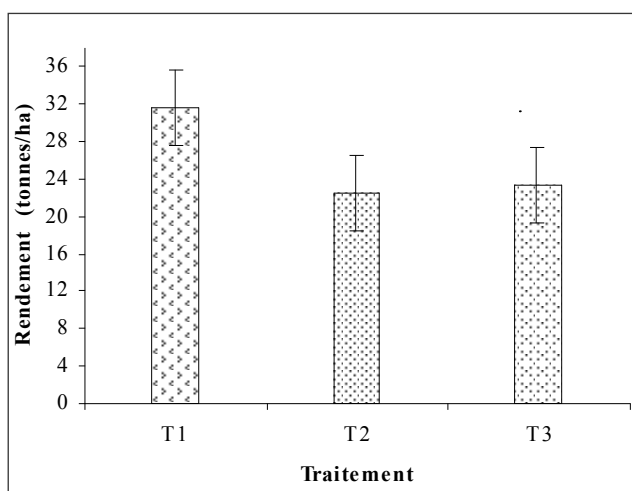


Figure 3: Effets de la vitesse de travail sur le rendement en tubercules.

T1. Vitesse lente; T2. Vitesse moyenne; T3. Vitesse rapide.

le meilleur rendement (32 t/ha), soit un accroissement de 28% par rapport aux plantes cultivées sur sol travaillé à vitesse moyenne et 25% par rapport aux plantes cultivées sur sol travaillé à vitesse rapide. Il apparaît qu'il existe une correspondance entre les paramètres physiques du sol

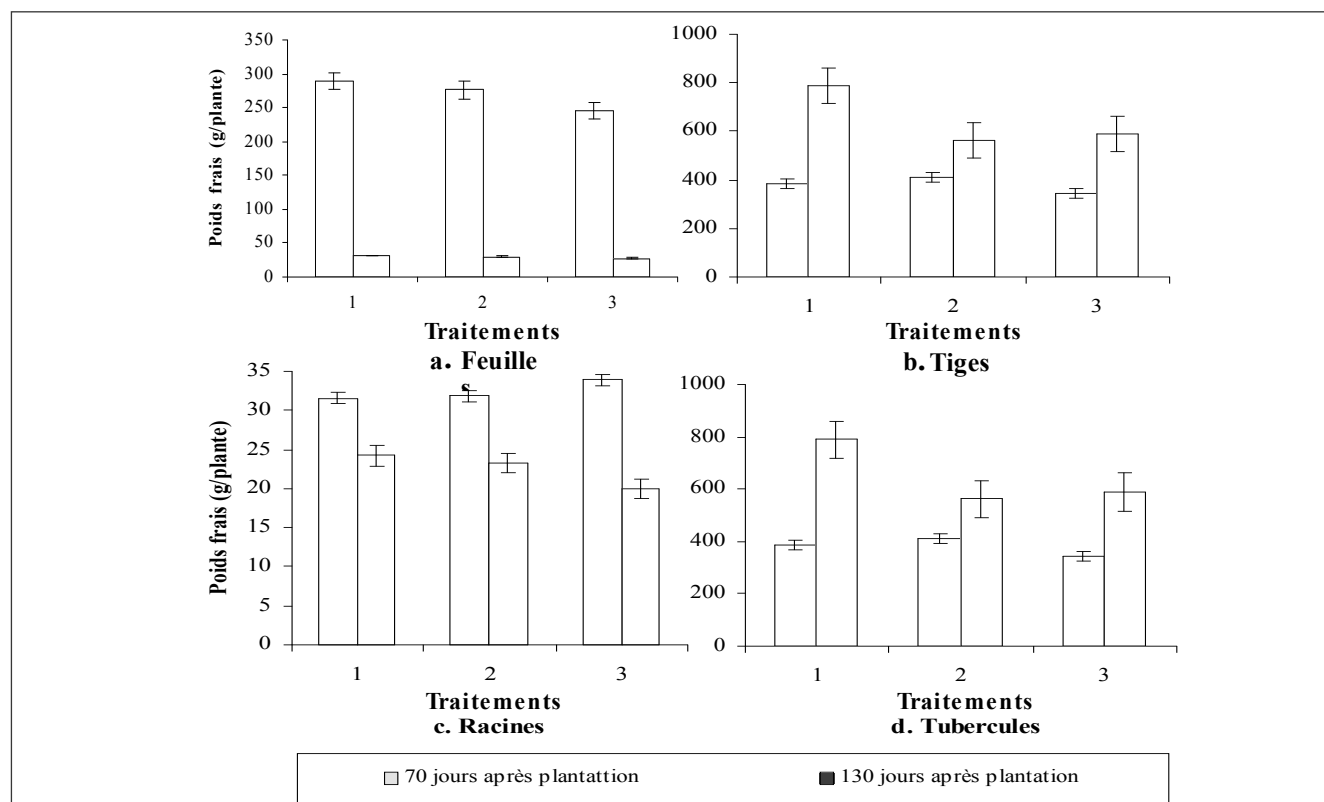


Figure 2: Effets de la vitesse de travail sur le poids frais (g/plante) des différents organes de la plante.

Tableau 5
Carrés moyens des analyses de variance du rendement
d'une culture de pomme de terre conduite avec trois outils de
reprise de labour

Source de variation	ddl	cm
Blocs	2	2,14 ^{ns}
Traitements	2	120,83 ^{**}
Erreur	4	2,30

Tableau 6
Rendement moyen d'une culture
de pomme de terre conduite avec trois vitesses de travail du sol

Traitements	Traitement 1	Traitement 2	Traitement 3
Rendement moyen (tonnes/ha)	32,582 a	22,507 b	23,504 b

Les valeurs d'une même colonne portant la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5%.

(résistance à la pénétration, profondeur de travail, etc.) environnant la plante et son rendement.

En effet, l'avancement à vitesse lente a conduit à un volume important de sol travaillé qui a favorisé le meilleur rendement en matière fraîche des organes de la plante et une meilleure production en tubercules. A ce niveau, Tamia *et al.* (14) ont montré que dans des horizons peu compacts, la densité racinaire peut être 3 à 5 fois plus importante que dans des horizons tassés. En outre, les travaux de Gautney *et al.* (10) ont montré que dans des structures plus meubles le rendement des cultures peut être amélioré de 25% (Tableaux 5 et 6).

Toutefois, la complexité des mécanismes de nutrition et de croissance des plantes et les modifications structurales sous l'effet des facteurs climatiques, biologiques ou mécaniques, représentent également des paramètres influents. L'analyse statistique réalisée au stade 115 jours, a montré des différences significatives entre le traitement T1 et les deux autres au niveau des rendements en tubercules.

Conclusion

Au terme de ce travail ayant pour but l'étude des modifications structurales du sol liées à la vitesse d'avancement et leurs influences sur le rendement de la plante, il apparaît qu'il existe une relation évidente entre la vitesse d'avancement et certains aspects physiques des horizons travaillés. En effet, le travail du sol tel qu'il était pratiqué, a permis pour l'ensemble des traitements des modifications structurales notables. Mais, si l'impact de la vitesse de travail n'était pas apparent au niveau de deux paramètres physiques du sol (résistance à la pénétration et la masse volumique), il a été d'une grande importance pour les autres (profil cultural et profondeur de travail surtout). Ceci a conduit, dans le cas de travail à vitesse lente, à un volume de sol travaillé beaucoup plus important renfermant beaucoup de vide en profondeur. En conséquence, le poids frais des tubercules (g/plante) à 115 jours réalisé suite au travail à vitesse lente se trouve amélioré. Par conséquent, le rendement en tubercules de pomme de terre obtenu à 115 jours après plantation, a montré que le travail du sol à vitesse lente a conduit à un accroissement du rendement de 28 et de 25% respectivement par rapport au travail à vitesse moyenne et rapide.

Références bibliographiques

- Audry P., Combeau A., Humbel F.X., Roose E. & Visier J.F., 1973, Essai sur les études de dynamique actuelle des sols. Bulletin de Groupe de Travail. ORSTOM, Bondy, multigr.
- Bateman H.P., Naik M.P. & Yoerger R.R., 1999, Energy required to pulverize soil at different degrees of compaction. J. Agr. Eng. Res., Vol. 10, 132-141.
- Billot J.F., 1989, Pénétrométrie, choix des outils et dates de travail du sol. Dublin, volume 3.
- Chehaibi S., Pieters J.G. & Verschoore R.A., 2003, Petite motorisation et exploitations maraîchères de taille limitée du Sahel tunisien. Partie 1: Etude diagnostique. Tropicultura, 21, 2, 86-91.
- Chehaibi S., Tria R., Pieters J.G. & Verschoore R.A., 2002, Feasibility of low power machinery in the Tunisian Sahel region. 8th PhD Symposium on Agricultural and Applied Biological Sciences. Gent University, Belgique.
- Cordier Y., 1983, Etude de l'influence des travaux culturaux sur les propriétés mécaniques et physiques d'un sol limoneux. Dissertation originale présentée en vue de l'obtention de grade de docteur en Sciences Agronomiques, Faculté des Sciences Agronomiques de l'Etat de Gembloux.
- De Blic Ph. & Some N.A., 1997, Etat structural d'horizons superficiels sableux sous culture ou jachère herbacée en Afrique de l'Ouest (Burkina Faso). Etude et gestion des sols, 4, 1, 17-24.
- Duquesne F., 1996, Een tractiemodel voor het optimaliseren van de benuttingsgraad van het tractorvermogen. Doctoraatsthesis, Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, Universiteit Gent.
- Eavis & Payne D., 1968, Soil physical conditions and roasting. Broc-15° Ester school Agri-Sci- University of Nohnigham.
- Gaultney G., Krutz W., Steinhardt G.C. & Liljedahl J.B., 1982, Effects of subsoil compaction on corn yields. Transactions of the ASAE, 25, 3, 563-569.
- Hoogmoed W., 1994, Caractéristiques physiques du sol. Caractéristiques liées au travail du sol, FAO: cours de formation, 4-13 juillet 1994, Niger, 6 p.
- Queitsch K., Schulz H. & Kobelt P., 1984, Energetische analyse am maschinen-tractor-aggregat bei zugarbeit. Agrartechnik, 18, 109-111.
- Seguyl, 1994, Contributions à l'étude et la mise au point des systèmes de cultures en milieu réel: petit guide d'initiation à la méthode de «création-diffusion» de technologie en milieu réel-résumé de quelques exemples significatifs d'application. Montpellier, CIRAD - Ca, 191 p.
- Tamia A., Moreau R., Fortier M. & Yoro G., 1999, Influence du travail du sol sur l'évolution physique d'un sol forestier ferrallitique après défrichement motorisé. Etude et Gestion des sols, 6, 1, 27-39.
- Vitlox O., 1994, Compaction des sols. Etat de l'environnement wallon, Volume 1. Ministère de la région wallonne. Direction générale des ressources naturelles et de l'environnement, 65-67.
- Vitlox O., 1997, Aspects mécaniques de la préparation du sol. Nouvelles alternatives en matière de travail du sol: conséquences agronomiques et critères de choix. CRA Gembloux, pp. 40-56.
- Wu Z., Kjelgaard W.L. & Persson S.P.E., 1986, Machine width for time and fuel efficiency. Transactions of the ASAE 29, 1508-1513.
- Yoro G. & Assa A., 1986, Modifications structurales de deux sols ferrallitiques du nord-ouest de la côte d'Ivoire sous l'effet de piétinement par l'homme. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., vol. XXII, n° 1, 31-41.
- Yoro G. & Godo G., 1990, Les méthodes de mesure de la densité apparente: analyse de la dispersion des résultats dans un horizon donné, Cah. ORSTOM, sér. Pédol., vol. XXV, n°4, 423-429.

S. Chehaibi, Tunisien, Docteur en machinisme agricole, Maître-Assistant à l'Ecole Supérieure d'Horticulture de Chott Mariem, Sousse, Tunisie.

C. Hannachi, Tunisien, Docteur en Sciences Biologiques Appliquées, Maître de conférence à l'Ecole Supérieure d'Horticulture de Chott-Mariem, Sousse, Tunisie.

J.G. Pieters, Belge, Docteur en Sciences Biologiques Appliquées, Professeur à la Faculté de Gent, Belgique.

R.A. Verschoore, Belge, Docteur en Sciences Biologiques, Professeur à la Faculté de Gent, Belgique.

La revalorisation de la filière arachide dans la zone soudano-sahélienne du Nord Cameroun

A. Hamasselbé*

Keywords: Groundnut- Seeds multiplication- North Cameroon- Cameroon

Résumé

Avant l'introduction du coton, l'arachide était la principale culture de rente dans le Nord Cameroun. Les exportations officielles de l'arachide ont cessé du fait de la consommation locale croissante et de la concurrence du coton qui est devenu la spéculation privilégiée des paysans de plaines. La crise de la filière coton et la dévaluation du franc CFA ont rehaussé l'intérêt de l'arachide pour les producteurs. La revalorisation de la filière arachide dépend, en premier chef, d'une organisation efficace et durable de la production de semences. Malheureusement, il n'existe pas de structures performantes de multiplication et de distribution de semences d'arachide dans le Nord Cameroun. Dans cette condition, la multiplication de semences d'arachide par des organisations paysannes (OP), soutenues par des organisations non gouvernementales (ONGs) et avec l'appui technique de la recherche agricole, permettrait de produire des semences non certifiées ou «semences fermières» de bonne qualité en quantités suffisantes pour satisfaire les besoins des petits producteurs.

Summary

Revamping the Groundnut Sector in the Sudano-sahelian Zone of North Cameroon

Prior to the introduction of cotton, groundnut was the main cash crop in North Cameroon. Groundnut is no longer exported due to its high local consumption and the strong competition of cotton, which became the main crop of farmers in plains with the current crisis of the cotton sector and the devaluation of the CFA francs, groundnut production is receiving more and more attention. The first step to revamp groundnut sector is to build up an efficient and everlasting groundnut seed production system. Unfortunately, in North Cameroon, there are no efficient structures where groundnut seeds can be multiplied and distributed. Under such conditions, farmer organisations, if backed by non governmental organizations (NGOs) and with technical support from the national agricultural research centres, could produce good quality and sufficient quantities of non-certified seeds to meet the needs of small-scale farmers in North Cameroon.

Introduction

Avant 1951, date à laquelle le coton fut introduit dans le Nord Cameroun, l'arachide était la principale culture de rente de cette région (16). La concurrence du coton, l'autoconsommation rurale croissante, la forte demande urbaine, les prix officiels d'achat non incitatifs par rapport aux prix courants dans les zones productrices, ont entraîné la cessation des exportations officielles de l'arachide en 1976 (15).

La baisse des cours du coton, principale culture de rente du Nord Cameroun, a sérieusement compromis l'économie de cette région (14). Par ailleurs, l'arachide a bénéficié d'un report de consommation des produits alimentaires importés rendus plus chers par la dévaluation, vers les produits locaux (10). Cette situation se justifie par la forte demande d'arachide pour la consommation en pâte et produits de grignotage dans les grandes villes du Cameroun (15).

La revalorisation de la filière arachide dans la zone soudano-sahélienne du Nord Cameroun s'impose pour les raisons suivantes (11, 34):

- contribuer au redressement de l'économie régionale par les recettes d'exportation des produits arachidières;
- améliorer le revenu du paysan par les bénéfices générés par la vente des excédents de récoltes;
- réduire le chômage en zones rurale et urbaine par la création de petits emplois.

D'après Hamasselbé (11) et Schilling (26), l'importance de la revalorisation de la filière arachide se situe au niveau des devises rapportées par l'exportation des produits arachidières tels que les graines, les huiles et tourteaux. L'arachide deviendra ainsi la deuxième culture de rente du Nord Cameroun après le coton. Cette diversification des cultures d'exportation présente de nombreux avantages dont la sécurité de revenus pour les producteurs et la stabilité des tonnages à l'exportation. L'accroissement du surplus de la production commercialisable résultant de la revalorisation contribuera à l'amélioration du niveau de vie des producteurs.

L'augmentation de la production arachidière ouvrira de nombreuses perspectives commerciales et d'emplois (création des ateliers de transformation, vente des fanes, graines, pâte, beurre, huile et tourteaux d'arachide).

La revalorisation de la filière arachide implique une production compétitive répondant aux exigences des consommateurs (arachides indemnes de l'aflatoxine, exemptes de dégâts des ravageurs et de propreté convenable) (5, 6). Pour réaliser une production de qualité en quantités satisfaisantes, un service semencier basé sur un réseau de multiplicateurs contractuels dispersés dans tout le Nord Cameroun serait nécessaire. Ce service permettrait d'une part de répondre à un besoin fondamental des producteurs en aval et d'autre part de recueillir leurs demandes et de les faire remonter vers les opérations de recherche classique en amont (26). Par ailleurs, l'approvisionnement des producteurs en semences sélectionnées revêt une importance stratégique et constitue un préalable indispensable à toute action d'amélioration de la filière arachide (24).

Historique de la culture de l'arachide

D'après Hammons (13), l'arachide (*Arachis hypogaea* L.) d'origine sud américaine fut introduite par des explorateurs portugais au 16^e siècle en Afrique de l'Ouest d'où elle se répandit jusqu'au Cameroun.

L'évolution chronologique de la culture de l'arachide dans le Nord Cameroun est marquée par l'instabilité de la production, des exportations et des prix officiels d'achat.

Avant 1928: selon Seignobos (29), l'arachide était cultivée dans les champs de « case ». Les variétés traditionnelles étaient couvrantes comme le niébé (*Vigna unguiculata*), semées très espacées et exploitées en culture dérobée avec le sorgho. Le développement de la culture de l'arachide au Nord Cameroun résulte des initiatives prises par l'administration française pour obtenir une production commercialisable et favoriser des échanges monétaires.

1928-1929: les premiers effets de la culture de l'arachide se font sentir par l'exportation de 334 tonnes de graines par le port de Garoua. Ces effets sont dus à la politique de prix incitative (1 FF/kg) décidée par l'administration coloniale (9, 22).

1930-1933: la baisse des cours (10-20 centimes/kg) pendant la crise mondiale des cours des produits agricoles et les ravages successifs de criquets migrateurs dans le Nord Cameroun, entraînent une chute de 50% de la production arachidière (21, 30).

1934-1940: l'administration coloniale relance la culture de l'arachide par l'encadrement serré des producteurs. La production arachidière augmente et atteint 10 000 t de graines à l'exportation (22).

1941-1947: l'allègement des structures administratives pendant la deuxième guerre mondiale entraîne la chute des exportations qui passent de 10 000 t à 805 t en 1942 et 425 t en 1943 (19).

1948-1951: cette période est marquée par l'échec de l'expérimentation de la culture de l'arachide dû à l'inadaptation et surtout la non-rentabilité du système motorisé (31, 32).

1952-1972: la réussite de la sélection variétale de l'arachide conduite dans la station de Guéthalé et la concurrence du coton introduit en 1951, marquent un tournant décisif dans la culture de l'arachide au Nord Cameroun (20). La variété 28-206, une variété d'arachide améliorée, remplace à 80% les variétés traditionnelles (2, 33). Le coton s'empare des zones de plaine repoussant ainsi l'arachide sur les massifs et les plateaux des monts Mandara et certaines parties des piémonts de Mora à Guider (4, 23).

1973-1976: l'augmentation brusque des cours mondiaux de l'arachide entraîne un accroissement des exportations par le port de Douala. Celles-ci passent de 15 000 t en 1973 à 23 000 t en 1974. L'évolution des prix d'achat aux producteurs étant faible (25 F/kg en 1973 à 45 F/kg en 1976), les seuls bénéficiaires de cette prospérité étaient des négociants transporteurs (22).

1977-1980: les exportations par le port de Douala cessent à cause de l'évolution des prix courants dans les zones productrices (100-150 F/kg) par rapport aux prix officiels d'achat (30-50 F/kg). Les producteurs préfèrent donc vendre leurs excédents de production sur les marchés libres ou les exporter clandestinement vers le Nigeria. La demande croissante en arachide de ce pays est à l'origine de la montée des prix sur les marchés du Nord Cameroun (21).

1981-1986: l'encadrement des cultures vivrières par la société de développement de la culture du coton (Sodécoton) relance la culture arachidière dans les zones de plaine où l'arachide trouve une place de premier choix dans la rotation coton -légumineuses -céréales. Malgré le désengagement de la Sodécoton pour l'encadrement des cultures vivrières vers la fin des années 1980, le regain d'intérêt de l'arachide dans la plaine, la cessation des exportations officielles, l'autoconsommation rurale croissante et la forte demande urbaine font de l'arachide une culture à vocation mixte vivrière et commerciale (10, 15, 21).

Situation actuelle de la culture de l'arachide

Zones de culture: la zone soudano sahélienne du Nord Cameroun est divisée en trois grandes zones de culture de l'arachide en fonction de la pluviométrie annuelle et de la longueur de la saison de pluie (Figure 1):

1- la zone nord qui s'étend de Kousséri à Maroua reçoit en moyenne 400-800 mm de pluie sur une période de 3 à 4 mois.

2- la zone centre qui s'étire de Maroua à Garoua avec une pluviométrie moyenne de 900-1000 mm répartie sur 4 à 5 mois de pluie.

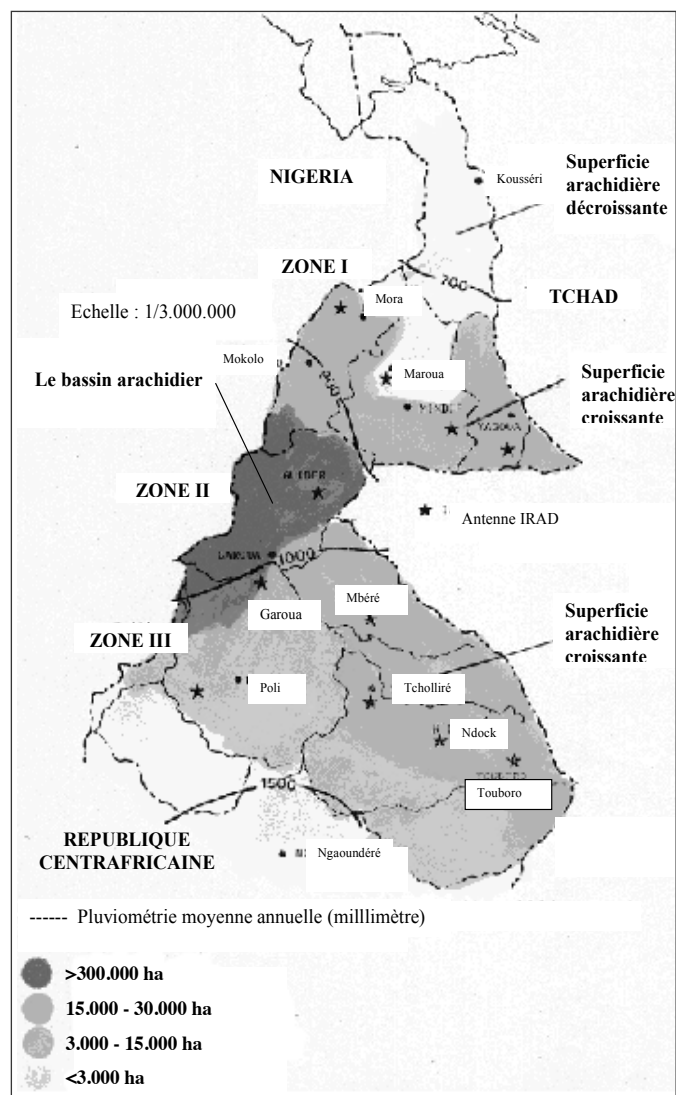


Figure 1: Les zones de culture de l'arachide dans le Nord Cameroun.

Source: Adaptée de Schilling (27).

3- la zone sud va de Garoua à la limite nord de l'arrondissement de Ngaoundéré avec 1000-1500 mm de pluie pendant 5-6 mois (10).

De ce gradient pluviométrique nord-sud (400 mm à 1500 mm) dépendent les caractéristiques des variétés d'arachide diffusées en milieu paysan par la recherche agricole (Tableau 1).

- des variétés hâtives (90 jours), tolérantes à la sécheresse et résistantes aux maladies foliaires (cercosporiose et rosette) pour la zone nord;
- des semi-tardives (120 jours) dormantes ou hâtives, résistantes aux maladies foliaires pour la zone centre;
- des variétés tardives (140 jours) dormantes ou hâtives en dérobé, résistantes aux maladies foliaires dans la zone sud (27, 28).

Par manque de moyens de travail au niveau de la section arachide depuis la fin du Projet Germplasm Arachide (GGP) en 2001, seules deux variétés hâtives, ICGV 86003 et JL24, sélectionnées en 2002, sont actuellement multipliées et diffusées dans la zone nord depuis 2003. Certaines anciennes variétés telles que IB 66, K13 32-78 et M513 77-I ont disparu. Le reste est conservé sous forme de noyaux génétiques dans la collection arachide (11).

Importance de la culture de l'arachide au Nord Cameroun: du

Tableau 1
Les variétés d'arachide diffusées en milieu paysan de 1965 à ce jour

Zone de culture	Variété	Année de diffusion	Caractéristiques
NORD	55-437	1960	Type Spanish précoce à graines de petite taille, port érigé, non dormante, sensible à la cercosporiose, résistante à la sécheresse, cycle de 90 jours.
	IB 66	1980	Type Virginia hâtif, graines de taille moyenne, port érigé, dormance partielle, tolérante à la sécheresse, cycle de 105 jours.
	K32 37-80	1980	Type Virginia hâtif, graines de petite taille, port érigé, dormance partielle, pellicule rouge, tolérante à la sécheresse, cycle de 90 jours.
	CGS 269	1990	Type intermédiaire, graines de taille moyenne à grosse, port érigé, dormance partielle, tolérante à la sécheresse, cycle de 90 à 100 jours.
	CGS 1272	1990	Type intermédiaire, graines de taille moyenne à grosses, port érigé, dormance partielle, tolérante à la sécheresse, cycle de 100 à 110 jours.
	ICGV 86003	2003	Type Spanish, graines de taille moyenne à grosse, port érigé, non dormante, tolérante à la cercosporiose, cycle de 90 jours.
	JL 24	2003	Type Spanish, graine de taille moyenne, port érigé, non dormante, sensible à la cercosporiose, tolérante à la sécheresse, cycle de 90 jours.
CENTRE	28-206	1950	Type Virginia, graines de taille petite à moyenne, port érigé, dormance totale, résistante à la rosette, sensible à la sécheresse, cycle de 120 jours.
	IB 66	1980	Déjà décrite plus haut.
	M 513 77-I	1980	Type Virginia moyen, graines de taille moyenne, port érigé, dormance totale, résistante à la rosette, cycle de 120 jours.
	K13 32-78	1980	Type Virginia moyen, graines de taille petite à moyenne, port érigé, dormance totale, résistante à la rosette, cycle de 120 jours.
	GH119-20	1960	Type Virginia jumbo à gosses graines, port érigé, dormance partielle, sensible à la cercosporiose, cycle de 110 jours.
	55-437	1960	Déjà décrite plus haut.
SUD	RMP 91	1990	Type Virginia tardif, graines de taille moyenne port érigé, résistante à la rosette, cycle de 135-145 jours.
	K13 32-78	1980	Déjà décrite plus haut.
	M 513 77-I	1980	Déjà décrite plus haut.

point de vue superficie, l'arachide couvre environ 140.000 ha, essentiellement concentrés dans les départements de Mayo-Tsanaga et Mayo-Louti. Ces deux départements constituent le bassin arachidier du Nord-Cameroun (10) (Figure 1).

La production annuelle de l'arachide dans la région du Nord Cameroun est de 120.000 tonnes de gousses. Celle-ci représente la moitié de la production nationale, indiquant que la région du Nord est le grenier arachidier du Cameroun (24). Le tiers de cette production est commercialisé dans les grands marchés arachidières de Maroua, Figuil, Pitoa et Ngong. De ces centres commerciaux, l'arachide est acheminée vers les villes du sud (Yaoundé et Douala) ou exportée clandestinement vers les pays voisins (Nigeria, Centrafrique et Gabon) (10, 24).

Les avantages de la culture arachidière dans la zone soudano-sahélienne du Nord Cameroun se situent sur le plan nutritionnel par l'apport de lipides et surtout de protéines

dans une alimentation essentiellement céréalière ou à base de féculents (24); agronomique par l'effet améliorateur d'une légumineuse dans des rotations et associations culturales à dominante céréalière (28); économique par la vocation mixte vivrière et commerciale de l'arachide. Du point de vue revenu monétaire, l'arachide occupe le second rang après le coton. Par ailleurs, les fanes constituent un excellent aliment pour le bétail en saison sèche (10, 24).

Contraintes de production: le développement de la culture arachidière dans la zone soudano-sahélienne du Nord Cameroun est limité par des contraintes agronomiques (absence de couverture variétale, manque de formule de fumure vulgarisable, techniques culturales traditionnelles et technologies post-récolte inadaptées), biotiques (présence de maladies foliaires et de prédateurs), abiotiques (infertilité des sols, insuffisance et mauvaise répartition de pluies) et socio-économiques (manque de l'organisation de la filière

arachide, de l'encadrement technique des producteurs, de prix officiels d'achat et de crédits de campagne) (15, 27). Contraintes de recherche sur l'arachide: la recherche sur l'arachide dans la zone soudano-sahélienne du Nord Cameroun souffre du manque de moyens de travail (financiers, humains, logistiques, équipements et matériels informatiques) et de l'isolement disciplinaire (absence de collaboration avec des instituts de recherche étrangers, des organismes de recherche internationaux et des grandes universités) (26, 28).

Le premier maillon de la revalorisation de la filière arachide dans la zone soudano-sahélienne du Nord Cameroun est l'organisation efficace de la production de semences d'arachide en vue de satisfaire les besoins des producteurs. Compte tenu du rendement moyen en graines de semences (50%) et de la dose de semis (60 kg de graines/ha) des variétés d'arachide actuellement diffusées en milieu paysan, le Nord Cameroun aura besoin d'un capital semencier de 17.000 tonnes de gousses pour emblaver les 140.000 ha d'arachide (11).

Les semences sélectionnées d'arachide

Le terme générique de «semences sélectionnées» désigne des organes végétaux (grains, boutures, bulbes...etc.) de haut potentiel génétique servant à la reproduction de la plante mère (1). Celles-ci sont généralement issues des variétés améliorées qui ont fait leur preuve en station de recherche et en milieu paysan (25).

L'utilisation de semences sélectionnées d'arachide de qualité en quantité suffisante à temps utile et au prix de revient raisonnable permet d'augmenter la productivité de la culture en milieu paysan (7, 17). L'emploi de semences non sélectionnées se traduit immédiatement par une réduction qualitative et quantitative de la récolte (8, 18).

La production de semences sélectionnées revient, en amont, à la recherche agricole et, en aval, à des structures de multiplication et de distribution de semences (3). Les semences sélectionnées produites au niveau de la recherche sont appelées des «semences de base» (1, 12). La multiplication de celles-ci par des organismes semenciers devrait aboutir à la production de «semences certifiées» pour satisfaire les besoins du développement (25).

Malheureusement, il n'existe pas dans le Nord Cameroun de structures efficaces de multiplication et de distribution de semences sélectionnées d'arachide (11). Les organismes semenciers qui assurent actuellement ces deux rôles ne sont pas performants pour plusieurs raisons dont la principale est l'utilisation d'un matériel végétal vétuste (capital semencier de plus de 3 ans), sauvages (matériel végétal issu d'un mélange de variétés) ou bâtard (matériel végétal introduit clandestinement à partir des pays voisins) pour produire des semences inadaptées aux conditions de culture et du milieu (10, 11). Par ailleurs, la production de semences par des organismes para-publiques soutenus par des bailleurs de fonds ne peut pas représenter un système durable dans le contexte socio-économique du Nord Cameroun (18, 24). Cette situation milite en faveur de la création de structures semencières paysanales soutenues par des organisations non gouvernementales (ONGs) avec l'appui technique de la recherche agricole.

Production semencière paysanale: une approche à deux niveaux et deux générations

L'objectif de la production semencière paysanale dans la région du Nord Cameroun est de fournir aux petits producteurs d'arachide des semences non certifiées ou «semences fermières» de bonne qualité en quantités suffisantes, produites suivant un itinéraire technique moins contraignant pour le multiplicateur (17).

La multiplication de «semences de base» par des

organisations paysannes (OP) sera soutenue par des ONG qui fourniront des intrants (semences, engrais et produits chimiques) aux multiplicateurs et se chargeront de la collecte, la conservation et la distribution de semences sur la base de contrats de multiplication et un contrôle strict de la production.

Compte tenu de la nature de semences recherchées (semences fermières) et des moyens (temps, terrains, capacité de travail) limités dont disposent les paysans multiplicateurs, une méthode de multiplication simplifiée s'impose. Le schéma de la multiplication à deux niveaux et deux générations de semences est mieux adapté à ce contexte et sera préconisé comme suit (Figure 2).

- Premier niveau et première génération (N1R1)

La multiplication de «semences de base» obtenues de la recherche sera confiée aux paysans spécialisés (PS) appartenant à une ou plusieurs OP. Les critères de sélection de ceux-ci seront leur disponibilité, leur niveau de technicité et leur capacité de travail. Des séances de formation au début et à la fin de la campagne agricole seront organisées par des ONG avec l'appui technique de la recherche pour améliorer leur connaissance sur la conduite de champs semenciers et les technologies post-récoltes.

Chaque PS multipliera, sous le contrôle des ONGs et le suivi de la recherche, 30 kg de gousses (15 kg de graines) sur une superficie de ¼ ha pour produire 300 kg de gousses de semences de la première génération de haute pureté variétale ($PV \geq 98\%$)

- Deuxième niveau et deuxième génération (N2R2)

Les semences de la première génération seront distribuées en deuxième année aux paysans amateurs (PA) choisis au début de la campagne sous le seul critère de leur disponibilité. Les PA seront encadrés par les PS sous le contrôle des ONGs et des OP. Des séances de formation thématique seront organisées dans les mêmes conditions que celles des PS pour permettre aux PA de maîtriser les techniques de base nécessaire à la multiplication et à la conservation de semences.

La production des PS sera attribuée aux PA à la dose de 30 kg de gousses des variétés actuellement vulgarisées (ICGV 86003 et JL24) pour ensemercer ¼ ha. La pureté variétale des semences produites par les PA ou semences de la deuxième génération sera supérieure ou égale à 95%.

Les semences de la deuxième génération seront distribuées en troisième année, sous forme de crédits remboursables en nature ou en espèces, aux paysans pour la production de l'arachide «tout venant» pour la consommation ou la commercialisation. La pureté variétale de «tout venant» sera supérieure ou égale à 90%.

Ainsi, 300 kg de «semences de base» produiront en deux années 25.000 kg de semences à 95% de pureté variétale qui serviront à ensemercer 200 ha d'arachide à la dose de 120 kg/ha en milieu paysan.

Le suivi des fiches techniques de la culture intensive (disponibles à la section arachide) de deux variétés améliorées diffusées en milieu paysan, ICGV 86003 et JL 24, par les producteurs de «tout venant» permettra d'améliorer la qualité et la quantité de la production de l'arachide en milieu paysan.

Au début de chaque campagne, les ONGs exprimeront à la recherche les besoins en «semences de base» des OP, déterminés par la demande des producteurs. La recherche planifiera la production de celles-ci en fonction de moyens disponibles. Les producteurs de l'arachide «tout venant» renouvelleront leurs semences toutes les trois campagnes agricoles.

Impacts de la revalorisation de la filière arachide dans le Nord Cameroun

La revalorisation aura des impacts sur la vie socio-économique des producteurs et sur le développement et la recherche agricole.

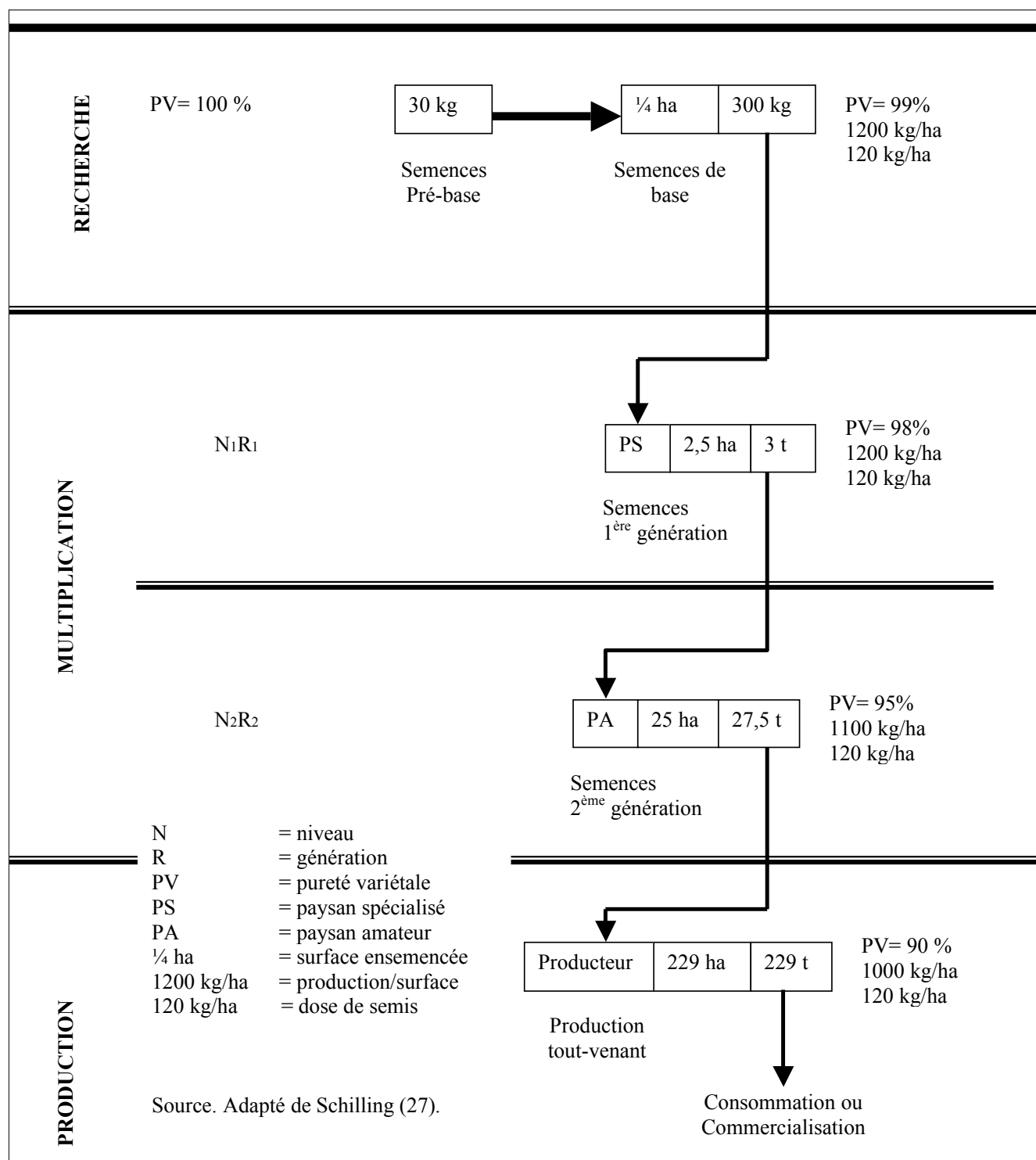


Figure 2: Schéma de multiplication pour un programme de production de 200 T t d'arachide.

Impacts socio-économiques: un meilleur encadrement technique des producteurs sera assuré pour obtenir une production arachidière de bonne qualité. Une organisation professionnelle des producteurs, des transformateurs et des commerçants ainsi qu'une formulation des prix d'achats rémunérateurs pour les producteurs sont possibles avec la revalorisation. Des crédits de campagne accessibles pour les producteurs contribueront au renforcement de leurs capacités d'investissement.

