

TROPICULTURA

2005 Vol. 23 N°3

Trimestriel (juillet- août- septembre)

Driemaandelijks (juli- augustus- september)

Se publica por año (julio- agosto- septiembre)



Marché coton à Gandajika (RDC, 1988). Crédit: Jean-Luc Hof.

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

Avec les soutiens
de la Direction générale de la Coopération au Développement DGCD
www.dgdc.be
du Service public Fédéral Affaires étrangères, Commerce extérieur
et Coopération au Développement
www.diplobel.fgov.be,
et de la Région Bruxelles Capitale

Met de steun van
de Directie-Generaal Ontwikkelingssamenwerking DGOS
www.dgdc.be
de Federale Overheidsdienst Buitenlandse Zaken, Buitenlandse Handel
en Ontwikkelingssamenwerking
www.diplobel.fgov.be
en van het Brusselse Gewest

BUREAU DE DEPOT – AFGIFTEKANTOOR
BRUXELLES X / BRUSSEL X



SOMMAIRE / INHOUD / SUMARIO 23,3

ARTICLES ORIGINAUX/OORSPRONKELIJKE ARTIKELS/ARTICULOS ORIGINALES

L'agriculture périurbaine à Yaoundé: ses rapports avec la réduction de la pauvreté, le développement économique, la conservation de la biodiversité et de l'environnement

Peri-urbane landbouw in Yaoundé: zijn verband met armoede vermindering, economische ontwikkeling en biodiversiteit- en milieubescherming
La agricultura peri-urbana en Yaounde: sus relaciones con la reducción de la pobreza, el desarrollo económico, la conservación de la biodiversidad y el medio ambiente

T. Dongmo, J. Gockowski, S. Hernandez, L.D.K. Awono & Mbang à Moudon 130

Etude de l'entomofaune associée à la cochenille du manioc *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero, en Côte d'Ivoire

Studie van de insectenfauna geassocieerd met de maniok cochenilleluis *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero in Ivoorkust

Estudio de la entomofauna asociada a la cochinilla de la yuca *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero, en Costa de Marfil

D. Obame Minko & A.K. Békon 136

Caractérisation du marché des huiles de karité en Centrafrique

Karakterisering van de markt van boterboom olies in de Centraalafrikaanse Republiek

Caracterización del mercado de las aceites de karité en África Central

E. Mbétid-Bessane 141

La lutte contre les glossines dans la zone agropastorale de Yalé (Burkina Faso): résultats d'enquêtes socio-économiques

Tseetsee bestrijding in het landbouw en veeteelt gebied van Yale (Burkina Faso): resultaten van socio-economische enquêtes

La lucha contra la mosca tsetsé en la zona agropecuaria de Yalé (Burkina Faso): resultados de encuestas socioeconómicas

M. Kamuanga & I. Kaboré 146

Analyse de la décision contractuelle des producteurs du lait en Tunisie

Analyse van de contractuele beslissing van melkproducenten in Tunesië

Análisis de la decisión contractual de los productores de leche en Túnez

L. Zaibet, H.B. Salem & M.S. Bachta 154

Effet de l'acide indole butyrique, de l'acide gibbérélique et d'un inhibiteur d'éthylène sur la fructification et la qualité des fruits du piment cultivé sous serre froide

Effect van indol-boterzuur, gibberellinezuur en een ethyleeninhibitor op vruchtvorming en -kwaliteit van paprika gekweekt in een koude kas

Efecto del ácido indole butírico, del ácido giberélico y de un inhibidor de etileno en la fructificación y la calidad de los frutos del ají cultivado en invernadero

N. Tarchoun & Boutheina Dridi 162

Effet de la solarisation sur *Phytophthora nicotianae* Breda de Haan var. *parasitica* (Dastur) G.M. Waterhouse responsable d'un syndrome associant nécroses racinaires et flétrissement sur piment (*Capsicum annuum* L.) en Tunisie

Effect van zonne-energie op *Phytophthora nicotianae* Breda de Haan var. *parasitica* (Dastur) G.M. Waterhouse, verwekker van een syndroom dat wortelnecrose en verwelken van paprika veroorzaakt in Tunesië

Efecto de la solarización sobre *Phytophthora nicotianae* Breda de Haan var. *parasitica* (Dastur) G.M. Waterhouse, responsable de un síndrome asociando necrosis de las raíces y marchitez de las hojas del pimiento (*Capsicum annuum*) en Túnez

Naïma Boughalleb & M. El Mahjoub 169

Entomofaune des panicules de sorgho et effet des dates de semis et des variétés sur les populations de *Stenidiplosis sorghicola* (Dipt. Cecidomyiidae) et *Eurystylus oldi* (Hemipt. :Miridae) et les pertes de rendement

Insectenfauna van Sorghum panicula en effect van zaaidatum en variëteit op *Stenidiplosis sorghicola* (Dipt. Cecidomyiidae) and *Eurystylus oldi* (Hemipt.: Miridae) populaties en op rendementverliezen

Entomofauna de las panículas de sorgo y efectos de las fechas de siembras y las variedades sobre las poblaciones de *Stenidiplosis sorghicola* (Dipt. Cecidomyiidae) y *Eurystylus oldi* (Hemipt.: Miridae), así como las pérdidas de rendimiento

A.B. Bal 177

Response of Soybean Genotypes to *Alecta vogelii* Infestation under Natural Field Conditions

Réponse de génotypes de soja à une infestation par *Alecta vogelii* en conditions naturelles de champ

Respons van sojagenotypes op een infestatie met *Alecta vogelii* in natuurlijke veldcondities

Respuesta de genotipos de soja a una infección por *Alecta vogelii* en condiciones naturales de campo

I. Kureh, S.O. Alabi & A.Y. Kamara 183

LES ACTIONS DE LA DGCD/DE ACTIVITEITEN VAN DE DGOS/LAS ACTIVIDADES DEL DGC 190

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 únicamente la responsabilidad de los autores

Mademoiselle, Madame, Monsieur,

Depuis un certain temps, vous recevez gratuitement la revue trimestrielle TROPICULTURA éditée et publiée par l'asbl AGRI-OVERSEAS (Belgique) grâce à l'appui financier de la Coopération belge.