Impacts sur le développement agricole: la disponibilité des semences sélectionnées de qualité satisfaisante en quantités

suffisantes et à temps opportun chez les producteurs permettra de lever la principale contrainte de la production arachidière en milieu paysan. L'extension des superficies cultivées, une condition nécessaire à l'augmentation de la production arachidière, aura pour conséquence le développement de la mécanisation de la culture de l'arachide jusqu'ici très limitée dans le Nord Cameroun. L'intensification de la culture arachidière par l'utilisation des intrants (semences sélectionnées, engrais et pesticides) sera soutenue par la revalorisation de la filière arachide.

Impacts sur la recherche agricole: l'adéquation des opérations

de recherche aux besoins des producteurs due à la mise en place d'un système d'échanges d'information efficace entre la recherche et les producteurs, le désenclavement de la recherche arachidière par l'apparition des nouvelles voies de collaboration avec des ONGs et OP et le renforcement des capacités de la recherche pour atteindre les objectifs de développement du fait de la revalorisation, contribueront à l'amélioration de la performance de la recherche agricole.

Conclusion

La dévalorisation de la filière arachide n'a pas toutefois désaffecté sa culture qui est en pleine expansion dans la zone soudano-sahélienne du Nord Cameroun.

La multiplication de semences par des OP et la distribution de celles-ci par des ONGs permettraient de produire en milieu paysan des arachides de qualité extra et constante susceptibles de trouver leur place tant sur le marché local, régional ou international.

Ce système de multiplication de semences présente de

nombreux avantages dont la bonne gestion de «semences de base», le développement de la capacité et du pouvoir paysan dans la production de semences sélectionnées et les possibilités d'envisager la production de l'arachide de bouche pour laquelle le Nord Cameroun dispose de potentialités inexploitées.

Remerciements

J'exprime ma profonde gratitude à Messieurs Matana W., Abaliman A. et Mlle Likound M., respectivement Chef d'Antenne, Coordinateur Technique et Secrétaire administrative du Service d'Appui aux Initiatives Locales de Développement (SAILD), Antenne de Maroua et mes remerciements aux Drs Djouldé D.R. et Lenzemo V. respectivement chercheurs à l'Institut de la Recherche Agricole pour le Développement (IRAD) de Yaoundé et au Centre Régional de la Recherche Agricole pour le Développement (CRRAD) de Maroua, pour leur contribution indispensable à la réalisation de cette étude.

Références bibliographiques

- Adamu A., Adeyemi J. & Oyekan O.P., 1999, Seed technology. A manual for varietal maintenance and, breeder and foundation seed production. National Agricultural Research Project, Nigeria, 330 p.
- Barraut J. & Tardieu M., 1965-71, Point des travaux sur l'amélioration de l'arachide au Nord Cameroun. Agronomie tropicale, 9, 977-987.
- Bono M., 1974, Information, données pratiques et propositions en vue du contrôle de la production de semences sélectionnées de maïs, mil pénicillaire, sorgho, riz, blé, arachide, niébé. Agronomie tropicale, xxix (1), 60 p.
- Boutrais J., 1973, La colonisation des plaines par les montagnards du Nord Cameroun (monts Mandara). Paris ORSTOM, Trav. et doc. 24, 277 p.
- Demarly Y., 1988, Les légumineuses à graines. Actes du séminaire organisé par le FIS. Madagascar, 1988. Pp. 64-78.
- Dimanche P., Saw I. & Sall A., 1997, La filière arachide de bouche: technologie post-récolte et valorisation des produits. Agriculture et Développement, 14, 1-29.
- Freeman A.H., Nigam N.S., Kelley G.T., Ntare B., Subrahmanyam P. & Boughton, D., 1999, The world groundnut economy, facts, trends and outlook. ICRISAT, India, 48 p.
- Forestier J., 1976, Optimisation des conditions de production de l'arachide. Cahier ORSTOM, ser. Biol., xi, 4, 237-148.
- Fourneau J., 1964, Rapport de fin de campagne arachidière 1963-64, Maroua, DDAD, 8 p.
- Fusillier J.L. & Dimanche Ph., 1995, Rapport de mission d'appui au programme cultures vivrières du Projet Garoua (Cameroun). La filière arachide et les perspectives en matière de sésame. Ed. CIRAD/IRAD/IRZV 145 p.
- Hamasselbé A., 2006, L'arachide en zone soudano-sahélienne du Nord Cameroun. Communication personnelle.
- Hamasselbé A., Djouldé D.R. & Dopgima L., 2003, Fiches techniques de la culture intensive de l'arachide dans la zone soudano-sahélienne du Nord Cameroun. 1^{ère} édition. IRAD (Ed) 2 p.
- Hammons R.O., 1973, Early history and origin of the peanut: culture and uses. American Peanut Research and Education Association, Stillwater, Oklahoma. Pp. 17-45.
- IRHO-CIRAD, 1988, Evaluation et perspectives de développement de la filière arachide au Nord Cameroun: termes de référence de l'étude, 6 p.
- Iyéri-Manjeck O. & Seignobos C., 2000, Production arachidière. In: Atlas de la Province de l'Extrême Nord Cameroun. Planche 16. IRD (Edit). Pp. 1-16.
- Magrin G., 2003, Un vivrier marchand sous-régional: l'arachide. In: Atlas Agriculture et développement rural des savanes d'Afrique centrale. CIRAD/PRASAC. Pp. 63-64.
- Mayeux A., Dasyva A. & Schilling R., 1999, La production de semences d'arachide. Projet Germplasm arachide (GGP). Bulletin d'Information, 3, 9-11.
- Projet Germplasm Arachide (GGP), 2001, Atelier de Formation - Echange. CNRA de Bambey Sénégal, 20-30 mars 2001, 122 p.
- Région de la Bénoué, 1942-48, Rapports annuels. Archives préfecture Garoua.
- Robert F., 1957-58, Mise en place des cultures: coton - arachide. Rapports de campagne agricole de Maroua. Archives DDAD, 25 p.
- Roupsard M., 1987, Nord Cameroun: ouverture et développement. Thèse de Doctorat ès lettres et Sciences Humaines. ENS. Université de Yaoundé (Ed). Pp. 226-232.
- Roupsard M., 1982, Le port de Garoua: évolution du trafic. Revue de géographie du Cameroun, 3, 2, 129-134.
- Roupsard M., 1981, Les étapes de la culture cotonnière au Nord Cameroun. Revue géographie du Cameroun, 1, 2, 161-180.
- Schilling R., 2002, Les semences d'arachide en milieu paysan africain. Projet Germplasm Arachide (GGP). Bulletin d'information, 5, 13-23.
- Schilling R., Dimanche P., Crambade P. & Gautreau J., 1996, L'arachide en Afrique tropicale. Editions Maisonneuve et Larose F-75005 Paris, 171 p.
- Schilling R., 1993, Rapport de mission d'appui au programme agriculture vivrière paysanne (Section arachide) du Projet Garoua (Cameroun). 109 p.
- Schilling T.T., 1986, Peanut Research in North Cameroon. Annual Report. IRA(Ed) 75 p.
- Schilling T.T. & Djona J., 1985, Le point des travaux de recherche sur l'amélioration de la production de l'arachide dans le Nord Cameroun. Fiche technique, 18 p.
- Seignobos Ch., 1979, Matières grasses et améliorations agraires (Tchad et Nord Cameroun). Université du Tchad. Pp. 38-120.
- Soupault J.M., 1945, Rapport de tournée agricole sur la question de l'arachide dans la subdivision de Maroua. Archives de la sous-préfecture de Maroua, 8 p.
- Subdivision de Mokolo, 1952, Rapport annuel. Archives nationales de Yaoundé, 43 p.
- Subdivision de Mokolo, 1949, Rapport annuel. Archives nationales de Yaoundé, 25 p.
- Tardieu M., 1966, Pour une politique de multiplication des semences sur la station de Guétalé, 9 p.
- Tourte R., 1983, L'arachide, ses méfaits, ses charmes. IRHO-IRCT, Montpellier, 8 p.

A. Hamasselbé, Camerounais, Master of Science (Plant science) à l'Université Ahmadu Bello, Zaria, Nigeria. Chercheur Senior, Responsable de la Section arachide au Centre Régional de Recherche Agricole pour le Développement (CRRAD) de Maroua.

Vertical Differentiation of Cassava Marketing Channels in Africa

A.A. Enete*

Keywords: Cassava Market Channel- Development Africa sub-Saharan- Nigeria

Summary

Farming systems in sub-Saharan Africa are inherently risky because they are fundamentally dependent on vagaries of weather. Sub-Saharan Africa is also a region in crises; poverty, civil strife and HIV/AIDS. Attention must therefore be focused on improving the production and marketing of crops that could thrive under these circumstances. Because of its tolerance of extreme drought and low input use conditions, Cassava is perhaps the best candidate in this regard. And cassava is a basic food staple and a major source of farm income for the people of the region. Efficiency in cassava marketing is a very important determinant of both consumers' living cost and producers' income in Africa. Vertical differentiation of marketing channels improves marketing efficiency. Identified in this paper are factors that drive vertical differentiation of cassava marketing channels. The paper is based on primary data collected within the framework of the Collaborative Study of Cassava in Africa. High population density, good market access conditions, availability of mechanized cassava processing technology and cassava price information stimulate vertical differentiation of the marketing channels.

Résumé

Différentiation verticale des chaînes de commercialisation de manioc en Afrique

A cause du fait qu'ils dépendent principalement des aléas climatiques, les systèmes de culture en Afrique sub-Saharienne sont soumis au risque. L'Afrique sub-Saharienne est une région en crise, en pauvreté, souvent en conflit civil et sous le fléau du SIDA. Il faut alors l'amélioration des systèmes de production et de commercialisation de cultures qui peuvent encore pousser dans ces circonstances. A cause de sa capacité de production en période de sécheresse et dans des conditions dures, le manioc peut être le meilleur candidat à cet égard. Le manioc est un produit de base et une source importante de revenu agricole pour la population de la région. L'efficacité dans la commercialisation du manioc est un déterminant important du coût de la vie des consommateurs et des revenus des producteurs en Afrique. La différenciation verticale des chaînes de commercialisation améliore l'efficacité de la commercialisation. Dans cette étude, on a identifié les facteurs qui déterminent la différenciation verticale des chaînes de commercialisation de manioc. L'étude est basée sur des données primaires collectées dans le cadre de l'étude collaborative sur le manioc en Afrique. Une grande densité de population, de bonnes conditions d'accès au marché, la disponibilité de technologie mécanique de transformation de manioc et l'information sur les prix de manioc poussent la différenciation verticale dans les chaînes de commercialisation.

Introduction

Cassava is a basic food staple, and a major source of farm income for the people of sub-Saharan Africa. It contributes about 40% of the food calories consumed in Africa (12) and both rich and poor farmers often derive more cash income from cassava than from any other crop or income earning activity (2, 16, 23). Hence, efficiency in cassava marketing is an important determinant of both consumers' living cost and producers' income. Moreover, as the process of urbanization progresses in Africa, an increasing share of national food consumption takes place at locations other than where food is produced. The marketing system must develop well to provide necessary services as producers sell in markets distant from where consumers buy their food (9). Yet, compared with cassava production, cassava marketing has received much less than sufficient attention (9, 22). There is however an inter-acting and mutually reinforcing relationship between increased production and efficient marketing (19). Efficient marketing systems stimulate increased production, and the reverse constitutes a constraint to any development effort (18). A malfunctioning marketing chain constitutes an impediment to food security as investment in production becomes both more costly and more risky and may end up being wasted (9). More efficient distribution methods and facilities could reduce the costs of distribution, decrease the spoilage of good food, and lessen the severity of food shortage, which could improve the lives of millions of people in Africa, who face starvation, malnutrition and short life expectancy (15).

The mediation of marketing intermediaries between the producer and consumer of food, improves efficiency and reduces distribution costs to all market participants (1, 4), and these indices get better as the number of intermediaries increases and vertically differentiate into specialised functions like wholesale and retail. Vertically differentiated marketing channels reduce transaction costs of marketing especially for producing households (6). The objective of this paper is to identify factors that drive vertical differentiation of cassava marketing channels. The paper is based on primary data collected as part of the collaborative study of cassava in Africa (COSCA).

Methodology

Site and sample selection

Climate, human population density, and market infrastructure formed the basis for sampling. Four basic climatic zones were defined from temperature and duration of dry periods within the growing season (Table 1).

Information available on all-weather roads, railways, and navigable rivers derived from the 1987 Michelin travel maps was used to divide a market access infrastructure map of Africa into good and poor zones according to the density of the roads, railway, or navigable waterways. Human population data from the United States Census Bureau were used to divide a population map of Africa into high demographic-pressure zones with 50 or more persons per km², and low, if less.

*Department of Agricultural Economics, University of Nigeria, Nsukka, Nigeria.
Received on 17.10.07 and accepted for publication on 04.02.08.

Table 1
Definitions of climatic zones

Climatic zone	Temperature (°C)		Months of dry season
	Daily mean	Range	
Lowland humid	>22	<10	<4
Highland humid	<22	<10	<4
Subhumid	>22	>10	4 – 6
Non – humid	>22	>10	6 – 9

The three maps of climate, human population density, and market access infrastructure were overlaid to create zones with homogeneous climate, demographic pressure, and market-access conditions. Each climate/population density/market-access zone with less than 10,000 ha of cassava in each country was excluded. The remaining areas were divided into grids of cell 12' latitude by 12' longitude to form the sample frame for site selection. 282 grid cells, distributed among the climate/population density/market-access zones in proportion to the zone size were randomly selected in each country, depending on the size of the country. These are 71 from Congo Democratic Republic, 40 from Ivory Coast, 30 from Ghana, 65 from Nigeria, 39 from Tanzania and 37 from Uganda. A village was then randomly selected in each grid. This brings the number of villages selected in each country just equal to the numbers listed above. In each selected village, with the assistance of key village informants, a list of farm households was compiled and grouped into "large", "medium", and "small" farm-holder units, and the major market serving the village identified and all traders that sold cassava in the identified village market at the time of survey were used.

Data collection

Leaders in cassava research in the national agricultural research systems in each country administered survey questionnaires to respondents and took various measurements. A rapid rural appraisal technique was employed to collect village-level information in the Phase I survey. Farmer groups consisting of men and women with a wide range in age were constituted and interviewed in each village. A structured (organized from production through processing to marketing) questionnaire was used to collect qualitative information on the following aspects: (a) various production practices, (b) cassava processing methods including cassava products processed, (c) cassava marketing including cassava products marketed, points of sale and type of buyers, (d) village level altitude; mid-altitude refers to all the sampled villages that are more than 800 m above sea level and low altitude refers to all villages less or equal to 800 m above sea level. This survey was conducted in 1989-1991.

Phase II survey was aimed at detailed characterization of the cassava production methods at the field-level. The field-level information which was collected from all crop fields of the selected farm units included, field history, inputs applied, cassava root yield and field size. This information was collected in 1991 from the same villages as in phase I.

Phase III survey was at the household and rural market level, also in the same villages. Cassava traders in identified rural markets serving each of the COSCA villages and relevant male and female household members were interviewed with structured questionnaire and relevant measurements taken. The information collected included type of cassava products traded, sources of purchases and outlets of cassava products, volume traded, access to cassava price information in locations other than where traded. This information was collected in 1992.

Estimation procedure

We distinguish three steps in the vertical differentiation process. A step is assigned one if a cassava farmer just sold his cassava directly to the consumer; assigned two if one level of intermediary (retailer for example) came between the farmer and the consumer; and three if more than one stage of intermediaries came between the farmer and the consumer. This later stage is when the traders differentiate into wholesalers and retailers. There were situations where more than one wholesale level were involved, but following Dijkstra (6); we assign step three to every category with at least one wholesale level. With these three possible options (step 1, 2 and 3) defined for the marketing channels, we also follow Dijkstra's approach by using multinomial logit model for the analysis. The dependent variable can therefore assume 1 (farmer sells cassava directly to consumer), 2 (farmer sells to retailer who then sells to consumer) or 3 (farmer to wholesaler to retailer and to consumer). In the multinomial logit model, a set of coefficients $\beta^{(1)}$, $\beta^{(2)}$, $\beta^{(3)}$ corresponding to each outcome category can be estimated as:

$$\Pr(Z=1) = \frac{e^{x\beta^{(1)}}}{e^{x\beta^{(1)}} + e^{x\beta^{(2)}} + e^{x\beta^{(3)}}}$$

$$\Pr(Z=2) = \frac{e^{x\beta^{(2)}}}{e^{x\beta^{(1)}} + e^{x\beta^{(2)}} + e^{x\beta^{(3)}}}$$

$$\Pr(Z=3) = \frac{e^{x\beta^{(3)}}}{e^{x\beta^{(1)}} + e^{x\beta^{(2)}} + e^{x\beta^{(3)}}}$$

The model however is unidentified in the sense that there is more than one solution to $\beta^{(1)}$, $\beta^{(2)}$, $\beta^{(3)}$ that leads to the same probabilities for $Z=1$, $Z=2$ and $Z=3$. To identify the model, one of $\beta^{(1)}$, $\beta^{(2)}$, $\beta^{(3)}$ is arbitrarily set to 0. That is, if we arbitrarily set $\beta^{(3)}=0$ the remaining coefficients $\beta^{(1)}$, $\beta^{(2)}$ would measure the change relative to the $Z=3$ group. In other words, we would be comparing the most vertically differentiated channel (3) with the less differentiated ones (1 & 2). Setting $\beta^{(3)}=0$, the above equations become:

$$\Pr(Z=1) = \frac{e^{x\beta^{(1)}}}{e^{x\beta^{(1)}} + e^{x\beta^{(2)}} + 1}$$

$$\Pr(Z=2) = \frac{e^{x\beta^{(2)}}}{e^{x\beta^{(1)}} + e^{x\beta^{(2)}} + 1}$$

$$\Pr(Z=3) = \frac{1}{e^{x\beta^{(1)}} + e^{x\beta^{(2)}} + 1}$$

The relative probability of $Z = 1$ to the base category is

$$\frac{\Pr(Z = 1)}{\Pr(Z = 3)} = e^{x\beta^{(1)}}$$

Call this the relative likelihood and assume that X and $\beta_k^{(1)}$ are vectors equal to $(x_1, x_2, \dots, x_k)$ and $(\beta_1^{(1)}, \beta_2^{(1)}, \dots, \beta_k^{(1)})$ respectively. The ratio of relative likelihood for one unit change in x_i relative to the base category is then

$$\frac{e^{\beta_1^{(1)} + \dots + \beta_i^{(1)}(z_i + 1) + \dots + \beta_k^{(1)}x_k}}{e^{\beta_1^{(1)}x_1 + \beta_i^{(1)}x_i + \dots + \beta_k^{(1)}x_k}} = e^{\beta_i^{(1)}}$$

Thus, the exponential value of a coefficient is the relative likelihood ratio for one unit change in the corresponding variable (21).

Variable definition

From the foregoing, the dependent variable in this estimation is defined to have three possible values: 1 (Channel step 1), which denotes channels where the farmer sells directly to the consumer; 2 (Channel step 2), denoting channels where only one marketing intermediary came between the farmer and the consumer; and 3 (Channel step 3), which denotes channels where more than one intermediary came between the farmer and the consumer. The latter category is where the marketing channel has vertically differentiated into specialised functions like wholesale and retail.

Vertical differentiation of cassava marketing channels may be related to population density, market access conditions, type of cassava products traded, availability of mechanized cassava processing technology and cassava price information.

Population density (POPDEN) generally reflects the level of consumer demand in an area. A high population density would therefore imply a high output for the marketing

channel in the area. Food marketing channels differentiate vertically with market size, where size is defined in terms of market output (3, 6). Similarly, market access conditions are likely to affect the rate of turnover of the intermediaries in the system, and hence the extent of vertical differentiation of the marketing channels. Market access conditions are here classified into four categories: motor vehicle as a means of access to market (MKTACC2), other vehicles like bicycles, carts, animals, boats, etc... (MKTACC3), foot with a distance of less or equal to 10 km (MKTACC1), and foot with a distance of more than 10 km (MKTACC4) as a means of access to the market. For purposes of this analysis, we shall compare MKTACC2, with each of the other three categories.

Type of cassava products traded is likely to affect the number of intermediaries in the channel and hence its vertical differentiation. This is because different types of cassava product vary in terms of moisture content and perishability, hence, not all can be transported over long distances for sale. And transport distances increase the number of marketing intermediaries (1). We distinguish for purposes of this analysis, five major types of cassava products: GRANULES, FRESHROOTS, PASTES, DRIEDROOTS and OTHERS. We shall be comparing the dummy for DRIEDROOTS with the other four products.

Availability of mechanized cassava processing technology (MECHPROC) is expected to be positively related with higher differentiation of cassava marketing channels. Its availability motivates farmers to produce, and hence market more cassava (11). This is likely to encourage the participation of more intermediaries in cassava marketing and hence aid vertical differentiation of the channel. Similarly, availability of information on prices (PRICINFO) of cassava products in different location is also likely to encourage more intermediaries into the cassava markets because the risk of adverse selection is reduced.

We also include a regional dummy (EASTAFRICA) as against West Africa to capture the effect of regional differences on vertical differentiation of cassava marketing channels. The variables are defined in table 2.

Table 2
Definition of variables specified in the regression function of vertical differentiation of cassava marketing channels

Variables	Mean (Std deviation)	Explanation
POPDEN	0.55 (0.50)	1, if population pressure is high; else 0
MKTACC1	0.50 (0.50)	1, if market access was on foot with a distance of within 10 km
MKTACC2	0.38 (0.48)	1, if market access was with motor vehicle; else 0
MKTACC3	0.07 (0.26)	1, if market access was with means like animals, cycles, canoes etc
MKTACC4	0.05 (0.22)	1, if market access was on foot with a distance of more than 10 km
MECHPROC	0.73 (0.44)	1, if mechanized cassava processing technology was available in village; else 0
PRICINFO	0.44 (0.50)	1, if 'trader' had information on prices of cassava products in locations other than where sold
GRANULES	0.37 (0.48)	1, if the major cassava product traded is granules; else 0
FRESHROOTS	0.23 (0.42)	1, if the major cassava product traded is pastes; else 0
PASTES	0.03 (0.18)	1, if the major cassava product traded is pastes; else 0
OTHERS	0.01 (0.07)	1, if the major cassava product traded is others, else 0
DRIEDROOTS	0.36 (0.45)	1, if the major cassava product traded is dried roots; else 0
EASTAFRICA	0.31 (0.46)	1, if country is Tanzania or Uganda; else 0

Results and discussion

Table 3 presents the results of the analysis. The explanatory powers of the factors as reflected by Pseudo- R^2 seem low (23%), but this is not uncommon in cross-sectional analysis. The overall goodness of fit as reflected by Prob> χ^2 was however good (< 0.001). In terms of consistency with *a priori* expectations on the relationship between the dependent variable and the explanatory variables, the model appears to have performed well.

In comparison with low population density, the probability that a marketing channel is step 1 or step 2 as against step 3 was negatively and highly significantly related with high population density. This is consistent with expectation. High population density most often translates into high food demand (7), especially of a basic food staple like cassava in Africa. Because the point and form of food production are not necessarily the point and form of consumption, food must be moved efficiently between production and the rising consumption in order to avoid regions of scarcity developing along regions of surplus within the same society. Population density creates the need for more market intermediaries, and as more intermediaries enter the system, they differentiate into specialised functions (wholesale, processing and retail) for purposes of improving efficiency of distribution.

In comparison with areas where market access was with motor vehicle, the probability of channels (1 or 2) as against 3 was positively related with areas where market access was on foot with a distance of less than 10 km or on foot with a distance of more than 10 km or with any other means like

animals, carts, boats etc. This relationship was statistically significant in both step 1 and step 2 equations for the later means of access to the market. While the dummy for areas where the access was on foot with a distance of less than 10 km was significant in step 1 equation, that of areas where it was on foot with a distance of more than 10 km was significant in step 2 equation. Compared to areas where market access was with motor vehicle, other conditions of market access could be said to be poor (8).

These relationships are therefore consistent with our hypothesis. Motor vehicle helps to bring about economies of scale in food distribution and hence encourages vertical differentiation of the marketing channel, as traders specialise in wholesale and retail. In addition, as noted earlier, the rate of turnover and hence market output is likely to be higher where means of access is with motor vehicle than where it is not. We had earlier noted that food marketing channels differentiate vertically with market output.

The probability of marketing channels (step 1 or step 2) as against step 3 was negatively related with availability of mechanized cassava processing technology. This relationship was statistically significant for step 1 equation. Mechanized cassava processing may not only increase the number of intermediaries because processing improves the quality and transportability of cassava products over long distances, but also because it could encourage the emergence of independent cassava processors as a distinct intermediary.

Knowledge of prices of cassava products in different locations was negatively related with the probability of step 1 or step 2 in comparison with step 3. This relationship was significant for step 1 equation. In other words, availability of information on prices of cassava products in different locations stimulates participation of agents and hence vertical differentiation of the marketing channels. One of the implicit assumptions of fundamental welfare theorems is that all characteristics of all commodities are observable by all market participants (14). Without this condition; if it is costly to acquire such information, the well known problem of adverse selection arises thereby discouraging market participation (24). Goetz (10) observed in Senegal that regarding the effects of fixed cost-type variables on market participation, better information plays an important role for sellers.

In comparison with dried roots, cassava fresh roots was positively related with the probability that a marketing channel was step 1 or step 2 as against step 3. This relationship was statistically significant for step 2 equation. Dried roots is a processed cassava product. Processing makes cassava products easier to transport, gives them longer shelf-life, and improves their palatability. Cassava fresh roots on the other hand are very bulky to transport and extremely perishable (17). This suggests that cassava fresh roots are more likely to be sold at or close to the point of production than dried roots, which can be transported farther away. Thus the marketing of dried roots is likely to require more market intermediaries than fresh roots, thereby contributing positively to vertical differentiation of the marketing channels. Nweke (17) reported that the drying process involved in making dried roots facilitates its marketing. Similarly, paste (also a processed product) was positively and significantly related with the probability of channel step 1 as against step 3. Although the processing of cassava into paste particularly wet paste reduces volume and extends shelf-life, it is still bulky and relatively more perishable than dried roots (17). Dried roots should therefore be more amenable to distant (both in terms of time and space) marketing and hence may require more intermediaries than paste.

Table 3
Result of multinomial logit regression analysis of vertical differentiation

Variables	Channel step 1	Channel step 2
POPDEN	-4.900 (-3.727)***	-1.508 (-5.455)***
MKTACC 1	2.207 (2.255)**	0.432 (1.328)
MKTACC 3	4.487 (2.962)***	1.517 (2.798)***
MKTACC 4	1.928 (1.207)	1.419 (2.460)**
MECHPROC	-1.731 (-2.756)***	-0.140 (-0.463)
PRICINFO	-1.128 (-1.657)*	-0.256 (-0.979)
FRESHROOTS	0.703 (0.920)	0.778 (2.408)**
GRANULES	0.426 (0.486)	-0.556 (-1.527)
PASTES	3.518 (3.064)***	-0.237 (-0.272)
OTHERS	3.837 (1.942)**	-37.664 (0.000)
EASTAFRICA ^a	-0.602 (-0.728)	-0.152 (-0.439)
INTERCEPT	-2.477 (-2.208)**	-0.505 (-1.213)
Statistics: χ^2	138.77	
Prob> χ^2	< 0.00	
Pseudo R^2	0.227	
No. of obs.	424	

Notes: Channels step 3 is the comparison group. Figures in parentheses are Z-ratios; *** denotes $P \leq 0.01$, ** denotes $0.01 < P \leq 0.05$, and * denotes $0.05 < P \leq 0.10$, r – regional dummy was used because it provided a better fit than country dummies.

Conclusion

Efficiency in cassava marketing is a very important determinant of both consumers' living cost and producers' income in Africa. Vertical differentiation of marketing channels improves marketing efficiency. Identified in this paper are factors that drive vertical differentiation of cassava marketing channels. High population density, good market

access conditions, availability of mechanized cassava processing technology and cassava price information stimulate vertical differentiation of the marketing channels.

Acknowledgement

The author is very grateful to Prof. F.I. Nweke for his immense contributions to the success of this work

Literature

1. Alderson W., 1967, Factors governing the development of marketing channels. *In: The marketing channel, a conceptual view point*, Malen, B.E. (ed.), John Wiley & Sons, New York. Pp. 35-40.
2. Berry S.S., 1993, Socio-economic aspects of cassava cultivation and use in Africa: implications for the development of appropriate technology. COSCA working paper N° 8, COSCA, IITA, Ibadan, Nigeria.
3. Bucklin L.P., 1972, Competition and evolution in the distributive trades. Prentice Hall International, London.
4. Coughlan A.T., Anderson E., Stern L.W. & EL-Ansary A.I., 2001, Marketing channels. 6th edition. Prentice Hall, New Jersey, U.S.A.
5. Dijkstra T., 1999, Horticultural marketing in Kenya: why potato farmers need collecting wholesalers. *In: Agricultural marketing in Tropical Africa*, contributions from the Netherlands, Van der Laan H.L., T. Dijkstra and A. van Tilburg (eds.), African studies centre Leiden Research series 15/1999, Ashgate Publishing Limited, England. Pp. 169-183.
6. Dijkstra T., 1997, Horticultural marketing channels in Kenya, structure and development. A PhD dissertation, Wageningen Agricultural University, The Netherlands.
7. Enete A.A., Nweke F.I. & Tollens E., 2004, Gender and cassava processing in Africa. *Quarterly Journal of International Agriculture*, **43**, 1, 57-69.
8. Enete A.A., Nweke F.I. & Tollens E., 2002, Determinants of cassava cash income in female headed households of Africa. *Quarterly Journal of International Agriculture*, **41**, 3, 241-254.
9. FAO, 1996, Food for consumers: marketing, processing and distribution. Technical background document N° 8, World Food Summit, 13-17 November 1995, FAO, Rome Italy.
10. Goetz S.J., 1992, A selectivity model of household food marketing behavior in sub-Saharan Africa. *American Journal of Agricultural Economics*, **74**, 2, 444-452.
11. Inaizumi H., Enete A., Brodie-Mends O. & Oyetunji E., 1997, Determinants of mechanized cassava processing technology adoption in West African. *In: Ecosystems and sustainable development*, Eso, J.C., C.A. Brebbia and H. Power (eds). Proceedings of first international conference on ecosystems and sustainable development held on 14-16 October 1997 at University Jaume I, Spain. Pp. 51-62.
12. IITA, 1990, Cassava in Tropical Africa: a reference manual. International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria.
13. Lado C., 1991, Rural periodic markets: a case study from North Malakisi Location, Bungoma District, Kenya, Eastern and Southern Africa Geographical Journal, **2**, 1, 37-55.
14. Mass-Colell A., Whinston M.D. & Green J.R., 1995, Microeconomic theory. Oxford University Press, Oxford.
15. Michman R.D. & Sibley S.D., 1980, Marketing channels and strategies, 2nd edition. Grid publishing, Inc. Columbus, Ohio, U.S.A.
16. Nweke F.I., 1996, Cassava: a cash crop in Africa. COSCA working paper N°14, Collaborative Study of Cassava in Africa, International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria.
17. Nweke F.I., 1994, Processing potentials for cassava production growth in sub-Saharan Africa. COSCA Working Paper N° 11. COSCA, IITA, Ibadan, Nigeria.
18. Okereke O., 1983, Inter-regional trade in food in the Economic Community of West Africa States (ECOWAS): prospects and problems. *The African Review*, **9**, 1, 1-15.
19. Olayemi J.K., 1973, Rice marketing and prices: a case study of Kwara State of Nigeria. *Bulletin of Rural Economics and Sociology*, **8**, 2, 211-242.
20. Sheth J.N., Gardner D.M. & Garrett D.E., 1988, Marketing theory: evolution and evaluation. Wiley, New York.
21. StataCorp, 1999, Stata Statistical Software: Release 6.0. Colleges Station, TX: Stata Corporation, Texas, U.S.A.
22. Tollens E., 1996, Preface to cassava production and marketing in Zaire by Frans Goossens. Leuven University Press, Leuven, Belgium.
23. Tollens E., 1992, Cassava marketing in Zaire: an analysis of its structure, conduct and performance. *In: Traditional marketing systems*, Cammann, L. (ed.), Proceedings of an international workshop held from 6-8 July, 1992 at Feldafing. Deutsche Stiftung für Internationale Entwicklung (DSE), Feldafing, Germany. Pp. 113-127.
24. Varian H.R., 2003, Intermediate microeconomics: a modern approach. Sixth edition, W.W. Norton & Co. New York.
25. Wambugu S.K., 1994, Spatial distribution patterns of market places and market provision in Nyeri District, Kenya, *Journal of Eastern African Research and Development*, **24**, 1-14.

A.A. Enete, Nigerian, Lecturer at the Department of Agricultural Economics, University of Nigeria, Nsukka. Research Fellow with the Collaborative study of cassava in Africa (COSCA), which was based at the IITA, Ibadan, Nigeria. From 1999-2004, he was at the Katholieke Universiteit Leuven, Belgium, where he completed his PhD programme in Agricultural Economics in December 2003.

Diagnostic du système de production et de commercialisation du jus d'oseille de Guinée dans la ville de Maroua

D.P. Folefack^{1*}, C. Njomaha² & D.R. Djouldé³

Keywords: Marketing- Transformation- Sector- Bissap Juice- Sahelian Zone- Maroua- Cameroon

Résumé

Le jus d'oseille de Guinée à Maroua joue un rôle important dans la constitution des revenus des ménages les plus modestes. Face à l'émergence de cette filière porteuse, un diagnostic du système de production et de commercialisation a été conduit, afin de cerner l'enjeu économique. La demande en jus d'oseille est forte et les opportunités commerciales sont bonnes, surtout en saison sèche. La production du jus d'oseille par les femmes reste à l'étape artisanale. Par ailleurs, le jus d'oseille est vendu dans les bouteilles en plastiques de récupération dans les endroits bruyants de la ville. Sa consommation concerne toutes les tranches et les couches socioprofessionnelles de la population, parmi ces consommateurs, les hommes sont les grands consommateurs. Bien que l'activité s'avère très stimulante pour les acteurs, elle est soumise à plusieurs contraintes qui constituent un frein au développement de cette filière. Ainsi, pour redynamiser la filière, une meilleure organisation du marché et des acteurs s'avère nécessaire. Il serait souhaitable que les jeunes entrepreneurs et les industriels s'intéressent à cette filière porteuse.

Summary

Diagnostic of the Production System and Marketing of Bissap Juice in Maroua

The juice of bissap plays an important role to the modest incomes of households in Maroua. In regard with the emergence of this interesting sector, a diagnostic of the system of production and marketing was carry out in order to determine the economic impact of this activity. The demand for bissap juice was found to be high and trade opportunities good, especially in dry season. The production of the bissap juice by women remains at the artisanal levels. In addition, bissap juice is sold in second hand plastic containers recovered in very busy places of the city. The consumption of bissap juice is mainly at all socio-professional levels of the population; among these consumers, men are the most important. Although the activity was found to be very stimulating for actors, it faces several constraints which constitute a brake on the development of this activity. In order to reboot the sector, a better organization of the market and actors is necessary. It would be desirable that young contractors and industries be involved in this growing activity.

Introduction

En Afrique subsaharienne, un diagnostic des filières maraîchères montre que la consommation des ménages urbains reste dominée par les légumes suivants dans l'ordre de fréquence d'achat: l'oignon, la tomate, le gombo, les légumes feuilles, et principalement l'oseille de Guinée, le chanvre de Guinée et la corète potagère (1, 2, 3). Les cultures maraîchères revêtent une grande importance économique dans la zone. Car, pour les producteurs, l'essentiel de leur ressource monétaire provient de l'activité maraîchère y compris, les achats alimentaires, même si les productions vivrières, essentiellement de saison de pluies, apportent un complément alimentaire saisonnier (5, 8, 9).

Au Nord Cameroun, l'oseille de Guinée (*Hibiscus sabdariffa* L.), appelée communément *Foléré* occupe une place très importante dans l'activité économique des populations, et est surtout cultivé pour ses multiples utilisations. Il est très apprécié du fait de sa belle couleur rouge, de son goût et de sa richesse en oligo éléments: il est riche en fer, phosphore et calcium, la teneur protéinique des calices varie entre 1,5% et 3,5%, la concentration de graisse est entre 1 et 2% et la teneur en sucre est élevé, tournant autour de 12%. Certains consommateurs estiment, qu'il nettoie et donne du sang (10, 11, 12).

Les calices rouges de l'oseille de Guinée qui lui valent son étonnant succès donnent un jus à la couleur du vin. Il donne plusieurs types de boissons tonifiantes: sirop, thé, bière... Acide, mais sans alcool, d'une couleur rouge, le jus d'oseille est une boisson naturelle tonifiante. Le jus d'oseille est servi en famille à tout moment, à l'occasion de grandes cérémonies, il supplante merveilleusement certaines boissons occidentales. En plus, les calices rouges de l'oseille de Guinée sont aujourd'hui de plus en plus

exportés aux Etats-Unis et en Europe, où ils sont utilisés comme colorant naturel dans l'industrie agroalimentaire (2, 7).

Au cours de ces dernières années, les mutations du système de production suite à la crise cotonnière que connaissent les savanes d'Afrique centrale ont favorisé l'émergence de nombreuses activités lucratives de transformation et commercialisation essentiellement gérées par les femmes tant en milieu rural qu'urbain. Le caractère informel de la majorité des entreprises agroalimentaires en zone sahélienne explique la rareté des données statistiques fiables sur l'économie des différentes filières (1, 4).

Dans la ville de Maroua, les populations oeuvrent abondamment dans les activités de transformation et de commercialisation. Les activités de transformation concernent essentiellement les produits maraîchers (11). Ces activités ont un impact économique considérable, que ce soit en termes de sécurité alimentaire, de création d'emplois, ou alors de distribution des revenus et de réduction des inégalités (6, 7). Malgré l'importance de ces activités, en absence des données fiables et des statistiques, les pouvoirs publics ont de la peine à reconnaître l'importance capitale de ces activités émergentes dans l'économie locale et la lutte contre la pauvreté dans la ville de Maroua. La présente étude a donc pour objectif de diagnostiquer le système de production et de commercialisation du jus d'oseille de Guinée dans la ville de Maroua en vue de fournir aux décideurs, aux organismes de recherche, aux acteurs de développement des informations fiables et actualisées susceptibles d'orienter les actions de développement et de lutte contre la pauvreté.

¹Centre Provincial de la Recherche et de l'Innovation, B.P. 33, Maroua, Cameroun. Tel: (237) 99 88 33 59 / 22 15 20 87 Email: dfolefack@yahoo.fr

²Centre Régional de Recherche Agricole de Maroua, B.P. 33, Maroua, Cameroun. Email: njomaha_charles@yahoo.fr

³Centre Régional de Recherche Agricole de Nkolbisson, Yaoundé, B.P. 2123, Yaoundé, Cameroun. Email: djouldedarman@yahoo.fr

Reçu le 27.08.07 et accepté pour publication le 07.02.08.

Matériels et méthodes

Cette étude a été effectuée en zone sahélienne du Cameroun et principalement à Maroua. Nous avons choisi cette ville, à cause de l'importante activité de transformation et de commercialisation du jus d'oseille de Guinée qui y est observée. En plus, dans cette ville la demande du jus est très importante, et l'oseille joue un rôle très essentiel dans l'alimentation des populations et est une source évidente de revenus.

Les données de cette étude ont été collectées au moyen d'une enquête diagnostic auprès des producteurs et des vendeurs du jus d'oseille dans la ville de Maroua. En plus de l'enquête utilisant les questionnaires, des observations directes ont été effectuées sur le terrain. L'échantillonnage nous a permis de choisir au hasard 100 acteurs (producteurs/vendeurs) dans 10 quartiers de Maroua. Cet échantillonnage s'est déroulé en deux étapes à savoir: le choix des quartiers de la ville et le choix des vendeurs à enquêter à l'intérieur des quartiers.