Comme bien d'autres périodiques, nous sommes obligés de revoir la distribution de notre revue.

Nous envisageons de cesser l'envoi de la revue aux abonnés actuels qui n'auront pas signalé par la poste ou par courrier électronique qu'ils sont encore intéressés par cette publication, à quel titre elle est demandée, et que l'adresse utilisée pour ce courrier-ci est toujours valable.

Le numéro code repris avec votre adresse devra être mentionné dans votre message.

Cette mesure prendra cours dès le premier numéro du volume 24, 2006.

Restant à votre entière disposition, nous vous prions d'agréer nos salutations les meilleures.

**Au nom du Conseil d'Administration
L'administrateur Délégué
Rédacteur en Chef
Professeur Guy Mergeai**

Dear Madam, Dear Sir,

For already some time, you receive free of charge the quaterly TROPICULTURA produced by the non-profit-making association AGRI-OVERSEAS (Belgium), financially supported by the Belgian Cooperation.

As many other journals, we have to reconsider the distribution of our periodical.

We foresee stopping the mailing of the journal to present addressees who will not inform us by postal or electronic mail wether or not they are still interested by TROPICULTURA, in which position they make use of it, and the related address.

The code number linked with the address has to be mentioned as well.

The up-dated mailing list will be used as from the first issue of volume 24, 2006.

We remain at your disposal, and sincerely yours.

**On behalf of the Board of Trustees
Administrator
Chief Editor
Professor Guy Mergeai**

ARTICLES ORIGINAUX

OORSPRONKELIJKE ARTIKELS

ORIGINAL ARTICLES

ARTICULOS ORIGINALES

L'agriculture périurbaine à Yaoundé: ses rapports avec la réduction de la pauvreté, le développement économique, la conservation de la biodiversité et de l'environnement

T. Dongmo^{1*}, J. Gockowski², S. Hernandez¹, L.D.K Awono³ & R. Mbang à Moudon⁴

Keywords: Urbanization- Intensification- Employment-Indigenous vegetables- Decentralization- Environment- Livestock

Résumé

L'urbanisation rapide associée à la stagnation économique, le sous-développement des transports et l'inefficacité du système de commercialisation des produits agricoles ont augmenté l'importance de l'agriculture périurbaine sur l'emploi et la sécurité alimentaire à Yaoundé. L'agriculture périurbaine est particulièrement importante pour l'approvisionnement de la ville en produits périssables comme les légumes feuilles traditionnels, la laitue et les produits qui occupent un grand volume et dont le transport coûte cher comme le manioc frais et certains fruits. L'élevage intensif et semi-intensif des volailles et des porcs est important dans l'approvisionnement des villes. La commercialisation des légumes feuilles traditionnels et du manioc frais fournit des emplois à au moins quatre mille femmes. De même, la production des volailles et de porcs est une importante source de revenu pour une bonne partie de la population urbaine. Les systèmes de production utilisant les engrais organiques et des engrais chimiques ont été développés pour les légumes feuilles traditionnels et la laitue dans les bas-fonds pendant la saison sèche. L'abondance de la main-d'œuvre, la disponibilité de la terre en liaison avec la proximité des marchés pour les intrants et les produits agricoles ont contribué à ce processus d'intensification. En concentrant l'intensification sur la périphérie urbaine de Yaoundé, les bénéfices indirects sur l'environnement englobent la réduction de la pression sur les marges forestières et ce faisant la diminution de la déforestation due à l'agriculture itinérante sur brûlis. Les contraintes majeures que rencontre l'agriculture périurbaine à Yaoundé sont les maladies et les pestes, le manque de crédit et l'inefficacité des services de vulgarisation.

Summary

Peri-urban Agriculture in Yaounde: Its Relation to Poverty Alleviation, Economic Development, Biodiversity Conservation and the Environment

Rapid urbanization coupled with economic stagnation and the underdevelopment of transportation and food marketing systems have increased the importance of peri-urban agriculture production for employment and food security in Yaounde. Peri-urban agriculture is particularly important in terms of urban food supply for highly perishable products like traditional leafy vegetables and lettuce, and products that are bulky and costly to transport over long distances like fresh cassava and certain fruits. Intensive and semi-intensive peri-urban poultry and pig production is significant in terms of urban supply. Marketing of traditional leafy vegetables and fresh cassava offers employment to over four thousand women. The production of poultry and pigs is also a source of employment and revenue for a great part of urban population. Intensive production systems using organic manure and agrochemicals have been developed for traditional leafy vegetables and lettuce in inland valleys during the dry season. The abundance of labor relative to land availability in conjunction with nearly immediate access to agricultural markets for outputs and inputs have engendered these intensification processes. By concentrating intensification within the urban periphery of Yaounde, indirect environmental benefits include the reduced pressure on forest margins and thereby the slowing of deforestation due to slash and burn agriculture. Major constraints peri-urban agriculture in Yaounde is facing include pests and diseases, a lack of producer credit and inadequate extension services.

Introduction

L'agriculture périurbaine a une importance vitale pour la sécurité alimentaire en Afrique subsaharienne à

cause de son rôle dans l'approvisionnement des villes en produits agricoles et la lutte contre le chômage.

¹Institut de Recherche Agricole pour le Développement (IRAD), BP 2067, Yaoundé, Cameroun.