Afin de parfaire notre analyse, les données collectées ont porté principalement sur: les caractéristiques socioéconomiques des acteurs de l'oseille, le système d'approvisionnement, les procédés de transformation, les coûts de transformation et de commercialisation, les acteurs du circuit de commercialisation, les contraintes de commercialisation et les perspectives. En plus de ces données primaires, des données secondaires ont été utilisées. Après la collecte des données, les logiciels Excel et Statistical Package for Social Science (SPSS) ont été utilisés pour la saisie et l'analyse des données. Dans le cas de cette étude, il s'agit des statistiques descriptives (fréquence, moyenne, écart type, etc).

Résultats et discussion

1. Identification des acteurs

La commercialisation du jus d'oseille est une activité concernant de manière générale les deux sexes. Cependant, les femmes sont les plus nombreuses (75%). Parmi ces acteurs, la majorité est constituée des jeunes, d'une moyenne d'âge de 34 ans. En plus, dans la ville de Maroua, plus de 79% des acteurs sont mariés, contre seulement 13% de célibataires, très peu de veufs et de divorcés.

En outre, l'on observe qu'environ 36% des acteurs n'ont pas été à l'école et que seulement 29% ont tout au moins fait l'école primaire, l'on constate que près de 33% des vendeurs ont entamé le niveau secondaire avant d'abandonner. La proportion des vendeurs ayant franchi le niveau supérieur reste marginal avec à peine 2%.

Pour ce qui est de la religion des acteurs, il ressort que près de 55% des acteurs sont des chrétiens, avec 30% de chrétiens catholiques, 19% de chrétiens protestants et environ 6% de nouvelles religions. On rencontre une proportion aussi significative des musulmans, avec près de 45%. Enfin, l'on constate que la majorité des acteurs exerce cette activité depuis plus de 4 ans. Bien que l'activité soit en nette expansion ces dernières années, le transfert de connaissance reste informel.

2. Approvisionnement en calices rouges de l'oseille de Guinée

Les calices rouges secs utilisés dans les unités de transformation artisanale proviennent essentiellement des zones périurbaines de Maroua. Elles sont récoltées, séchées, conservées par les producteurs et vendues en fonction de leur besoin aux détaillants dans les marchés de Maroua. Ces calices se vendent sur des petites assiettes (Photo 1) et des sacs de jutes.

Les prix de vente sur les marchés sont fortement fluctuants en fonction de l'offre et de la demande. Ainsi, on observe sur les marchés des prix d'achat variant de 200 Fcfa à



© Photo Folefack/IRAD

Photo 1: Calices ou capsules sèches rouges ombre de l'oseille sur le marché de Maroua.

500 Fcfa par assiette de 250 g et de 8 000 Fcfa à 15 000 Fcfa par sac de 30 kg. Par ailleurs, la forte augmentation de la consommation du jus d'oseille dans la ville fait que certains acteurs (40% au total) adoptent des stratégies d'approvisionnement essentiellement journalier. Dans ces cas, ils achètent seulement des petites quantités suffisantes devant être transformées. En outre, certains font des approvisionnements hebdomadaires (31%), mensuels (25%) et saisonniers (4%). Ces derniers achètent des quantités plus importantes de calices rouges qu'ils conservent sèches à la maison et qu'ils utilisent au fur et à mesure ou durant toute la saison.

3. Technique de transformation de l'oseille de Guinée

La transformation des calices rouges de l'oseille de Guinée se fait encore au stade artisanal et traditionnel dans les ménages. Elle est très facile et simple, car ne nécessite pas de techniques et matériels spécifiques. Ainsi, les calices d'oseille sont bouillis au feu du bois, pendant environ une heure dans de l'eau pour en extraire la couleur rouge ombre. Le dosage courant est une petite assiette (0,25 kg) de calices pour environ 25 litres d'eau. On y ajoute de grandes quantités de sucre (environ 2 kg) pour en réduire le goût acide. Certains fabricants ajoutent des arômes pour donner un goût spécial au jus. Le matériel utilisé généralement dans les préparations se compose d'une marmite, un sceau, une bassine, un tamis, un gobelet, une louche. Après préparation, le produit n'est pas conditionné sous des formes spécifiques, les fabricants ne disposent pas des équipements adéquats pour le conditionnement. Dans cette situation, le jus concentré obtenu de la transformation est mis dans les bouteilles recyclées d'eau minérale et/ou de yaourt et conservé dans des glacières avec de la glace dans la majorité des cas, ou dans les congélateurs ou les réfrigérateurs.

La transformation artisanale dans les ménages s'effectue dans les conditions souvent peu hygiéniques, et le produit obtenu a une qualité sanitaire approximative; ce qui gêne la vente sur le marché formel, limitant ainsi leur consommation. Il convient à cet effet de promouvoir une préparation artisanale des produits dans des conditions hygiéniques.

4. Coûts de transformation, commercialisation et marges bénéficiaires

Bien que la transformation de l'oseille reste relativement simple, elle a un coût monétaire ainsi que sa commercialisation. Les acteurs à travers cette activité obtiennent des revenus journaliers substantiels pour le ménage. A travers le compte d'exploitation journalier de l'activité nous dégagerons les différents coûts et marges

Tableau 1
Compte d'exploitation journalier de l'activité

Rubrique	Quantité	Unité	Prix unitaire (Fcfa)	Prix total (Fcfa)
Dépenses				
Oseille de Guinée	0,275	kg	1 090	318
Eau	30	litre	1	30
Sucre	1,88	paquet (1 kg)	500	940
Bois	1,01	tas	150	152
Glace	8	sachet	50	400
Main-d'œuvre	1	homme/ jour	260	260
Imprévus (10%)				210
Total dépense				2 309
Recettes				
Vente jus d'oseille	30	litre	120	3 600
Total recette				3 600
Marge brute				1 291
Amortissement		Valeur journalière amortie		27
Marge nette/Jour				1 264

(Tableau 1).

Le compte d'exploitation journalier de l'activité nous permet d'affirmer sans grand risque que l'activité de transformation et de commercialisation de l'oseille dans la ville de Maroua est rentable, avec une marge nette journalière moyenne d'environ 1 264 Fcfa, soit environ 32 864 Fcfa par mois. Elle procure ainsi des revenus substantiels aux ménages modestes et pauvres pour subvenir aux besoins quotidiens.

5. Commercialisation du jus d'oseille

5.1. Lieu de vente du jus d'oseille

Dans la ville de Maroua, le jus d'oseille est vendu dans tous les lieux et quartiers, cependant certains lieux sont plus utilisés. Ainsi, la figure 1 présente les principaux lieux de vente. A partir de cette figure, l'on réalise que le jus est le plus vendu dans les maisons, dans les quartiers par près de 28% des acteurs. En outre, environ 27% des vendeurs sont présents dans les marchés de la ville et près de 22% en bordure des routes. En plus de ces endroits spécifiques, les écoles et les lycées sont dénombrés parmi les endroits sollicités pour écouler le produit, ainsi que les agences de voyage, les bureaux administratifs et les ambulants.

En plus, la vente du jus en ville effectuée à l'aide des glacières placées dans les lieux sus indiquées ou des congélateurs

et/ou des réfrigérateurs dans les maisons. Grâce au fait que les glacières occupent très peu de place, les lieux de ventes sont généralement gratuits. Cependant, certains vendeurs présents sur la place du marché payent des tickets de droit de place tous les jours à raison de 100 Fcfa. Signalons le fait que les services de la communauté urbaine sont assez vigilants pour remettre à l'ordre les acteurs qui s'installent anarchiquement dans les coins de la ville et les marchés.

5.2. Prix et unités de vente du jus d'oseille

Dans la ville de Maroua, le jus d'oseille est vendu depuis plusieurs décennies sur des unités standard. Les vendeurs utilisent régulièrement des bouteilles plastiques recyclées de yaourt et d'eau minérale de 250 ml, 500 ml et 1,5 l; comme indiqué sur la photo 2, ou conditionnent le jus dans les petits sachets plastiques de 250 ml. Les bouteilles utilisées pour la vente proviennent à 79% des marchés (chez les commerçants spécialisés qui ramassent les bouteilles vides à différents endroits et les lavent pour vendre), des hôtels 13%, des boulangeries et autres 4%. Les prix d'achat de ces bouteilles variant de 10 à 50 Fcfa en fonction de leur contenance et de son état.

En ce qui concerne les prix de vente du jus d'oseille dans la ville de Maroua, il est de l'ordre de 25 Fcfa la bouteille, le verre ou le sachet de 250 ml, 52 Fcfa la bouteille de 500 ml et

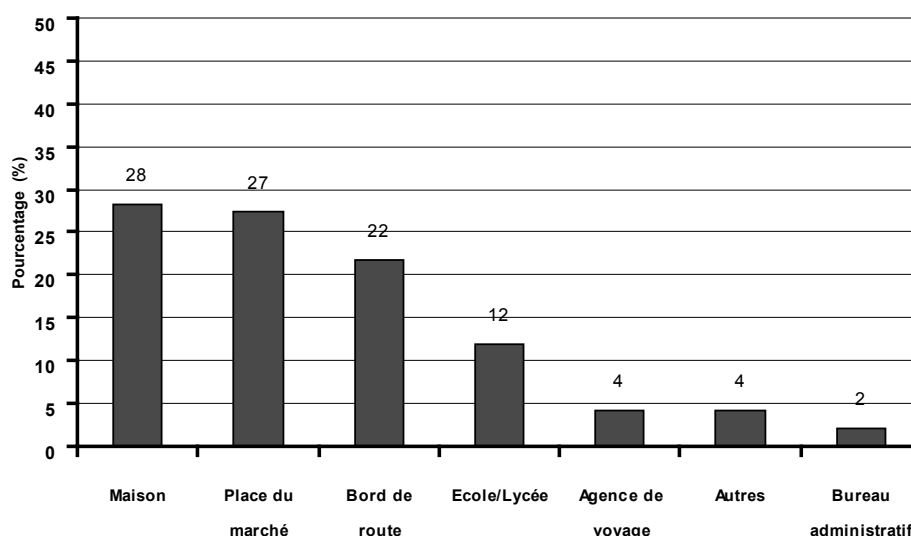


Figure 1: Principaux lieux de vente du jus d'oseille dans la ville de Maroua.

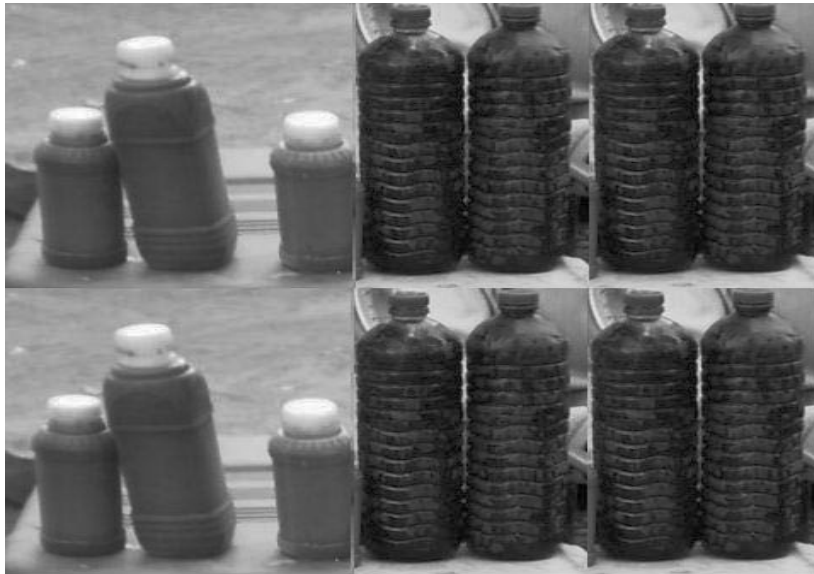


Photo 2: Différents unités de mesure et de vente du jus d'oseille dans la ville de Maroua.

180 Fcfa la bouteille de 1,5 l. Parmi ces mesures de vente, on remarque que les bouteilles de 250 ml sont les plus vendues tout au long de la journée. Par ailleurs, nous constatons que ces prix de vente sont constants toute l'année et ne suivent pas la fluctuation des prix des calices d'oseille et du sucre sur les marchés. Cependant, l'augmentation du prix des calices d'oseille et du sucre se répercute le plus souvent sur la qualité du produit final, notamment le degré de concentration et la saveur sucrée du jus.

5.3. Qualité du jus d'oseille vendu

La qualité du produit est un élément important pour l'accessibilité et la compétitivité du produit sur le marché. A Maroua, la qualité du jus est loin d'être optimale, ce qui limite sa consommation et son accessibilité sur le marché formel. En effet, tout cela part du fait que le mode de transfert de la connaissance sur la technique de transformation de l'oseille est informelle et traditionnelle, et cette activité est effectuée à l'échelle artisanale dans les ménages, avec des conditions de transformation, de conservation et de commercialisation peu adéquates et peu adaptées. Dans ces conditions, la qualité du produit est approximative, compte tenu des plaintes des consommateurs enregistrées jusqu'ici.

Ainsi, on observe dans les jus d'oseille, qu'il y a plusieurs couleurs et la présence des corps étrangers. En plus, on rencontre chez des vendeurs des jus souvent très acides et non sucrés et leur qualité sanitaire laisse à désirer (condition de conservation non appropriée, bouteille mal lavée, vendeur et son environnement sales, etc). Face à ces conditions de commercialisation jugées peu adaptées pour un produit de consommation publique, les services compétents au niveau de la commune sont souvent obligés de rappeler à l'ordre ceux des vendeurs qui ne respectent pas les conditions minimales d'hygiène et opérer des saisies des produits de très mauvaise qualité, ou alors leur infliger des amendes.

5.4. Consommation du jus d'oseille, une affaire de tous

La consommation du jus d'oseille concerne toutes les tranches de la population et toutes les catégories socioprofessionnelles de la ville surtout en saison sèche où les fortes chaleurs atteignent parfois les 40 °C à l'ombre. En ces périodes, le jus est utilisé comme rafraîchissant de substitution aux jus classiques des brasseries de plus en plus chers dans les bars ces dernières années. L'analyse nous a permis de caractériser et d'identifier la proportion des principaux consommateurs du jus rouge d'oseille dans

la ville de Maroua. D'une manière générale les plus grands consommateurs et clients de ce jus se recrutent parmi les enfants, les élèves et étudiants de la ville qui représentent près de 29% des consommateurs potentiels. Ils sont suivis des fonctionnaires et agents d'Etat et d'Entreprise représentant environ 23%. Les conducteurs de moto-taxi, très nombreux dans la ville, occupent près de 20% de la clientèle. Les commerçants dans les marchés et les autres consommateurs représentent respectivement 18% et 10% de la clientèle. Par ailleurs, nous avons aussi constaté que parmi ces consommateurs du jus d'oseille, les hommes détiennent une grande part de marché avec près de 65% contre 35% pour les femmes.

5.5. Circuit de commercialisation moins complexe

Le circuit de commercialisation du jus d'oseille est direct, il n'existe pas d'intermédiaire entre les transformateurs et les consommateurs. Les détaillants-transformateurs, seuls acteurs du circuit de commercialisation du jus d'oseille sont très nombreux. A côté de ceux-là, il y a certains acteurs qui peuvent influencer la production et la vente du jus. Il s'agit des fournisseurs de la matière première et la communauté urbaine de Maroua.

Dans la ville de Maroua, le détail du jus est assuré par les propriétaires des unités de transformations eux-mêmes à près de 57%, car, ils sont majoritairement des «sans emplois» ou des ménagères, ayant pour motivation principale le besoin de s'occuper et d'avoir des moyens substantiels pour résoudre des problèmes quotidiens des ménages. En outre, certains propriétaires sont le plus souvent aidés par leurs enfants qui assurent près de 25% des ventes. Par ailleurs, on note une proportion non négligeable (18%) de la main-d'œuvre payante utilisée par les unités de transformation pour la vente du produit. Dans ce cas, les jeunes employés travaillant chez les vendeurs propriétaires de l'unité de transformation artisanale sont rémunérés en moyenne à 8 000 Fcfa par mois.

6. Des contraintes fortes au fonctionnement de la filière

Le marché du jus de l'oseille de Guinée présente une structure traditionnelle pratiquement archaïque et, de ce fait, inorganisé ou mal organisé. Le commerce du jus reste encore à l'état informel, la transformation et la commercialisation étant assurées par des unités de production artisanale et traditionnelle. Cette situation fait que, les acteurs de la commercialisation sont soumis aux

contraintes suivantes énumérées par ordre d'importance: le manque de matériels de transformation adéquate, les tracasseries des personnels du service d'hygiène et de la commune, le manque d'organisation des acteurs de la filière oseille et le manque de financement pour le développement de l'activité.

Conclusion et recommandations

Conclusion

La demande en jus d'oseille est forte et les opportunités commerciales sont importantes, surtout en saison sèche. Le jus d'oseille joue un rôle très important dans la vie des ménages, et sa commercialisation procure des revenus substantiels permettant de subvenir aux besoins quotidiens des ménages pauvres et modestes, et de lutter contre la pauvreté. En outre, on note que les femmes occupent une place de choix dans la transformation et la vente du jus d'oseille. Les calices rouges d'oseilles utilisés pour la fabrication du jus d'oseille proviennent essentiellement de la zone périurbaine de la ville de Maroua. Le jus d'oseille est vendu généralement dans les bouteilles recyclées d'eau minérale et de yaourt. Il est présent dans presque toutes les manifestations, et commercialisé dans tous les endroits de la ville de Maroua. Enfin, bien que l'activité soit en forte émergence, elle est soumise à plusieurs contraintes.

Ainsi, pour redynamiser le système de commercialisation, une meilleure organisation du marché et des acteurs, des formations spécifiques sont nécessaires.

Recommandations

Afin de mieux redynamiser la filière du jus d'oseille de Guinée dans la ville de Maroua, des recommandations suivantes doivent être prises en compte:

- Il serait important que cette filière qui contribue efficacement à la lutte contre la pauvreté et le chômage dans la ville de Maroua soit intégrée et prise en compte dans les actions et programmes de développement des filières par les ministères de l'agriculture et du développement rural et les acteurs de développement;
- Il faut assurer la formation des acteurs sur les techniques modernes de transformation, de conditionnement et de commercialisation, en vue d'obtenir un produit de qualité supérieure accessible au marché formel;
- Il faut mieux organiser le marché et les acteurs de la filière afin de limiter les multiples contraintes auxquelles ils font face et éviter les multiples tracasseries des services communaux et d'hygiène;
- Enfin, il serait souhaitable que les jeunes entrepreneurs et les industriels s'intéressent à cette filière porteuse génératrice de revenus.

Références bibliographiques

1. Cerdan C., Ndjouenkeu R. & Mbayhoudel K., 2004, Valorisation des productions vivrières: place et rôle dans le développement économique des savanes d'Afrique centrale. In: Cahiers d'études et de recherches francophones/Agricultures. Volume 13, Numéro 1, 85-90, janvier-février 2004.
2. Diouf M., Lo C., Gueye M. & Mbengue B.N., 2007, Sélection participative de nouveaux cultivars de quatre espèces de légumes feuilles (*Hibiscus sabdariffa* L., *Amaranthus* L. spp., *Vigna unguiculata* (L.) Walp et *Moringa oleifera* L.) au Sénégal. In: African Journal of Food Agriculture Nutrition and Development, Vol. 7, N° 3.
3. Diouf M., Gueye M., Faye B., Dieme O., Gningue D., Ba Co et al., 2003, Upgrading bissap leaf biodiversity in Senegal. Newsletter for Sub-Saharan Africa; International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), Nairobi, Kenya. N° 19, p. 12-13.
4. Dudez P. & Broutin C., 2001, Le sirop de bissap - Production artisanale en Afrique, Agridoc, GRET, Paris, 9 p.
5. Essang T., 1995, Maraîchage au Nord Cameroun: résultats des enquêtes complémentaires sur la consommation et les marchés. Projet Garoua, CIRAD, Montpellier, France, 46 p.
6. FAO & Banque mondiale, 2001, Système de production agricole et pauvreté. Améliorer les moyens d'existence des agriculteurs dans un monde en changement. Résumé. Rome et Washington, 49 p.
7. FINTRAC, 1999, Etude de marché sur l'*Hibiscus sabdariffa*, Washington, DC, USA, www.fintrac.com, 16 p.
8. Gockowski J., Mbazo'o J., Mbah G. & Fouda M.T., 2003, African traditional leafy vegetables and the urban and peri-urban poor. Food Policy, 28, 221-235.
9. Kahane R., Temple L., Brat P. & De bon H., 2005, Les légumes feuilles des pays tropicaux: diversité, richesse économique et valeur santé dans un contexte très fragile. In: Colloque Angers 7-9 septembre 2005-03-14. Les légumes: un patrimoine à transmettre et à valoriser. 9 p.
10. Mcclintock N., 2004, L'oseille au Sénégal et au Mali, In: Agridape, août 2004, Vol. 20, 1, 8-10.
11. Moustier P. & Essang T., 1996, Le maraîchage: un diagnostic agro économique, In: Agricultures des savanes du Nord Cameroun: vers un développement solidaire des savanes d'Afrique centrale, Atelier d'échange, 25-29 nov. 1996, Garoua, Cameroun. 282 p.
12. Seck A., Sow I. & Niass M., 1999, Prospection de légumes feuilles traditionnels. In: Biodiversity of traditional leafy vegetables in Africa. Editors J.A. Chweya and P. Eyzaguirre, International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), Via delle sette Chiese 14200145 Rome, Italie. Pp. 85-110.

D.P. Folefack, Camerounais, Doctorant Université de Rennes II, France, Chercheur, Socio Economiste, Centre Provincial de la Recherche et de l'Innovation, Chef du Bureau de la Coordination, B.P. 33, Maroua, Cameroun.

C. Njomaha, Camerounais, Ph.D in Agricultural Economics, Chercheur, Centre Régional de Recherche Agricole de Maroua, B.P. 33, Maroua, Cameroun.

D.R. Darman, Camerounais, Ph.D en Sciences Alimentaires et Nutrition, Chercheur, Centre Régional de Recherche Agricole de Nkolbisson, Yaoundé, B.P. 2123, Yaoundé, Cameroun.

Analyse des déterminants de la demande en poisson des ménages au Burkina Faso: cas du milieu rural (Vallée du Kou) et du milieu urbain (Bobo-Dioulasso et Ouagadougou)

N. Sankara¹, S. Nacro^{2*}, S.H. Ouédraogo³ & A.T. Kabré⁴

Keywords: Determinants- Demand- Households- Fish- Burkina Faso

Résumé

L'objectif de cette étude conduite en 2004 était d'analyser les déterminants de la demande en poisson des ménages en milieu rural (Vallée du Kou) et urbain (Bobo-Dioulasso et Ouagadougou). Pour ce faire, des enquêtes de consommation ont été conduites auprès de 535 ménages et les données recueillies ont été analysées et une régression de forme fonctionnelle double-log a été construite. Les résultats de cette étude ont montré que la consommation en poisson des ménages variait considérablement selon le milieu (centre urbain ou milieu rural). La demande des ménages en poisson était influencée par la disponibilité du produit sur le marché. De plus, lorsque la fréquence d'approvisionnement en poisson augmentait, le temps de conservation du produit se réduisait. L'étude a révélé que les déterminants de la demande en poisson en milieu rural à la Vallée du Kou étaient la taille du ménage, le prix du poisson sur le marché, le niveau d'instruction et le revenu du chef de ménage. Quant au milieu urbain, ce sont surtout le revenu du chef de ménage, la fréquence d'approvisionnement du ménage en poisson et les méthodes de conservation dont le ménage dispose qui influencent la demande en poisson.

Summary

Analysis of the Determinants of Households' Fish Demand in Burkina Faso: the Case of a Rural Area (Vallée du Kou) and Urban Areas (Bobo-Dioulasso and Ouagadougou)

A study was conducted in 2004 in Burkina Faso in order to analyze the determinants of households' fish demand in both rural (Vallée du Kou) and urban (Bobo-Dioulasso and Ouagadougou) areas. To achieve this objective, 535 households were surveyed, the data collected were analyzed and a double-log regression function was constructed. The results of this study showed that households' fish consumption varied considerably according to the area (rural or urban). Households' fish demand was influenced by the availability of the product in the market. In addition to that, when the fish supply frequency increased, the duration of the conservation of the product was reduced or was annulled. The study revealed that the determinants of fish demand in rural area in Vallée du Kou included the size of the household, the prize of the fish in the market, the level of education and the revenue of the head of the household. In urban areas, these determinants include mainly the revenue of the head of the household, fish supply frequency, and conservation methods of the product.

Introduction

Au Burkina Faso, peu d'études ont été réalisées sur la consommation du poisson encore moins sur les déterminants de sa demande. Dans le domaine de la consommation, les rares études réalisées dans plusieurs pays africains comme le Burundi, la Côte d'Ivoire, la Gambie, le Ghana, le Mali et le Sénégal se sont intéressées aux quantités consommées par individu et par an, à l'étude du secteur de la pêche et ses contraintes et à la structure de la commercialisation du poisson. Au Burkina Faso, quelques études ont été menées notamment celles de l'auteur anonyme (1), Arraudeau (2), Bamba et Kienta (3), cependant, aucune étude n'a concerné les autres régions urbaines et encore moins les zones rurales.

L'objectif principal de ce travail est de procéder à une analyse de la consommation d'un produit alimentaire (le poisson) très important dans la sécurité alimentaire. Cet objectif se décline en des objectifs spécifiques qui sont:

- analyser la consommation du poisson au Burkina Faso à travers l'état, les quantités consommées et les fréquences;
- appréhender les préférences des consommateurs pour les différentes espèces de poisson écoulées;
- analyser les déterminants socio-économiques de la demande en poisson des ménages dans les localités

couvertes par l'étude.

La réalisation de cette étude nous a conduit à formuler les hypothèses suivantes:

- la consommation de poisson est limitée du fait des problèmes de disponibilité permanente, de conservation (notamment le poisson frais) et la pauvreté des ménages;
- le poisson est consommé sous différents états: frais, sec, fermenté ou fumé et est utilisé dans presque tous les mets du pays;
- la demande en poisson diffère selon les localités et au sein d'une même localité, selon la situation socioéconomique et démographique des ménages. Les prix retenus sont les prix sur le marché au moment des enquêtes. Par ailleurs, les consommateurs sont ici considérés preneurs de prix.

Matériel et méthodes

a. Modélisation économétrique de la demande alimentaire

L'analyse des variables socioéconomiques qui affectent la demande en poisson des ménages sera faite à travers une analyse économétrique avec un modèle de consommation.

¹Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. Tel: (226) 76 58 95 53 E.mail: sankno27@yahoo.fr

²Gestion Intégrée de la Production et des Déprédateurs des cultures (GIPD) 01 BP 2540, Ouagadougou 01, Burkina Faso. Tél.: (226) 50 30 13 59 Mob.: (226) 70 74 22 65 E.mail: snacro2006@yahoo.fr

³Institut de l'Environnement Recherches Agricoles (INERA), 01 BP 7044, Ouagadougou 01, Burkina Faso. Tél.: (226) 50 31 92 38 Mob.: (226) 76 57 38 28 E.mail: ouedraogosylvain@yahoo.fr

⁴Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, 01 BP 1091, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. Email: ankab226@yahoo.fr

*Auteur auquel la correspondance et les tirés-à-part devront être adressés.

Reçu le 18.12.07 et accepté pour publication le 12.03.08

En fait, l'étude sur les déterminants de la demande cherche à expliquer la relation fonctionnelle qui existe entre les situations socioéconomiques et démographiques, et la consommation. La forme fonctionnelle retenue dans le cadre de cette analyse est la forme Cobb Douglas. La signification d'ensemble du modèle a été testée par la statistique de Fisher, la qualité de l'ajustement par le coefficient de détermination R^2 et la signification des coefficients individuels par le test t de Student.

b. Collecte de données

Deux types d'enquêtes ont été menés: les enquêtes formelles et les enquêtes non formelles. Au total 535 ménages ont été enquêtés dans les trois localités couvertes par l'étude. Ces ménages sont répartis comme suit: 135 à la Vallée du Kou, 200 à Bobo-Dioulasso et 200 à Ouagadougou.

Résultats et discussion

a. Les déterminants de la demande en poisson en milieu rural

Le revenu

A la Vallée du Kou, les quantités de produits agricoles vendus sur le marché représentent la part qui permet aux producteurs d'acquiescer l'argent nécessaire au remboursement des crédits de campagne et au renouvellement de leurs moyens de production. Par ailleurs, consécutivement à la mévente du riz, les plus grands producteurs sont également devenus les plus endettés. Le remboursement des crédits et la satisfaction de leurs besoins en céréales sont devenus donc les objectifs prioritaires des producteurs. L'amélioration de la qualité de l'alimentation se trouve donc relayée au second plan d'où la faible demande en poisson chez les plus grands producteurs.

La taille des ménages

Comme pour le revenu, ce résultat obtenu peut être expliqué par le fait que les chefs de ménages sont plus préoccupés par la satisfaction de leurs besoins céréaliers que par la qualité de leur alimentation. En effet, en milieu rural burkinabè, notamment à la Vallée du Kou, la qualité de la sauce ne relève pas de la responsabilité du chef de ménage mais plutôt de celle de la femme. Ce sont donc les femmes qui sont chargées de fournir des ingrédients pour la sauce et qui déterminent donc la qualité de celle-ci. La pauvreté de ces femmes les pousse à préférer des épices plus accessibles à leur bourse pour l'amélioration de la sauce. Il en résulte donc une diminution de la demande des ménages ruraux en poisson suite à l'accroissement de la taille de ceux-ci.

b. Le modèle d'estimation des déterminants de la demande en poisson en milieu rural

Les paramètres consignés dans le tableau n° 1 nous permettent d'écrire le modèle estimé de la demande en poisson à la Vallée du Kou comme suit:

$$\text{Log Conso} = -2,692 - 0,652 \log \text{Prix} + 1,119 \log \text{Rev} - 2,015.10^{-3} \log \text{Tail_mén} - 2,376.10^{-3} \text{Educ}$$

Adéquation du modèle

Le modèle de demande ainsi obtenu est estimé par les MCO. Le coefficient de détermination R^2 est de 0,278. Le coefficient de détermination R^2 ajusté (0,254) est légèrement inférieur à R^2 . Les paramètres introduits dans le modèle expliquent donc la demande en poisson en milieu rural à la Vallée du Kou de 27,80%.

Le test sur la statistique de Fischer (F) permet de rejeter l'hypothèse nulle à tous les niveaux. F calculée (F_c) = 11,727 est supérieure à F théorique (F_t) = 2,46 au seuil de 1% de signification. A ce seuil, on peut donc rejeter l'hypothèse de nullité commune des paramètres. Le modèle ainsi spécifié est significatif. En se basant donc sur les différents indicateurs calculés, on peut conclure que le modèle spécifié est adéquat par sa forme fonctionnelle et est globalement acceptable sur le plan économétrique.

c. Signification individuelle des coefficients du modèle

Le prix du poisson à la Vallée du Kou

Le paramètre associé à la variable prix est significatif au seuil de 5%. Le coefficient associé au prix est négatif. Ce résultat satisfait donc la théorie selon laquelle, lorsque le prix d'un bien alimentaire augmente, le consommateur affecte ses ressources à l'acquisition d'autres biens notamment des substituts pour maximiser son utilité. On peut donc dire que lorsque le prix du poisson augmente d'une unité, la demande en poisson diminue de 0,65%.

Le revenu

Le revenu du ménage a été obtenu par la production rapportée au prix du marché. De cette production dépend la consommation domestique. Dans cette étude, le revenu de la production influence positivement la demande en poisson des ménages. Le paramètre associé au revenu est significatif au seuil de 1%. Suite à une augmentation de 1% du revenu du ménage, on enregistre une augmentation de 1,18% de la demande en poisson des ménages.

La taille des ménages

Le paramètre associé à la taille des ménages est négatif et non significatif sur la demande en poisson des ménages. Rappelons pour ce faire que la taille du ménage représente l'ensemble des bouches à nourrir par le chef du ménage. Ce résultat montre que lorsque la taille des ménages augmente, les chefs de ménages sont plutôt préoccupés par la satisfaction des besoins fondamentalement primaires tels que les besoins céréaliers. En effet, Dorst (4) et Dubois (5) ont montré de fortes corrélations entre l'augmentation de la taille des ménages et la demande céréalière.

Le niveau d'instruction du chef de ménage

Le coefficient associé au niveau d'instruction des chefs de ménage à la Vallée du Kou est négatif et non significatif.

Tableau 1

Définition des variables du modèle de consommation de poisson en milieu rural

Variables	Types de variables	Significations des variables
► Variables dépendantes		
LogCons	Quantitative	mesure la quantité (kg/an) consommée par le ménage
► Variables indépendantes		
Educ	Qualitative	prend la valeur 1 si le chef de ménage n'a reçu aucune instruction, 2 s'il est du niveau primaire, 3 s'il est du niveau secondaire, 4 s'il est du niveau supérieur et 5 s'il a reçu d'autres formes d'instruction
log Tail_mén	Quantitative	donne le nombre de personnes du ménage
log Rev	Quantitative	donne le revenu approximatif du chef de ménage
Log Prix	Quantitative	donne les prix des poissons sur les marchés de la Vallée du Kou

Tableau 2
Définition des variables du modèle de consommation de poisson en milieu urbain

Variables	Types de variables	Significations des variables
► Variables dépendantes		
LogCons	Quantitative	Mesure la quantité de poisson (kg/an) consommée par le ménage
► Variables indépendantes		
Educ	Qualitative	prend la valeur 1 si le chef de ménage n'a reçu aucune instruction, 2 s'il est du niveau primaire, 3 s'il est du niveau secondaire, 4 s'il est du niveau supérieur et 5 s'il a reçu d'autres formes d'instruction
Log Fq_p	Quantitative	donne le nombre de fois par semaine que le ménage s'approvisionne en poisson
Log Tail_mén	Quantitative	donne le nombre de personnes sous la responsabilité actuelle du chef de ménage
Mode_conserv	Qualitative	indique le système de conservation du poisson dans le ménage
Log Rev	Quantitative	donne le revenu approximatif du chef de ménage

Les enquêtes ont révélé que 47% des chefs de ménage de la Vallée du Kou ne sont pas instruits. Seulement 19% d'entre eux possèdent un niveau d'instruction primaire et le reste (34%) ont été instruits soit à l'école coranique ou ont été alphabétisés. Le signe négatif du coefficient signifie que plus les chefs de ménage sont éduqués, moins ils sont demandeurs en poisson. En fait, l'éducation n'a pas d'effet significatif sur la demande en poisson. Ce résultat n'est pas conforme à nos attentes mais il pourrait se justifier par la faible proportion de la population ayant reçu une instruction de type formelle. Cette hypothèse paraît d'autant plus plausible que la majorité (45%) des gros consommateurs de poissons que sont les pêcheurs n'ont reçu aucune instruction et 27% d'entre eux ont été instruits à l'école coranique. Seulement 9% de cette population a reçu une instruction de type formelle limitée au niveau primaire.

d) Le modèle d'estimation des déterminants de la demande en poisson en milieu urbain

a. Résultats de l'analyse

Les paramètres consignés dans le tableau 2 permettent d'écrire le modèle de demande de poisson en milieu urbain au Burkina qui se présente comme suit :

$$\text{Log Cons} = 0,631 + 7,59 \cdot 10^{-2} \log \text{Tail}_{\text{mén}} + 0,22 \log \text{Rev} + 0,74 \cdot 10^{-2} \log \text{Frq}_p + 2,35 \cdot 10^{-2} \text{Educ} - 0,24 \text{mode}_{\text{conserv}}$$

Adéquation du modèle

Les résultats de l'analyse montrent que R^2 est faible et R^2 ajusté est légèrement inférieur à R^2 . Cela permet d'exclure l'hypothèse de l'existence de variables superflues dans le modèle. Les paramètres contenus dans le modèle expliquent donc la demande en poisson des ménages mais ne l'expliquent pourtant pas seuls. D'autres variables explicatives de la demande en poisson en milieu urbain n'ont donc pu être prises en compte dans la récolte des données. Néanmoins F_c est nettement supérieur à F théorique. On peut donc conclure conformément au modèle précédent que les paramètres du modèle contribuent tous à l'explication de la demande en poisson en milieu urbain. Le modèle ainsi spécifié est donc acceptable du point de vue économétrique.

b. Signification statistique des coefficients individuels

Le mode de conservation du poisson

Les résultats de l'analyse montrent que le mode de conservation du poisson affecte négativement la demande en poisson au sein des ménages urbains. Les modes de conservation du poisson couramment rencontrés en milieu

urbain sont par ordre d'importance: la non conservation, la conservation à l'aide de sachets plastiques et plats et la conservation au froid. On peut donc dire que, plus les moyens de conservation sont diversifiés, moins est la fréquence d'approvisionnement en poisson et moins est la demande en poisson à Ouagadougou et à Bobo-Dioulasso.

La fréquence d'approvisionnement en poisson des ménages Le coefficient associé à la fréquence d'approvisionnement en poisson est positif et très significatif. Lorsque la fréquence d'approvisionnement augmente, on enregistre une augmentation de la demande en poisson des ménages. Ce résultat peut être mis en relation avec le précédent. En effet, la fréquence d'approvisionnement augmente lorsque le ménage ne dispose pas de systèmes adéquats pour la conservation du poisson.

Les autres coefficients: le revenu, la taille du ménage et l'éducation

Les coefficients associés à ces variables sont tous positifs. Ces variables contribuent donc positivement à expliquer la demande en poisson des ménages en milieu urbain. Cependant, elles ne sont pas significatives. Cela indique donc qu'en milieu urbain, bien que la demande en poisson soit influencée par les variables (revenu, taille du ménage et niveau d'éducation), ces dernières variables ne sont pourtant pas très déterminantes. Ce qui signifie qu'une variation du revenu du chef de ménage, de la taille du ménage ou du niveau d'éducation n'est pas synonyme d'une variation instantanée de la demande en poisson des ménages.

Conclusion

Au Burkina Faso, le poisson est consommé tant en milieu rural qu'en milieu urbain au sein des ménages. La fréquence d'approvisionnement et la préférence des ménages en poisson dans ses différents états diffèrent selon que l'on soit en milieu rural ou en milieu urbain. Selon le milieu, les méthodes de conservation du poisson dépendent non seulement de l'état de celui-ci mais aussi et surtout de la fréquence d'approvisionnement en poisson du ménage. Les analyses révèlent que les déterminants de la demande en poisson diffèrent qu'on soit en milieu rural ou en ville. En milieu rural, la demande en poisson est influencée par la taille du ménage, le revenu du chef de ménage, le prix du poisson et le niveau d'instruction du chef de ménage. De plus, l'étude indique que l'éducation n'a pas d'effet significatif sur la demande en poisson en milieu rural.

Quant au milieu urbain, ce sont surtout la fréquence d'approvisionnement du ménage en poisson, les méthodes

de conservation dont le ménage dispose et dans une moindre mesure le revenu du chef de ménage qui influencent la demande en poisson.

En milieu rural comme en milieu urbain, les autres paramètres se sont révélés non significatifs.

Remerciements

Les auteurs remercient le Représentant de la FAO au Burkina Faso pour avoir autorisé la réalisation de cette étude et la publication de ces résultats, M. M. Ouédraogo pour avoir révisé les premiers brouillons du manuscrit et Mlle C. Karenga pour avoir édité ce document.

Références bibliographiques

1. Anonyme, 2004, Monographie de Bama, Préfecture de Bama. 25 p.
2. Arraudeau M.A., 1998, Le riz irrigué. Ed. Moissonneuse et Larose, Paris, France. Pp: 452-458.
3. Bamba A. & Kienta M., 2001, Intégration irrigation aquaculture au Mali /n : FAO. Proposal for an African network on integration irrigation and aquaculture. 75 p.
4. Dorst J., 1971, La vie des oiseaux Tome II. Ed. Rencontre de Lausanne. Pp: 710-711.
5. Dubois J.L., 2001, L'évolution des systèmes d'investigation et la mesure de la pauvreté. Séminaire transversal 24 janvier 2001, 19 p.