²International Institute of Tropical Agriculture (IITA), BP 2008, Yaoundé, Cameroun.

³Communauté Urbaine de Yaoundé, Cameroun.

⁴Ministère de la Santé, Yaoundé, Cameroun.

Reçu le 13.05.03. et accepté pour publication le 28.10.04.

Le présent article fait la synthèse de quelques travaux récents sur l'agriculture périurbaine réalisés par les instituts de recherche agricoles basés à Yaoundé (IITA et IRAD), la Communauté urbaine de Yaoundé et le Ministère de la santé publique.

Les pays d'Afrique centrale sont parmi les plus endettés dans le monde. Au Cameroun, la dette externe représentait en 2001, 68% du Produit Intérieur Brut (15). Le lourd fardeau de la dette a considérablement réduit l'investissement publique qui est passé de 9% en moyenne du PIB entre les années 1985 à 1989, à 2,1% en 2001. Ceci n'a pas favorisé les investissements routiers mais l'agriculture périurbaine au détriment de l'agriculture rurale.

Le secteur des transports a particulièrement ressenti ces effets négatifs. Traversées par d'innombrables rivières, sujettes aux précipitations élevées et face au désengagement progressif de l'Etat dans les investissements routiers, les routes du bassin du Congo sont reconnues comme étant les plus mauvaises dans les pays en développement. La communication entre les différents marchés voisins est inexistante surtout en saison pluvieuse lorsque les routes deviennent impraticables, les coûts des denrées alimentaires sont élevés. Ceci explique en retour l'importance de l'agriculture périurbaine dans la sécurité alimentaire dans ces zones par rapport à celles où le secteur des transports est moins affecté par le climat et influe moins sur le coût de revient.

Le taux d'urbanisation dans la sous région varie entre 5 et 7% (15). La population de Yaoundé est estimée à environ 1,2 million avec un taux d'accroissement annuel de 7% entre les 2 derniers recensements (14). Le taux de chômage dans la ville de Yaoundé était inférieur à 10% en 1980. Ce taux valait entre 25 et 30% en 1990 et la pauvreté est devenue croissante. En 2001, le PNB par habitant au Cameroun était estimé à 1.772 US\$, pourtant un tiers de la population dispose de moins d'un dollar par jour (15). C'est cette pauvreté et cette insécurité alimentaire qui mène beaucoup de gens à pratiquer l'agriculture périurbaine.

L'article présente l'importance de l'agriculture périurbaine au Cameroun et en Afrique centrale, décrit les entreprises commerciales périurbaines et les systèmes de production à Yaoundé. Les contraintes de productivité dans l'agriculture urbaine et périurbaine sont également développées aussi bien pour l'élevage que pour l'agriculture. Après examen des différentes interactions entre l'agriculture périurbaine, l'environnement et la santé, nous terminons par une conclusion.

Entreprises commerciales périurbaines autour de Yaoundé

Les pauvres et l'agriculture périurbaine des légumes feuilles et manioc frais.

L'agriculture périurbaine à Yaoundé sur le plan

d'approvisionnement urbain est très importante pour les légumes feuilles et le manioc frais avec au moins trois impacts principaux sur les moyens de subsistance des pauvres dans les zones urbaines et périurbaines:

1-La production des denrées agricoles commercialisables, qui procurent des emplois et des revenus. A cause de leur nature très périssable les légumes feuilles sont la première denrée en terme économique dans cette zone. Les systèmes de production intensifs et semi-intensifs des légumes feuilles dans les vallées urbaines et périurbaines de Yaoundé concernent généralement de petites surfaces (250 à 500 m²) mais sont capables de générer des revenus supérieurs au salaire minimum mensuel des fonctionnaires (11). Situées dans les bas-fonds, les exploitations qui pratiquent ces systèmes de production sont irriguées en saison sèche et génèrent au fil des années des emplois et des revenus. Pour ces systèmes particuliers, 245 hectares de bas-fonds sont exploités à Yaoundé et dans les environs (7). L'on estime qu'environ 4.900 à 12.250 familles sont engagées dans ce secteur (11). Pendant la saison des pluies, les légumes feuilles sont également produits sur des parcelles non irriguées où ils sont associés à d'autres cultures. Cette activité occupe environ 30.000 femmes surtout en saison pluvieuse dans la zone principalement périurbaine (11). Ces femmes cultivent souvent dans la même parcelle le manioc qu'elles commercialisent frais à Yaoundé.

2-La commercialisation de la production des légumes feuilles et du manioc des zones périurbaines est une autre activité économique importante parmi les pauvres. Un groupe de femmes revendeuses se procurent les légumes frais et les tubercules de manioc dans les zones périurbaines. Une étude économique effectuée en 1998 sur les légumes indigènes dans Yaoundé estime à environ 1,59 dollars US de gain journalier par vendeuse en exigeant un fond de commerce pour commencer l'activité d'environ 15 dollars (13).

3-Le véritable impact positif sur les pauvres est constaté à travers la consommation des produits de l'agriculture périurbaine. Plusieurs études publiées sur les habitudes de consommation des pauvres à Yaoundé ont montré que le manioc frais était la denrée la plus consommée dans les ménages des pauvres à Yaoundé et occupait plus de la moitié des dépenses sur les denrées contenant de l'amidon (5). A cause de sa nature relativement peu périssable, son prix relativement faible, et son poids élevé, le manioc frais est le principal tubercule alimentaire produit en milieu périurbain en Afrique Centrale. Les plantes feuilles constitue un ingrédient important dans l'alimentation des pauvres à Yaoundé. Les études effectuées par l'IITA montrent qu'elles sont la principale source de calcium, de fer, du complexe de vitamines B et des protéines. Les approvisionnements sont cependant

très saisonniers et les pauvres sont obligés de modifier leurs régimes alimentaires en saison sèche. La saisonnalité est une contrainte sérieuse dans la sécurité alimentaire des pauvres de la ville.

Caractérisation du système de production

Le système de production commercial en zone urbaine et périurbaine peut être classé suivant un gradient rigoureux correspondant à son niveau d'intensification. La production intensive des légumes feuilles et les systèmes d'élevage sont caractérisés par l'achat massif d'intrants et l'augmentation de la main-d'œuvre dans les activités productrices. La production intensive des légumes indigènes et l'horticulture favorisent l'utilisation des amendements du sol (principalement les déjections des volailles utilisées à la dose de 7-20 t/ha), des pesticides et surtout de la monoculture sur des sols bien labourés. L'élevage intensif de poulets (>1500 poulets) et des porcs (>16 porcs) se caractérise par le confinement des animaux en enclos et l'utilisation d'aliments complets achetés et de produits vétérinaires (3).

L'augmentation de la force de travail et le changement des méthodes de gestion (relatives aux systèmes traditionnels) caractérisent l'agriculture et l'élevage semi-intensif. Le maïs vert est parmi les plantes qui sont utilisées par l'agriculture semi-intensive. Ceci implique la monoculture à densité élevée, avec l'utilisation exceptionnelle des engrais et des pesticides chimiques. L'élevage semi-intensif des porcs (6 à 16 porcs) en claustration est assez commun parmi les éleveurs de porcs (55%).

Les systèmes d'agriculture et d'élevage extensifs dans les villages autour de la ville reflètent pour la plupart les pratiques traditionnelles, mais elles ont subi certaines modifications en réponse aux exigences du marché. Les principaux produits commercialisables de ces systèmes sont les légumes et le manioc qui sont produits en association dans les champs traditionnels des femmes. Guyer (10) a décrit ce système particulier de culture du sud Cameroun comme un "moyen impératif de subsistance". Ce système est le principal pourvoyeur du marché de Yaoundé en légumes pendant la saison des pluies et en tubercules de manioc durant toute l'année. Les fruits pèsent beaucoup et par conséquent les coûts de transport augmentent avec la distance de la ville. Cependant, les fruits produits dans les zones périurbaines sont commercialisés sans problème. L'approvisionnement urbain provient essentiellement des complexes cacaoyers-fruitiers agroforestiers et des jardins de case à plusieurs strates, qui sont couramment rencontrés au sud Cameroun (6). Dans la forêt tropicale humide d'Afrique Centrale, la production de combustible urbain est une activité

périurbaine dont les coûts de transports constituent un facteur limitant. La détermination des zones de commercialisation est similaire à celle des racines de manioc fraîches, c'est-à-dire des marchandises de faibles valeurs unitaires occupant un gros volume et chères à transporter.

Les systèmes ci-dessus sont associés les uns aux autres en fonction des saisons. En saison pluvieuse, la proportion des légumes indigènes fournie par les parcelles cultivées dans les bas fonds est faible comparativement à celle produite dans les champs de polyculture des femmes. A l'inverse en saison sèche, la production de légumes indigènes commercialisables est plus rentable dans les bas-fonds où l'irrigation est possible comparativement au système de production extensif des femmes. En plus des légumes indigènes, la culture du maïs frais et du gombo est également importante en saison sèche.

Les cultures des légumes feuilles indigènes telles que *Solanum scabrum*, *Corchorus olitorus* et *Vernonia amygdalina* sont une caractéristique de l'agriculture périurbaine à Yaoundé. Elles sont surtout importantes dans l'alimentation des pauvres où elles apportent une grande partie des micro-éléments requis par les ménages. Ces micro-éléments sont moins élevés dans les légumes exotiques tels que les choux et d'autres Brassica qui remplacent peu à peu les légumes indigènes dans d'autres régions d'Afrique. La préservation de ces cultures dans les habitudes alimentaires est également importante dans la perspective de la conservation de la biodiversité. Ces légumes indigènes ne font pas l'objet de programmes de recherche et de vulgarisation qui seraient pourtant utiles pour améliorer leur production et leurs conditions de conservation.

Les limites de l'agriculture périurbaine

La distinction entre les zones périurbaines et rurales n'est pas très bien définie. Elle est fonction de la taille de la population urbaine, des conditions de transport, de l'efficacité de la commercialisation, et des caractéristiques des produits agricoles. Les avantages comparatifs des zones périurbaines sont surtout la facilité de l'accès au marché, le surplus de la main-d'œuvre disponible, l'accès aux intrants et aux sous-produits agro-industriels, tels que les drèches de brasseries, et les fientes de poules. Tous ces facteurs favorisent l'intensification du système de production traditionnel (1). L'accès au marché dans le contexte d'un réseau routier mal entretenu est fonction de l'intensité des pluies et de la longueur des tronçons goudronnés sur les routes principales. Il en résulte une définition aléatoire de la zone périurbaine dont les limites peuvent varier en fonction de ces facteurs.

Contraintes de productivité dans l'agriculture périurbaine

Contraintes de productivité dans les systèmes d'agriculture périurbaine

Si l'on s'en tient aux limites territoriales telles que présentées dans ce document, on ne peut que toucher à quelques contraintes majeures qui affectent la productivité des systèmes agricoles dans l'environnement urbain et périurbain. Nous commencerons par focaliser notre attention sur le système de polyculture extensif géré par les femmes et dont nous avons noté qu'il est la principale source des légumes indigènes et de racines fraîches de manioc. La pourriture des tubercules de manioc et la cochenille africaine des racines et tubercules sont apparues dans nombre d'enquêtes MARP (Méthode Active de Recherche et Planification Participative) conduites par les femmes, d'un bout à l'autre de la zone comme les deux premières contraintes à la production de manioc. L'accès des femmes à l'information technique permettant de faire face à ces problèmes se heurte en partie au faible nombre des femmes dans les services de vulgarisation.