N. Sankara, Burkinabè, Ingénieur agronome, Adjoint au chef d'encadrement agricole, Dafani S.A., Orodara Burkina Faso.

S. Nacro, Burkinabè, Doctorat de l'Université de Rennes I, France, Maître de recherche en entomologie et coordonnateur technique national du programme de GIPD, Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO) et Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), Burkina Faso.

S.H. Ouédraogo, Burkinabè, Ingénieur d'Etat en agroéconomie, Ingénieur de recherche, Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), Burkina Faso.

A.T. Kabré, Burkinabè, Ph.D, Maître de conférences en pêche et pisciculture, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso.

Analyse économique de la structure des coûts de production apicole au Cameroun

A.S. Tsafack Matsop^{1*}, F. Kamajou², G.A. Muluh³ & M. Takam⁴

Keywords: Bee farming- Costs structure- Cameroon

Résumé

L'apiculture se répand au Cameroun, et contribue à la gestion durable des produits forestiers non ligneux. Cette étude présente la structuration des facteurs de production des exploitations apicoles du nord-ouest dudit pays. L'hypothèse est qu'il existerait une différence significative dans les composantes des coûts de production entre les types d'exploitations apicoles au Nord-Ouest Cameroun. Les données collectées en 2005 ont porté sur le fonctionnement des exploitations, les éléments de coût et de revenu. Les analyses ont été faites grâce aux logiciels Excel et SPSS, et les principaux résultats sont les suivants. Les rendements d'échelle apicole sont décroissants au Nord-Ouest Cameroun. Les exploitations apicoles de cette zone investissent plus dans le facteur capital. Leur suivi est très insuffisant, alors que tous peuvent maximiser leur profit. Bien qu'il existe une différence significative des charges fixes totales de production entre les exploitations traditionnelles et celles semi moderne, il n'y a pas de différence en coûts variables, ni en coût total de production entre elles. La mise sur pied d'une politique apicole qui insiste sur un encadrement de proximité des paysans camerounais est indispensable pour l'essor de ce sous secteur.

Summary

Economic Analysis of the Bee Farming Costs Structure in Cameroon

Beekeeping is spreading in Cameroon, and contributes to the sustainable management of the non timber forest products. This study presents the structure of the bee farms production factors in the North-West of the aforesaid country. The assumption is that there would be a significant difference in the production costs components between the types of bee-farms in the North-West of Cameroon. The data collected in 2005 related to the operation of the exploitations, the cost factors and income. The analyses were made using Excel and SPSS software, and the principal results are the following. Bee farming returns to scale are decreasing in the North-West of Cameroon. The bee farms of this zone invest more in the capital factor. Their follow-up is very insufficient, whereas all can maximize profit. Although there is a significant difference of the total fixed costs of production between the traditional bee exploitations and the semi modern ones, there is no difference in variable costs, nor in total cost of production between them. The setting-up of an apiculture policy which insists on extension services close to the bee-farmers is essential for the rise of this sub sector.

Introduction

L'exploitation des Produits Forestiers Non Ligneux (PFNL) occupent une place élevée dans le développement rural des pays du sud. C'est le cas au Cameroun, notamment avec la pratique de l'apiculture qui occupe jusqu'à 12,7% de sa population agricole (10). Cette activité attire davantage les paysans mais le prix de vente des produits de la ruche reste très aléatoire chez les producteurs. Ce prix comme celui de tout produit, dépend du processus de production (6, 13), donc des coûts, alors que la répartition de ceux-ci reste inconnue au Cameroun.

L'apiculture nécessiterait très peu d'investissement (1, 8, 16). Mais à travers un compte d'exploitation pour 10 respectivement 200 ruches kenyanes au Cameroun, on estime à 374 000 FCFA respectivement 4 098 700 FCFA les charges fixes de la première année d'activité (4, 12). Soit un investissement énorme pour le petit paysan camerounais. Quelques analyses à ce sujet ont eu lieu (8) en République Centrafricaine (RCA). Toutefois, l'auteur ne s'est pas penché sur les types d'apiculture; aussi les réalités diffèrent entre le Cameroun et la RCA. Les autres travaux quant à eux, n'ont pas été précédés d'une enquête socio-économique; d'où la sous-estimation des coûts et la négligence presque totale des charges variables de production. Ceci étant, on se demande: quel serait la structure des coûts totaux de production apicole au Nord-Ouest du Cameroun ?

Le présent travail analyse la structure des coûts de production du miel, principal produit de la ruche au Nord-Ouest Cameroun. L'hypothèse stipule qu'il existerait une différence significative dans les composantes des coûts de

production entre les types d'exploitations apicoles au Nord-Ouest Cameroun.

Matériel et méthode

Zone d'étude et échantillonnage

Le Nord-Ouest Cameroun a un climat tropical à deux saisons. Le maïs et le café sont ses principales cultures, et le niveau de vie y est faible (9, 11, 14). L'apiculture s'y montre émergente, avec une ancienneté qui confère une grande expérience aux exploitants (15), et un marché assuré par des coopératives (2).

L'enquête a eu lieu de mars à mai 2005. Grâce à un questionnaire adressé à 100 exploitations apicoles choisies au hasard, nous avons collecté des données liées au fonctionnement des exploitations, aux éléments de coûts et de revenus.

L'unité statistique était le type d'exploitation. L'apiculture moderne n'étant pas pratiquée dans la zone, les deux types y existant ont fait l'objet d'attention. Sur le total des exploitations enquêtées, 40% étaient traditionnelles et 60% semi modernes.

Réalisation de l'objectif

L'analyse de la structure des coûts de production s'est faite à partir des ratios et de l'estimation de la fonction de coût de production.

Soit Q le rendement total de miel. La forme Cobb-Douglas aboutit à la relation suivante (7) où le coût total (CT) est

^{1*}Faculté des Sciences Economiques et de Gestion, Université de Dschang, Cameroun. E mail: sygnola@yahoo.fr

²Faculté des Sciences Economiques et de Gestion, Université de Dschang, Cameroun. Email: f_kamajou@yahoo.fr

³Faculté des Sciences Economiques et de Gestion, Université de Dschang, Cameroun. Email: magachuo@yahoo.com).

⁴Action pour le Développement Intégré et Durable (ADEID) Bafoussam, Cameroun. Email: mtakam2000@adeid.org

Reçu le 23.10.07 et accepté pour publication le 20.03.08.

fonction de la variable exogène (Q):

$$\text{Log CT} = \delta + \phi \text{ Log Q}$$

Dans l'analyse des coûts, en présence d'exploitations mixtes, nous appliquons des clés de répartition. Le coût d'opportunité de la main-d'œuvre, a été utilisé pour des ressources dont aucune transaction monétaire n'a eu lieu. L'amortissement était linéaire et n'a été appliqué qu'au matériel dont l'usage principal relève de l'activité apicole. Le coût variable total d'une exploitation *i* à *a priori* mixte était fonction du temps (t_i); connaissant le coût de la main-d'œuvre (X_i) en homme jour, si n_i est le nombre d'employés, on a:

$$CV = \sum n_i X_i t_i = n_1 X_1 t_1 + n_2 X_2 t_2 = CV_1 + CV_2$$

$i = 1, 2$ (avec 1 pour l'apiculture traditionnelle et 2 pour celle semi moderne).

Les coûts fixes englobaient les charges de structure (équipements, reboisement, site, etc). Ceux variables étaient constituées de: main-d'œuvre, santé, transport, emballage. Ceci nous a permis de calculer le coût total:

$$CT = CFT + CVT$$

Le ratio charge de la sous rubrique/coût total a permis de trouver la proportion des charges dans le coût total. Les données ont été analysées à l'aide des logiciels Excel et SPSS. Dans nos tests statistiques, le seuil de signification était de 5%, sauf indication précisée, et la règle de décision (3) était: rejeter H_0 si $P(t) < \alpha$.

Résultats et discussion

1- Fonction de coût de production du miel

La fonction de coût de production est esquissée ici de manière généralisée, puisqu'il n'y pas de différence significative en coût total de production de miel entre les deux types d'exploitations apicoles. Cette fonction est donnée par:

$$\text{Log CT} = 8,035 + 0,645 \text{ Log Q}$$

(32,586) (10,493) $R^2 = 0,529$

Cette fonction, homogène de degré 0,645 montre que les rendements d'échelles sont décroissants. Ainsi, en augmentant la production de miel au Nord-Ouest Cameroun, les coûts de production augmentent moins que proportionnellement.

La fonction de coût marginal de production est: $Cm = 0,645 e^{(8,035)} Q^{(-0,355)}$

2- Maximisation du profit apicole

Les exploitations rendront la production optimale pour

chaque prix (P) donné, en produisant à $Cm = \text{Prix}$, pour un profit maximal (si on suppose la situation de concurrence pure et parfaite). A cet égard, au prix moyen de vente de 1210 FCFA/L pratiqué par ces exploitants, il faudra pour maximiser le profit dans l'ensemble des exploitations, produire en moyenne 4,1 litres de miel/ruche/an (solution à $0,645 e^{(8,035)} Q^{(-0,355)} = 1210$). Toute chose égale par ailleurs, pour vendre le litre de miel à 800 FCFA (soit 530 FCFA/kg, prix du sucre industriel en poudre) au Cameroun et profiter au maximum, il faudra produire de 13 litres/ruche/an; à 1000 FCFA, il faudra 7 litres/ruche.

En considérant les prix moyens respectifs de 1157,143 FCFA et 1245,69 FCFA par litre de miel pratiqués par les exploitations apicoles traditionnelles (EAT) et celles semi modernes (EASM); c'est-à-dire celles exploitant les ruches kenyanes, ces exploitations maximisent leur profit si leur rendement annuel moyen respectif par ruche est de 3,92 litres et 4,22 litres de miel. On voit donc que dans l'ensemble les exploitants apicoles du Nord-Ouest Cameroun vendent leur miel à un prix qui maximise leur profit, puisque leur production moyenne par ruche de 4,76 litres est supérieure à 4,1 litres. Toutefois, ceci est plus l'apanage des EASM, puisqu'elles produisent en moyenne 5,49 litres de miel/ruche/an, donc bien au-dessus de 4,22 litres nécessaire pour maximiser leur profit. Quant aux EAT, elles doivent fournir des efforts pour passer de la production actuelle de 3,75 litres de miel/ruche/an à celle de 3,92 litres requise pour maximiser le profit.

3- Analyse des coûts de production

L'analyse croisée de l'effet activité principale sur le seuil de rentabilité du tableau 1 montre dans l'ensemble que quel que soit leur activité principale, les exploitations apicoles opèrent en profit maximal. Mais en classement les paysans ayant l'apiculture comme activité principale viennent en tête (79% respectivement 80% d'entre eux) lorsqu'il s'agit de l'apiculture dans l'ensemble respectivement des EASM. Dans les EAT, les apiculteurs spécialisés (ceux dont l'apiculture est l'activité principale) viennent juste derrière ceux n'ayant pas l'agriculture comme activité principale (80% contre 83%). Dans ces EAT, les agriculteurs avec un seuil de rentabilité négatif sont nombreux (42%). Malgré le fait que l'apiculture soit une activité d'appui aux revenus des agriculteurs spécialisés, il ressort dans l'ensemble que plus du tiers de ces derniers devraient accroître leur effort dans l'apiculture pour éviter les pertes éventuelles.

Tableau 1
Signe du seuil de rentabilité des exploitations apicoles du Nord-Ouest Cameroun suivant l'activité principale

Signe du Seuil de rentabilité	Domaines d'activités						Total	
	Agriculture		Apiculture		Autres		N	%
	N	%	N	%	N	%		
Apiculture vue dans l'ensemble								
≤ 0	23	74,19	3	9,68	5	16,13	31	100
> 0	43	62,32	11	15,94	15	21,74	69	100
Total	66		14		20		100	
Taux de signe > 0	43/66 = 0,65		11/14 = 0,79		15/20 = 0,75			
Exploitations Apicoles Traditionnelles (EAT)								
≤ 0	13	86,66	1	6,67	1	6,67	15	100
> 0	18	66,67	4	14,81	5	18,52	27	100
Total	31		5		6		42	
Taux de signe > 0	18/31 = 0,58		4/5 = 0,80		5/6 = 0,83			
Exploitations apicoles Semi Modernes (EASM)								
≤ 0	10	62,5	2	12,5	4	25	16	100
> 0	25	59,52	7	16,67	10	23,81	42	100
Total	35		9		14		58	
Taux de signe > 0	25/35 = 0,71		7/9 = 0,78		10/14 = 0,71			

Tableau 2
Contribution des charges fixes et variables aux charges totales

Proportion des charges	Moyenne	Ecart type	Minimum	Maximum
Apiculture vue dans l'ensemble				
Charges fixes des ruches posées (CFRP)	0,362	0,225	0,02	0,88
Charges fixes de pose des ruches et d'amortissement du site (CFPRAS)	0,020	0,027	0,00	0,15
Amortissement des équipements (CFAE)	0,341	0,259	0,01	0,92
Charges variables suivi et entretien (CVSE)	0,002	0,005	0,00	0,03
Charges variables récolte extraction (CVRE)	0,185	0,172	0,02	0,84
Charges variables emballage et vente (CVEV)	0,083	0,169	0,00	0,78
Charge fixe totale de production (CFT)	0,729	0,222	0,15	0,98
Charge variable totale de production (CVT)	0,271	0,222	0,02	0,85
Exploitations Apicoles Traditionnelles				
CFRP	0,3094	0,218	0,02	0,75
CFPRAS	0,0268	0,033	0,00	0,15
CFAE	0,3398	0,287	0,00	0,92
CVSE	0,0037	0,007	0,00	0,03
CVRE	0,2473	0,210	0,03	0,84
CVEV	0,0698	0,156	0,00	0,71
CFT	0,6792	0,250	0,15	0,97
CVT	0,3208	0,250	0,03	0,85
Exploitations Apicoles Semi Modernes				
CFRP	0,4008	0,224	0,02	0,88
CFPRAS	0,0143	0,019	0,00	0,12
CFAE	0,3412	0,240	0,01	0,88
CVSE	0,0015	0,002	0,00	0,01
CVRE	0,1406	0,122	0,02	0,54
CVEV	0,0930	0,179	0,00	0,78
CFT	0,7649	0,194	0,17	0,98
CVT	0,2351	0,194	0,02	0,83

4- Structure et comparaison des coûts par type d'apiculture

Dans l'ensemble des exploitations apicoles du Nord-Ouest Cameroun, la part du facteur travail est moins que celle du facteur capital (27,1% contre 72,9%). Ces exploitations, notamment les EASM, investissent plus dans le matériel, en mettant l'accent sur les ruches et les équipements. Une fois les ruches posées, on révèle dans l'ensemble un sérieux problème de suivi, surtout que ces apiculteurs n'ont pas de calendrier de suivi de leur exploitation. On constate (Tableau 2), que les EAT et les EASM n'allouent au maximum que 3% et 1% respectivement de leur investissement au suivi; la moyenne d'ensemble étant de 0,2%. Ceci témoigne de la négligence qui conduirait à des pertes liées aux interventions tardives. Toutefois, même si les EASM n'allouent que 14,06% de leur effort dans les coûts de récolte et d'extraction des produits, on note dans l'ensemble que les exploitations de la zone mobilisent près du cinquième (18,5%), voire le

quart (24,73% pour les EAT) de ces efforts de récolte et d'extraction dans le coût total de production.

Les charges d'écoulement du miel, à savoir les charges variables d'achat des emballages et de vente des produits ne représentent dans l'ensemble que 8,3% du coût total. En fait, les apiculteurs vendent leur miel presque en gros récupérant l'emballage, et l'acheteur de détail apporte très souvent son emballage. Aussi, ceux qui vendent au marché, n'y vont pas uniquement pour le produit de la ruche.

Quant aux charges du site, seuls 2,68% et 1,43% du coût total des EAT et EASM respectivement y sont alloués. En fait, les apiculteurs intègrent l'apiculture à l'agriculture et valorisent à faible coût les zones sensibles ou celles non occupées.

D'après le tableau 3, il existe une différence significative des charges fixes totales de production entre les EAT et les EASM. Cette différence serait au seuil de 6% la conséquence de celle rattachée aux charges des ruches

Tableau 3
Comparaison des coûts de production et du seuil de rentabilité de la production de miel entre les exploitations apicoles au Nord-Ouest Cameroun

Libellés	Coûts fixes totaux (FCFA)	Coûts variables totaux (FCFA)	Coûts totaux (FCFA)	Seuil de rentabilité (en litre)
Exploitation traditionnelle	Moyenne	28061,249	19794,138	47855,4
	Ecart type	34662,5	44619,9	64579,6
Exploitation semi moderne	Moyenne	55609,703	17504,289	73114,1
	Ecart type	69418,2	25837,6	84520,6
Valeur calculée de Student	-2,61	0,323	-1,623	-1,657
Valeur de la probabilité critique P(t)	0,011	0,747	0,108	0,101
Conclusion suivant la règle de décision: Rejeter H_0 si $P(t) \leq 0,05$	H1 : différence significative	Ho : pas de différence significative	Ho. Mais, pour $\alpha = 10\%$, on a H1.	Ho. Mais, H1 pour $\alpha = 10\%$.

posées (colonisées ou non), à savoir 15670 FCFA et 32789 FCFA respectivement, avec $P(t) = 0,057$. Il ressort ici que les EAT supportent moins de la moitié des charges des EASM; il en est de même des charges fixes d'équipements (11494 FCFA contre 21848 FCFA avec $P(t) = 0,002$) et des charges fixes totales de production.

Bien que le nombre moyen de ruches posées des EASM soit inférieur à celui des EAT (25 ruches contre 32), le coût de revient des ruches kenyanes est plus du double de celui des ruches traditionnelles. Par ailleurs, le nombre moyen de ruches colonisées ne diffère presque pas (18 colonies dans les EAT contre 17 dans les EASM, leur taux de peuplement étant 60%); ce qui avantage les EAT.

Le seuil de rentabilité (Tableau 3) au travers des charges de structure, fait encore rejaillir la différence au seuil de 10% entre EAT et EASM. Cette différence du seuil de rentabilité serait liée à la différence au seuil de 10% du prix de vente du miel entre EAT et EASM (1157 FCFA contre 1245 FCFA avec $P(t) = 0,063$). La différence du prix du miel quant à elle viendrait de la qualité du miel offert par les EASM. Car ceux d'entre eux ayant été formé en apiculture (87,93%) sont supérieurs à ceux des EAT (71,43%). Les EASM sont plus équipées que les EAT. En associant la différence en charges fixes des ruches et d'équipements, la différence en charges fixes totales de production en découle.

Il n'y a pas de différence en coûts variables de production entre EAT et EASM. Puisque ces coûts constituent la variable explicative de la production et que la différence en rendement est non significative, celle non significative des charges variables totales s'en suit. Au niveau du coût total de production du miel, la différence entre les EAT et les

EASM a lieu au seuil de 11%. Ceci serait l'effet combiné des charges fixes totales et des charges variables totales. Etant donné que les charges variables expliquent plus (60%) la production, et que cette dernière est explicative des coûts totaux, on voit par transitivité que les coûts variables ont atténué la différence présentée par charges fixes totales, dès que les deux charges ont été additionnées.

Conclusions

Au nord-ouest du Cameroun l'analyse de la structure des coûts de production apicole présente une concentration des efforts dans les ruches et les autres équipements apicoles. Les exploitations sont très peu suivies. Il existe une différence significative en coûts fixes totaux de production entre les EAT et les EASM. Les coûts variables totaux, les coûts totaux de production et le seuil de rentabilité diffèrent significativement au seuil de signification de 10%. L'application d'une politique apicole qui insiste sur un encadrement de proximité des paysans camerounais, incite à la spécialisation et renforce les capacités des apiculteurs, notamment dans l'élaboration des calendriers de suivi des exploitations. Ceci sera d'un grand atout à ce sous-secteur doté d'externalités positives.

Remerciements

Nous sommes reconnaissants envers tous ceux qui nous ont soutenu dans ce travail d'une manière ou d'une autre. Merci surtout aux apiculteurs qui ont accepté de sacrifier de leur temps pour nous informer.

Références bibliographiques

1. ADEID, 1998, Elevage amélioré des abeilles dans les montagnes de l'Ouest Cameroun, ADEID, Bafoussam, Cameroun.
2. Abongu L., 2001, Gender and beekeeping in the North-West province of Cameroon: case of localities under Inades Formation Bachup Action Belo, Fundong, Kedjom Ketinguh and Mbengwi, Mémoire d'ingénieur en FASA, Option Economie et Sociologie rurale, Université de Dschang, Cameroun.
3. Bourbonnais R., 2000, Manuel et exercices corrigés économétrie, 3^{ème} édition, Dunod, Paris France, p. 53.
4. Eyenga M., 1998, Initiation à l'apiculture moderne, Université de Yaoundé I, Cameroun.
5. Forboseh F.P., 2002, Estimating benefits from beekeeping in the montane forests of northwestern Cameroon, Centre for Environmental Monitoring, Bamenda, Cameroon.
6. Malaa D.K., 2006, An economic analysis of the honey marketing system in the North-West province of Cameroon, Thèse de Master of Science en Agribusiness, Faculté des Sciences Economiques et de Gestion, Département d'Agribusiness, Université de Dschang, Cameroun.
7. Malinvaud E., 1969, Méthodes statistiques de l'économétrie, Dunod, Paris.
8. Mbétid-bessane E., 2004, "Apiculture, source de diversification des revenus des petits agriculteurs: cas du Bassin cotonnier en Centrafrique", in: *Tropicultura*, 22, 3, 156-158.
9. Mboufack C.B., 2004, Importance sylvo-apicole de *Calliandra cathohtyrsus* (Meissner) et caractérisation de l'apiculture au Cameroun: cas des Départements de Boyo (Province du Nord-Ouest), de la Léké et de la Mefou-Afamba (Province du Centre), Mémoire d'ingénieur en FASA, Option Economie et Sociologie rurale, Université de Dschang, Cameroun.
10. MINEFI/DSCN, 2002, Deuxième enquête camerounaise auprès des ménages: ECAM II, Condition de vie des populations et profil de la pauvreté au Cameroun en 2001, Premiers résultats.
11. MINPAT/Projet PNUD, 2000, «Province du Nord-Ouest», Etude socio-économiques régionales au Cameroun: éradication de la pauvreté – Amélioration des données sociales, Projet PNUD-OPS CMR/98/005/01/99, février 2000, Cameroun.
12. Mpombo J., 1997, Production d'une ruche période/année, in: *Conjoncture PME* N° 009 janvier-février 1997, pp. 53-54.
13. Munguia, 1995, «Beekeeping and international cooperation» in: *Apimondia* 1995, p. 68.
14. Romet A., 2001, L'abeille *Adansonii* dans les Haut-Plateaux de l'Ouest Cameroun, UGICAO, Bafoussam, Cameroun.
15. Tsafack M.A.S., 2006, Une analyse économique de la production apicole dans le département de Boyo au Nord-Ouest Cameroun, Thèse de Master of Science en Agribusiness, Faculté des Sciences Economiques et de Gestion, Département d'Agribusiness, Université de Dschang, Cameroun.
16. Villières B., 1987, Le point sur l'apiculture en Afrique tropicale, Dossier N°11, décembre 1987, pp. 112-115 et 130-131.

A.S.Tsafack Matsop, Camerounais, Agroéconomiste et formateur apicole, Master of Science Economiques et de Gestion, Option Agribusiness. Université de Dschang, Faculté des Sciences Economiques et de Gestion, Dschang, Cameroun. BP: 828, Bafoussam, Cameroun (s/c M. Djampou César). Email: sygnola@yahoo.fr

F. Kamajou, Camerounais, Ph.D Agricultural Economics, Professeur agrégé, Faculté des Sciences Economiques et de Gestion, Université de Dschang, B.P. 96, Dschang, Cameroun. Enseignant au Programme doctoral du CREA, Nairobi, Kenya. Email: f_kamajou@yahoo.fr

G.A. Mulu, Camerounais, Agroéconomiste, Ph. D, Chargé de Cours Faculté des Sciences Economiques et de Gestion, Université de Dschang, Cameroun. Email: magachuo@yahoo.com

M. Takam, Camerounais, Consultant en développement durable, Secrétaire Exécutif Action pour le Développement Intégré et Durable (ADEID), Bafoussam, Cameroun. Email: mtakam2000@adeid.org

Valeur économique de l'amélioration de l'approvisionnement en eau potable des zones rurales au Cameroun

M.M. Tiogang Djomo^{1*}, Thérèse Fouda Moulende², E. Assoumou Ebo³ & A. Wabo⁴

Keywords: Economic value- Improvement- Supply- Safe water- Rural areas- Cameroon

Résumé

Une étude a été menée afin d'évaluer économiquement l'importance accordée à l'amélioration de l'approvisionnement en eau potable en termes d'utilité ou de consentement à échanger pour les ménages vivant dans les communautés rurales au Cameroun. Lorsqu'il n'existe pas de points d'eau modernes, la desserte en eau potable se fait dans les cours d'eau et dans les puits traditionnels temporaires ou permanents. Les ménages mettent 27 à 28 mn en moyenne pour se rendre à la source d'eau. En moyenne, les ménages puisent 112,8 litres d'eau chaque jour, principalement utilisée pour boire et préparer le repas. Cette tâche incombe surtout à 89% de temps aux femmes. Le consentement à payer médian pour la construction du puits s'élève à 5.600 Fcfa. La valeur économique totale s'élève à 4,6 millions de Fcfa, soit environ 25.500 Fcfa par ménage. La volonté à payer médian d'une cotisation mensuelle fixe s'établit à 950 Fcfa pour 91,1% des ménages enquêtés contre 5 Fcfa pour 3,3% des ménages qui veulent cotiser par seau puisé pour constituer la caisse d'entretien. La présence d'associations de type particulier comme les églises, les tontines, les mosquées, le comité de concertation villageois contribue énormément à stabiliser certains comités de gestion des points d'eau.

Summary

Economic Value of the Improvement of Safe Water Supply in Rural Areas in Cameroon

A study was conducted in order to economically value the importance granted to the improvement of provision in safe water in terms of utility or willingness to pay for households living in the rural communities in Cameroon. When there are no modern water points, the provision of safe water is done in the rivers and the temporary or permanent traditional wells. The households need about 27 to 28 mn on average to go to the water source. On the average, the households draw 112.8 liters of water each day, mainly used for drinking and cooking. This task is especially incumbent upon 89% of the women. The median willingness to pay for the construction of wells is 5,600 Fcfa. The total economic value is 4.6 million Fcfa, that is about 25,500 Fcfa per household. The median willingness to pay for a fixed monthly contribution equals 950 Fcfa for 91.1% of the sampled households, against 5 Fcfa for 3.3% of the households which want to contribute to the maintenance by bucket. The presence of associations of the particular type such as churches, "djanguis", mosques, and the village dialogue committee enormously contribute to consolidate some management committees of the water points.

Introduction

Du fait des contraintes budgétaires résultant de la crise économique du milieu des années 80, les investissements publics se sont avérés de plus en plus insuffisants pour répondre aux besoins des populations et à la réalité de la pauvreté rurale. Les Enquêtes Camerounaises Auprès des Ménages (ECAM I et II) ont révélé qu'au Cameroun environ 84% des pauvres vivent en milieu rural (17). La faible capacité d'intervention des communes liée aux ressources financières limitées et à l'inadéquation des ressources humaines et matérielles a contribué à une paupérisation des populations rurales. Face à la dégradation des conditions sociales, les populations ont créé à des niveaux variés des regroupements qui visent essentiellement la mobilisation des ressources propres au sein des communautés pour pallier les insuffisances des actions de l'Etat. Cet éveil de la société civile a permis de canaliser les ressources vers la résolution des problèmes les plus urgents que sont la santé, l'éducation, l'alimentation en eau potable ou encore les micro-infrastructures. De plus, la faible capacité des communautés à apporter une solution endogène à leurs problèmes limite leur responsabilisation et leur contribution au plan aussi bien local que national. Ainsi, au cours des deux dernières décennies, le Cameroun a été un véritable laboratoire d'expériences de développement rural. Toutes les orientations stratégiques en fonction des discours de développement à la mode au niveau des instances internationales y ont été expérimentées à plus ou moins grande échelle, pendant les durées variables

avec différents degrés de réussite ou d'échec. De profondes mutations socio-économiques ont conduit à la crise des systèmes de production et à un blocage du développement rural au Cameroun (9). Cette crise se manifeste généralement par une impossibilité pour les ruraux de dégager des surplus qui permettraient de faire évoluer les modes de productions agricoles ou pastorales, aussi par une décapitalisation ou une surexploitation des ressources naturelles, en particulier de l'eau, des sols et des forêts. Par ailleurs, seuls 14% des populations rurales accédaient, au début des années 1990, à l'eau potable dans des conditions sanitaires acceptables et de commodité convenable; le reste s'alimentait à partir de points d'eau traditionnels aux conditions sanitaires non toujours acceptables, quant elles ne vont pas chercher l'eau à des distances pouvant atteindre plusieurs kilomètres (18). Ce taux d'accès ne dépassait même pas 10% dans certaines provinces. L'approvisionnement en eau des foyers était assuré dans 93% des cas par des femmes et des enfants (20). Les périodes de sécheresse aggravaient cette situation avec l'augmentation des distances de transport et l'altération de la qualité de l'eau. C'est à cette problématique qu'il convient d'apporter une modeste contribution.

La présente étude se concentre sur la problématique de l'accès à l'eau pour tous. L'objectif principal est d'évaluer l'importance accordée à l'amélioration de l'approvisionnement en eau potable en termes d'utilité ou de consentement à payer pour les ménages vivant dans les

^{1*}Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles (FASA) à l'université de Dschang, BP 5261, Yaoundé, Cameroun. Tél (+237): 75049126, Fax (+237): 22202443, E-mail: tdmxim@yahoo.fr

²CRESA Forêt-Bois (Centre Régional d'Enseignement Spécialisé en Agriculture), BP 8114, Yaoundé, Cameroun, Tél (+237): 99644304, E-mail: foudamoulende@yahoo.fr

³MINEP (Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature), BP 222, Dschang, Cameroun. Tél (+237): 77368941, E-mail: eassoumou2000@yahoo.ca

⁴PNDP (Programme National de Développement Participatif), BP 2503, Messa, Yaoundé, Cameroun. Tél (+237): 75281958 E-mail: awabograde@yahoo.fr

Reçu le 11.02.08 et accepté pour publication le 24.03.08.

communautés rurales. Spécifiquement, elle se propose de présenter quelques caractéristiques sociodémographiques des ménages; déterminer l'accès aux différentes sources d'eau, l'utilisation de l'eau et la qualité de l'eau; estimer le nombre de ménages qui consentent à contribuer au coût d'investissement pour une meilleure desserte en eau potable et analyser des facteurs déterminants de leur consentement à payer; évaluer la gestion et l'entretien du puits en termes de consentement médian à payer d'une cotisation mensuelle fixe, d'une cotisation par seau d'eau puisée, et enfin, de système de recouvrement pour l'entretien du puits.

Méthodologie

Les données utilisées pour cette étude ont été recueillies au cours d'une opération de recherche qui s'est déroulée entre mars 2004 et avril 2005. Une enquête structurée (16) est effectuée dans la localité de Makouenméka dans la commune rurale de Fouban pour collecter les données primaires. Le questionnaire d'enquête (14) a été administré à 90 ménages ruraux (chefs de ménages ou leurs conjointes). Le tirage se fait au hasard et sans remise (c'est-à-dire que nous interrogeons au plus un habitant par ménage rencontré). Cet échantillonnage fournit suffisamment d'informations pour que des inférences sur la population puissent être faites. L'entretien durait en moyenne 35 minutes par personne. Le questionnaire a été testé avant son administration effective. Le test s'est fait avec 25 personnes. Le résultat a été de 4/25 de non-réponse soit 16%. Des modifications ont été apportées en vue de l'administration proprement dite. Ces données sont complétées par l'enquête par sondage (15) et par nos observations sur le terrain.

Deux types d'analyses ont alors été effectués: l'évaluation contingente et la régression logistique. La méthode d'évaluation contingente n'est utilisée que dans le cas où il n'existe pas de méthode indirecte d'analyse de marché (hédonistique, coût de déplacement, coût de protection) fournissant une meilleure appréciation des préférences des agents. En effet, cette méthode convient à l'évaluation d'un bien où un système de marché n'existe pas. Ce modèle s'applique aux situations où certains individus possèdent une caractéristique bien définie que d'autres n'ont pas. Quant à la régression logistique, elle a pour objectif de déterminer les facteurs qui peuvent expliquer la présence de cette caractéristique. Dans le modèle de régression logistique utilisée dans l'étude, la décision du ménage peut être analysée de la façon suivante: étant donné que le ménage tire une utilité de la consommation de tous les biens, le fait de consentir à payer a pour résultat une amélioration du bien-être du ménage à travers les avantages de la disponibilité de l'eau potable. Mais comme des coûts sont associés à ce consentement à payer, cette décision se solde par une baisse du revenu pour la consommation d'autres biens et services par le ménage. Le ménage choisit l'alternative qui lui apporte le plus d'utilité. Les données obtenues par entretiens directs, non directs et interviews semi-structurés ont directement confronté aux différents objectifs et des conclusions ont été tirées (13). Quant aux données obtenues par questionnaire, elles ont tout d'abord été dépouillées puis codifiées. L'analyse est faite avec les logiciels «Win Statistica 5.0» pour l'évaluation contingente et la régression logistique, le logiciel «SPSS 11.0.2» pour l'administration des questionnaires (4). Nous avons utilisé respectivement «Statgraphics Plus» et «Microsoft Word» pour les graphiques et le traitement de texte. «Jasc Paint Shop Pro 8» et «Adobe ImageReady 7.0.1» ont été utilisés respectivement pour faire les schémas et traiter les photographies.

Présentation et interprétation des résultats

Caractéristiques sociodémographiques des ménages

La population dans l'échantillon est en majorité très jeune: 61,8% des individus des deux sexes ont moins de 15 ans (5). Les enfants âgés de 0-5 ans constituent 33,2% de la population tandis que les personnes âgées de plus de 60 ans ne représentent que 9,1% de l'ensemble. Parmi les personnes dénombrées; 41,3% sont de sexe masculin et 58,7% du sexe féminin, soit un rapport de masculinité de 70 hommes pour 100 femmes.

72,9% des habitants âgés de plus de 5 ans ont déjà fréquenté l'école. La différenciation entre sexe est moins marquée pour les enfants en âge scolaire (6 à 14 ans). Le manque ou même l'inexistence des instituteurs est la principale raison de la faible scolarisation des enfants. Un ménage compte en moyenne 9 personnes. Cette taille est légèrement au-dessus de la taille moyenne nationale en 1999 (5 personnes) (17). D'une manière générale, les ménages dont le chef est un homme ont une taille plus élevée que ceux dirigés par une femme (9 contre 5 personnes). La proportion des femmes chefs de ménage est de 9,1% constituée en grande partie par celles veuves. Si l'âge moyen des chefs de ménage est de 56,1 ans; l'âge médian qui leur divise en 2 sous-groupes égaux s'élève à 55 ans. Toutefois, les femmes chefs de ménage sont généralement plus âgées en moyenne que leur paire (63,7 ans contre 54,4 ans). 79,9% des chefs de ménage n'ont jamais fréquenté l'école. 8 personnes sur 10 qui ont fréquenté sont de niveau primaire. Quant aux répondants (soit le chef de ménage, soit son conjoint); 51,7% affirment savoir lire et écrire facilement tandis que 35,2% ne sait ni lire ni écrire. Quant aux caractéristiques de l'habitat; 3,1% des ménages enquêtés déclarent ne pas avoir habité la même localité il y a 12 mois. Et 89,6% ont occupé leur maison pendant plus de 5 ans. Près de 3/7 des ménages vivent dans une maison d'une seule pièce (excepté la cuisine, la toilette et la salle de bain, qui généralement n'existe pas en milieu rural). 98,3% des occupants sont propriétaires ou héritiers de leur maison qui est généralement caractérisée par un mur en terre battue et un toit en roseaux. Les ménages utilisent la nature comme toilette.

Accès et utilisation de l'eau

Les ménages puisaient de l'eau soit dans une rivière ou un cours d'eau, soit dans une source naturelle. Ces sources d'eau sont régulières selon le propos de 82,2% des enquêtés, mais quelquefois insuffisantes en saison sèche. La qualité de l'eau puisée est la raison majeure de non-satisfaction (63,4%). Néanmoins, un projet d'amélioration de l'approvisionnement en eau dans leur village est estimé important par 96,7% des ménages pour pouvoir accéder à l'eau potable. Le fait d'aller chercher de l'eau est un travail domestique effectué par les membres de la famille sans aucune rémunération. Cette tâche incombe surtout aux femmes (20). En effet, parmi les personnes qui vont toujours ou souvent puiser de l'eau pour le ménage, 89% sont des femmes. En plus, 77,6% des hommes de plus de 5 ans ne vont jamais chercher de l'eau. L'eau puisée est principalement utilisée pour boire et préparer le repas, rarement utilisée pour donner à boire au bétail et jamais pour faire la lessive. En moyenne, les ménages puisent 112,8 litres d'eau chaque jour. Cette quantité moyenne journalière s'élève à 99,3 litres en période de pluie et à 126,4 litres pendant la saison sèche. La différence réside dans le fait qu'en période de pluie, les ménages récupèrent l'eau de pluie pour une utilisation supplémentaire.

11,1% des ménages ont affirmé que l'eau utilisée dans leur foyer pour boire et préparer le repas était à l'origine de certaines maladies diarrhéiques durant les 12 derniers mois précédant l'enquête. Cette maladie peut durer jusqu'à 12

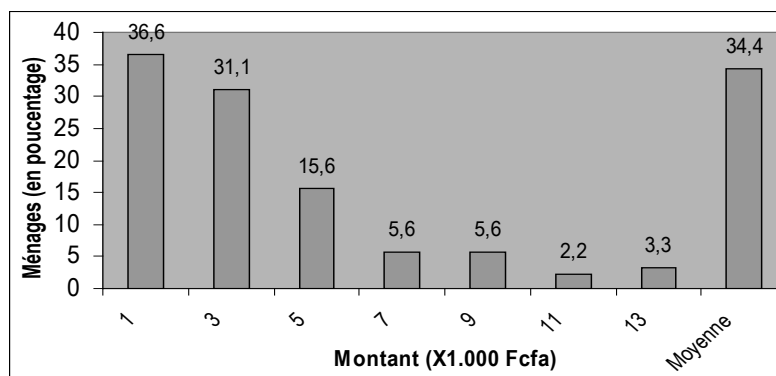


Figure 1: Proportion des ménages ayant accepté à payer le montant proposé.

jours mais il est de 6,2 jours en moyenne (11, 12). Plus de trois quarts des malades ont consulté un centre de soin et ils ont dépensé au total 1.900 Fcfa en moyenne pour se faire soigner (frais de consultation, coût des médicaments, etc.).

Consentement à payer des ménages pour la construction d'un puits

Le montant proposé auquel l'on a demandé le consentement à payer des ménages varie entre 1.000 et 13.000 Fcfa. Un montant que chaque ménage devrait payer en une fois pour pouvoir bénéficier de la construction du puit. Cette fourchette a été divisée en 7 classes et chaque niveau du montant a été proposé de façon aléatoire à chaque ménage mais avec un souci qu'il soit réparti de façon égale dans chaque village (6).

Notons que dans cette analyse, les ménages qui ont hésité à donner leur consentement ont été considérés comme ne voulant pas accepter à payer. Ainsi; 34,4% des ménages n'ayant pas encore bénéficié d'une amélioration de leur approvisionnement en eau consentent à payer le montant qui leur est proposé (Figure 1). Ils vont honorer ce montant soit en écoulant une partie de la récolte, soit en effectuant

des activités génératrices de revenu.

Ceux qui ont refusé de consentir à payer ont avancé comme principal motif que le montant proposé est élevé, plus exactement ils ne sont pas en mesure de payer le coût (Tableau 1). Ils veulent payer un montant moyen de 1.500 Fcfa. Pour ceux qui ont avancé la deuxième raison; 72,1% veulent que les différents projets sur place prennent en charge les coûts résultant de cette amélioration de l'eau. Tandis que la satisfaction reçue de la qualité de l'eau fut l'argument de 7 personnes sur 10 trouvant que tout travail d'amélioration est inutile.

Consentement médian à payer

Un modèle court ayant comme seule variable explicative le logarithme des montants proposés. L'estimation est meilleure qu'avec le modèle linéaire. Il va nous servir pour calculer la proportion des ménages qui consentent à payer à différents niveaux du coût. Un modèle long qui comporte en plus du montant de l'offre d'autres variables sociodémographiques susceptibles d'éclaircir la décision des ménages enquêtés (8). Ce modèle nous permet en effet de déterminer quels sont les facteurs qui influencent le consentement à payer de l'enquête.

Le consentement médian à payer pour l'amélioration de l'eau est estimé à 5.600 Fcfa. Il y a 50% de chance que les ménages soient prêts à payer ce montant en vue d'améliorer l'alimentation en eau dans leur village.

Le surplus total des ménages (Figure 2) est représenté par la surface au-dessous de la courbe de la demande. La valeur économique d'une amélioration de l'alimentation en eau s'élève alors à 4,6 millions de Fcfa pour l'ensemble des 90 ménages de l'échantillon, soit environ 25.500 Fcfa par ménage.

Gestion et entretien du puits

En effet, l'on constate que la pérennité de ces travaux de construction dépend surtout de la volonté et de la capacité des résidents locaux à entretenir le puits (1). Et cela est d'autant plus important dans la mesure où le manque d'entretien conduira à un état de délabrement avancé du puits et anéantira les efforts entrepris. Une caisse d'entretien sera instaurée à laquelle tous les ménages prennent part. Deux systèmes de recouvrement sont envisageables pour constituer ladite caisse: soit une cotisation mensuelle fixe, soit une cotisation par seau (7).

Le consentement à payer des ménages est expliqué par le montant de la cotisation mensuelle fixe (Tableau 2). Ce qui a permis de déterminer un consentement à payer médian s'élevant à 950 Fcfa pour le paiement d'une cotisation mensuelle fixe.

Quant au deuxième scénario qui consiste à payer un montant fixe par seau d'eau puisée (Tableau 3); 3,3% des enquêtés ont consenti à payer. Le principal motif de refus réside dans le fait que ce système de paiement ne leur convient pas du

Tableau 1
Raisons du refus de paiement

Motifs	%
Montant de la participation trop élevé	62,2
Nécessité d'une amélioration de l'approvisionnement en eau sans aucune participation financière	24,4
Travaux d'amélioration inutiles	13,3
Total	100

Tableau 2
Résultat de la régression logistique pour le paiement d'une cotisation mensuelle fixe

Variable	Coefficient	Std. Err.	Statistique-t
Constante	2,634	0,667	4,031***
Ln (Montant à payer)	-0,122	0,082	-2,046**

Nombre d'observations= 50 Unité du montant= 50 Fcfa

*** significatif au seuil de 1% ** significatif au seuil de 5%

Tableau 3
Résultat de la régression logistique pour le paiement d'une cotisation par seau

Variable	Coefficient	Std. Err.	Statistique-t
Constante	1,033	0,564	1,869*
Ln (Montant à payer)	-0,474	0,253	-2,029**

Nombre d'observations= 72

** significatif au seuil de 5% * significatif au seuil de 10%

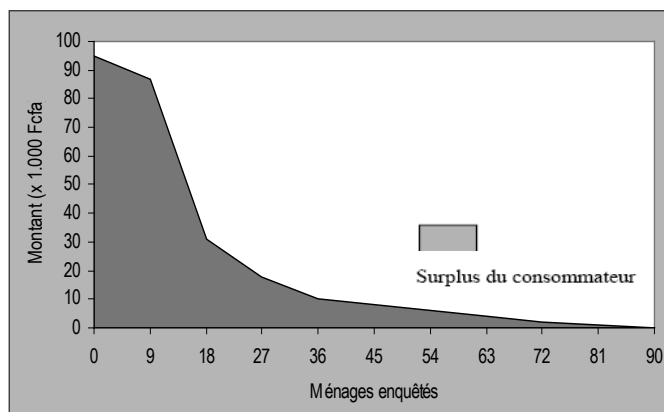


Figure 2: Courbe de la demande pour une amélioration de l'alimentation en eau.

tout (62% des cas) alors que 27,5% n'est pas en mesure de payer le montant de la cotisation. Le consentement à payer médian pour l'entretien du puits à l'aide d'une cotisation fixe par seau d'eau puisée est alors estimé à 5 Fcfa.

96,7% préfèrent payer une cotisation mensuelle fixe pour alimenter la caisse d'entretien. Le système de recouvrement par seau d'eau puisée ne leur convient pas comme il a été mentionné précédemment du fait de sa complexité. En effet, les ménages ruraux n'adhèrent pas à cette forme de cotisation par seau (Figure 3) car cela n'est pas compatible avec leur revenu pour les uns et s'avère compliquée à mettre en pratique pour les autres (19).

De l'étude de ce projet mené sur le terrain par les acteurs émergents, il se dégage deux modes de gestion: la gestion individuelle et la gestion associative ou collective. La gestion associative se rapporte à un ensemble de stratégies développées au sein d'une association pour assurer la pérennité de l'approvisionnement en eau (3). Dans ce cas, les populations réunies au sein d'une association mettent en commun des moyens financiers, matériels et humains avec pour objectif de réaliser les ouvrages pour en assurer une exploitation efficace. Lorsque ça marche, ce type de gestion revêt plusieurs aspects positifs (- L'aménagement du point d'eau constitue une priorité présentée comme telle par les populations - Les acteurs externes au quartier n'interviennent qu'avec l'aval des populations bénéficiaires - La participation financière des bénéficiaires est effective, et un compte rendu est dressé régulièrement et communiqué aux populations - Le comité de gestion du point d'eau a l'obligation de rendre compte devant les populations, de l'état des dépenses effectuées).

Devant les difficultés éprouvées lors de la collecte des contributions des populations, plusieurs stratégies ont été élaborées au sein des associations. L'une des stratégies

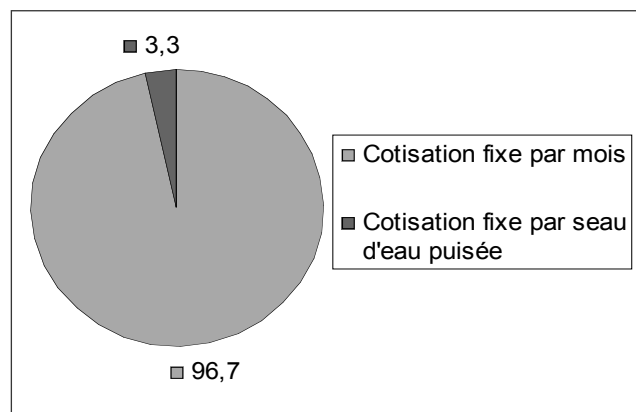


Figure 3: Système d'entretien préféré par les ménages (en %).

consiste à utiliser le canal des différentes tontines (10). Une tontine revêt à la fois un caractère social et économique puisqu'en même temps qu'elle permet aux gens de se retrouver périodiquement, elle leur offre également un cadre crédible pour l'épargne et le crédit. L'existence d'une structure sociale officiellement reconnue par les pouvoirs publics, et composée d'organes dont les rôles sont clairement définis, permet une gestion plus saine. La présence d'associations de type particulier comme les églises, les mosquées, le comité de concertation villageois contribue énormément à stabiliser certains comités de gestion des points d'eau. Il y a une génération de ressources du fait de l'aménagement qui a été opéré.

Conclusion générale

Beaucoup d'obstacles s'opposent encore au développement de la desserte en eau potable dans les zones rurales. Les résultats obtenus à partir du modèle concernant le consentement à payer des ménages pour une amélioration de l'alimentation en eau dans les communautés rurales montrent en général que leur décision dépend considérablement du montant qu'ils seraient amenés à payer pour la construction d'un puits aménagé (21). La valeur de l'amélioration de l'eau est indissociable de la valeur de mise à disposition de l'eau. Un niveau beaucoup plus élevé du montant de la participation aura pour effet de réduire la probabilité pour que les ménages acceptent de payer (2). Bref, le mode de paiement pour une éventuelle amélioration de l'alimentation en eau devrait être sérieusement analysé et, si besoin est, avec des mesures d'accompagnement comme la sensibilisation de la communauté et la formation technique du comité de développement villageois pour s'assurer de la pérennisation du puits, et par ricochet, du développement socio-économique de la région.

Références bibliographiques

1. Anderson T.L., 1999, La marée montante des marchés de l'eau, *In*: Falque, M. et M. Massenet, Droits de propriété, économie et environnement. Les ressources en eau, Paris, Dalloz, Collection Thèmes et Commentaires, pp. 135-147.
2. Bauer C.J., 1997, Bringing water markets down to earth: the political economy of water rights in Chile, 1976-95, *World Development*, Vol. 25, n°5, May: pp. 639-656
3. Breuil L. & Nakhla M., 2003, L'internationalisation des services de la gestion des services d'eau: quel modèle de régulation des services d'eau dans les pays en développement ? *Politique et Management Public*, vol. 21, pp. 27-52.
4. Bryman A. & Cramer D., 1997, Quantitative data analysis with SPSS for windows: a guide for social scientists. New-York: Routledge.
5. BURGEAP/ Eau-Sol-Environnement, 1992, La construction des puits en Afrique Tropicale, Ed : Paris (FRA): Ministère Coopération française, 237 p.
6. Cairncross S. & Kinnear J., 1992, Elasticity of demand for water in Khartoum, Sudan. *Social Science and Medicine*, 34, 2, 183-189.
7. Centre International de l'eau et de l'assainissement (CIR), 1990, Pompes à main: question relative aux programmes d'approvisionnement en eau des collectivités rurales, La Haye, 202 p.
8. Damodar N.G., 1995, Basic econometrics, 3rd edition, Economica
9. Direction des Etudes et Projets Agricoles (DEPA), Ministère de l'agriculture, 1986, Développement de l'hydraulique agricole et rurale au Cameroun, Ed. SCET
10. Donald T. & Lauria et al. (mars 1997), Rapport final sur la volonté de payer pour une amélioration de l'eau et de l'assainissement, Dakar, Sénégal.
11. Fonds des Nations Unies pour l'Enfance; Center for Disease Control and Prevention (CDC); U.S. Peace Corps, 2001, Approvisionnement (L') en eau dans les régions où la maladie du ver de Guinée est endémique, Ed. New-York: UNICEF, 45 p.

12. Galiani S., Gertler P. & Schargrodsky E., 2003, Water for life: the impact of the privatization of water services on child mortality. Stanford University Center for Research on Economic Development and Policy Reform, Working Paper 154.
13. Gibbs G., 2002, Qualitative data analysis: explorations with NVivo. London, Angleterre: Open University Press.
14. Gromelia C. & Guerrée H., 1981, Guide de l'alimentation en eau dans les agglomérations urbaines et rurales, Paris: Eyrolles, 296 p.
15. Herniaux G. *et al.*, 1971, Statistique: initiation aux sondages : carrières de l'information, Paris: Masson, 171 p.
16. Hine D., 1988, Documentation et formation sur l'approvisionnement en eau et l'assainissement à faible coût, Ed : Washington (USA): Banque mondiale, 41 p.
17. Institut National de Statistiques, 2001, Annuaire statistique du Cameroun 2000, Ministère de l'économie et des finances.
18. Ministère des mines, de l'eau et de l'énergie, 2002, Etat actuel de la mobilisation des ressources en eau au Cameroun - Contraintes & perspectives, Ed. MINMEE-DEAU-SDAE.
19. ONU/WWAP (Nations Unies/Programme mondial pour l'évaluation des ressources en eau), 2000, Le rapport mondial sur la mise en valeur des ressources en eau des Nations Unies: L'eau pour les hommes, l'eau pour la vie, Paris, New York et Oxford, UNESCO et Berghahn Books.
20. Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD)/ Promotion of the Role of Women in Water and Environmental Sanitation Services (PROWESS), 1991, Forward-looking (A) assessment of PROWESS, Ed: New York (USA): PNUD/PROWESS, 73 p.
21. Rached E., Rathgeber E. & Brooks D.B., 1996, Water management in Africa and the Middle East: challenges and opportunities, CRDI, Ottawa (Canada), 296 p.

M. Tiogang Djomo, Camerounais, Ingénieur agronome socio-économiste, Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles (FASA) à l'Université de Dschang, BP 5261, Yaoundé, Cameroun. Tél (+237): 75049126, Fax (+237): 22202443 E-mail: tdmxim@yahoo.fr

Thérèse Fouda Moulende, Camerounaise, PhD in Agricultural Economics, Chargée de Cours au département d'Economie Rurale à l'Université de Dschang, Coordinatrice du CRESA Forêt-Bois (Centre Régional d'Enseignement Spécialisé en Agriculture), BP 8114, Yaoundé, Cameroun, Tél (+237): 99644304

E. Assoumou Ebo, Camerounais, PhD in Agricultural Hydraulics, Chargé de Cours au département du Génie Rural à l'Université de Dschang, Sous-directeur de la Biodiversité au MINEP (Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature), BP 222, Dschang, Cameroun. Tél (+237): 77368941, E-mail: eassoumou2000@yahoo.ca

A. Wabo, Camerounais, PhD in Sociology, Chargé de Cours à l'INJS (Institut National de Jeunesse et de Sports) à l'Université de Yaoundé 1, Coordinateur Formation et Communication pour l'Ouest au PNDP (Programme National de Développement Participatif), BP 2503, Messa, Yaoundé, Cameroun. Tél (+237): 75281958 E-mail: awabograde@yahoo.fr

Analysis of Pig Marketing in Zango Kataf Local Government Area of Kaduna State, Nigeria

M.K. Ajala¹ & A.O.K. Adesehinwa²

Keywords: Pig- Market structure- Conduct- Performance- Problems- Nigeria

Summary

This study examines the profitability and efficiency of pig marketing in Zango Kataf Local Government Area of Kaduna State, Nigeria. A market survey of 50 pig traders from an urban market (Katsit) and two rural markets (Zonkwa and Samaru Kataf) was conducted to evaluate the structure, conduct and performance of the markets. Data were collected from the respondents through the use of a structured questionnaire. The data collected were analyzed using Gini Coefficient, marketing margin and marketing efficiency. Empirical finding indicated that producer's share of what the final consumer paid was high (61%). The average marketing margin was 39%. The retailers had higher market margin than the wholesalers. The margin at Katsit (41.5%) was higher than Zonkwa (36.74%) and Samaru-Kataf (38.5%). Katsit market was more efficient than both Zonkwa and Samaru markets. Pig marketing is therefore, profitable but inefficient as shown by the market margin and efficiency analyses. The pig market was found to be oligopolistic. There were many buyers and sellers. Entry into marketing of pigs was easy except for the high size of operating capital. The market was found to be vertically integrated as various participants played some other roles besides their principal roles. Flow of information was free and widespread between assemblers and wholesalers. The market structures measured by Gini Coefficient of 0.59 for wholesalers and 0.66 for retailers indicated that there was a high degree of concentration in the market. The problems confronting pig marketers were also highlighted.

Résumé

Analyse de vente de porcs dans la municipalité de Zango Kataf, Etat de Kaduna, Nigeria

Cette recherche a pour but d'examiner la rentabilité et l'efficacité du marché de porcs dans la municipalité de Zango Kataf de l'Etat de Kaduna, Nigeria. Une enquête sur 50 vendeurs de porcs provenant d'un marché urbain (Katsit) et deux marchés ruraux (Zonkwa et Samaru-Kataf) a été entamée pour évaluer la structure, la conduite et la performance de ces marchés. Des données ont été recueillies auprès des personnes via des questionnaires structurés. Les données collectées ont été analysées en utilisant le coefficient Gini, la marge du marché et l'efficacité du marché. La conclusion empirique a indiqué que la part du producteur, dans ce que le consommateur a payé revenait à (61%). La marge du marché était de 39%. Le détaillant a eu une marge de marché plus élevée que celle du vendeur en gros. La marge du marché à Katsit (45,5%) était plus élevée que celle de Zonkwa (36,7%) et Samaru Kataf (38,5%). La vente de porcs est donc rentable mais inefficace comme le démontre la marge du marché et les analyses d'efficacité. Se lancer dans la vente de ce type d'animal n'est pas difficile mais nécessite un gros capital. Les structures de marché, mesurées en fonction du coefficient Gini de 0,59 pour la vente en gros et 0,66 pour la vente en détail, ont indiqué qu'il y avait un degré élevé de concentration sur le marché.

Introduction

Pig (*Sus scrofa*), is one of the sources of animal protein in Nigeria. The production which is both in the hands of government institutions and private individuals represents the fastest way of increasing animal protein since pigs grow at a faster rate and reproduce sooner with large number of offsprings than cattle, sheep or goats (5, 8).

The pig industry in Nigeria has not yet developed like the ruminants and poultry industries because pigs are not generally used for meat purposes by majority of the population (2). This is based on culture and religion which make it a taboo for pigs to be eaten by some people.

Pig is traditionally a scavenger, having been raised as a means of utilizing human food wastes in early domestication. However, current production involves the use of foodstuff or waste product of human food as feeds. The production in Nigeria is relatively less (3,406,381 herds of pigs), compared to other classes of livestock such as cattle (13,885,813), goats (34,453,724), sheep (22,092,602) and poultry (104,257,960) (4). Nigeria has the second highest population of pig in Africa. It accounts for 4.5% of the total meat supply of the country (5, 6). Pig marketing in Nigeria is dominated by live sales and largely controlled by middlemen (4). Participation of any modern entrepreneurship in actual trade is limited to only very few government owned limited liability companies which control a negligible proportion of the trade. Most of these firms are beset by poor performances.

Specific ways in which efficient marketing systems play a leading role in economic development have been widely documented (4, 10, 12, 19). Essentially, it is within marketing systems that prices are generated and the allocation of resources, income distribution and capital accumulation are determined. It is therefore of great importance for researchers in developing countries to provide adequate information on the efficiency and constraints of the marketing systems on which effective policies and strategies can be based.

Empirically, this is often done by comparing characteristics of a given system with those of a perfectly competitive market model. This approach is utilized in this paper. Pig marketing in Nigeria is entirely in the hands of traditional middlemen. Government involvement is limited to the areas of disease surveillance and provision of public market infrastructures in a few major towns, with no major direct participation or regulatory measures. Thus, the Nigerian pig marketing system is essentially indigenous, with strong cultural control.

It was noted that indigenous marketing systems in developing countries are generally exploitative, collusive and economically inefficient (14). The extent to which this assertion is true for pig marketing in Nigeria is uncertain, for the state of knowledge on livestock marketing largely comes from studies on cattle (11, 17), poultry (6, 16), sheep and goat (3, 9, 21). There is dearth of literature on

¹National Animal Production Research Institute, Ahmadu Bello University, P.M.B. 1096, Shika, Zaria, Nigeria.

²Institute of Agricultural Research and Training, Obafemi Awolowo University, Moor Plantation, Ibadan, Nigeria.

Received on 05.10.05 and accepted for publication on 18.04.08.

pig marketing. Therefore, study on pig marketing will be essential for objective and reliable or adequate assessments of market performance and the consequent formulation of policy guidelines. This study is an attempt to evaluate the performance of the pig marketing system in Kaduna State. Therefore, the specific objectives are to:

- (1) determine the structure and conduct of the pig market;
- (2) determine the market margins and efficiency of pig marketing;
- (3) identify the problems affecting pig marketing and;
- (4) suggest control measures.

Theoretical and conceptual framework to market study Structure-Conduct-Performance (SCP) Paradigm

A large number of agricultural marketing studies rely on the theoretical foundations laid by the "perfect competition" model. This is particularly true in studies based on the structure-conduct-performance paradigm. The SCP paradigm originated from the work of Bain (7). The SCP approach postulates that as market structure deviates from the paradigm of a perfect competition, the degree of competitive conduct will decline and there will be a consequent decrease in output (supply) and allocative efficiency, and an increase in prices. This implies that the performance of markets can be assessed based on the level of competition and efficiency in those markets (24).

Material and methods

The study area

The study was conducted in Zango Kataf Local Government Area of Kaduna State, which is one of the states in the northwest agro-ecological zone of Nigeria. The Zango Kataf Local Government Area is bounded in the north by Kajuru LGA, in the west by Kachia LGA, in the east by Kaura LGA and in the south by Jema'a LGA, all of Kaduna State (Figure 1). The location was specifically chosen for several reasons. First, the region is known for its high pig production in Nigeria (5). Out of the total of 2,368 farm families identified in Zango Kataf LGA, 1804, representing 76%, rear pigs (13) and second, the area is a known potential pig market in the country. The Katsit (Kafanchan) weekly pig market is the largest of its kind in Nigeria. The market is located in Aduwan and Katsit on the outskirts of Kafanchan town. The market serves the surrounding towns of Kwoi, Manchok, Kagoro, Zonkwa and Kachia in the southern part of Kaduna state. The Kafanchan pig market has remained an important pig market centre since colonial days. Two other local (rural) markets located at Zonkwa and Samaru Kataf were also parts of the markets studied.

Sampling technique and size

Market survey approach was employed for this study. One

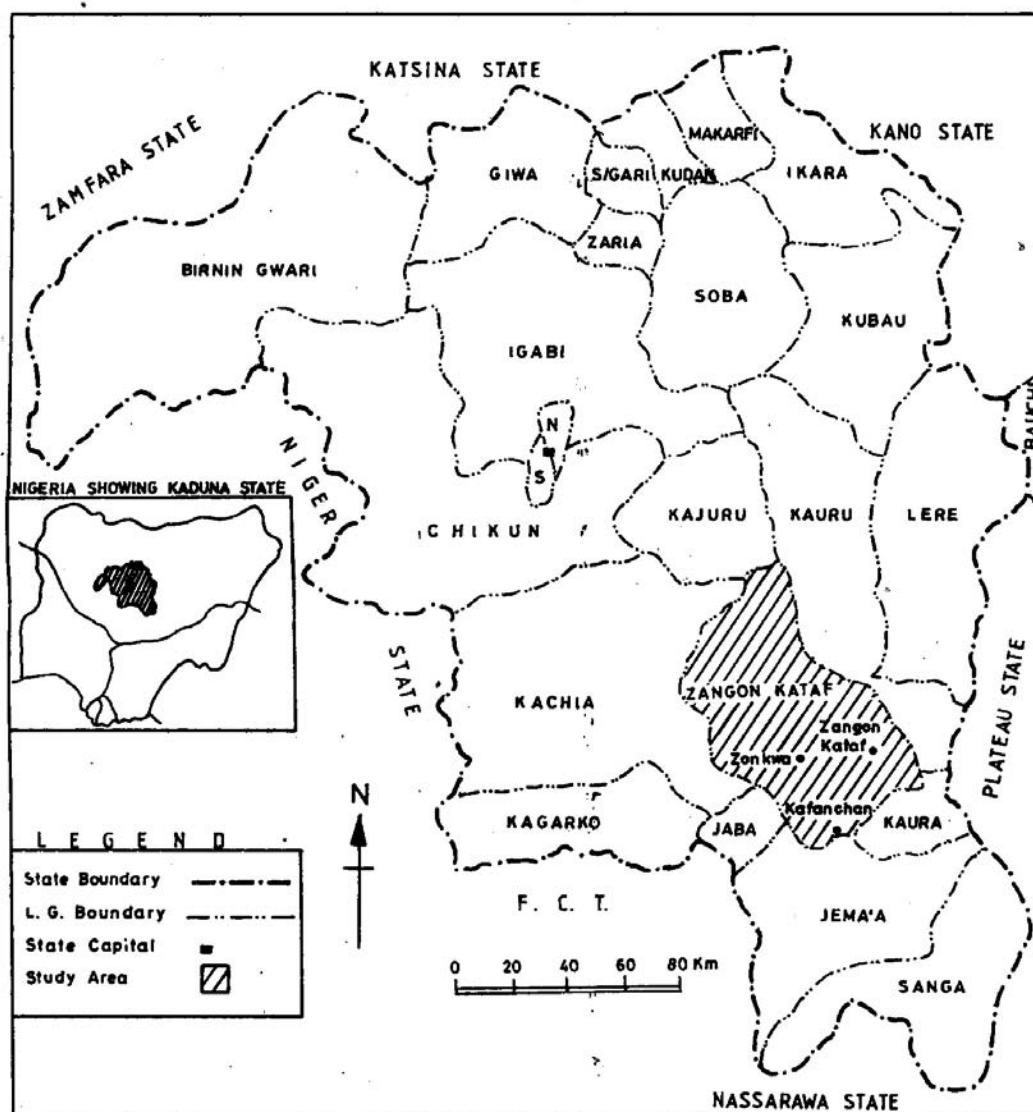


Figure 1: Kaduna State showing the study area.

urban assembly market (Katsit-Kafanchan market) and two rural assembly markets (Zonkwa and Samaru Kataf markets) were selected based on their relevance in terms of pig production and marketing.

A list containing registered pig traders were obtained from market officials. The list revealed that there were 92 traders from Katsit market, 30 traders in Zonkwa and in Samaru-Kataf, there were 28 traders, totalling 150 registered traders. From the 150 registered traders in the studied markets, 50 traders were randomly selected based on the population of traders in the three selected markets, that is, Katsit 30, Zonkwa 10 and Samaru-Kataf 10.

Data collection

A survey involving 50 pig traders was conducted from October 2003- March 2004. Structured questionnaires and oral interviews were used to collect data on marketing channels, monthly pig sales, type of marketing services and their costs.

Through market visits on market days (Katsit – Thursdays, Zonkwa – Saturdays and Samaru Kataf – Tuesdays), these (that is the already selected) traders and other market participants were interviewed. In addition to questionnaires, a checklist was also used to collect information from key informants such as the market chiefs in the rural markets (Zonkwa and Samaru Kataf) and from urban commission agents in the urban market (Katsit). These data were supplemented with participant observation of exchange activities in the market.

The structure, conduct and performance of a market are interrelated elements that determine the level of competition and efficiency of marketing system. Thus parameters such as number of firms, channels, entry and exit conditions and degree to which market information is available to participants were analyzed to assess the nature of markets in the study area.

Definition of concepts

Market structure: market structure can be defined as those characteristics of the organization of a market which seem to influence strategically the nature of competition and pricing within the market. Among the parameters considered important in determining market structure are:

- (i) the number, and relative size of buyers and sellers;
- (ii) the degree of product differentiation (that is, nature of product – whether products are standardized (homogenous) or differentiated;
- (iii) the ease of entry and exit of buyers and sellers into and out of the market (i.e. entry and exit conditions); factors that may influence entry or exit include absolute cost advantages held by existing participants (firms) or absolute entry costs that are prohibitive. An example of the latter is the substantial capital requirements associated with entry into some business ventures, that is size of operating capital.
- (iv) Status of knowledge about costs, prices and conditions among the participants in the market (that is, market information).

Market structure relates essentially to the following:

- (i) the degree of competition in a market;
- (ii) whether the number of firms producing pig/pork is large or whether the firms are of equal sizes or dominated by a group;
- (iii) whether entry for new market participants is easy or difficult;
- (iv) whether the purchases of pig/pork is in a competitive state or not.
- (v) degree of market information (knowledge) available to the participants, e.g. information concerning prices and the actions that competitors take as well as information

about future market conditions;

- (vi) degree of integration (whether vertical or horizontal integration).

Vertical integration: when a firm owns two or more levels of production or marketing, it is vertically integrated. Hence vertical integration simply means “ownership.”

Market information: this refers to the information available to buyers and sellers that enables them to take decisions in the market environment in which they operate. It is believed that buyers and sellers will make more rational decisions if they have more information at their disposal pertaining to prices in different markets. Parameters for assessing market information include:

- (i) prices of pigs in the different markets;
- (ii) knowledge of the actions that competitors (other market participants) take;
- (iii) information about future market conditions.

Market conduct: market conduct refers to the actions which market participants can take out of their own discretion or patterns of behaviour which they follow in adopting or adjusting to the market in which they buy and sell. The most important parameters used in assessing market conduct in this study are:

- (i) exchange functions;
- (ii) methods of determining price (i.e. price determination);
- (iii) product differentiation.

Market conduct is heavily influenced by market structure and is the link between market structure and performance.

Market performance: this concept is related to structure and conduct. It is defined as the strategic end result of market adjustment engaged in by buyers and sellers. Hence it is the appraisal of the extent to which the interactions of buyers and sellers in a market stimulate results that are consistent with social purposes.

The parameters used in assessing market performance in this study are:

- (i) the marketing margin:
 - (a) level of profits;
 - (b) marketing costs.
- (ii) market efficiency.

Hypothesis

This study tests the following two hypotheses:

- (i) There is no significant difference in size distribution of pig sales among wholesalers and retailers.
- (ii) There is no significant difference between rural and urban market prices of pigs.
- (iii) There is no significant difference in the profits made by wholesalers and retailers of pig/pork.

Analytical techniques

- (1) The Gini Coefficient technique that gives a more precise measure of the market structure was employed to measure the level of buyers and sellers concentration in the market in order to determine the degree of competition or monopoly in the market.

The Gini coefficient is given by:

$$G \bullet C = 1 - \sum xy$$

where;

x	=	Percentage of distribution of pigs per period of study;
y	=	Cumulative percentage of all distributors' sales or revenue.

The Gini Coefficient ranges between 0 and 1. A Gini Coefficient of 0 implies perfect equality in distribution, while a coefficient of 1 means perfect inequality. The closer the value is to unity, the greater the degree of inequality

and therefore, the higher is the level of concentration. In other words, higher Gini coefficient means higher level of concentration and consequently high inefficiency in the market structure.

The concept of Concentration Ratio was also used to determine the structure of a market. The formula is as follows:

$$\text{Concentration Ratio (CR)} = \frac{\text{Sales volume of largest four firms} \times 100}{\text{Total sales volume}} \quad 1$$

If the result is less than 33%, the market is said to be unconcentrated or perfectly competitive. If it is between 33% and 50%, there is strong oligopoly. If it is greater than 50%, it is monopoly.

(2) Marketing margin and marketing efficiency were used in measuring the marketing performance in the study area.

(i) Marketing margin was used to determine the marketing cost structure as well as the marketing margin spread between all the participants in the market. The marketing margin refers to the difference between the prevailing prices at the two ends of the marketing ladder at the time when transactions take place. The marketing margin shows the fraction of the consumer expenditure as a commodity that is received by the producer and each of the marketing agents. Thus, the marketing margin represents the price paid for a collection of marketing services and its size reflects the structural efficiency of the marketing system. The marketing margin is used to give a close approximation of the market performance. The marketing margin can be expressed either in nominal terms or in percentages. The percentage was used in this study to aid the achievement of objective 2. A high marketing margin indicates inefficiency because a high cost is incurred in the provision of marketing services.

$$\text{Marketing Margin} = \frac{\text{Selling Price} - \text{Supply Price} \times 100}{\text{Selling Price}}$$

where;

Selling price is the retail price.

Supply price is the producers' price.

(i) Marketing efficiency: this is defined as the maximization of the ratio of output to input in marketing. Marketing inputs include the resources used in providing marketing services while marketing outputs include time, form, place and the possession utilities which consumers derive from the marketing of the products. Thus, marketing inputs are the cost of providing marketing services whereas the market outputs are the benefits or satisfaction created or value added to the commodity as it passes through the marketing system (9).

In this study, the efficiency of marketing was measured in percentages for Katsit, Zonkwa and Samaru Kataf markets to achieve objective 2.

$$\text{Marketing Efficiency (ME)} = \frac{\text{Value added by marketing}}{\text{Cost of marketing services}} \times 100$$

where;

Value added is measured by the prices that consumers are willing to pay in the market for farm products.

Marketing cost is measured by cost of resources used in providing marketing services in Naira. Hence it is the current expenses incurred in the performance of the marketing functions as a commodity moves from the producer (farm) to the ultimate consumers. It includes the costs of transportation and handling, marketing charges (i.e. security/guard), costs of assembling, processing (butchering) and distribution. Marketing costs consist of fixed and variable costs.

The ratio was used to compare with what obtained in Katsit

(urban/major market), Zonkwa and Samaru Kataf (rural markets).

(3) Analysis of Variance (ANOVA) on the other hand is used in the evaluation of the statistical significance of the difference between a pair of variances. This type of statistical problem arises most directly and obviously in the comparison of two methods of measuring the same thing.

ANOVA consists of a formalized system of statistical analysis designed to evaluate the contributions of various sources of variation to the estimated variance. This system depends on the operations of two basic principles, namely:

- (i) the variance of the sum of two variables is equal to the sum of the variances of each of the variables;
- (ii) the variance of a distribution curve is independent of its location on the abscissa.

The system of ANOVA is then a method of experimental design which holds each variance unvariant for a series of simultaneous observations.

(4) Descriptive statistics such as percentages were used to analyze problems of marketing in the study area.

Results and discussion

Market structure and conduct

The structure, conduct and performance of a market are interrelated elements that determine the level of competition and efficiency of marketing system (20, 24). In this section, parameters such as number and size distribution of buyers and sellers, barrier to entry, nature of product, degree of vertical integration and market information were analyzed.

Number and size distribution of buyers and sellers

The market was found to have numerous buyers and sellers. Size distribution of wholesalers and retailers are represented in tables 1 and 2 respectively. Pig wholesaling and retailing in the study area can be said to be oligopolistic, for only a few handle the bulk of the trade. The computed values of the Gini coefficients for wholesalers and retailers were 0.59 and 0.66 respectively (Tables 1 and 2). The results show marked inequality in size distribution and seller concentration which is a reflection of inefficiency of the pig markets structure. Thus, the non-competitive structure implies a poor market performance. For example in table 1, only 3% of all traders had 32.7% of the total monthly sales which implies that 97% of the traders handled 67.3% of the sales. Although in absolute terms there are many sellers in the pig market, the structure is not competitive but is oligopolistic, for only a few handle the bulk of the trade.

Generally, proponents of large scale firm operations have argued in favour of higher seller concentration in relation to competitiveness where economic growth in firms will lead to elimination of inefficient small-scale firms (15). The tenability of this argument would depend largely on the empirical evidence of a given market where the existing large holders are not exploitative but more efficient than the small holders. Where this empirical evidence is not available we may conclude that there is need for improvement in the nature of competition for better performance in pig market. The concept of the Concentration Ratio (C.R) was also used to determine the structure of the market. The concentration ratio was found by computing the monthly sales of the four largest firms (N847,812 + N309,011.25 + N201,000 + N119,000) divided by the monthly total sales volume of N4,093,212.26 (total sales of both wholesalers and retailers). The result revealed a C.R of 36.08% which further indicates that the market for pig is oligopolistic.

Barrier to entry

There was no monetary barrier to becoming a commissioned agent because the agents purchase with funds supplied by

Table 1
Distribution of pig wholesalers by value of monthly sales in Zango Kataf LGA

Sales range (₦)	Number of wholesalers	% of wholesalers (x)	Cum. %	Total value of monthly sales (₦)	% of Total sales	Cum. % (y)	$\frac{\Sigma xy}{10,000}$
0 – 49,000	9	27.27	27.27	469,212.26	18.10	18.10	0.0494
49,001 – 98,000	14	42.42	69.69	611,262	23.58	41.68	0.1768
98,001–196,000	9	27.27	96.96	664,192	25.62	67.30	0.1835
Over 196,000	1	3.03	100.00	847,812	32.70	100.00	0.0099
Total	33	100.00		2,592,478.26	100.00		0.4108

Gini Coefficient= $1 - 0.4108 = 0.5892 \pm 0.59$

₦139 = US \$1 at survey time. ₦ = Nigerian currency, Naira.

Source: Fieldwork, 2004.

Table 2
Distribution of pig retailers by value of monthly sales in Zango Kataf LGA

Sales range (₦)	Number of retailers	% of retailers (x)	Cum. %	Total value of monthly sales (₦)	% of Total sales	Cum. % (y)	$\frac{\Sigma xy}{10,000}$
0 – 49,000	2	11.76	11.76	59,386	3.96	3.96	0.0047
49,001 – 98,000	5	35.30	41.17	202,121	13.47	17.43	0.0513
98,001 – 196,000	6	41.18	76.47	400,544	26.69	44.12	0.1557
Over 196,000	4	23.53	100.00	838,683	55.88	100.00	0.1315
Total	17	100.00		1,500,734	100.00		0.3432

Gini Coefficient= $1 - 0.3432 = 0.6568 \pm 0.66$

Source: Fieldwork, 2004.

the pig merchants. Although it is found that there was no apparent restriction into and exit from pig trade, integrity, honesty, experience and confidentiality among participants as demanded by both marketers and market officials seem to significantly influence the conduct of the marketing participants. Becoming a wholesaler demanded more money (operating capital) and risks than retailers. More than 60% of the traders interviewed indicated that they started the trade as retailers, about 29% of them were still operating as retailers while others (31%) have moved to the status of rural wholesalers, commission agents and rural assemblers. Traders indicated that changing status in the marketing systems of pig is largely influenced by size of operating capital. Analysis showed that the estimated mean value of operating capital was ₦81,864.24/trader/month; the value for the biggest trader in the sample was ₦847,812/month while the value for the smallest trader was ₦42,064/trader/month. The implication of this is that traders with less than the operating capital of ₦42,064/month may be out of business except they have access to credit facilities. Thus, the only barrier to entry is monetary in relation to the size of the operating capital which was high and not affordable by many. It may therefore be expected that provision of credit facilities to small traders will improve the nature of competition. The rural wholesalers were few in numbers compared to the rural retailers, but more urban wholesalers. They were therefore oligopolies and have created a strong web along the major channels of pig trade; a web which is tied by capital, information and kinship. Interviews and observations of these participants indicated that more than 80% were Southern Kaduna indigenes and a strong social alliance exist among them; an alliance which is based mainly on kinship, friendship and capital. This affects the performance of the market in terms of access to market information. There is, therefore, collusion. The effect of collusion is high market concentration which impacts on the

producer and consumer just as the multiplicity of market links escalates the mark-up on prices between production and consuming centres.

Integration in the market

Analysis revealed that 29 (58%) out of 50 traders sampled were pig producers while the remaining 21 (42%) were only buyers who assemble to sell in the Thursday weekly market at Katsit (Kafanchan). It was found that 33 of the traders were wholesalers while 17 were retailers. This implies that most of the producers are also traders operating in the same market. The market could therefore be said to be integrated since majority of the respondents coordinate production and marketing decisions in the industry. This vertical integration could result in higher marketing margin because the traders through integration could gain market power and control over the price paid by consumers.

Market information

Another element of market structure is the level or degree to which market information circulates among participants. In this study, it was established that information concerning prices, demand and supply circulates freely and rapidly among some of the market participants operating within the marketing systems. The flow of information was found to be more rapid and effective among the wholesalers and assemblers. Majority of the inter-regional traders, interviewed indicated that they obtained reliable information concerning market conditions at regional levels from co-traders and commission agents who passed the information from urban market (Katsit) down to the rural assembly markets (Zonkwa and Samaru) through verbal (phones) and written messages. The rural assemblers and wholesalers controlled the flow of information, which is found to be discriminating. Information about market condition obtained by the traders was in most cases reliable but it may lag because of the inefficient means of communication.

Market conduct

Buying and selling activities of pig in the study area take place under free marketing system, hence no restriction in time and place of buying and selling. It was observed that marketers bought pigs directly from any of the market participants-rural assemblers, retailers or farmers. Although farmers are required by market officials to take pigs to the respective markets for sale to any distributor, it was found that some farmers (68%) sold at the farm gate while others (32%) transport their pigs to the urban market (Katsit) where they expected higher prices. This is because there were no stipulated marketing arrangements.