La commercialisation des légumes et du manioc, est un autre problème pour les femmes, compte tenu de leur nature périssable. Le transport est presque toujours entièrement fait par les véhicules de brousse clandestins et usés, qui sont constamment harcelés par les barrages de police et de gendarmerie à l'entrée de la cité. A cause du manque d'organisation du commerce de vente en gros dans la périphérie, les producteurs sont obligés d'apporter leurs produits dans les marchés de Yaoundé où ils les vendent à des revendeurs. Ce manque d'organisation du système de commercialisation fait perdre beaucoup de temps aux intermédiaires.

Dans les systèmes intensifs, pratiqués principalement dans les bas-fonds, l'une des principales contraintes est le manque de ressources financières pour l'achat des intrants nécessaires. Ce problème sous-entend l'indisponibilité des micros crédits au niveau des ménages. A cause des moyens financiers limités pendant la saison de croissance des plantes, les producteurs font plusieurs petits achats d'engrais et de pesticides qui ont été reconditionnés par les détaillants. Ces nouveaux conditionnements ne donnent aucune information sur la dose, la conservation et sont souvent frelatés avec des matières inertes.

Un autre problème général concerne le manque de connaissances au niveau des doses correctes, des quantités et du type d'intrants chimiques à appliquer pour une culture donnée. Les pesticides en particulier sont souvent manipulés maladroitement exposant ainsi le producteur et le consommateur à des risques sanitaires.

Les maladies et les pestes sont des problèmes agronomiques majeurs. Les associations des cultures qui peuvent permettre des gains de rendement et les rotations appropriées des cultures n'ont pas encore été bien étudiées. Finalement, le paludisme et les autres maladies sont des problèmes particuliers qui affaiblissent les producteurs des bas-fonds (9).

Contraintes de productivité des systèmes d'élevages périurbains

De même que les producteurs de végétaux, les éleveurs de porcs et de volailles sont freinés par le manque de crédit disponible. Il faut approximativement 2.500 US\$ comme capital d'exploitation pour produire 1.000 poulets de chair. Sans la disponibilité des crédits plusieurs éleveurs potentiels ne pourront jamais entrer dans la profession. Le besoin de crédit d'exploitation a augmenté avec la dévaluation du franc CFA en janvier 1994, qui a vu en une nuit les prix des vaccins et des médicaments passés du simple au double. Il n'y a également pas un flux suffisant d'informations techniques vers les producteurs. L'introduction récente des agents du Ministère de l'Elevage dans le programme Banque Mondiale pourrait apporter une amélioration de la situation. Le projet intégré d'aquaculture de ICLARM (2) et de l'IRAD est une autre initiative avec des mécanismes innovateurs dans la diffusion des connaissances qui méritera une observation pendant les prochaines années.

Les marchés de porcs et de poulets de Yaoundé sont problématiques d'autant plus que les producteurs perdent beaucoup de temps et consacrent beaucoup d'efforts à la vente des animaux. Finalement la peste porcine est un risque sérieux pour les producteurs de porcs avec les épidémies dévastant périodiquement les populations de porcs dans la région.

Interactions entre l'agriculture périurbaine, l'environnement et la santé

Interactions élevage-agriculture

L'agriculture périurbaine montre un grand degré de complémentarité entre les productions animales et végétales. On estime à 11.000 t la quantité d'excréments de poules et de porcs produite annuellement à Yaoundé (4). Une partie de ces déjections est utilisée dans la production des légumes, alors qu'une autre partie (surtout les fientes de poules pondeuses) est mise en sacs et transportée vers les zones densément peuplées de l'ouest Cameroun. Les prix couramment pratiqués à Yaoundé sont de 500 FCFA pour le sac de 40 kg de fumier de porc et 1.000 FCFA pour le fumier de poule tandis qu'un sac de fumier de poule est vendu à l'ouest à 2.500 FCFA. L'importance de la commercialisation du fumier s'est significativement accrue depuis la dévaluation du FCFA.

Une autre interaction se trouve dans l'utilisation des sous-produits des brasseries. On compte 1.000 éleveurs qui sont inscrits aux brasseries de Yaoundé et qui collectent hebdomadairement ces sous-produits. La production est approximativement de 15.000 tonnes par an. Il existe de plus plusieurs dépôts dispersés autour de la cité où les sous-produits sont revendus aux petits éleveurs.

Interactions environnementales

L'agriculture périurbaine est aussi en relation avec l'environnement. Les interactions négatives concernent la dissémination des pesticides et les odeurs provenant des productions animales périurbaines. L'utilisation du bois comme combustible contribue à la pollution de l'air. Il y a aussi des interactions positives notamment l'amélioration de la percolation de l'eau et le recyclage des nutriments générés par les activités agricoles dans l'écosystème local.

L'un des plus grands bénéfices de l'impact environnemental est indirect. L'environnement périurbain avec sa demande croissante en intrants et sa grande pression de population encourage le processus de l'intensification de l'agriculture, ce qui aboutit à une forte augmentation des rendements. L'augmentation de l'offre des différents substituts alimentaires, réduit l'importance de l'agriculture extensive le long des marges forestières et ce faisant réduit la déforestation due à l'agriculture itinérante sur brûlis. L'encouragement de l'intensification dans les zones périurbaines est une priorité pour le développement de systèmes alternatifs à l'agriculture itinérante sur brûlis.