The marketing channel

Most of the traded pigs brought to the markets are from pig farmers living in Kafanchan and the surrounding villages. At village levels, itinerant traders visit the homes of pig farmers to buy animals in small numbers such as one or two. They are then sold at local village markets to intermediate traders who are assemblers with more funds and capacities for bulking larger numbers. These intermediate traders visit similar smaller (rural) markets, such as Zonkwa and Samaru markets, and gradually build up a herd for sale in the Katsit (urban) market. Ownership of pigs may in some cases change hands two or three times before reaching Katsit, while in other cases it may be a direct supply from buyers at the village to the Katsit (Kafanchan) market.

Traders themselves rarely own vehicles for transportation, they use the services of other transporters. Transportation of animals to markets is usually by trucks. In some cases animals are trekked from neighbouring villages directly to the markets. Two principal buyers in the Katsit market are wholesale traders who take animals to the south and the local butchers (retailers) who slaughter for fresh pork sales in open markets both in Katsit and in the neighbouring villages (Zonkwa and Samaru Kataf). In addition to these, some traders buy for resale either immediately or after some minor fattening operations. Direct purchases by some hoteliers for slaughtering also occur. Some

pork consumers purchase pigs co-operatively for slaughter and distribute among the group members.

The pig marketing channel in the study area follow a centralized pattern in which the farmer's (producer's) pigs are brought together in larger central and terminal markets. There they are purchased by the wholesalers or retailers from commission agents and brokers who act as the producer's selling agents. The marketing chain for pigs in the study area is a long chain in that pigs pass through many market participants or succession of markets before reaching the final consumers. The longer the chain the higher the price the consumer will have to pay.

The major actors in the channelling of pigs in the study area therefore include the assemblers, the wholesalers, the retailers and the producers. Field data collected delved into the most prominent of these market channel actors. To this end producers were requested to indicate the major buyer of their animals. A large proportion of the producers opined that they prefer selling their animals to assemblers and urban wholesalers. The main reasons adduced is that of quick and guaranteed payment for their animals, the reduction of risks associated with transportation and the reduction of costs associated with the performance of marketing functions that could well be efficiently undertaken by assemblers.

The assemblers sell to the rural wholesalers and the commission agents. These two set of intermediaries sell either to the rural retailer or urban wholesalers. The rural retailers then sell to the rural consumers. The urban wholesalers sell to the urban retailers. Finally, the urban retailers sell to the urban consumers. Figure 2 is a diagrammatic representation of the channels of pig movement in the study area.

In terms of number, there are many of each of the above categories of middlemen operating in the rural and urban markets. A limiting factor to the number of animals a middleman is able to buy at any given time is the amount of operating capital available to him.

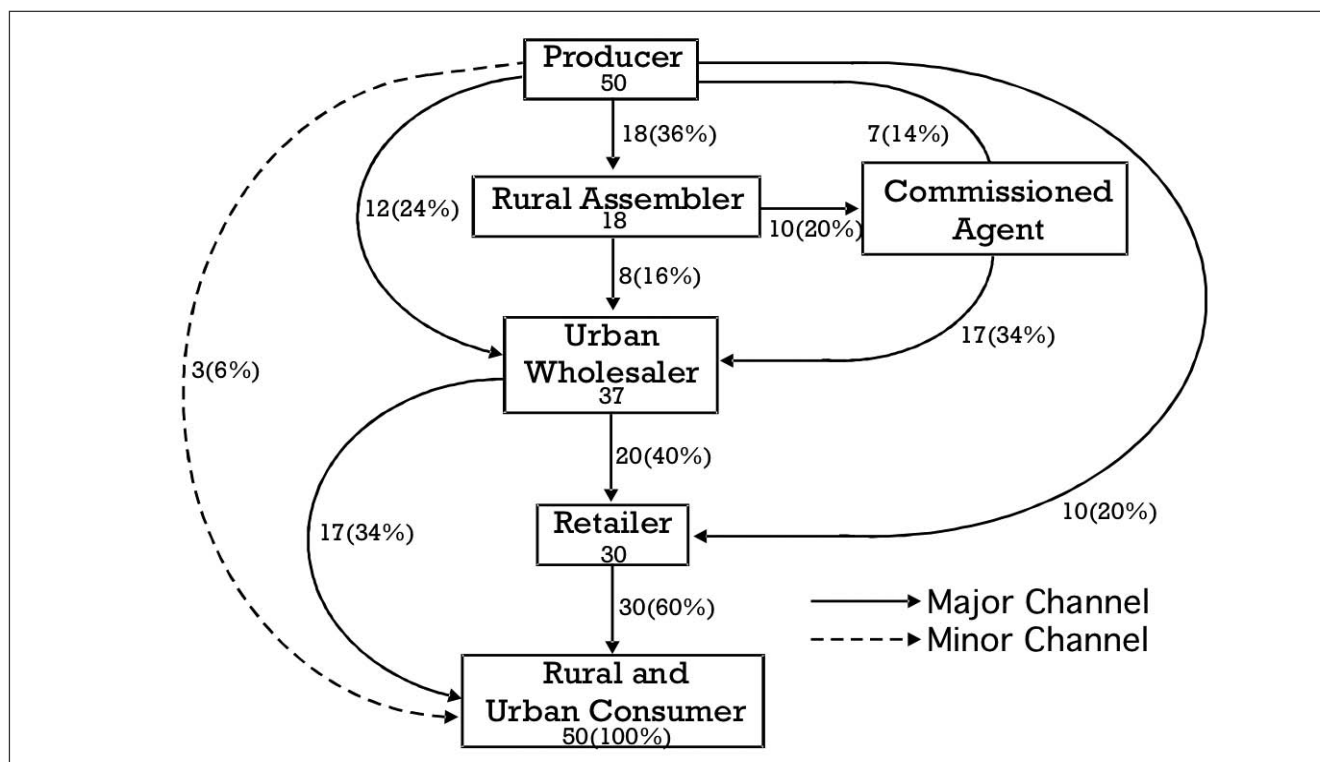


Figure 2: Marketing channel for pig in Zango Kataf LGA, Kaduna State, showing the number of respondents in the flow.

Note: The percentages shown in figure 2 have been calculated to add to 100 percent from each box.

Source: Fieldwork, 2004.

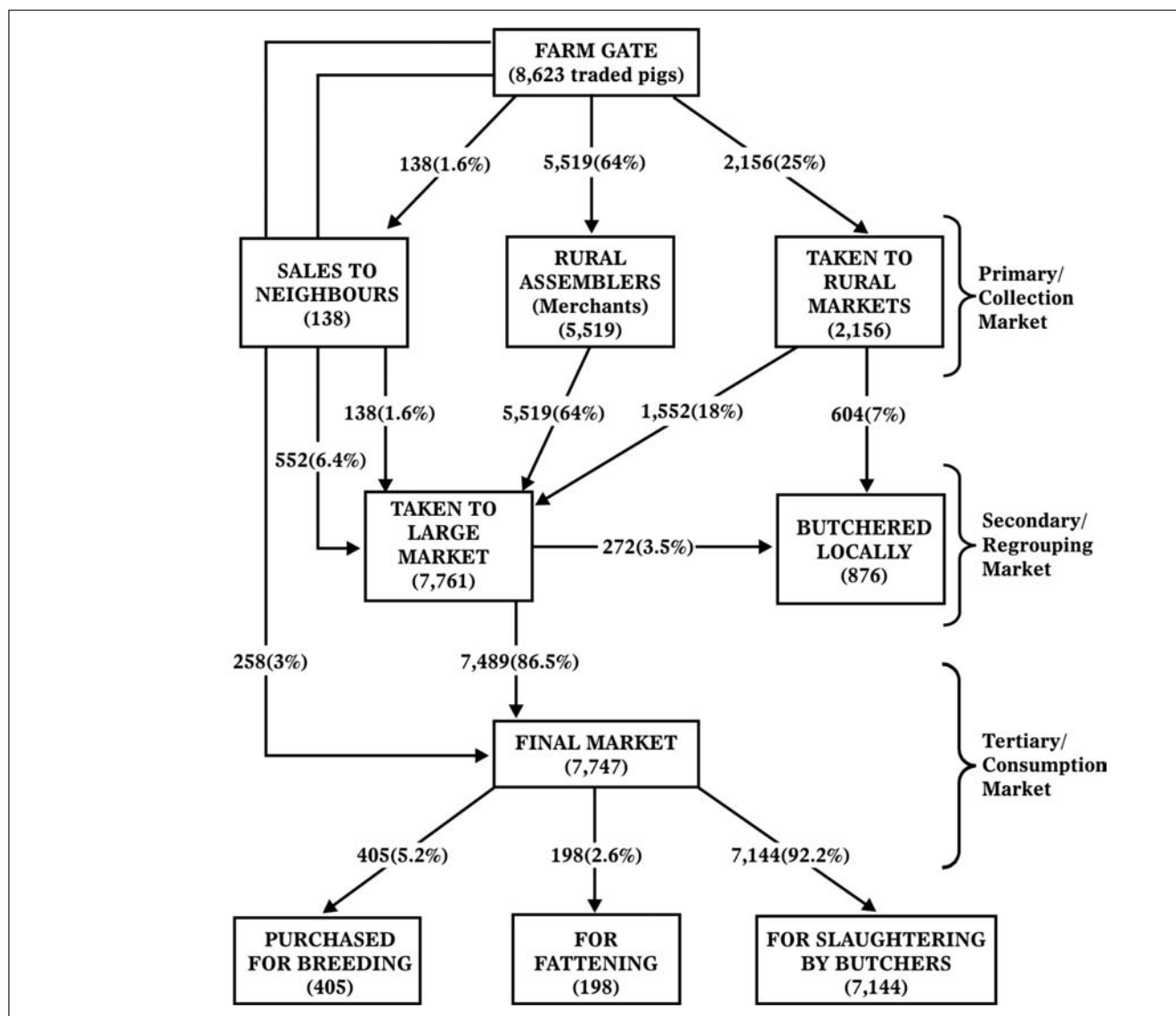


Figure 3: Livestock market structure and volume of flows of pigs into Katsit-Kafanchan terminal market.

The percentages shown in figure 3 have been calculated to add to 100 percent from each box, for example for figure 3, the 7,747 traded pigs that reached the terminal market were made up of 5.2% for breeding, 2.6% for fattening and 92.2% slaughtered for consumption.

Source: Fieldwork, 2004.

Livestock flows in the marketing channel

Although producers are expected to take animals to the market for sale, there was no known regulation compelling them to sell or buy from particular markets (e.g. farm gate or collection market) or through particular agents (e.g. the small itinerant trader or assemblers). Thus the volume of animal flow through the channel reflected efforts by producers to sell their animals through channels that provided more profit and also traders strive to buy through channels where they had a higher chance of making more profit.

Out of the 8,623 pig transactions recorded in Katsit-Kafanchan market during the study period, 258 (3%) were purchased by traders directly from the farm gate while 7,813 (90.6%) passed through primary/collection markets (Figure 3). From the point of view of the relative contributions of the various sources of the 8,623 pigs from the farm gate, it was calculated that 3% (258 pigs) were purchased directly from farm gate, 86.5% (7,489 pigs) entered the tertiary/consumption market from the secondary/regrouping market, while 10.5% (876 pigs) were butchered at the secondary/regrouping market. It is clearly shown that traders operating the Katsit/Kafanchan market bought most of their pigs from the rural assemblers and other agents.

From the point of view of the relative contributions of various sources to the 7,747 pigs that entered the tertiary/consumption market, it was calculated that 258 (3%) were directly from the farm gate, while 7,489 (86.5%) came directly from secondary/regrouping market. Collectors played a prominent role in the marketing channel, about 7,813 (90.6%) of the pigs passed through the collection markets, and even at the secondary or regrouping markets, collectors remained active and purchased 6,333 (80.9%) of the pigs that reached there, with the sole aim of reselling them in the same market for a profit.

The high level of involvement of collectors in the marketing system of pigs in the study area is not unconnected with the fact that most traders at the primary market are indigenes who know and understand both the terrain and local languages well.

It is clear that the major value-added activity was the transfer of pigs from one location or market to the other as the trade is based mainly on live animals.

Exchange functions, price determination and product differentiation

Two different sale agreements were noted between buyers

and sellers depending on the existing relationship between the parties. While most of the traders sampled (84%) generally sold on the basis of cash and carry condition, some sold on credit. Most of the traders that sold on credit had regular buyers. Sales on the market are through the usual haggling over prices without weighing the animals or any other standardization. Product differentiation was in the form of visual assessment of animal size, health and condition score. These findings conform to a report on a study of goat marketing in Zaria, Kaduna State where the price of goats depends on different groups of factors, such as sex, visual appraisal of size and age (16). Analysis revealed that another group of factors found to affect pig prices were seasonality and festivals. Pig prices are generally expensive in the dry season (September to April) when Fulani herdsmen have moved to the wet areas of the south, and are away from the north. This creates partial scarcity of cattle leading to higher prices of pig and pork. The prices of cattle and goats fall, due to excess supply when Fulani herdsmen return to the north at the beginning of the rainy season (May). Prices are lowest between January and March (₦80/kg live weight). In the months of November, December and April, pig prices are high (₦105/kg live weight) as these months correspond to the festive periods of Christmas and Easter respectively. During pricing, other buyers and sellers could contribute in the estimation in order to arrive at acceptable prices for sellers and buyers. This pricing mechanism is attributable to the fact that in developing countries, prices of most agricultural commodities are arrived at through the interplay of other market actors known in Northern Nigeria as “*dilalai*” (market/price hagglers).

Market performance

Two measures, namely marketing margin and marketing efficiency were employed in this study to measure market performance.

Marketing margin analysis

Marketing margin represents the difference between what the consumer pays for a commodity and what the farmer gets. The size of the marketing margin reflects the structural efficiency of the marketing system.

Empirical findings indicate that producer's share of what the final consumer paid was high (61.04%). The average marketing margin was about 39%. The retailers' marketing margin was higher than that of the wholesalers. The margin at Katsit market (41.58%) was higher than both Zonkwa and Samaru Kataf (Table 4). This means that pig markets are very integrated over space and this may be due to the presence of adequate market information. Considering the services provided in the production and marketing of pigs, the contribution of the margin was considered high in comparison to costs of marketing and the percentage received by the farmers. The results obtained are the coefficients of the distribution efficiency. Thus, the high marketing margin, high Gini coefficients, and high income inequality of sellers, are all associated with poor market performance (18). All the findings have supported the hypothesis that the marketing of pigs in the study area is not competitive but oligopolistic.

Analysis at the various markets (Table 4) show the marketing margins for Katsit (41.58%), Zonkwa (36.74%) and Samaru-Kataf (38.56%). Put in another way, it means that 41.58% of consumers expenditure in Katsit market

Table 3
Average prices and costs in Naira per pig at Zango Kataf LGA

Marketing prices/costs	Markets		
	Katsit	Zonkwa	Samaru Kataf
Producer	3,260	2,980	2,900
Rural Assembler	3,710	3,190	3,025
Production costs			
Drugs and veterinary services	124	128	100
Hired mating boar	72.50	-	72.50
Cost of labour in production	205.80	150	192.10
Repairs and maintenance	21.30	15.60	18.00
Marketing costs			
Commission agent	100	70	50
Transport cost	250	200	185
Loading and off-loading	100	80	80
Market charges (i.e. security/guard)	10	10	10
Feeding cost of animals awaiting sales	220	195	187
Tapeworm inspection	10	10	10
Cost of butchering (slaughtering)	150	130	130
Wholesale price	5,280	4,245	4,115
Retail price	5,580	4,710	4,720

Source: Fieldwork, 2004.

Table 4
Average marketing margin per pig in percentage of markets in Zango Kataf LGA

Market participants	Markets			
	Katsit	Zonkwa	Samaru Kataf	Average
Producer's share	58.42	63.26	61.44	61.04
Assembler's share	8.06	4.46	2.65	5.06
Cost of production	7.59	6.23	8.11	7.31
Cost of marketing	15.05	14.76	13.81	14.54
Wholesaler's share	5.5	1.42	1.17	2.70
Retailer's share	5.38	9.87	12.82	9.35
Consumer's share	100.00	100.00	100.00	100.00
Market margin	41.58	36.74	38.56	38.96

Source: Computed from survey data, 2004

Note: Assembler's share = $\frac{\text{Rural Assembler} \times \text{Producer}}{\text{Retail price}} \times 100$ (From Table 3).

goes to the middlemen, while 58.42% was received by the pig producers. Middlemen's share of consumers payment is acceptable for Zonkwa and Samaru-Kataf markets. The share of middlemen of consumers payment appears high for Katsit. This is probably one of the reasons why middlemen are sometimes called exploiters who get more than their normal share of consumers payment. But this is not a good enough reason to conclude that middlemen are exploiters. The best way to decide would have been to calculate the profits of middlemen. Since detailed and accurate information on costs are not available, it was not possible to obtain the profit of middlemen. However, with the available information two hypotheses were tested (that is hypotheses (ii) and (iii)). Hypothesis (ii) investigated the differences between farm gate, rural and urban markets' prices of pigs. Hypothesis (iii) examined the difference between profits made by wholesalers and retailers.

Hypothesis (ii): there is no significant difference between the rural and urban prices.

This hypothesis was tested for each market. The Analysis of Variance (ANOVA) technique was used to test whether prices depended on source of pigs. The ANOVA table is given in table 5.

Table 5 reveals that the mean prices of pigs at various markets are significantly ($P < 0.05$) different. Since the calculated F-statistics is higher than the F-table value at 5%

level of significance, the mean prices from various markets were further compared using Duncan's Multiple Range Test as seen in table 6.

The prices of pigs at the 2 rural markets (Zonkwa and Samaru Kataf) were not different but significantly ($P < 0.05$) higher in the urban market (Katsit Kafanchan market). It could therefore be concluded that it is cheaper to buy pigs at the rural markets than at the urban market. The price margin could likely be higher if pigs were bought from the rural markets.

Hypothesis (iii): there is no significant difference in the profits made by wholesalers and retailers of pigs.

The Analysis of Variance (ANOVA) technique was used to test whether there were differences between wholesalers and retailers and wholesalers/retailers profits.

Table 7 shows that there were significant differences in the mean profits of the 3 types of marketers since the calculated F (8.99) was higher than the table value (3.24). The Duncan's Multiple Range Test was done to compare the mean profit in table 8.

The table of mean profit shows that retailers made slightly more profit ₦1,376.1 than wholesalers who made ₦1,300.

Market efficiency

The result in table 9 indicates that Katsit market had the coefficient of marketing efficiency of 183.60% and was

Table 5
ANOVA table for comparing pig prices in three markets in Zango-Kataf

Source of variance	Degree of freedom (Df)	Sum of squares (SS)	Mean square (MS)	F-statistics	F-table
Katsit-Kafanchan					
Between market	2	203,814	101,907	3.96*	2.34
Residual	28	950,826	25,698		
Zonkwa					
Between market	2	251,313	125,656	4.8*	4.7
Residual	8	183,248	21,178		
Samaru-Kataf					
Between market	2	41,668	20,834	4.5*	4.0
Residual	8	50,927.6	4,629.8		

F-table at 5% level of significance

Table 6
Comparing mean prices of pigs by sources in Zango-Kataf LGA using Duncan's Multiple Range Test

Commodity	Katsit-Kafanchan market	Zonkwa market	Samaru-Katafb market
Pig	4,457 ^a	3,781 ^b	3,940 ^b

a,b means with same superscript in a row are not significantly ($P < 0.05$) different.

Table 7
Comparing profits by type of markets in Zango-Kataf LGA

Source of variance	Degree of freedom (Df)	Sum of squares (SS)	Mean square (MS)	F-statistics	F-table
Types of marketers	2	298,37.6	14,918.8	8.99*	3.24
Within marketers	48	64,682.0	1,658.59		
Total	50	94,519.6			

Table 8
Table of mean profits by three types of marketers in Zango Kataf LGA

Type of marketers	Wholesaler	Retailer	Wholesaler/Retailer
Mean	1,300.0 ^a	1,376.1 ^b	1,299.4 ^a
N	30	17	3

a,b means with same superscript in a row are not significantly ($P < 0.05$) different.

Table 9
Marketing efficiency at Zango Kataf LGA

Prices/cost	Katsit	Zonkwa	Samaru Kataf
Producer's price (₦)	3,260	2,980	2,900
Cost of production	423,60	293,60	382,60
Cost of marketing	840	695	652
Retail price	5,580	4,710	4,720
Value added	2,320	1,730	1,820
Market efficiency	183,60%	180,47%	175,91%

Source: Computed from survey date, 2004.

therefore more efficient than both Zonkwa (180.47%) and Samaru Kataf (175.91%) markets which are more of rural markets and attract less buyers and attention unlike the urban (main) market. Considering the margins and efficiency ratio, the pig marketing can be said to be both efficient and profitable.

Problems of pig marketing

Pig marketing in the study area are bedeviled by so many problems. Table 10 shows the basic problems confronting pig marketers in the study area. The most important marketing problems identified by the respondents were lack of capital, high cost of transportation, lack of standardization, lack of functioning abattoir, lack of storage facilities and lack of price information.

The main difficulty of the traders is the high cost of transportation. This problem has been accentuated by the increase in the price of petroleum and spare parts of vehicles.

Slaughtering facilities are grossly inadequate especially in the rural markets. The level of hygiene in the markets is very low and inadequate.

There is also inadequate storage facilities in the markets. Meat is highly perishable, yet the pig markets in the study

Table 10

Problems associated with pig marketing in Zango Kataf LGA

Problems	Percent*	Ranking
Lack of capital	71	1 st
High cost of transportation	68	2 nd
Lack of standardization	61	3 rd
Lack of functioning abattoir	58	4 th
Lack of storage facilities	57	5 th
Lack of price information	52	6 th
Fluctuating prices	42	7 th
Lack of shade	39	8 th
Poor hygiene	30	9 th
Mistrust and cheating	8	10 th

*Multiple responses were allowed.

area lack cooling facilities where unsold products could be stored.

Poor hygiene: the condition of the markets is filthy and very unhygienic especially the Katsit pig market.

Lack of standardization/grading of animals and lack of price information in the various markets all constitute problems to traders.

Policy implications and conclusion

Government involvement in livestock marketing has been limited to the areas of prevention of diseases and provision of public market infrastructures in a few towns, with no major direct participation or regulatory measures. The government need to do more than this.

- (1) Government should play more active role in the provision of physical infrastructure in the market such as modern abattoirs and slaughter slabs well supplied with portable water and drainage facilities.
- (2) The proper maintenance of the abattoirs and slaughter slabs should be the responsibility of market officials.
- (3) There is the need for the traders to form cooperatives to provide cold stores in the market where meat retailers could store their meat. Such cold storage services should be paid for, by the retailers (butchers). The development of the processing facilities such that vertical integration enhances value added, not only in terms of value of the product but in terms of greater storability of pork at source. The expected effect is that more of the final products can be moved directly to the terminal markets thereby reducing links on the market chain.
- (4) The government should promulgate and enforce a decree on the use of weights in the retail of pork in all markets. Such a law is necessary in order to guarantee that the consumer gets value for his/her money.
- (5) The spatial dispersion of the supply and demand centres underscores the need for effective transportation necessary for a better integrated market.
- (6) Information about prices of produce should be widely disseminated by market officials through radio and television.
- (7) Government and private sectors should jointly fund research on livestock marketing.

Finally, to bring out modern marketing operation such as meat shops, cold stores, meat processing industries, the government has a greater role to play. Intensive promotion of such desired entrepreneurship is necessary through credit financing schemes. Most importantly, maintaining the existing niche of retailers is necessary on the short run in order to enlist their cooperation. It is expected that these would be in a better position for transforming from traditional to modern systems giving the necessary support.

Literature

1. Adebambo O.A., 1982, Evaluation of the genetic potential of the Nigerian indigenous pigs. Seed Conference Tenitic Applic. Live Modrib Spain pp. 543-553.
2. Adebosin O. & Malgwi M., 1986, Piggery establishment and operation in animal production in Nigeria (eds. Osinowo, O.A., Taiwo, B.B.A., Njoku, P.C., Tegbe, T.S.B. and M. Umaru). Proceedings, 11th Annual Conference, Nigerian Society for Animal Production, A.B.U., Zaria, Nigeria. pp. 121-132.
3. Aduku A.O., Aganga A.A., Yaakugh I.D.I. & Philip D.O.A., 1991, The marketing of goats in northern Nigeria. Small Ruminant Research, 6, 175-178. Elsevier Science Publishers B.V, Amsterdam.
4. Ajala M.K. & Sanni S.A., 2002, Economics of swine marketing in Kafanchan (Katsit) market, Jama'a Local Government Area of Kaduna State, Nigeria. Trop. J. Anim. Sci. 5, 2, 59-66. Published by the Animal Science Association of Nigeria (ASAN), University of Ibadan, Ibadan.
5. Ajala M.K., 2003, Economics of swine production in Jama'a Local Government Area of Kaduna State, Nigeria. Trop. J. Anim. Sci. 6, 1, 53-62. Published by the Animal Science Association of Nigeria (ASAN), University of Ibadan, Ibadan.
6. Aromolaran A.B., 1999, Economics of size in poultry egg production in Abeokuta, Ogun State, Nigeria. Trop. J. Anim. Sci. 1, 2, 197-205. Published by the Animal Science Association of Nigeria (ASAN), University of Ibadan, Ibadan.
7. Bain J.S., 1969, Industrial organization. 2nd ed. John Wiley and Sons, New York, USA
8. Balogun T.F., 1981, Swine production in Nigeria: problems and prospects. The Nigerian Journal of Agricultural Extension pp. 32-3.
9. Dipeolu A., Momoh S. & Jamiu A.G., 1999, Marketing of sheep and goat in Ogun State of Nigeria. Trop. J. Anim. Sci. 2, 1, 151-157. Published by the Animal Science Association of Nigeria (ASAN), University of

Ibadan, Ibadan.

10. Fafchamps M. 1997. Introduction: markets in sub-Saharan Africa. *World Development*, **25**, 5, 733-734.
11. Green Revolution Committee, 1981, Green revolution: a livestock production plan for Nigeria. A study conducted for the Federal Ministry of Agric. National Committee on the Green Revolution.
12. Harris-White B., 1999, Introduction: visible hands. *In*: Harris-White B. (ed.), *Agricultural marketing from theory to practice: field experience in developing countries*. Macmillan Press Ltd., Hampshire, UK, 369 pp.
13. Kaduna State Agricultural Development Project (KADP), 1990, Contact farmers and extension agents visit schedule in Zango Kataf L.G.A. pp. 3-74.
14. Mellor J., 1970, Elements of a food marketing policy for low income countries. The marketing challenge: distribution, increased production in developing nations (ed. Martin Kriesberg), *Foreign Economic Development Report 7*, U.S. Department of Agriculture.
15. Morgan H.E., 1965, Concentration in food retailing, *J. Farm Econ.* **47**, 1, 1332-1346.
16. Ogundipe S.O. & Sanni S.A., 2002, Economics of poultry production in Nigeria. *In*: *Poultry production in Nigeria: a training manual*. National Animal Production Research Institute, Ahmadu Bello University, Shika-Zaria.
17. Okediji F.A.B., 1973, The cattle industry in northern Nigeria, 1900-1939, prepared by the African Studies Program, Indiana University, Bloomington.
18. Okereke O. & Anthonio Q.B.O., 1988, The structural characteristics of the market for grains in eastern Nigeria, *In*: Adekanye J.O. (ed.), *Readings in Agricultural Marketing*, Lagos: Longman.
19. Olayemi J.K., 1974, Food marketing and distribution in Nigeria: problems and prospects. Nigerian Institute of Social and Economic Research (NISER), University of Ibadan, Ibadan.
20. Olukosi J.O. & Isitor S.U., 1990, Introduction to agricultural marketing and prices: principles and applications, living books series, G.U. Publications, Abuja FCT, Nigeria.
21. Osuho C.U., Okaiyeto P.O. & Ajala M.K., 1998, Marketing of small ruminants and small ruminant meat in Zaria, Nigeria. *In*: *Animal agriculture in West Africa-sustainability question. Proceedings of the Silver Anniversary of the Nigerian Society for Animal Production*, edited by O.O. Oduguwa, A.O. Fanino and A.O. Osinowo. pp. 432-433.
22. RIM, 1992, Nigerian Livestock Resources, Vol. 2. National Synthesis. Resource Inventory and Management Ltd., Jardin House, St. Helier, Jersey, UK.
23. Shaib B., Aliyu A. & Bakshi J.S., 1997, Nigeria National Agricultural Research Strategy Plan: 1996-2010. Department of Agricultural Sciences. Federal Ministry of Agriculture and Natural Resources, Abuja, Nigeria. Pp. 1-335.
24. Williams T.O., Spycher B. & Okike I., 2006, Improving livestock marketing and intra-regional trade in West Africa. Determining appropriate economic incentives and policy framework. ILRI (International Livestock Research Institute), Nairobi, Kenya. 122 pp.

M.K. Ajala, Nigerian, Ph.D, Agric. Economics and Rural Sociology, Senior Research Fellow.

A.O.K. Adesehinwa, Nigerian, Ph.D, Animal Science, Senior Research Fellow.

Evolution de la fertilité des sols dans un système cotonnier-céréales au Nord Cameroun: diagnostic et perspectives

J.-P. Olina Bassala^{1*}, M. M'Biandoun¹, J.A. Ekorong² & P. Asfom³

Keywords: Soil- Fertilisation- Organic manure- Cotton- Northern Cameroon

Résumé

Un diagnostic sur l'évolution des propriétés des sols a été réalisé au Nord-Cameroun, entre 2004 et 2005. Quatre méthodes ont été retenues, les observations visuelles des plantes, les analyses foliaires, les analyses de sol et les essais de fertilisation. Il s'agissait d'évaluer le niveau de la fertilité des sols à travers la réaction du cotonnier aux différentes doses d'engrais et de déceler les carences éventuelles sur ces plantes. Les analyses de sol confirment les carences en phosphore ($P < 30$ ppm), potassium ($K < 3\%$) et en magnésium ($Mg < 5\%$) observées visuellement sur les feuilles des cotonniers. L'application de l'engrais complémentaire a des effets variables selon les zones. Cet effet est faible dans l'Extrême Nord, plus important dans le Nord et nul dans la région de Touboro. Le faible niveau de la CEC (5 à 8 méq./100 g), appelle à un renforcement nécessaire de l'apport de la matière organique dans ces sols pour augmenter l'efficacité en éléments minéraux. La production et l'utilisation de la matière organique à travers les pratiques d'intégration agriculture-élevage et de semis direct sur couverture végétale, est une perspective immédiate afin de diminuer les apports des engrais minéraux.

Summary

Changes in Soil Fertility under the Cotton and Cereal Farming System in North Cameroon: Diagnostic and Perspectives

A study on soil property changes was carried out in North Cameroon between 2004 and 2005. Four methods were used: visual observations of plants, leaf analysis, soil analysis and fertilisation trials. The latter was to evaluate soil fertility level through the response of cotton plants to different fertilizer doses and to determine possible deficiencies. Soil analyses confirmed deficiencies of phosphorus ($P < 30$ ppm), potassium ($K < 3\%$) and magnesium ($Mg < 5\%$), whose symptoms were visible on cotton leaves. Fertilizer application had varying effects that depend on the zones; being weak in Far North Province, strong in the North and negligible in the Touboro region. The low level of CCE (5 to 8 méq./100 g), shows that it is necessary to add organic manure to the soil in order to improve the efficiency of chemical fertilizers. The using and production of organic manure from integrated of cropping and livestock practices and direct sowing with cover crop system it should be envisaged in the immediate future. This will also contribute in the reduction of the doses of chemical fertilizers.

Introduction

Au Cameroun, la culture cotonnière couvre environ 250 000 hectares (ha) et est pratiquée par près de 300 000 paysans dont la surface moyenne par producteur se situe aux environs de 0,8 ha (5). Cette culture constitue le moteur de l'économie des provinces septentrionales du pays. Cependant, cette culture est soumise comme les autres spéculations à plusieurs contraintes, notamment une pluviométrie de plus en plus irrégulière et une baisse de la fertilité des sols (11). Les facteurs qui favorisent la baisse de la fertilité des sols en zone cotonnière nord camerounais sont, entre autres, la pression anthropique sur le foncier, les pratiques culturales caractérisées par des apports d'engrais en dessous des doses recommandées et sans restitution des résidus. La disparition des jachères longues, entraîne également une dégradation de l'environnement productif. Sur le long terme, il y a une tendance à la baisse des rendements de l'ordre de 30% sur 20 ans, soit 11 kg/ha/an (17). Des études menées sur l'évolution de la fertilité des sols au Nord Cameroun (1, 8, 9, 11, 12, 13), ont mis en évidence la confirmation des baisses des teneurs en azote du sol et l'insuffisance du phosphore disponible auxquelles s'ajoutent celles de nouveaux éléments (1). Les doses et formules d'engrais vulgarisées actuellement dans la zone cotonnière ont été mises au point depuis une vingtaine d'années. Dans cet intervalle de temps, il se peut qu'il y ait eu des modifications dans les déséquilibres chimiques des éléments minéraux des sols cultivés avec apparition des carences nouvelles dans la région, ou un renforcement de celles qui existaient déjà. Fort de ce constat, la recherche devrait approfondir

ces observations et proposer des solutions techniques durables et économiquement rentables aux agriculteurs. Pour l'instant, la Société de Développement du Coton du Cameroun (SODECOTON) se doit de trouver des solutions techniques en relation avec le problème des doses et de formulations des engrais en vue de corriger les carences et réduire l'impact de celles-ci sur la production cotonnière. Dans cette optique, entre 2004 et 2005 un diagnostic sur les carences du sol en éléments minéraux a été réalisé et un essai a été mis en place en milieu réel contrôlé. Les objectifs étaient d'évaluer le niveau de la fertilité des sols à travers la réaction du cotonnier aux différentes doses d'engrais et de déceler les carences éventuelles des cotonniers par des observations visuelles, complétées par les analyses des plantes et du sol.

Matériel et méthodes

Caractéristiques de la zone

Deux grandes zones (Nord et l'Extrême Nord) ont été retenues pour le diagnostic des carences minérales et l'implantation des essais, ces zones (Tableau 1) présentent des caractéristiques différentes par rapport à la pluviosité, les types de sol (2) et la densité de population (4).

Diagnostic foliaire sur cotonniers

Le diagnostic foliaire a été effectué sur les plantes de cotonnier, de maïs et de sorgho. Mais nous nous limitons dans cet article aux observations sur le cotonnier seulement, car la réponse du cotonnier aux engrais est meilleure et plus

¹IRAD, Station polyvalente de Garoua, B.P. 415, Garoua, Cameroun.

*E.mail: olina_jp@hotmail.com

²ASCAM, Douala, Cameroun.

³SODECOTON, Garoua, Cameroun.

Reçu le 12.06.06 et accepté pour publication le 08.05.08.

Tableau 1
Caractéristiques des zones

Zones	Types de sol	Pluviosité	Population
Nord (Garoua et Touboro)	-ferrugineux sur grès -sableux à sablo-argileux: 1 900 000 ha -sol pauvre en matière organique	900-1000 mm/an à 1200 mm/an vers Toubor	10-60 hbts/km ² et 5-10 hbts/km ² saturation foncière autour de Garoua
Extrême-Nord (Plaine du Diamaré et Kaélé)	-sol plus argileux -vertisols: 1 200 000 ha -sol pauvre en phosphore et azote	600-800 mm/an	60 à 100 hbts/km ² foncier saturé

*hbts: habitants

fidèle que celle des cultures vivrières (15). Les observations réalisées en 2004 sur les cotonniers dans les champs paysans, ont porté sur les colorations des feuilles et les modifications de leurs états. Elles ont été complétées par les différentes analyses des sols. Les résultats d'analyses foliaires ne concernent que le potassium, le magnésium, le manganèse, le zinc, le bore et le soufre. Sans couvrir toutes les zones, les échantillons de feuilles ne concernent que 5 localités proches des sites d'implantation de l'essai, et représentent les différentes zones retenues (Mayo Bangai, Bibémi, Gashiga, Ndock et Bougoye). Les feuilles prélevées au hasard dans les parcelles sont celles situées sous la fleur du jour. Les prélèvements des échantillons des feuilles ont eu lieu en pleine floraison des cotonniers, qui est le stade phénologique où les carences se manifestent le plus au niveau des organes comme les feuilles.

Prélèvement de terre

La terre a été prélevée dans les objets témoins. Il s'agissait de prélever l'horizon de surface (H1: 0 à 20 cm) sur toute sa profondeur et une partie de l'horizon 2 (H2: 20-40 cm). Il a été observé sur certains sites que les profondeurs des horizons 1 étaient supérieures à 40 cm (sol très sableux ou argileux). Dans ce cas un seul échantillon était prélevé sur 15 à 30 cm. Les échantillons de sol ont été séchés et passés au tamis de 2 mm au laboratoire de l'IRAD de Maroua-Cameroun. Les échantillons ont été conditionnés dans des sachets plastiques et transmis au laboratoire du CIRAD à Montpellier-France pour les analyses physico-chimiques. Les résultats des analyses des échantillons de terre ont été confrontés aux carences constatées sur les feuilles de cotonnier, et comparés à des valeurs seuils.

Essai: correction des carences du sol, en magnésium et potassium

L'objectif de cet essai mis en place en 2005, était de tester trois doses de magnésium et potassium en vue de la correction des carences en ces éléments dans les sols de la région cotonnière. Tous les objets ont reçu de la matière organique à la dose de 4 tonnes de matière sèche/ha. Les sites d'essai ont été choisis à partir d'un zonage agroclimatique réalisé par Dugué et ses collègues (4), et le découpage en grandes régions de culture cotonnière réalisé par la société cotonnière (SODECOTON), correspondant à de grands ensembles pédoclimatiques représentatifs des situations culturales rencontrées dans la zone cotonnière.

Dispositif

Le dispositif est composé des blocs de Fisher avec quatre traitements et trois répétitions. Dans un quart d'hectare, il y a

Tableau 2
Sites de l'essai

Zones	Régions	sites	Nombre d'essai
Extrême Nord	Tchatibali et Kaélé	Ta'ala	1
Nord	Guider	Guider	1
	Garoua	Gashiga	1
	Touboro	Touboro	1

trois blocs concernant chacun quatre parcelles élémentaires qui représentent les objets définis. Chaque parcelle élémentaire contient 15 lignes et chaque ligne mesure 16 mètres de long. La surface de la parcelle élémentaire est de 192 m². Les paramètres mesurés sont la densité des poquets à la levée, la densité des plantes à la récolte et les rendements.

Objets

B1: témoin formulation classique de chaque zone (Extrême Nord: engrais complet à la dose de 200 kg/ha de NPKSB (22 10 15 5-1); Nord et Touboro: engrais complet à la dose de 200 kg/ha NPKSB (15 20 15 6-1) + 50 kg/ha Urée (46% N); B2: témoin plus 1,5 doses de K plus 1 dose de Mg; B3: témoin plus 2 doses de K plus 1,5 doses de Mg; B4: témoin plus 2,5 doses de K plus 2 doses de Mg. La dose de K est de 30 kg de K₂O/ha; la dose de Mg est de 7,5 kg de MgO/ha. Les doses d'engrais conditionnées dans des sachets ont été appliquées en début de végétation.

Les analyses des données ont été faites à l'aide des logiciels Excel et Statitcf. L'analyse de variance et les comparaisons des moyennes, ont été faites par le test de Newman Keuls au seuil de 5%. Quatre sites ont été retenus pour l'essai: Ta'ala (Extrême-Nord), Guider, Gashiga (Zone du Nord) et Touboro dans le Sud Est Bénoué (Tableau 2).