Interactions avec la santé publique

Les résidus des pesticides dans les aliments sont un problème de santé publique important car les producteurs, généralement ne sont pas informés, ne respectent souvent pas les délais d'attente entre la dernière application du pesticide et la récolte. Une autre inquiétude concerne les agriculteurs qui ne se protègent pas pendant l'utilisation des pesticides. Un autre problème sanitaire a été révélé par une enquête réalisée sur 436 producteurs périurbains travaillant dans les bas-fonds. Environ 70% de ceux-ci présentaient une incidence croissante des crises de paludisme dues aux contacts accrus avec les moustiques dans les bas-fonds (IITA, non publié). Une autre étude récemment réalisée a montré que les agriculteurs urbains dans les bas-fonds dépensent deux fois plus pour leur santé que les agriculteurs qui habitent sur les plateaux de Yaoundé (12).

Il y a aussi les problèmes de santé publique dus à la contamination microbienne des produits particulièrement dans les zones où les cours d'eau

sont souvent contaminés par les fosses septiques qui débordent. L'utilisation de l'eau contaminée dans l'irrigation des produits comme les laitues ou la tomate peut contribuer à la propagation de la fièvre typhoïde et à la dysenterie amibienne. Les scientifiques de l'Université de Yaoundé ont développé le schéma de classification de la distribution de l'eau en se basant sur les standards de l'OMS qui doivent être utiles pour la planification urbaine.

Un autre problème est l'augmentation des risques de zoonoses dues aux pratiques impropres pour l'élevage des porcs et des poulets. Un petit projet de recherche financé par l'IRDC (International Development Research Center) étudie actuellement l'extension de ce problème à Yaoundé.

Conclusion

Comme ailleurs en Afrique Centrale, l'agriculture urbaine et périurbaine à Yaoundé contribue à la sécurité alimentaire des citadins pauvres et leur fournit des opportunités importantes d'emploi. De plus, c'est une composante majeure du secteur agricole et de toute l'économie du Cameroun. L'une des caractéristiques particulièrement remarquable de l'agriculture périurbaine de Yaoundé est le rôle important des légumes indigènes (LI). Des études poussées sur la pérennité de la place des légumes traditionnels africains ont été effectuées par le NARES (National Agricultural Research System) et l'IPGRI (International Plant Genetic Resource Institute) depuis le début des années 1990. Le maintien de la place des LI dans le panier de la ménagère par rapport aux légumes exotiques demandera cependant plus d'attention aux chercheurs du NARES que par le passé suite à l'introduction de variétés de choux résistant à la chaleur en provenance d'Europe.

L'intensification de l'agriculture périurbaine durable peut générer des gains environnementaux importants. En permettant d'augmenter la productivité agricole et l'approvisionnement des villes en denrées alimentaires dans de larges zones déjà déboisées, l'agriculture périurbaine diminue la pression faite sur la forêt limitrophe par l'agriculture extensive itinérante sur brûlis (8).

Cependant, il existe des contraintes à plusieurs niveaux qui doivent être prises en compte pour que l'agriculture périurbaine réalise son potentiel. Parmi elles, les problèmes de micro financement des producteurs sont particulièrement importants. De plus, les méthodes actuelles de gestion des pestes et des maladies ne sont généralement pas durables.

L'amélioration du cadre politique et institutionnel aujourd'hui observée au cours des dernières années pour impulser le changement est encourageant. Pour entretenir cette dynamique positive, les acteurs

de l'agriculture urbaine et périurbaine: à savoir les chercheurs, les agences de développement, les décideurs et la communauté locale, doivent se concerter pour arriver à un *consensus* cohérent

pour son développement. Fournir une plate-forme de partage des expériences et des discussions des problèmes importants est une étape dans la bonne direction.

Références bibliographiques

1. Boserup E., 1965, The conditions of agricultural growth. Chicago: Aldine Publishing C°.
2. Brummett R.E. & Noble R., 1995, Aquaculture for African smallholders: Farmer- scientist research partnerships. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, International Center for Living Aquatic Resources Management (CLARM). ICLARM. Tech. REP. 46, 69 P.
3. Dongmo T. & Hernandez S., 1999, Identification d'un programme d'appui au développement des zones de production maraîchères et de petit élevage dans la zone périurbaine de Yaoundé. D.PA/MINAGRI-Yaoundé.
4. Dongmo T., Tchakounté J., Fotso J.M., Meffeja F., Zoyium A., Lekane H., Nolte C. & Brummett R., 2004, Evaluating potentials for crop- livestock integration in urban and peri-urban agriculture of Yaoundé. Annual paternship project progress report.
5. DSCN, 1999, Consommation alimentaire au Cameroun - 1996 Yaoundé, CIRAD.
6. Dury S., Aulong S.T. & Temple L., 2000, Dynamique et structure floristique des agroforêts à agrumes au centre du Cameroun. Fruits, 55, 103-114.
7. Temple, 2003, Cité par Damesse dans II^{ème} rapport d'étape du fonds de recherche sur base compétitive. Equipe de recherche action sur l'agriculture périurbaine de Yaoundé, octobre 2003.
8. Essama-Nssah B. & Gockowski J., 2000, Forest sector development in a difficult political economy: an evaluation of Cameroon's forest developement and world bank assistance. Washington D.C., OED, World Bank.
9. Endamana D., Adesina A., Gockowski J., Mbila D. & Sapouma B., 2000, Techniques de gestion de l'eau dans les bas-fonds urbains et périurbains en zone forestière du Cameroun. Contraintes et opportunités pour la production vivrière et la sécurité alimentaire. Colloque international sur eau santé 2000, Ouagadougou Burkina Faso, 20-24 novembre 2000.
10. Guyer J., 1984, Family and farm in southern Cameroon. African Research Studies N°15, Boston African Studies Center, Boston University.
11. Gockowski J., Mbazo'o J., Mbah G. & Fouda Moulende T., 2003, African traditional leafy vegetables and the urban and peri-urban poor. Food policy, 28, 221-235.
12. Gockowski J., Soua M., Elong P. & David O., 2004, Livelihoods study of urban agriculturalists in Yaounde. Annual Partnership Project Progress Report.
13. IITA, 1998, Project 10. Farming systems diversification annual report, Ibadan Nigeria, IITA.
14. RGPH, 1987, Demo 87, Volume II^{ème}: Résultats bruts. Tome 1, République du Cameroun.
14. World Bank, 2003, African Development Indicators: Drawn from World Bank Africa Database; The World bank. Washington, D.C.