Résultats

Diagnostic des carences en éléments minéraux et analyse de sol

Les observations visuelles sur les feuilles de cotonniers montrent des jaunissements des bordures et parfois internervaires suivis des nécroses sur les bordures. L'autre fait marquant est une coloration marron sur les limbes de manière centripète qui aboutit à une sénescence prématurée de la feuille, marquant les symptômes de carence en potassium (Figure 1).



Figure 1: Carence sévère en potassium en fin de cycle sur cotonnier Ta'ala (Nord Cameroun).



Figure 2: Carences en magnésium sur cotonnier à Gashiga (Nord-Cameroun).



Figure 3: Carence en potassium sur capsules de cotonnier à Godour (Extrême-Nord Cameroun).

Tableau 3
Teneurs en éléments minéraux dans les feuilles de cotonniers

Eléments	Teneurs seuils	Mayo Bangaï	Bibémi	Gashiga	Ndock	Bougoye
K	3-5%	1,4	1,2	1,8	2,36	1,6
Mg	0,5-0,9%	0,3	0,5	0,2	0,39	0,3
Mn	50-350%	181,3	74,6	526,7	394	265
Zn	20-60 ppm	38,7	36,9	26,0	33	250
B	20-60 ppm	28,7	33,7	51,4	43,6	32,5
S	0,2-0,4%	0,4	0,67	0,7	0,59	0,4

D'autre part, on a des cas de carence en magnésium qui se manifeste par des chloroses internervaires sur les vieilles feuilles qui va plus tard évoluer vers la coloration marron ou pourpre sur fond jaune (Figure 2). Dans les cas sévères, on a une coloration marron qui affecte les feuilles âgées et jeunes en même temps. En dehors de la coloration jaune internervaire observée sur les jeunes feuilles on peut constater des points nécrotiques ou gris sur les zones chlorosées, présentant des symptômes de carence en manganèse. Les carences en zinc se sont manifestées sur les jeunes feuilles, avec des inter-nœuds courts, une chlorose internervaire des jeunes feuilles avec un jaunissement orangé. On a remarqué différents tons de couleur jaune avec un mélange de couleurs sur un même limbe. Des phénomènes de capsules mal ouvertes ont été observés, sur les parcelles, parfois des cotonniers d'un même poquet présentent des aspects différents d'ouverture de capsules (Figure 3).

Les analyses de sol montrent que les teneurs en potassium (K) sont toutes inférieures ou très inférieures à la norme requise de 3% (Tableau 3). La carence est donc très sévère pour le potassium et variable selon les sites ou les localités. Les teneurs en magnésium sont inférieures aux teneurs seuils sauf dans le cas de Bibémi (Tableau 3). La carence est nette et même sévère dans certains sites.

Les teneurs en manganèse sont pour la plupart dans les normes. Mais avec pour certains sites, des cas de teneurs très élevées (Ndock proche de la région de Touboro) et pour d'autres les teneurs sont limites. Les risques de carence d'ici quelques années ne sont pas négligeables, (cas de Bibémi). Les teneurs en zinc (Zn) sont moyennes pour l'ensemble des résultats que nous avons, mais plus élevées dans le cas de Bougoye. Les risques de carence pour le zinc dans certaines localités sont élevés. Pour le bore (B), les teneurs se situent à l'intérieur des valeurs seuils. Mais des symptômes caractéristiques de carence ont été observés à Ndock, ce que ne révèlent pas les analyses foliaires. Nous

Tableau 4
pH du sol moyen pour les grandes zones

	Horizon H1	Horizon H2
Extrême Nord	6,09	6,04
Garoua	6,62	6,34
Touboro	6,11	5,78

Tableau 5
Teneurs en phosphore (mg/kg de sol)

	Horizon H1	Horizon H2
Extrême Nord	12,7	6,0
Garoua	3,8	2,6
Touboro	9,5	4,1

sommes donc dans une phase d'évolution de la carence qui peut devenir nette et grave dans quelques années. Toutes ces indications montrent qu'il y a une confusion des symptômes observés et que ce sont les carences en potassium et magnésium qui sont plus visibles.

Le pH du sol

En regroupant les données par grandes zones, nous constatons que le pH moyen est autour de 6 pour les sites échantillonnés, il est donc peu acide (Tableau 4).

Teneurs en phosphore (mg/kg)

Les valeurs montrent que la disponibilité du phosphore est faible (Tableau 5). En effet, toutes les valeurs de cet élément sont inférieures au seuil de 30 ppm. Ce qui signifie que les sols des sites d'échantillonnage sont carencés en phosphore.

Teneurs en matière organique (M.O), azote (N) et rapport C/N

Les sols nouvellement mis en culture comme dans le Sud

Tableau 6
Teneurs en matière organique (M.O), azote et rapport C/N

	M.O (en %)	N (en %0)	C/N
Extrême Nord	0,69	0,31	12,70
Garoua	1,27	0,49	14,95
Toubo	1,33	0,48	15,59

Tableau 7
Bases échangeables (méq./100 g)

	Ca	Mg	K	somme des bases	CEC
Extrême Nord	5,98	1,14	0,44	7,58	8,09
Garoua	8,21	2,7	0,21	11,26	10,36
Toubo	3,29	0,74	0,26	4,26	5,77

Est Bénoué (Toubo) présentent des teneurs supérieures à 1%, avec une texture sableuse. Pour les autres sites à sols très sableux, les teneurs en matière organique sont inférieures à 0,5% (Tableau 6). En regroupant les données en grandes zones, on note que les sols de l'Extrême Nord ont en moyenne les niveaux les plus bas (0,69%). La zone de Garoua et Toubo ont respectivement 1,27% et 1,33%. Les teneurs en azote du sol sont très faibles (0,42%). Les sols de l'Extrême Nord présentent les niveaux les plus bas (Tableau 6).

Les bases échangeables

Les données indiquent une grande variabilité des teneurs des bases échangeables dans le sol (Tableau 7). La texture des sols affecte la teneur en bases échangeables. Les sols les plus argileux ont des teneurs les plus élevées en bases échangeables contre des valeurs les plus basses pour des sols légers. La capacité d'échange cationique (CEC) est très faible. Elle varie de 2,44 à 17 méq. avec une moyenne voisine

de 8 méq. Ce qui confère à ces sols une faible capacité à maintenir les bases provenant de la minéralisation interne au sol et celles liées aux apports extérieurs par la fumure minérale. Il est à noter le niveau très bas de la CEC dans la zone de Toubo (Tableau 7), ce qui est à mettre en rapport avec la texture sableuse et des argiles du type kaolinite dans ce site.

Résultats de l'essai correction des carences en potassium et magnésium

A Ta'ala, l'analyse montre des différences significatives entre les moyennes des rendements entre les objets (Tableau 8). Les réponses des cotonniers par rapport à l'apport complémentaire de fortes doses de potassium et de magnésium (2,5 doses K + 2 doses de Mg) est très moyenne, soit + 257,8 kg/ha par rapport au témoin. Les doses faibles de potassium + magnésium (1,5 doses de K + 1 dose de Mg) donnent un surplus de rendement de + 151 kg/ha. Alors que les doses moyennes (2 doses de K + 1,5 doses de Mg), montrent des rendements plus faibles que le témoin (- 234 kg/ha).

A Gashiga, l'analyse des rendements (Tableau 8), montre des différences significatives entre les objets comparés. Le cotonnier répond positivement à l'application complémentaire des éléments minéraux. Les doses d'engrais complémentaires s'accompagnent d'une augmentation des rendements. Les fortes doses, permettent d'avoir un surplus de production de + 846 kg/ha de coton graine par rapport au témoin. Les doses moyennes donnent un surplus de + 664 kg/ha, par rapport au témoin. Une faible augmentation des doses augmente le rendement de + 508 kg/ha. Il y a une forte réponse des cotonniers aux apports d'éléments minéraux complémentaires, ce qui signifie que ces sols sont

Tableau 8
Densité de plantes et les rendements (kg/ha) de coton graine à Ta'ala

Objets	Nombre poquets/ha à la levée	Nombre plantes/ha à la récolte	Rendement (kg/ha)
B1 (témoin)	37578	56354	916 a
B2	36250	54505	1067 a
B3	36979	55469	682 b
B4	24799	54531	1174 a
	C.V: 28,4% Signif: 0,38 NS	C.V: 3,7% Signif: 0,67 NS	C.V: 11,2% Signif: 0,007 HS

c.v: Coefficient de variation; Signif.: signification au seuil de 5%; NS: non significatif; S: significatif; HS: hautement significatif. Sur une colonne, les valeurs affectées des mêmes lettres sont statistiquement équivalentes au seuil de 5%.

Tableau 9
Densité de plantes et les rendements (kg/ha) de coton graine à Gashiga

Objets	Nombre poquets/ha à la levée	Nombre plantes/ha à la récolte	Rendement (kg/ha)
B1 (témoin)	45000	56250	1718 c
B2	47526	59375	2226 b
B3	47083	58385	2382 ab
B4	46536	57708	2565 a
	C.V: 2,7% Signif: 0,17 NS	CV: 2,4% Signif: 0,13 NS	C.V: 5,2% Signif: 0,0009 HS

Tableau 10
Densité de plantes et les rendements (kg/ha) de coton graine à Toubo

Objets	Nbre. poquets/ha à la levée	Nbre. plantes/ha à la récolte	Rendement (kg/ha)
B1 (témoin)	29948	30807 b	1953
B2	29910	30651 b	2070
B3	30130	31110 b	1953
B4	30729	57708 a	1927
	C.V: 2,5% Signif: 0,58 NS	CV: 3,7% Signif: 0,000 HS	C.V: 8,9% Signif: 0,73 NS

en voie de forte dégradation chimique.

Les sols de la zone de Touboro, ont été nouvellement mis en valeur, ils sont donc considérés comme des sols relativement riches sur le plan de la fertilité. La comparaison des rendements ne montre pas de différences significatives entre les objets. Cependant, il y a une nette amélioration des densités des poquets à la levée et des plantes à la récolte avec des fortes doses d'éléments minéraux (Tableau 9). Les doses faibles donnent un surplus de rendement de + 117 kg/ha par rapport au témoin. Les doses moyennes, donnent le même rendement que le témoin. Alors que les fortes doses entraînent plutôt une diminution des rendements par rapport au témoin, soit - 26 kg/ha (Tableau 10). Ces analyses montrent que, plus les doses augmentent, plus les rendements tendent à baisser. Cela pourrait s'expliquer par acidification accrue des sols recevant de fortes doses d'engrais azotés.

Discussion

L'application de l'engrais complémentaire sur les cotonniers a des effets variables selon les zones. Cet effet est faible dans l'Extrême Nord, plus important dans le Nord et nul dans la région de Touboro. Ce résultat peut s'expliquer par le fait que les sols de l'Extrême Nord sont plus argileux, les carences en certains éléments comme le potassium sont moins accentuées que dans les sols sableux, et qu'un apport d'engrais supplémentaire améliore peu la production des plantes. Par contre, dans le Nord, les sols sont sableux avec une diminution importante de la matière organique (1, 13, 15), il y a aussi des pertes importantes des minéraux par lixiviation, qui peuvent être estimées entre 15 à 30 kg/ha d'azote/ha. Tous ces facteurs favorisent la manifestation des carences en éléments minéraux. Un apport de matière organique et d'engrais a donc un effet positif sur la production. Dans le site de Touboro, où les sols sont nouvellement mis en valeur avec des engrais minéraux à réaction globale non neutre, on peut penser qu'on assiste à une acidification du sol (15), par les engrais actuellement vulgarisés. L'apport de la matière organique à C/N assez bas (fumier) combinée avec l'engrais minéral résout les problèmes de chute de teneur en matière organique et d'acidification, et maintiennent des rendements élevés et surtout stables (16), d'où les réponses variables observées dans ce site. La réaction de la plante aux engrais complémentaires indique le niveau de fertilité du sol, lorsque les autres facteurs sont réunis. Cette réaction de la plante peut se décliner en trois réponses. Une production élevée suite à une application d'une forte dose d'engrais est un signe de perte de fertilité chimique, mais la production peut être maintenue à un bon niveau par application des engrais. Un niveau de production bas malgré les apports de fortes doses traduit une perte de la capacité de production du sol. Une absence de réponse avec des rendements élevés est un signe d'une fertilité encore bonne. Les analyses de sol confirment les carences observées visuellement à travers les symptômes de carence sur les feuilles des cotonniers. En terme de bilan minéral, les études ont montré que, pour le phosphore, le bilan entre les apports et les exportations est toujours positif, ce qui corrige progressivement la carence des sols, laquelle est assez forte et générale (14, 15). Il n'en est pas de même pour les autres éléments minéraux. Les carences en potassium et en magnésium sont en effet le reflet d'une indisponibilité de ces éléments dans le sol. Le bilan en potassium dans les systèmes de culture à base de cotonnier n'est positif que dans le cas de recyclage des résidus de culture, alors que celui du calcium et du magnésium est toujours déficitaire et très largement déficitaire lorsque les résidus sont exportés (13). Ces déficits du K et Mg, peuvent avoir une forte incidence dans la production du coton graine. Au Mali, deux seuils ont été établis dans la relation entre le potassium échangeable

du sol et les rendements obtenus en coton-graine dans l'horizon 0-40 cm. Le premier seuil est défini à 0,15 cmoles/kg. Le second est un seuil limite, estimé à 0,08 cmoles/kg. Entre les deux seuils, une baisse de 0,01 cmoles/kg conduit à une baisse du potentiel de production du coton-graine d'environ 100 kg/ha (3). Par ailleurs, les pratiques culturales actuellement vulgarisées ou en cours dans la zone cotonnière étaient valables en agriculture itinérante, avec de longues jachères. Ces pratiques deviennent limites pour une agriculture qui évolue vers une rotation permanente cotonniers/céréales. L'évolution des sols sous culture à base de cotonnier fait apparaître des problèmes de désaturation progressive du complexe adsorbant en Ca et Mg (13) et une diminution de la matière organique, comme l'ont montré les analyses de sol. Ce constat met en péril la durabilité des systèmes de culture. Pour les zones semi-arides et subhumides de l'Afrique de l'Ouest, la teneur en carbone organique est un des indicateurs potentiels de la durabilité des systèmes de production à base de cultures annuelles (7). Ces évolutions sont favorisées par la nature des engrais utilisés et par leur quantité, ainsi que par le brûlage et l'exportation systématiques des résidus de culture (10). La CEC qui est liée au pH et à la matière organique, a une valeur faible. Pour la culture cotonnière, le pH optimum se situe entre 6 et 7 (12), la valeur moyenne de 6 observée pour le pH dans nos essais, montre que nous sommes dans une marge acceptable. Mais dans ces sols, les argiles dominantes sont du type kaolinite, avec une faible densité de charges électriques négatives, elles participent donc très peu aux échanges cationiques dans le complexe adsorbant (6).

Conclusion et perspectives

En dehors des carences en azote et en phosphore, déjà connues, les carences les plus marquées concernent le potassium et le magnésium. D'autres éléments sont à la limite de la carence et le manque de ceux-ci pourrait se manifester à court terme. La fertilisation du cotonnier doit, à partir de ces résultats, se raisonner selon les zones de production, et le niveau de dégradation chimique et physique des sols concernés. L'apport de la matière organique dans ces sols est le gage d'une efficacité certaine des engrais minéraux. Nous recommandons le recyclage des résidus de culture et l'introduction des plantes à usages multiples (légumineuses, graminées) cultivées dans les rotations cotonnier-céréales, afin de préserver le complexe adsorbant. Il pourrait être envisagé, la diffusion des systèmes de culture en semis direct sur couvert végétal (SCV); l'utilisation des animaux (notamment les bovins) pour une plus grande production et utilisation de la fumure organique (à raison de 6 tonnes par ha de fumier tous les 3 ans). Ou alors renforcer les pratiques agro-forestières par l'utilisation des arbres comme l'*Acacia albida* qui est une essence traditionnellement présente et reconnue par les producteurs dans beaucoup de zones cotonnières du Nord Cameroun, pour son rôle fourrager et pour son comportement par rapport à la fertilité grâce à sa feuillaison inversée (en saison sèche). Toutes ces actions allant dans une perspective de diminuer les doses d'engrais minéraux en faveur d'un apport de matière organique. Cela permettra de retrouver un complexe argilo-humique stable et participant à la CEC, donc à la fertilité.

Remerciements

Les auteurs remercient la Direction de la production agricole de la SODECOTON au Nord Cameroun, pour avoir initié et supporté les frais relatifs à ce travail. Ces remerciements vont, particulièrement à M. M. Théze, qui s'y est investi personnellement. Merci à M. Cretenet dont la mission au Cameroun a permis des échanges fructueux qui ont permis d'améliorer ce travail.

Références bibliographiques

1. Boli B.Z., 1996, Fonctionnement des sols sableux et optimisation des pratiques culturales en zone soudanienne humide du Nord Cameroun. *In*: Centre des sciences de la Terre. Dijon: Université de Bourgogne, p. 385.
2. Brabant P. & Gavaud M., 1985, Les sols et les ressources en terre du Nord Cameroun (Provinces du Nord et de l'Extrême Nord). Bondy, France: ORSTOM, IRA.
3. Cretenet M., Dreau D., Traoré B. & Ballo D., 1994, Fertilité et fertilisation dans la région sud du Mali: du diagnostic au pronostic. *Agriculture et développement*, 3, 4-12.
4. Dugué P., Koulandi J. & Moussa C., 1994, Diversité et zonage des situations agricoles et pastorales de la zone cotonnière du Nord Cameroun. *Projet Garoua, IRA, IRZV, Cameroun*, 86 p.
5. Ekorong A.J., 2004, Evaluation du niveau général de la fertilité des sols. *Convention SODECOTON –ASCAM. Nord Cameroun*, 24 p. + annexes.
6. Fallalvier P., 1995, Physio-chimie des sols tropicaux. *In*: Fertilité du milieu et stratégies paysannes sous les tropiques humides. Pichot J., Sibelet N. and Lacoeuille J.-J. (éds), Montpellier, pp. 23-39.
7. Feller C., 1995, La matière organique du sol et la recherche d'indicateurs de la durabilité des systèmes de culture dans les régions tropicales semi-arides et subhumides d'Afrique de l'Ouest. *In*: Sustainable land management in African semi -arid and subhumid regions.
8. Fesneau C., 2004, Observatoire de la fertilité au Nord Cameroun. Evolution de la fertilité des sols du bassin de la Bénoué. *Mémoire de DEA. Université de Bourgogne-France, CIRAD, IRAD, ESA-SODECOTON*. 47 p. + annexes.
9. Fritz A. & Vallerie M., 1971, Contribution à l'étude des déficiences minérales des sols sous culture cotonnière au Nord Cameroun. *Coton et Fibres Tropicales*, 26, 273-301.
10. Ganry F., 1977, Etude en microlysimètres de la décomposition de plusieurs types de résidus de récolte dans un sol sableux tropical. *L'agronomie tropicale*, 32, 1, 51-65.
11. Guibert H., M'Biandoun M. & Olina J.-P., 2001, Impact de la fertilité des sols sur la production cotonnière au Nord Cameroun: IRAD PRASAC. Cameroun.
12. Guyotte K., Martin J. & Ekorong J., 1997, Fertilité des sols et réponse du cotonnier à la fertilisation. *In*: *Agricultures des savanes du Nord Cameroun: vers un développement solidaire des savanes d'Afrique centrale*. CIRAD (ed). Garoua, Cameroun, pp. 409-428.
13. M'Biandoun M. & Douzet J.M., 2000, Evolution de la fertilité des sols sous culture dans les aménagements en courbe de niveau réalisés en 1996. *Rapport d'analyse des résultats, IRAD-DPGT-SODECOTON*. Garoua, Nord Cameroun.
14. Parry G., 1982, Le cotonnier et ses produits: GP. Maisonneuve et Larose, France.
15. Sément G., 1983, La fertilité des systèmes culturaux à base de cotonnier en Côte d'Ivoire. Neuf années d'expérimentation et d'observations multilocales 1973 à 1982. I.DES.SA. IRCT. Supplément à coton et fibres tropicaux, Série Doc., Etudes et synthèses; n°4.
16. Sibiri J.B.T., 1995, Evolution de la fertilité des sols sur un front pionnier en zone nord-soudanienne (Burkina Faso). *Thèse de Doctorat-ès-Sciences Agronomiques, Institut National Polytechnique de Lorraine*. 133 p. + annexes.
17. Sodécoton, 1978-1999, Rapports annuels, du département de la production agricole (DPA). Garoua, Nord Cameroun.

J.-P. Olina Bassala, Camerounais, DEA, systèmes de production, Chercheur à l'IRAD, Station polyvalente de Garoua, B.P. 415, Garoua, Cameroun. E.mail: olina_jp@hotmail.com

M. M'Biandoun, DEA, géographie physique, Chercheur à l'IRAD, Station polyvalente de Garoua, B.P. 415, Garoua, Cameroun. E.mail: mbiandoun_m@yahoo.fr

J.A. Ekorong, Camerounais, Doctorat en physiologie végétale, ASCAM, Douala, Cameroun. E.mail: ascamgaroua@yahoo.fr

Asfom P., Camerounais, Ingénieur agronome, SODECOTON, Garoua, Cameroun. E.mail: paul.asfom@sodecoton.cm

The Influence of Compost Use on the Production of Lettuce (*Lactuca sativa*) in the Urban and Peri-urban Areas of Yaoundé (Cameroon)

A.J. Jaza Folefack^{1*}

Keywords: Compost- Mineral fertilizer- Users- Lettuce- Production elasticity- Yield- Cameroon

Summary

This paper analyzes whether it is advantageous to use compost instead of mineral fertilizer for lettuce production in the Yaoundé urban and peri-urban areas. The field survey results show that, compost use leads to higher crop yields and profits. Results from the Cobb-Douglas production function prove that compost use is statistically significant in explaining the yield variation of lettuce and more importantly, compost is the most productive input. Further results show that, compost use leads to lower the crop's irrigation requirements and to improve the organic matter content of the soil. Thus, in spite that compost farms are more labour demanding, the use of compost agronomically provides a lot of benefits to farmers living in the areas surrounding Yaoundé. Therefore, programs of popularization of this input to encourage its adoption should be highlighted among the top priorities in the agricultural policy of the Cameroon's government.

Résumé

L'influence de l'utilisation du compost sur la production de la laitue (*Lactuca sativa*) dans la zone urbaine et péri-urbaine de Yaoundé (Cameroun)

Cet article analyse s'il est avantageux d'utiliser le compost au lieu de l'engrais minéral pour produire la laitue dans la zone urbaine et péri-urbaine de Yaoundé. Les résultats de terrain montrent l'obtention de rendements et profits plus élevés lorsqu'on utilise le compost. Les résultats de la fonction de production Cobb-Douglas prouvent que l'utilisation du compost est statistiquement significative pour expliquer la variation de rendement de la laitue et que le compost est l'intrant le plus productif. D'autres résultats montrent que le compost fournit la matière organique utile au sol et que les besoins d'irrigation en eau de la culture sont réduits grâce à l'utilisation du compost. Par conséquent, malgré le fait que l'application du compost demande une main-d'œuvre beaucoup plus élevée, son utilisation est généralement bénéfique pour les agriculteurs vivant aux alentours de Yaoundé. Les programmes de vulgarisation de cet intrant pour encourager son adoption devraient donc figurer parmi les points prioritaires dans la politique agricole du gouvernement camerounais.

1. Introduction

Today, urban and peri-urban communities of big African cities have become familiar with the waste composting for urban farming as an unique local solution to address the household waste management problems in their environment. For instance, in Yaoundé, the capital-city of Cameroon, the use of compost from organic household waste for the cultivation of foodstuff crops and vegetables within and around the city is already a preferred activity for many city dwellers and unskilled migrants. The crops produced thereby are either consumed locally or sold to the market. Among the cultivated crops, the lettuce (*Lactuca sativa*) is preferred by most cultivators because of its increasing demand in the market and thus the facility to sell it at good price (14, 15, 16).

Actually, about 32% of fertilizers users in the Yaoundé urban and peri-urban areas utilise compost and animal manure to produce lettuce and other foodstuff crops. That means, more than 68% of farmers are still reticent or doubt about the efficiency, higher productivity or economic profitability of their crops by using compost from household waste (9, 14, 15, 16). With a production cost of 21,000 FCFA/t and a market selling price of 30,000 FCFA/t, the compost of Yaoundé is about 3.75 times more expensive than mineral fertilizers considering the amounts of nutrients it contains whose substitution value is 8,048 FCFA/t (10). Such a price level represents an important factor that affects the decision of farmers for using compost or a substituting fertilizer to produce lettuce and other foodstuff crops.

Furthermore, because of the compost bulkiness requiring very large amounts to be utilised, the transport cost is

another important limiting factor for the distribution and use of this input. At the transport rate of 40 FCFA/t/km (i.e. 2,000 FCFA/t for a road length distance of 50 km) applicable to inputs and commodities in Cameroon, farmers (especially those living in villages far away from Yaoundé-city) think that, it is very expensive for them to transport the required compost quantities in their farms (10, 11, 21, 22). Instead of using compost, those farmers rather prefer to utilise the mineral fertilizer (which is less voluminous and thus easier to transport or less labour demanding) to cultivate lettuce or other foodstuff crops. Such situation negatively influences the compost demand discouraging many farmers to apply this input in their farms (10, 20, 21). However, the main question that arises from the reticence of all farmers to adopt compost is to know whether its use is advantageous, highly productive or not. Thus, this paper will try to answer that question using the example of lettuce produced in the Yaoundé urban and peri-urban areas.

2. Materials and methods

2.1. The study area and data collection

The field survey was carried out in Cameroon during the period from August 2003 to February 2004. It was undertaken precisely in the Yaoundé urban and peri-urban areas i.e. Yaoundé, the capital-city of Cameroon and 11 chosen surrounding villages with homogeneous/similar soil and climatic characteristics located in concentric zones with an average road length distance of 50 km from the

¹Ministry of Agriculture and Rural Development, Yaoundé, Cameroon.

*Address for correspondence: Dr. A.J. Jaza Folefack, P.O. Box 31535, Yaoundé, Cameroon.

E-mail: ajazafol@yahoo.fr

Received on 01.12.05 and accepted for publication on 20.05.08.

city. That locality is characterized by an equatorial climate of Guinean type with moderate precipitations (varying from 1565 to 1600 mm annually) and two annual dry seasons, with soils of ferrallitic types which are poor in organic matter (16). It was chosen because of its high production amount of compost (from household waste) in the country, the availability of data and the large number of compost users practising in the location (19).

A stratified random sampling was used to select a total of 108 farmers (from the 11 surrounding villages) comprised of 52 compost users and 56 non-compost users. The selected compost users were farmers using compost as main fertilizer whereas the non-compost users were those using mineral fertilizer as major fertilizer. Using a prepared questionnaire and interview schedule, cross-sectional primary data of the cropping season 2002/2003 were collected from those two groups. The data collected were estimation made from own assessment of each farmer and concerned mainly the lettuce yield and the intensity of utilisation of inputs (compost, mineral fertilizer, animal manure, labour and irrigation) used to produce the crop. Those data were supplemented by secondary data such as the selling prices of inputs and lettuce, the transport rate of compost and other data collected from available literature in the domain of waste composting for urban farming in developing countries and Cameroon in particular.

2.2. Data analysis

To analyse the effect of compost use on lettuce production, the literature suggests three main types of production function: linear, quadratic and Cobb-Douglas (8). Among the three functional forms, the Cobb-Douglas Type production function is preferred in this paper mainly due to its convenience in estimation which employs an ordinary least squares (OLS) technique, its simplicity in the interpretation of coefficients (the coefficients of this function represent the elasticities of production) and its perfect inputs substitution property (8, 10). For the purpose of estimating the linear regression, this function has been transformed into natural logarithms and computed by using the SPSS software program (version 11.5). The mathematical form of the Cobb-Douglas Type production function used is expressed by equation (a):

$$\ln Y_i = \ln \beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j \ln X_{ji} + u_i \quad (a)$$

Where: Y_i is the yield of crop at i^{th} farm; X_i is the number of independent variables (inputs) ranging from 1 to k ; $i = 1, 2, 3, \dots, n$ is the number of farmers interviewed in each of the two groups (compost users and non-compost users); β_j is the elasticity of variable inputs, β_0 represents the intercept and u is the stochastic disturbance term.

More precisely, the statistical form of the Cobb-Douglas Type of yield function, in equation (a), is further specified as:

$$\ln Y_i = \ln \beta_0 + \beta_1 \ln X_{1i} + \beta_2 \ln X_{2i} + \beta_3 \ln X_{3i} + \beta_4 \ln X_{4i} + \beta_5 \ln X_{5i} + u_i \quad (b)$$

Where: Y = Yield or output of lettuce grown in the study area (in t/ha); X_1 = Compost intensity (in t/ha); X_2 = Mineral fertilizer intensity (in t/ha); X_3 = Animal manure intensity (in t/ha); X_4 = Labour (in manday/ha); X_5 = Irrigation intensity (in m³/ha); u = Error term; $\ln$ = Natural logarithmic function; β_0 = Constant, to be estimated; $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ and β_5 are the partial elasticities of the respective inputs, to be estimated.

Nevertheless, during the manipulation of data utilised in the Cobb-Douglas regressions, the transformation to logarithms becomes mathematically a problem for the "zero observation" of mineral fertilizer and compost in the compost users and non-compost users groups respectively (8). To avoid that problem, the mineral fertilizer variable was excluded for estimating the production function in the compost users group whereas the compost variable was not considered in the non-compost users group.

Table 1
Average crop yield and inputs intensity of compost users and non-compost users

Input or yield	Compost users (N=52)	Non-compost users (N=56)
Compost (t/ha)	23.10	0
Mineral fertilizer (kg/ha)	0	546
Input		
Animal manure (t/ha)	3.06	5.53
Labour (manday/ha)	53	40
Irrigation (m ³ /ha)	3,562	5,328
Yield (t/ha)	12.80	10.50

Table 2
Lettuce crop budget for compost users (one hectare)

Item	Unit	Quantity	Price (FCFA/Unit)	Amount (FCFA)
Compost input	t	23.10	30,000	693,000
Compost transport	FCFA/t	23.10	2,000	46,200
Mineral fertilizer	kg	0	200	0
Animal manure	t	3.06	30,000	91,800
Labour	manday	53	1,500	79,500
Irrigation	m ³	3,562	337	1,200,394
TOTAL INPUT COST (C)				2,110,894
Sales of lettuce production or	t	12.80	339,000	4,339,200
TOTAL REVENUE (R)				
TOTAL PROFIT (R-C)				+ 2,228,306

Notes: In this table,

- The compost transport price of 2,000 FCFA/t has been computed by multiplying the compost transport rate of 40 FCFA/t/km by 50 km which is the average road length distance of all the selected villages from city-center.
- The amount of each input is equal to: the input quantity multiplied by its price.
- The total input cost (C) is equal to: the sum of amounts of compost input, compost transport, mineral fertilizer, animal manure, labour and irrigation.
- The sales of lettuce production i.e. the total revenue (R) is equal to: the lettuce yield (12.80 t) multiplied by its selling price (339,000 FCFA/t).
- The total profit is equal to: the total revenue (R) minus the total input cost (C).

Source: Computed from Jaza Folefack, 2005; Ministère de l'Agriculture, 2003

Table 3
Lettuce crop budget for non-compost users (one hectare)

Item	Unit	Quantity	Price (FCFA/Unit)	Amount (FCFA)
Input	Compost input	t	0	0
	Compost transport	FCFA/t	0	0
	Mineral fertilizer	kg	546	109,200
	Animal manure	t	5.53	165,900
	Labour	manday	40	60,000
	Irrigation	m ³	5,328	1,795,536
TOTAL INPUT COST (C)				2,130,636
Sales of lettuce production or		t	10.50	339,000
TOTAL REVENUE (R)				3,559,500
TOTAL PROFIT (R-C)				+ 1,428,864

Notes: In this table,

- (i) The compost transport price of 2,000 FCFA/t has been computed by multiplying the compost transport rate of 40 FCFA/t/km by 50 km which is the average road length distance of all the selected villages from city-center.
- (ii) The amount of each input is equal to: the input quantity multiplied by its price.
- (iii) The total input cost (C) is equal to: the sum of amounts of compost input, compost transport, mineral fertilizer, animal manure, labour and irrigation.
- (iv) The sales of lettuce production i.e. the total revenue (R) is equal to: the lettuce yield (10.50 t) multiplied by its selling price (339,000 FCFA/t).
- (v) The total profit is equal to: the total revenue (R) minus the total input cost (C).

Source: Computed from Jaza Folefack, 2005; Ministère de l'Agriculture, 2003.

Table 4
Estimated Cobb-Douglas production elasticities for lettuce

Independent variables	Compost users (N=52)	Non-compost users (N=56)
Constant	1.195*** (4.891)	2.333*** (3.861)
Compost	0.972*** (7.819)	-
Mineral fertilizer	-	0.734*** (5.574)
Animal manure	0.035* (1.695)	0.146* (1.915)
Labour	0.465*** (4.479)	0.327* (1.788)
Irrigation	0.427** (2.446)	0.632*** (9.862)
TOTAL	R ² = 0.791 F-value= 34.739*** Σelasticity= 1.899	R ² = 0.765 F-value= 32.560*** Σelasticity= 1.839

*** Significant at 1% ** Significant at 5% * Significant at 10% () = t-value

3. Results

3.1. Results of field survey

The results of field survey in table 1 indicate that on average, the lettuce yield for compost users (12.80 t/ha) is about 21.90% higher than the crop output in the non-compost users group (10.50 t/ha). However, the intensity of inputs used for lettuce production differs between the two groups. For instance, the intensity of animal manure is lower for compost users (3.06 t/ha) compared to non-compost users (5.53 t/ha). The labour needed by compost users (53 mandays/ha) is higher than in the non-compost users group (40 mandays/ha). The irrigation intensity is lower for compost users (3,562 m³/ha) compared to the non-compost users (5,328 m³/ha). Furthermore, the compost users do not use mineral fertilizer and utilise on average 23.10 t/ha of compost whereas the non-compost users do not utilise compost but use on average 546 kg/ha of mineral fertilizer (Table 1).

The corresponding lettuce crop budgets for compost users and non-compost users (respectively in tables 2 and 3) show that, in total, non-compost users spend much more money for purchasing inputs (2,130,636 FCFA/ha) as compared to compost users (2,110,894 FCFA/ha). The total revenue gained is higher for compost users (4,339,200 FCFA/ha)

as compared to non-compost users (3,559,500 FCFA/ha). Therefore, the total profit benefited by compost users (+ 2,228,306 FCFA/ha) is also higher than in the non-compost users group (+ 1,428,864 FCFA/ha). The difference of total profit between the two groups indicates that, farmers not using compost lose about 799,442 FCFA/ha per cropping season (Tables 2 and 3).

3.2. Results of the estimated lettuce production functions

Table 4 presents the results of the estimated lettuce production functions (Cobb-Douglas Type) for compost users and non-compost users, as computed using the ordinary least squares (OLS) method. The common problem in studies of this type, multicollinearity, was examined through estimation of the Pearson correlation coefficients for all independent variables (8). In most cases, these were found to be insignificant, indicating the absence of serious multicollinearity. In all cases (Table 4), the regression coefficients have the expected positive signs, indicating that an additional use of any of the inputs utilised would have a positive impact on lettuce yield.

In the compost users group, the t-value proves that the coefficient of compost is statistically significant (at 1% level) and the highest among the variable inputs. This shows that,

Table 5
Effect of a 10% increase in compost or mineral fertilizer intensity (one hectare)

Item	Compost users (N=52)	Non-compost users (N=56)
Average field compost/mineral fertilizer (t)	23.10	0.546
10% increase quantity in compost/mineral fertilizer (t)	2.31	0.0546
Compost/mineral fertilizer price unit (FCFA/t)	30,000	200,000
Compost transport price unit (FCFA/t)	2,000	-
Compost transport cost of the 10% increase of compost quantity (FCFA/t)	4,620	-
COST INDUCED BY SUPPLEMENTARY COMPOST/MINERAL FERTILIZER (FCFA)	69,300 + 4,620 =	10,920
	73,920	
Average lettuce yield (t)	12.80	10.50
Partial elasticity compost/mineral fertilizer	0.972	0.734
Lettuce yield gain from 10% compost/mineral fertilizer increase (t)	1.24416	0.7707
Lettuce price unit (FCFA/t)	339,000	339,000
SUPPLEMENTARY REVENUE GAINED (FCFA)	421,770	261,267
SUPPLEMENTARY PROFIT GAINED (FCFA)	+ 347,850	+ 250,347

Notes: In this table, in each group (compost users and non-compost users),

- The compost was taken as input for computing figures in the compost user group whereas the mineral fertilizer was considered as input in the non-compost user group.
- The 10% increase quantity in compost/mineral fertilizer intensity is equal to: the average field compost/mineral fertilizer intensity multiplied by 10%.
- The compost transport cost is equal to: the compost transport price unit multiplied by the 10% increase in compost intensity.
- The cost induced by supplementary compost/mineral fertilizer is equal to: the 10% increase quantity in compost/mineral fertilizer multiplied by the compost/mineral fertilizer price unit.
- The lettuce yield gain from 10% compost/mineral fertilizer increase is equal to: 10 times the partial elasticity of compost/mineral fertilizer multiplied by the average field survey lettuce yield.
- The supplementary revenue gained is equal to: the lettuce yield gain (from 10% compost/mineral fertilizer increase) multiplied by the lettuce price unit.
- The supplementary profit gained is equal to: the supplementary revenue gained minus the cost induced by supplementary compost/mineral fertilizer.

Source: Computed from tables 1, 2, 3 and 4 data; Jaza Folefack, 2005.

compost is the most productive input within this group. The estimated partial elasticity suggests that, a 10% increase in compost intensity would be associated with an increase in lettuce yield by 9.72% for the compost users (Table 4).

As proved by its highest partial elasticity which is significant at 1% level, mineral fertilizer is the most productive input within the non-compost users group. The coefficient for mineral fertilizer suggests that, a 10% increase in mineral fertilizer intensity would be associated with an increase in lettuce yield by 7.34% in the non-compost users group (Table 4).

The use of animal manure is statistically significant (at 10% level) in explaining lettuce yield variation within the compost users and non-compost users groups. The computed production elasticities indicate that, a 10% increase in animal manure intensity would be associated with an increase by 0.35% and 1.46% in lettuce yield in the compost users and non-compost users groups respectively (Table 4).

The t-values of labour in each of the two groups prove that, labour is statistically significant (at 1% level for the compost users group and 10% level for the non-compost users group) in explaining lettuce yield. Nevertheless, it can be remarked that the partial elasticity of labour is higher in the compost users group compared to the non-compost users group, indicating that labour is more productive in

compost farms. The estimated labour coefficients suggest that, a 10% increase in labour would be associated with an increase in lettuce yield by 4.65% and 3.27% respectively for the compost users and non-compost users groups (Table 4).

Irrigation is statistically significant in explaining lettuce yield variation in each of the two groups. However, the level of significance differs per group: 5% level for the compost users and 1% level for the non-compost users. The production elasticities for irrigation suggest that, a 10% increase in irrigation intensity would be associated with an increase in lettuce yield by 4.27% and 6.32% respectively for the compost users and non-compost users groups. Therefore, it can be remarked that the partial elasticity of irrigation is lower in the compost users group compared to the other group, indicating that irrigation is less productive in compost farms compared to non-compost farms (Table 4).