T. Dongmo, Camerounais, Doctorat/PhD en nutrition et physiologie animale, Maître de recherche, Institut de Recherche Agricole pour le développement (IRAD), B.P. 2067, Yaoundé Cameroun. Tel: 774 89 09, Fax: 237.223.35.38.
Email: dongmothomas@hotmail.com

J. Gockowski, Américain, PhD in agricultural Economics, Chercheur senior, International Institut of Tropical agriculture (IITA), B.P. 2008, Yaoundé, Cameroun.

S. Hernandez, Français, Ingénieur horticole, Ingénieur maraîchage, Institut de Recherche Agricole pour le développement (IRAD), B.P. 2067, Yaoundé, Cameroun.

L.D. K. Awono, Camerounais, Ingénieur Architecte, Communauté Urbaine de Yaoundé –Cameroun.

R. Mbang à Moudon, Camerounais, Ingénieur des travaux du Génie Sanitaire, Sous-Directeur Hygiène Publique et de l'Assainissement au Ministère de la santé, Yaoundé, Cameroun.

Etude de l'entomofaune associée à la cochenille du manioc *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero, en Côte d'Ivoire

D. Obame Minko¹ & A.K. Békon²

Keywords: Insectfauna- Parasite- Predator- Biocoenosis cassava- Mealybug

Résumé

Au sein de la biocoenose de la cochenille du manioc, *Phenacoccus manihoti*, en Côte d'Ivoire, on note la présence de nombreux insectes prédateurs et parasites. Les principaux prédateurs de cochenilles sont des Coccinellidae et en particulier *Scymnus couturieri*. Parmi les parasites, les plus nombreux sont des hyménoptères Encyrtidae. Certains, notamment *Epidinocarsis lopezi*, s'attaquent directement aux cochenilles et sont donc d'utilité auxiliaires. D'autres parasitent des prédateurs ou des parasites des cochenilles et diminuent donc l'efficacité de ces auxiliaires. En outre, des insectes dont le rôle précis n'est pas connu sont également présents. Les auteurs précisent l'abondance relative de toutes les espèces récoltées.

Summary

Study of Insectfauna Associated to the Cassava Mealybug *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero in Ivory Coast

Within the biocoenosis of cassava mealybug, *Phenacoccus manihoti*, in Ivory Coast, the presence of many predator and parasite insects is reported. The main predators of the mealybugs are Coccinellidae and particularly *Scymnus couturieri*. Among parasites, the most numerous are Encyrtidae hymenoptera. Some, like *Epidinocarsis lopezi*, attack directly mealybugs and are thus useful assistants. Others live as parasite on predators or parasites of mealybugs and so reduce the efficiency of those assistants. In addition, some other insects are present, whose role is not known. The authors note the relative abundance of all the collected species

Introduction

Originaire de l'Amérique du sud (12), la cochenille du manioc *Phenacoccus manihoti* (Pseudococcidae) a fait son apparition en Afrique vers les années '70 (10). Depuis cette date, ce ravageur provoque sur les cultures de manioc en Afrique subsaharienne, des dégâts importants sur le feuillage, sans oublier les conséquences sur la production en tubercules. Ainsi, un intérêt considérable s'est vite développé autour de ce ravageur.

Le manioc, aliment très énergétique (3), largement intégré dans notre alimentation, occupe une place de choix dans les ménages des Africains au sud du Sahara.

Depuis l'apparition de *P. manihoti* en Afrique, on observe l'établissement d'une faune d'insectes variés. Il s'agit d'une part d'insectes auxiliaires s'attaquant directement à la cochenille, tels que le parasite *Epidinocarsis lopezi* ou des coccinelles prédatrices. Il s'agit, d'autre part, d'entomophages secondaires (y compris des hyperparasites) qui s'attaquent à ces auxiliaires et les rendent moins efficaces sur le terrain. Pour mieux comprendre cette entomofaune complexe et en particulier les facteurs qui rendent insuffisamment opérants sur le terrain les entomophages de la

cochenille, nous avons cherché, par ce travail, à récolter un échantillon représentatif des insectes en cause et en identifier les principaux taxons.

Matériel et méthodes

Matériel

Toutes nos récoltes ont été réalisées dans des champs de manioc *Manihot esculenta* Crantz (Euphorbiaceae) de la variété "bonoua", situés dans le sud de la Côte d'Ivoire, en particulier aux alentours d'Abidjan.

Méthodes et techniques

Détermination de l'entomofaune locale associée à *P. manihoti*

a- Prélèvement de l'échantillon

Afin d'accroître les chances de ramasser tous les insectes vivant directement ou indirectement aux dépens de *P. manihoti*, l'échantillonnage a été réalisé aux mois de février, mars et avril 1992 et 1993, durant lesquels l'infestation du manioc était manifestement très importante dans des champs colonisés par le prédateur.

1-Département de biologie, Université des Sciences et Techniques de Masuku, B.P. 913, Franceville, Gabon.

2-Ecole Supérieure d'Agronomie, B.P. 1093, Yamoussoukro, Côte d'Ivoire.

Reçu le 05.08.03 et accepté pour publication le 28.10.04.