The sum of elasticities is more than 1 in each group, expressing an increasing return to scale of yield with respect to all variable inputs. The estimated sum of elasticities indicate that, a 10% increase in all the variable factors would lead to an increase in lettuce yield by 18.99% and 18.39% respectively for the compost users and non-compost users (Table 4). Generally, the values of the coefficient of determination R^2 are very high and indicate

Table 6
Effect of a 10% increase in animal manure intensity (one hectare)

Item	Compost users (N=52)	Non-compost users (N=56)
Average field animal manure (t)	3.06	5.53
10% increase quantity in animal manure (t)	0.306	0.553
Animal manure price unit (FCFA/t)	30,000	30,000
COST INDUCED BY SUPPLEMENTARY ANIMAL MANURE (FCFA)	9,180	16,590
Average lettuce yield (t)	12.80	10.50
Partial elasticity animal manure	0.035	0.146
Lettuce yield gain from 10% animal manure increase (t)	0.0448	0.1533
Lettuce price unit (FCFA/t)	339,000	339,000
SUPPLEMENTARY REVENUE GAINED (FCFA)	15,187	51,969
SUPPLEMENTARY PROFIT GAINED (FCFA)	+ 6,007	+ 35,379

Notes: In this table, in each group (compost users and non-compost users),

- (i) The 10% increase quantity in animal manure is equal to: the average field animal manure intensity multiplied by 10%.
- (ii) The cost induced by supplementary animal manure is equal to: the 10% increase quantity in animal manure multiplied by the animal manure price unit.
- (iii) The lettuce yield gain from 10% animal manure increase is equal to: 10 times the partial elasticity of animal manure multiplied by the average field survey lettuce yield.
- (iv) The supplementary revenue gained is equal to: the lettuce yield gain (from 10% animal manure increase) multiplied by the lettuce price unit.
- (v) The supplementary profit gained is equal to: the supplementary revenue gained minus the cost induced by supplementary animal manure.

Source: Computed from tables 1, 2, 3 and 4 data; Jaza Folefack, 2005.

Table 7
Effect of a 10% increase in labour intensity (one hectare)

Item	Compost users (N=52)	Non-compost users (N=56)
Average field labour (mandays)	53	40
10% increase quantity in labour (mandays)	5.3	4
Labour price unit (FCFA/manday)	1,500	1,500
COST INDUCED BY SUPPLEMENTARY LABOUR (FCFA)	7,950	6,000
Average lettuce yield (t)	12.80	10.50
Partial elasticity labour	0.465	0.327
Lettuce yield gain from 10% labour increase (t)	0.5952	0.34335
Lettuce price unit (FCFA/t)	339,000	339,000
SUPPLEMENTARY REVENUE GAINED (FCFA)	201,773	116,396
SUPPLEMENTARY PROFIT GAINED (FCFA)	+ 193,823	+ 110,396

Notes: In this table, in each group (compost users and non-compost users),

- (i) The 10% increase quantity in labour is equal to: the average field labour intensity multiplied by 10%.
- (ii) The cost induced by supplementary labour is equal to: the 10% increase quantity in labour multiplied by the labour price unit.
- (iii) The lettuce yield gain from 10% labour increase is equal to: 10 times the partial elasticity of labour multiplied by the average field lettuce yield.
- (iv) The supplementary revenue gained is equal to: the lettuce yield gain (from 10% labour increase) multiplied by the lettuce price unit.
- (v) The supplementary profit gained is equal to: the supplementary revenue gained minus the cost induced by supplementary labour.

Source: Computed from tables 1, 2, 3 and 4 data; Jaza Folefack, 2005.

that, a percentage of 79.1% and 76.5% of the variation in the (log of) lettuce yield are explained by the (log of) inputs used for the regression in the compost users and non-compost users groups respectively. The F-values of the R^2 are also highly significant for the two groups, implying that the data pertaining to the selected variables significantly fit the regression line (Table 4).

3.3. Results from assessment of the efficacy of production factors

The efficacy of production factors are assessed from tables 5 to 8 by comparing the cost of each input to the financial value of the yield gain (supplementary revenue) induced by a 10% increase in the intensity of application of this input. The results (Tables 5 and 7) show that, as compared to non-compost users, the supplementary revenue gained by compost users is higher when there is a 10% additional

application of either compost or labour. In table 5, concerning the compost input, the supplementary revenue gained is 421,770 FCFA/ha for compost users and 261,267 FCFA/ha for non-compost users. In table 7, concerning the labour, the supplementary revenue gained is 201,773 FCFA/ha for compost users and 116,396 FCFA/ha for non-compost users.

In opposite (Tables 6 and 8), non-compost users gain higher supplementary revenue than compost users when a 10% additional quantity of either animal manure or irrigation is applied in their farms. In table 6, concerning the animal manure, the supplementary revenue gained is 15,187 FCFA/ha for compost users and 51,969 FCFA/ha for non-compost users. In table 8, concerning the irrigation, the supplementary revenue gained is 185,284 FCFA/ha for compost users and 224,960 FCFA/ha for non-compost users.

Table 8
Effect of a 10% increase in irrigation intensity (one hectare)

Item	Compost users (N=52)	Non-compost users (N=56)
Average field irrigation (mandays)	3,562	5,328
10% increase quantity in irrigation (m ³)	356.2	532.8
Irrigation price unit (FCFA/m ³)	337	337
COST INDUCED BY SUPPLEMENTARY IRRIGATION (FCFA)	120,039	179,554
Average lettuce yield (t)	12.80	10.50
Partial elasticity irrigation	0.427	0.632
Lettuce yield gain from 10% irrigation increase (t)	0.54656	0.6636
Lettuce price unit (FCFA/t)	339,000	339,000
SUPPLEMENTARY REVENUE GAINED (FCFA)	185,284	224,960
SUPPLEMENTARY PROFIT GAINED (FCFA)	+ 65,245	+ 45,406

Notes: In this table, in each group (compost users and non-compost users),

(i) The 10% increase quantity in irrigation is equal to: the average field irrigation intensity multiplied by 10%.

(ii) The cost induced by supplementary irrigation is equal to: the 10% increase quantity in irrigation multiplied by the irrigation price unit.

(iii) The lettuce yield gain from 10% irrigation increase is equal to: 10 times the partial elasticity of irrigation multiplied by the average field lettuce yield.

(iv) The supplementary revenue gained is equal to: the lettuce yield gain (from 10% irrigation increase) multiplied by the lettuce price unit.

(v) The supplementary profit gained equal to: the supplementary revenue gained minus the cost induced by supplementary irrigation.

Source: Computed from tables 1, 2, 3 and 4 data; Jaza Folefack, 2005.

4. Discussion

4.1. Compost use leads to higher crop yields and profits

The results of field surveys prove that, as compared to non-compost users, the yield of lettuce is 21.90% higher for compost users (Table 1). In opposite, the total cost for purchasing inputs is 0.94% higher for non-compost users (Tables 2 and 3). Thus, the total profit gained is 55.95% higher for compost users meaning that, using compost for lettuce production could be economically advantageous for farmers (Tables 2 and 3). The higher lettuce yield or total profit gained by compost users could be explained by the good follow up of compost farms by Cameroonian agricultural technicians and mainly by the various agronomic benefits or sustainable effects of compost (slow-release store of nutrients, water holding, erosion protection, good soil structure and texture, plant diseases control, weeds reduction, etc) (2, 3, 4, 5, 6, 9, 13).

Previous researches undertaken in this domain in Cameroon also showed very significant response of lettuce crop to the newly applied compost input (6, 10). For instance, during the year 1993, a trial was made to compare the yield of lettuce and maize cultivated with compost with the crops' outputs produced with mineral fertilizer in the Centre province of Cameroon. A remarkable yield increase of 26% and 23% was observed respectively in lettuce and maize produced using compost (17, 18). Another survey in 2005 by Jaza Folefack (10) indicates that, as compared to non-compost farms, the use of compost to produce the 11 main foodstuff crops and vegetables of the villages surrounding Yaoundé results in an increase in yield ranging between 4 to 42% depending on the crop type (10). This testifies that, compared to mineral fertilizer, the use of compost leads to higher crop yields.

The first trials of compost use to produce foodstuff crops in other developing countries have also provided encouraging results. In China and Japan for instance (during the period of 1965-1968), compost was used to produce rice, wheat, maize, soybeans, cotton, sugar cane, groundnuts and the results gave very significant response of these crops to the newly applied compost input (2, 6). In India (in 1970), mineral fertilizer substitution by compost contributed to an increase in crop yields till 25% (2, 6). Likewise, in Senegal (in 1991), the use of compost at a dosage of 100 tonnes/ha

has yielded to the multiplication of cabbage weight by four (7). Consequently, promoting the use of compost for crop production is agronomically advantageous for farmers.

4.2. Compost is more productive and beneficial than mineral fertilizer

By comparing together the coefficients of all the variables inputs in the compost users group (Table 4), it can be remarked that the production elasticity of compost is the highest, proving that compost is the most productive input of the group. In the non-compost users group however (Table 4), the coefficient of mineral fertilizer is the highest proving that mineral fertilizer is the most productive input of that group. Nevertheless, the compost coefficient in the compost users group is still higher than the mineral fertilizer coefficient in the non-compost users group (Table 4). This confirms that, compost is the most productive input in both groups and thus using compost is more advantageous than mineral fertilizer.

From the results in table 5, one can observe that, the cost induced by the supplementary 10% application of compost (73,920 FCFA/ha) is higher compared to the cost induced by the supplementary 10% increase of mineral fertilizer intensity (10,920 FCFA/ha). However, in spite of the higher compost cost, the compost users generally gain higher supplementary revenue (421,770 FCFA/ha) compared to non-compost users (261,267 FCFA/ha). The supplementary profit gained is also higher for compost users (+ 347,850 FCFA/ha) as compared to non-compost users (+250,347 FCFA/ha). Hence, using compost is financially more beneficial than mineral fertilizer (Table 5).

A previous survey by Asomani-Boateng *et al.* (1) confirming this result indicates that, farmers near Kano (Nigeria) prefer compost as fertilizer since its effects once applied might last for 2 or 3 years, whereas 2 or 3 applications of mineral fertilizer might be required during the growing season (1, 12). Another research by Jaza Folefack (10) shows that, because of its long term effects, using compost could alternatively help to save the mineral fertilizer costs for many cycles of production. For instance, about 8.47% (132,640 million FCFA) can be yearly saved in total import expenditures of Cameroon when the totality of collected household waste in the main cities of the country is composted for substituting the mineral fertilizer (10). Hence, it could be advantageous

for government authorities to implement policies which encourage farmers to substitute mineral fertilizer by compost. This will not only benefit cultivators but also it will minimize the need for imported mineral fertilizers which in Cameroon averages 100,000 tonnes per year (9, 14, 15).

4.3. Compost farms are more labour demanding

The labour intensity needed by compost users is higher than in the non-compost users group meaning that, compost farms are more labour demanding than non-compost farms (Table 1). Since compost is a voluminous or bulky input, many people are often employed in compost farms to carry and spread it into the land (11, 20). In table 4, the production elasticity of labour is also higher for compost users proving that, labour is more productive in compost farms.

The results in table 7 suggest that, the cost induced by the supplementary 10% labour utilised by compost users (7,950 FCFA/ha) is higher compared to non-compost users (6,000 FCFA/ha). This high demanding labour requirement could justify the reticence of some farmers to use compost in the Yaoundé urban and peri-urban areas. Such farmers would alternatively prefer to use mineral fertilizer which is less labour demanding thus less costly for labour (9, 10, 11, 20). However, in spite of higher labour cost they supported, the compost users would generally gain higher supplementary revenue (201,773 FCFA/ha) compared to non-compost users (116,396 FCFA/ha). This clearly justifies the higher productivity of labour in compost farms (Table 7).

Nevertheless, this high demanding labour property of the compost input should not be a problem in Cameroon where the unemployment rate is more than 30% and thus, a lot of young people are currently seeking jobs in the farming sector or are willing to work on compost farms (10, 16). Therefore, in order to attract more people to work on compost farms, programs for popularizing the compost input should be organized to explain its higher productivity and agronomic benefits to farmers living in the areas surrounding Yaoundé.

4.4. Compost use leads to lower the crop's irrigation requirements

The intensity and production elasticity of irrigation are lower for compost users as compared to the non-compost users (Tables 1 and 4). Table 1 results indicate that, compost farms demand 33% less irrigation water compared to the non-compost farms. This can be explained by the fact that, added to soils, the organic matter in compost reduces evaporation from the soil surface and increases the soil's water holding ability so that both rain and irrigation water are held in the root zone for plant use (2, 3, 4). According to Duane (5), this can significantly lower the irrigation requirements by 10 to 90% in the farming practices and other applications where water use is restricted or prohibitively expensive (5). This is especially beneficial in areas with low annual rainfall and drought (2, 3, 4, 5).

The results in table 8 suggest that, the cost induced by a supplementary 10% increase in irrigation intensity is lower for compost users (120,039 FCFA/ha) as compared to non-compost users (179,554 FCFA/ha). The supplementary revenue gained thereby in compost farms (185,284 FCFA/ha) is lower than in non-compost farms (224,960 FCFA/ha). This justifies that, irrigation is less productive in compost farms and thus, using compost is economically advantageous because it would help to save part of the irrigation costs in the Yaoundé urban and peri-urban areas characterized by water scarcity due to its moderate precipitations (1565 to 1600 mm annually) with two annual dry seasons (10, 16).

4.5. Compost and animal manure provide organic matter beneficial to soil

As compared to the non-compost users, the intensity and production elasticity of animal manure are lower for compost

users (Tables 1 and 4). The non-compost users utilise higher animal manure because it is their sole source of organic matter whereas this matter is partly provided by compost in the compost users group. The results in table 6 suggest that, the cost induced by a supplementary 10% increase in animal manure intensity is lower for compost users (9,180 FCFA/ha) as compared to non-compost users (16,950 FCFA/ha). The supplementary revenue gained thereby in compost farms (15,187 FCFA/ha) is lower than in non-compost farms (51,969 FCFA/ha). This testifies that, animal manure is less productive in compost farms.

As already mentioned, soils in the Yaoundé urban and peri-urban areas are poor in organic matter, so one of the main advantages of using compost for crops' production in this region would be the organic matter brought to the soil through this input. According to Ngnikam (19), with a Carbon to Nitrogen (C/N) ratio of 16 and its total organic matter content which is about 17.7% of dry matter, the compost of Yaoundé is suitable for restoring the soil fertility and to maintain the microbiological equilibrium of soil helping thereby to reduce soil erosion or weed growth by at least 60% (5, 13, 19). Thus, this compost can be conveniently used as fertilizer for crop production.

5. Conclusion

Under the observed field situation (soil and weather characteristics, inputs and crop prices, transport rate, etc), the use of compost for lettuce production is agronomically and economically advantageous for farmers in the urban and peri-urban areas of Yaoundé (Cameroon). In spite that compost farms are more labour demanding, this paper proves that: compost use leads to higher crop yields and profits, compost is more productive and beneficial than mineral fertilizer, compost use leads to lower the crop's irrigation requirements, and that both compost and animal manure provide organic matter beneficial to soil. This organic matter confers a sustainable or long term effect property to the compost input (compost nutrients are released progressively over a period of up to three years i.e. six cycles of production). However, this long term effect of compost was difficult to quantify in our calculations and thus, the quantities of compost considered in this paper refer to the first season of compost application on the land. So, the profits gained would be higher by considering in calculations the long term effect or intangible benefits of compost application during the subsequent years. Therefore, the Cameroon's government would better gain by popularizing the new compost input to all farmers and by implementing policy measures which encourage its massive adoption or better organize this sector. For instance, the country's agricultural policy should in priority favour the creation of education centers to train farmers on the compost benefits and utilisation or the organization of farmers into cooperatives which will help them to lower the transport and handling/labour costs of compost.

Aknowledgements

The author wishes to thank the German Academic Exchange Service (DAAD) for funding this research work which leads to the award of his Doctorate degree (Ph.D.) at the University of Giessen, Germany. Special acknowledgments are also addressed to the anonymous referees for their helpful suggestions in order to improve this article.

Literature

1. Asomani-Boateng R., Haight M. & Furedy C., 1996, From dump to heap: community composting in west Africa. *Biocycle*, **26**, 1, 1-71.
2. Dalzell H.W., Biddlestone A.J., Gray K.R. & Thurairajan K., 1987, Soil management: compost production and use in tropical and subtropical environments. *FAO Soil Bulletin*, **56**, 117-123.
3. Diaz L.F., Savage G.M., Eggerth L.L. & Golueke C.G., 1993, Composting and recycling of municipal solid waste. Lewis Publishers, Florida, USA, pp. 103-119.
4. Drechsel P. & Kunze D., 2001, Waste composting for urban and peri-urban agriculture: closing the rural-urban nutrient cycle in sub-saharan Africa. CABI Publishing, Oxon, United Kingdom, 229 pp.
5. Duane F., 2004, Using compost to reduce irrigation costs. *Biocycle*, **45**, 12, 33-55.
6. FAO, 1978, L'emploi des matières organiques comme engrais. *Bulletin pédologique*, **27**, 2, 47-65.
7. Fritz I., 1991, Le compostage dans les zones maraîchères du Cap Vert. Rapport de stage de Maîtrise. Institut National des Sciences Appliquées de Lyon (INSA), Lyon, France, 70 pp.
8. Heady E.O. & Dillon J.L., 1961, Agricultural production functions. Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA, p. 229.
9. Jaza Folefack A.J., 2000, Use of organic waste in Africa. M.Sc. Thesis. Free University of Brussels, Human Ecology Department, Brussels, Belgium, 74 pp.
10. Jaza Folefack A.J., 2005, The use of compost from household waste in agriculture: economic and environmental analysis in Cameroon pp. 15-144, A published Ph.D. dissertation, in: W. Doppler & S. Bauer (Editors), Farming and rural systems economics, Vol. **73**, Margraf Publishers, Weikersheim, Germany, 246 pp.
11. Jaza Folefack A.J., 2007, Economic analysis of the distribution and use of compost from household waste in the Yaoundé urban and peri-urban areas: an illustration of the von Thünen model, in: W. Doppler & S. Bauer (Editors), Issues and challenges in rural development - Compendium of approaches for socio-economic and ecological research in developing countries. Farming and rural systems economics. Margraf Publishers, Weikersheim, Germany, 18 pp.
12. Lewcock C.P., 1995, Farmers use of urban waste in Kano. *Habitat International*, **19**, 2, 225-234.
13. Lox F., 1992, Packaging and ecology. Antony Rowe Ltd, Chippingham, p.194.
14. Ministry of Agriculture, 1994, An overview of the agricultural sector in Cameroon, including policy, production, marketing and outlook pp. 1-39, in: IFDC/PRSE (Editors), Proceedings of workshop on efficient marketing of fertilizers in Cameroon. 28 March-8 April 1994, Bamenda, Cameroon.
15. Ministère de l'Agriculture, 2003, Annuaire des statistiques du secteur agricole Camerounais: campagne 2002/2003. Division des études et projets agricoles, cellule des enquêtes et statistiques, Yaoundé, Cameroun, pp.13-15.
16. Ministère du Plan et de l'Aménagement du Territoire, 1999, Etudes socio- économiques régionales au Cameroun: province du Centre. Projet PNUD-OPS CMR/98/005/01/99. Yaoundé, Cameroun, 142 pp.
17. Ndoumbé N.H., 1994, Le compost d'ordures ménagères et son utilisation en agriculture pp. 31 - 59, in: M.A. Seck (Editeur), Proceedings du séminaire sur la vulgarisation du compost, Yaoundé, Cameroun, 17-18 mai 1994, Gie Alouch, Yaoundé.
18. Ndoumbé N.H., Ngnikam E. & Wethe J., 1995, Le compostage des ordures ménagères: l'expérience du Cameroun après la dévaluation du Franc CFA. *Bulletin africain*, **5**, 4-10.
19. Ngnikam E., 2000, Evaluation environnementale et économique de systèmes de gestion des déchets solides municipaux: analyse du cas de Yaoundé au Cameroun. Thèse de Doctorat. Institut National des Sciences Appliquées de Lyon (INSA), Lyon, France, 363 pp.
20. Nkamleu N.G., 1996, Analyse de l'adoption des déchets urbains dans les exploitations agricoles péri-urbaines: cas des ordures ménagères de Yaoundé et Bafoussam (Cameroun). Thèse de Doctorat du 3^e cycle. Université de Cocody, Faculté des Sciences Economiques et de Gestion, Abidjan, Côte d'Ivoire, 165 pp.
21. Waas E., Adjademe N., Bidaux A., Dériaz G., Diop O., Guene O., Laurent F., Meyer W., Pfammatter R., Schertenleib R. & Touré C., 1996, Valorisation des déchets organiques dans les quartiers populaires des villes africaines. Etude réalisée par ALTER EGO en collaboration avec le CREPA, l'IAQU et SANDEC. Genève, Suisse: Fonds National Suisse de la Recherche Scientifique, Module 7 Développement et Environnement, Rapport du projet N° 5001-038104, 143 pp.
22. Yecke M.R., 1994, Aspects économiques et financiers de l'emploi du compost comme engrais au Cameroun pp. 1-8, in: M.A. Seck (Editeur), Proceedings du séminaire sur la vulgarisation du compost, Yaoundé, Cameroun, 17-18 mai 1994, Gie Alouch, Yaoundé.

A.J. Jaza Folefack, Cameroonian, Doctor (Ph.D.) in Agricultural Economics (University of Giessen, Germany), M.Sc. in Human Ecology (University of Brussels, Belgium), Engineer in Agricultural Economics (University of Dschang, Cameroon). University Lecturer & Senior Executive Officer (Ministry of Agriculture and Rural Development, Cameroon).

AVIS

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

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

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

Merci.

BERICHT

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

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

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

Dank U.

AVIS DE CHANGEMENT D'ADRESSE

ADRESVERANDERING

CHANGING OF ADDRESS

CAMBIO DE DIRECCION

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

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

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

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

LES ACTIONS DE LA DGCD
DGDC'S ACTIVITIES

DE ACTIVITEITEN VAN DE DGOS
LAS ACTIVIDADES DEL DGCD

ROYAL ACADEMY FOR OVERSEAS SCIENCES

Yearly Competitions

Yearly competitions are organized by the three Sections — Moral and Political Sciences, Natural and Medical Sciences and Technical Sciences — of the Academy. Each of these Sections puts two questions forward on specific subjects, which makes a total of six topics open for competition.

All scientists worldwide, without any age restriction, are allowed to take part in the competitions, except for members of the Academy. Any study submitted to the yearly competitions should be an original, recent and unpublished scientific work, reaching at least the level of a PhD thesis.

Each award-winning work will be granted a prize of 1,000 EUR.

Pascale LEPOINT (Faculté d'ingénierie biologique, agronomique et environnementale, Université Catholique de Louvain) is one of the 2008 laureates for her study *Speciation within the African Coffee Pathogen*. An abstract of her work is presented below.

Speciation within the African Coffee Pathogen

Pascale Lepoint

Ever since the late 1920s, coffee wilt disease (CWD) also known as tracheomycosis or carbunculariosis has been causing significant losses in industrial *Coffea* spp. plantations as well as in traditionally kept gardens. The disease, endemic to the African continent, was first reported in 1927 in the Central African Republic (CAR, former Oubangui-Chari) on *C. excelsa*. Similar cases were subsequently reported on numerous *Coffea* spp. in the Democratic Republic of Congo (DRC), Côte d'Ivoire, Guinea (Conakry) and Ethiopia until severe control measures ended the coffee wilt reign in Central Africa in the late 1950s. However, once again, cases were observed in the 1980s in the Oriental province (DRC), rapidly spreading to neighbouring Uganda and Tanzania.

The main aim of this work was to gain a better understanding of the pathogen's sexual cycle and diversity as well as to determine the origin of its 're-emergence' in the Congo Basin region.

The heterothallic nature of *G. xylarioides sensu lato* (s.l.) was confirmed through *in vitro* crossing assays and mating type (MAT) PCRs, highlighting the presence of both mating types in each of the regions sampled. Compatible MAT-1 and MAT-2 strains are morphologically similar to Booth's 1971 female strain description. Primers designed in this study for the amplification of the MAT idiomorphs were successfully implemented to other members of the *Gibberella fujikuroi* species complex (GFC) and to *F. oxysporum*. The diversity of *G. xylarioides* s.l. in Africa was assessed using morphological, biological and phylogenetic tools before being extended to *G. indica* s.l., a close wilt-inducing relative. Both are nested within the GFC African clade.

Upon confrontation of results, it appears that what was previously circumscribed as a single species commonly termed '*G. xylarioides*', encompasses in reality four phylogenetically distinct and sexually incompatible species of which three are previously unrecognized taxa. *G. xylarioides* (*F. xylarioides*) is neotypified using *C. excelsa*-associated strains collected in the 1950s-1960s in the CAR. *G. xylarioides* is not responsible for the actual coffee wilt epidemics reported in the Congo Basin region or in Ethiopia which are caused, respectively, by *G. congoensis* (*F. congoensis*) sp. nov. and *G. abyssiniae* (*F. abyssiniae*) sp. nov. *F. guineensis* sp. nov., for which the teleomorph was not produced *in vitro*, is identified from *C. conep/jora*-associated strains isolated during the first outbreak in Guinea, Côte d'Ivoire and possibly CAR and is equally distinct from *G. xylarioides*. Both of these species have not been isolated in the past half century. Likewise, what was previously termed '*G. indica*' appears to contain several biogeographically and phylogenetically distinct species. Through the improved understanding of the mode of reproduction and the diversity of *G. xylarioides* s.l., new insights for resistance screening of coffee genotypes and disease management are provided.

Symoens Prize for Tropical Limnology

In 1992 the Royal Academy for Overseas Sciences set up a fund for a triennial Prize of 2,500 EUR, named 'Jean-Jacques & Berthe Symoens Prize for Tropical Limnology', which is intended to reward a memoir of great scientific value on a subject related to tropical limnology.

The Prize has been awarded for the fifth time this year to Dr Hugo SARMENTO (Institut de Ciències del Mar, Dep. Biologia Marina i Oceanografia, Barcelona) for his study *Phytoplankton Ecology of Lake Kivu (Eastern Africa)*. An abstract of his work is presented below.

Ecologie du phytoplancton du lac Kivu

H. Sarmento

Le lac Kivu a une origine volcanique. C'est un lac profond et méromictique, avec des caractéristiques limnologiques très particulières. Les données disponibles sur sa limnologie et ses communautés phytoplanctoniques sont limitées, dispersées ou anciennes. Pour une première fois, une étude approfondie et à long terme (2002-2004) sur la limnologie et l'écologie de phytoplancton du lac Kivu a été menée, combinant différentes techniques: analyse en HPLC des pigments marqueurs, cytométrie de flux, microscopie optique, en épifluorescence et électronique à balayage. Le lac Kivu combine une zone euphotique relativement peu profonde (~18 m), habituellement inférieure à la zone de mélange (20-60 m), avec un gradient thermique faible dans le mixolimnion. Avec une moyenne annuelle de chlorophylle a dans la zone de mélange de 2.2 mg m^{-3} et des concentrations en nutriments dans la zone euphotique faible, ce lac est clairement oligotrophe. En ce qui concerne sa composition phytoplanctonique, les espèces les plus communes rencontrées ont été les diatomées pennées *Nitzschia bacata* Hust. et *Fragilaria danica* (Kütz.) Lange-Bert, et les cyanobactéries *Planktolyngbya limnetica* (Lemm.) Komárková-Legnerová and Cronberg et *Synechococcus* sp. Les diatomées ont dominé le peuplement, en particulier pendant les épisodes de mélange profond durant la saison sèche. Pendant la saison des pluies, la colonne d'eau est stratifiée et les conditions de lumière sont plus favorables, mais la disponibilité nutritive est moindre, ce qui favorise la dominance de cyanobactéries. Les concentrations cellulaires de picoplancton phototrophe riche en phycoérythrine et de bactéries hétérotrophes ont été constamment élevées. Les variations spatiales, saisonnières et verticales ont été relativement légères. En zone pélagique, les apports allochtones de carbone sont probablement négligeables et l'abondance des bactéries hétérotrophes (HNA) est fortement corrélée à la chlorophylle a. Des investigations récentes ont indiqué une production croissante de méthane dans les eaux profondes au cours des trois dernières décennies, menant à une accumulation du gaz et à l'abaissement de l'énergie nécessaire pour déclencher un dégagement massif de gaz, qui serait dévastateur. Le rôle de la production primaire et des changements probables sur le flux d'exportation de matière organique vers les eaux profondes suite à l'introduction de la sardine planctivore du lac Tanganyika *Limnothrissa miodon*, sont discutés. La production primaire actuelle, de $0.71 \text{ g C m}^{-3} \text{ d}^{-1}$ ($-260 \text{ g C m}^{-2} \text{ a}^{-1}$), ne semble pas spécialement différente des quelques mesures ponctuelles faites dans le passé, ce qui permet d'écarter l'hypothèse d'une eutrophisation d'origine anthropique. Le flux d'exportation de matière organique vers les eaux profondes a très probablement été affecté par des changements biologiques, qui seraient partiellement responsables de l'augmentation de méthane dans les eaux profondes du lac au cours des 30 dernières années.

ORGANIZACIÓN

Naturaleza de la entidad responsable de la publicación y el asunto de la revista TROPICULTURA.

Agri-Overseas a.s.b.l. es una asociación creada con el objetivo de establecer relaciones profesionales de interés común entre todos aquellos quienes obran para el desarrollo rural en los países del Sur. Esta asociación publica la revista científica y de información "Tropicultura" dedicada a los problemas rurales en los países en desarrollo. Esta revista es publicada trimestralmente con el apoyo financiero de la Dirección General de la Cooperación al Desarrollo (DGCD), Servicio Público Federal de Asuntos exteriores, Comercio Exterior y Belgas Cooperación al Desarrollo, y aquel de la región de Bruselas-Capital; quienes reciben auspicio científico de la Academia Real de Ciencias de Ultra Mar (ARSOM).

Agri-Overseas a.s.b.l. se compone de miembros individuales y de miembros de las instituciones belgas siguientes: la Academia Real de Ciencias de Ultra Mar (ARSOM), las cuatro Facultades en Ciencias agronómicas de Bélgica (Gembloux, Gent, Leuven y Louvain- La- Neuve), las dos Facultades en Medicina veterinaria (Gent y Liège), el Departamento de Salud animal del Instituto de Medicina tropical de Embres (Antwerpen), la Sección *interfacultaria* de Agronomía de la Universidad Libre de Bruselas, las Facultades Universitarias de Nuestra Señora de la Paz (Namur), El Departamento de Ciencias y gestión del medio ambiente de la Universidad de Liège (Arlon), la Dirección General de la Cooperación al Desarrollo (DGCD).

Consejo de administración

El consejo de administración de Agri-Overseas se compone del Profesor Dr J. Vercruyssen, Presidente; del Profesor Dr Ir G. Mergeai, Administrador Delegado; del Dr E. Thys, Secretario; del Profesor Dr B. Losson, Tesorero; del Dr S. Geerts, miembro; del Profesor Honorario Dr Ir J. Hardouin, miembro.

Comité de redacción

El comité de redacción se compone del Profesor Dr Ir G. Mergeai, Redactor en jefe, y de los siguientes redactores delegados: el Profesor Dr J.-P. Dehoux de «la Producción pecuaria y la Gestión de la fauna», el Dr D. de Lame de «la Sociología», el Profesor Honorario Dr F. Malaisse de «Ciencias forestales y la Ecología», el Profesor Emérito Dr J.-C. Micha de «la Pesca y la Piscicultura», el Profesor Dr Ir E. Tollens de «Economía rural», el Profesor Dr Ir P. Van Damme de «Agronomía y la », el Profesor Dr E. Van Ranst de «Ciencia del suelo », el Profesor Dr J. Vercruyssen y Dr E. Thys para «la Salud animal» y Ir. F. Maes, colaborador científico. La secretaría trata directamente los otros temas en lo que posee competencia (economía, sociología,...).

Secretaría de redacción

11, Rue d'Egmont, B- 1000 Bruxelles – Bélgica

Teléfono: ++32.(0)2.540 88 60/ 61; Fax.: ++32.(0)2.540 88 59

Email: ghare.tropicultura@belgacom.net ; midesmet.tropicultura@belgacom.net

Website: <http://www.bib.fsagx.ac.be/tropicultura/>

Distribución

La distribución de la revista TROPICULTURA es gratuita y puede ser obtenida con un simple pedido escrito, dirigido a la secretaría de redacción.

ALCANCE DE LA REVISTA

TROPICULTURA publica artículos originales, informes de investigación y síntesis, resúmenes de libros y tesis, así como informes de películas y soportes audiovisuales en lo que concierne a todas las áreas vinculadas al desarrollo rural: producciones vegetales y animales, ciencias veterinarias, ciencias forestales, ciencias del suelo y de la tierra, Ingeniería rural, ciencias del medio ambiente, bioindustrias, industria agro-alimentaria, sociología y economía.

INSTRUCCIÓN A LOS AUTORES

Los temas de los artículos publicados en la revista Tropicultura conciernen todo lo es vinculado al desarrollo rural y la gestión sostenible del medio ambiente de las regiones cálidas del planeta. Se dará la prioridad a los artículos que presentan asuntos originales, abarcando un ámbito lo más amplio posible, es decir cuyo contenido concierne sobre todo aspectos metodológicos transferibles en un conjunto amplio de medios ambientes y regiones del mundo.

De igual manera, se dará una atención particular en la fiabilidad de las informaciones publicadas, es decir, cuando se trata de resultados experimentales, en el número de repeticiones de los ensayos, en el tiempo y en el espacio, que son al origen de los datos obtenidos.

Los manuscritos serán inéditos y no habrán sido sometidos a una publicación anteriormente o simultáneamente. Se pueden redactar en uno de los cuatro idiomas siguientes: inglés, español, francés y holandés. Los manuscritos están dirigidos al redactor en jefe a través del servicio postal, en tres ejemplares, en forma de documento en papel o directamente a la dirección electrónica de la secretaría de redacción, en forma de archivos adjuntos. Se redactarán en cara simple, en doble espacio (27 líneas de 60 caracteres por página en formato DIN A4), con un margen de 3,5 cm mínimo alrededor de la superficie imprimada. Ellos contendrán un máximo de diez páginas de texto (excluyendo la primera página, los resúmenes y las referencias bibliográficas).

La primera página llevará: el título, el título abreviado (máximo 55 caracteres), los apellidos y nombres completos de los autores, la dirección profesional completa de cada uno, los agradecimientos eventuales. El apellido del autor corresponsal será marcado mediante un " * " y su dirección completada por sus números de teléfono y telecopia y de su dirección electrónica.

Las páginas siguiendo la primera página presentarán: (i) los resúmenes (max 200 palabras) en el idioma del manuscrito y en inglés, precedidos del título traducido y seguidos de un máximo de seis palabras claves dentro de cada uno de los dos idiomas; (ii) el texto principal; (iii) la bibliografía; (iv) se admitirán solamente tres cuadros numerados por medio de cifras árabes; (v) las ilustraciones identificadas sin ambigüedad por un número al verso; (vi) las leyendas de los cuadros y las ilustraciones. Todas las páginas serán numeradas en continuo. Se aceptarán tres figuras, dibujadas de manera profesional. Las fotografías serán proporcionadas no montadas, bien contrastadas sobre papel brillante.

Solamente los coautores, quienes habrán manifestado por escrito su acuerdo para que su nombre figura en un manuscrito, aparecerán en la versión final del artículo publicado en Tropicultura. Los acuerdos escritos de los coautores concerniendo este punto podrán ser transmitidos al Comité de redacción en forma de correo postal o electrónico. La aprobación del organismo de tutela de los autores es supuestamente adquirida para todo artículo que se publica en Tropicultura. Agri-Overseas declina toda responsabilidad en esa materia.

El primer depósito de un artículo a la redacción podrá hacerse en forma impresa o en forma electrónica. En la medida de lo posible, después de la aceptación del artículo para publicación, el autor dará su última versión, revisada y corregida, sobre un disquete (o en forma de archivo adjunto). El software Word es recomendado pero una versión ASCII o RTF de los archivos es aceptada.

El texto estará generalmente dividido en introducción, material y método, resultados, discusión, conclusiones. La subdivisión del texto no sobrepasará de dos niveles. Los subtítulos, muy concisos serán conformados en minúsculas y jamás no serán subrayados.

Las referencias estarán citadas dentro del texto por medio de números ubicados entre paréntesis. En caso de citación de varias referencias, sus números se sucederán por orden ascendente.

Las referencias bibliográficas serán clasificadas por orden alfabético de apellidos de autores y por orden cronológico para un autor dado. Ellas estarán numeradas en continuo , comenzando por la cifra 1.

Para los artículos de revistas, las referencias comprenderán: los apellidos de los autores seguidos de las iniciales de los nombres, el año de publicación, el título completo del artículo en el idioma de origen, el nombre de la revista, el número del volumen subrayado, los números de la primera y de la última página separadas por un guión.

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

Para las monografías, los elementos siguientes son esenciales: los apellidos de los autores seguidos de las iniciales de los nombres, el año de publicación, el título completo de la obra, el apellido del editor, el lugar de edición, la primera y la última página del capítulo citado, el número total de páginas de la obra. Los informes de conferencias se tratan como monografías, además, ellos mencionarán si es posible el lugar, la fecha de la reunión y el (los) editor(es) científico(s).

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

Una comunicación personal será mencionada en el texto por las iniciales del nombre, seguidas del apellido, comunicación personal y el año. Ejemplo (W.R. Allan, comunicación personal, 1988). Esta referencia no se volverá a tomar dentro de las referencias bibliográficas.

Las referencias anónimas serán mencionadas numéricamente en el texto y en las referencias bibliográficas. Anónimo (año). Título. Fuente (donde las informaciones pueden ser encontradas.) El comité de redacción se reserva el derecho de rechazar todo artículo no conforme a las prescripciones mencionadas en la parte superior. Los artículos están sometidos a uno o a varios lectores escogidos por la redacción y esos lectores se mantendrán anónimos por los autores. En caso de aceptación del artículo, la redacción exigirá un compromiso de los diferentes autores a ceder sus derechos de publicación a TROPICULTURA.

TROPICULTURA

2008 Vol. 26 N° 4

Four issues a year (October, November, December)

CONTENTS

EDITORIAL

- Integrating Livestock in Farming Systems (*in English and in French*)
J.-P. Dehoux 193

ORIGINAL ARTICLES

- Impacts of the Tractors Speed Progress on the Soil Structure and a Crop Potatoes Yield (*in French*)
S. Chehaibi, C. Hannachi, J.G. Pieters & R.A. Verschoore 195

- Revamping the Groundnut Sector in the Sudano-sahelian Zone of North Cameroon (*in French*)
A. Hamasselbé 200

- Vertical Differentiation of Cassava Marketing Channels in Africa (*in English*)
A.A. Enete 206

- Diagnostic of the Production System and Marketing of Bissap (*Hibiscus sabdarifa*) Juice in Maroua (*in French*)
D.P. Folefack, C. Njomaha & D.R. Djouldé 211

- Analysis of the Determinants of Households' Fish Demand in Burkina Faso: the Case of a Rural Area (Vallée du Kou) and Urban Areas (Bobo-Dioulasso and Ouagadougou) (*in French*)
N. Sankara, S. Nacro, S.H. Ouédraogo & A.T. Kabré 216

- Economic Analysis of the Bee Farming Costs Structure in Cameroon (*in French*)
A.S.Tsafack Matsop, F. Kamajou, G. A. Muluh & M. Takam 220

- Economic Value of the Improvement of Safe Water Supply in Rural Areas in Cameroon (*in French*)
M.M. Tiogang Djomo, Thérèse Fouda Moulende, E. Assoumou Ebo & A. Wabo 224

- Analysis of Pig Marketing in Zango Kataf Local Government Area of Kaduna State, Nigeria (*in English*)
M.K. Ajala & A.O.K. Adesehinwa 229

- Changes in Soil Fertility under the Cotton and Cereal Farming System in North Cameroon: Diagnostic and Perspectives (*in French*)
J.-P. Olina Bassala, M. M'Biandoun, J.A. Ekorong & P. Asfom 240

- The Influence of Compost Use on the Production of Lettuce (*Lactuca sativa*) in the Urban and Peri-Urban Areas of Yaoundé (Cameroon) (*in English*)
A.J. Jaza Folefack 246

- DGDC 'S ACTIVITIES 255

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

LITHO-OFFSET J.F. DE JONGHE • 696 CHSSEE DE GAND B1080 BRUSSELS • +32 (2) 465 77 17