A l'aide de sacs plastiques transparents, nous enveloppons rapidement les apex des tiges de manioc couverts de cochenilles. Nous refermons la partie ouverte du sac sur la tige et nous coupons l'ensemble ainsi enveloppé, avant d'attacher le bout du plastique avec des bracelets de caoutchouc. Nous prélevons ainsi, au hasard, 300 apex répartis en 3 prises de 100 (février, mars, avril), qui vont être examinés au laboratoire.

Avant l'observation et, pour endormir les insectes récoltés, les sacs plastiques qui les contiennent sont disposés dans un réfrigérateur à 4-5 °C pendant quelques heures et au maximum 24 h.

Nous avons également pu les endormir, en plaçant dans ces sacs, une boule de coton imbibée d'éther pendant 30 min.

Les insectes ainsi endormis ou tués sont classés et déposés dans l'alcool à 70 °.

b- Identification des insectes et mise en éclosoir

Toutes les formes larvaires répertoriées sous la loupe ont été mises en élevage sur des colonies de *P. manihoti* au laboratoire, dans des boîtes d'élevage. De même, les nymphes ont été mises dans des éclosoirs aérés par des fenêtres grillagées. Ces deux techniques nous ont permis d'affecter les différentes formes larvaires ou nymphales récoltées aux espèces respectives.

Une fois dans l'alcool, les insectes seront retirés puis séparés dans un premier temps par ressemblance morphologique, avant de les identifier.

L'identification a consisté à classer chaque insecte, en déterminant sa famille et si possible son genre et son espèce. Pour ce faire, nous avons utilisé les clés d'identification de Perrier (14), de Chazeau & Couturier (7), de Boussienguet (4), de Boussienguet & Neuenschwander (6) et celles de Delvare & Aberlenc (8).

Résultats

L'ensemble des apex de manioc récoltés portaient plusieurs centaines de cochenilles *P. manihoti* et en outre d'autres cochenilles de l'espèce *Ferrisia virgata* Cockrell. Autour de ces cochenilles, nous avons ramassé au total 619 insectes, se répartissant en 4 ordres, 14 familles et 20 espèces. Le tableau 1 présente de façon synthétique l'essentiel de nos résultats. Il est suivi de notes [a] à [m] qui apportent des données biologiques complémentaires sur les insectes récoltés.

En outre, en dehors de nos récoltes proprement dites, nous avons observé sur le terrain des chenilles de Lépidoptères non identifiées.

NOTES

[a] L'Anthocoridae *Cardiasthetus exiguus* est un prédateur potentiel de *P. manihoti*.

[b] La coccinelle indigène *Scymnus coututrieri* est un

prédateur des œufs et des premiers stades larvaires de la cochenille *P. manihoti*.

- Les proies préférentielles des autres coccinelles récoltées, c'est-à-dire *Cheilomenes tetrica* et 2 autres espèces non identifiées, ne sont pas établies.

[c] L'hôte de ce Braconidae n'est pas établi.

[d] Le petit Ceraphronidae *Aphanogmus manihoti*, décrit par Dessart (9), serait un parasite de *Cecidomyidae coccidiphages* (notamment de *Coccodiplosis citri* Barnes) et d'oothèques de mantes (6), dont la présence a été effectivement confirmée aux champs. Ils sont également parasites primaires de coccinelles.

[e] Les Elasmidae sont généralement des ectoparasitoïdes de chenilles de Lépidoptères ou d'autres insectes. Les hôtes de l'espèce récoltée n'ont pas été établis.

[f] De nombreux Encyrtidae sont des parasites de cochenilles, mais d'autres peuvent s'attaquer à des insectes divers.

-*Epidinocarsis lopezi* est un endoparasitoïde de *P. manihoti* largement connu pour son utilisation dans la lutte biologique contre cette cochenille.

-*Blepyrus insularis* est un parasite interne de *Ferrisia virgata*, cochenille déprédatrice du manioc, vivant en association avec *P. manihoti*.

-*Homalotylus africanus* est reconnu comme un parasite commun des Coccinellidae de la tribu des Scymnini.

-*Procheiloneurus bolivari* est parasite des Encyrtidae *Epidinocarsis lopezi* et *Anagyrus* spp, eux-mêmes parasites de la cochenille *P. manihoti*.

[g] Les Eulophidae sont des parasites d'insectes variés. Ce sont notamment des parasitoïdes grégaires communs des Coccinellidae. Ce sont plus rarement des hyperparasitoïdes de la cochenille *P. manihoti*.

[h] Les Megaspilidae sont des ectoparasitoïdes, parfois hyperparasites d'insectes divers.

[i] Les Platigasteridae du genre *Allotropa* sont parasites à l'état larvaire de *Cecidomyidae* alors que leurs adultes sont des parasites primaires d'une cochenille (*Phenacoccus madeirensis*) voisine de *P. manihoti*.

[j] Les Pteromalidae du genre *Metastanus* sont parasites à l'état larvaire d'insectes variés. Ils sont bien connus comme parasitoïdes grégaires de Coccinellidae dont, notamment, *Exochomus flavipes* et *Hyperaspis delicatula*.

[k] Les Scelionidae sont endoparasites d'œufs d'insectes ou d'arachnides divers, bien que chaque

Tableau 1
Entomofaune associée à la cochenille du manioc *Phenacoccus manihoti*

Ordre Famille Espèce	Nombre d'individus récoltés et (% du total)	Taille en mm; Couleur	Statut trophique
Hémiptères Anthocoridae <i>Cardiasthetus exiguus</i> Poppius	8 (1,29%) id. id.	2,0-5,0; brune	Prédateur entomophage [a]
Coléoptères Coccinellidae <i>Scymnus couturieri</i> Chazeau <i>Cheilomenes tetrica</i> Chazeau 2 <i>Spp.</i>	374 (60,42%) id. 258 (41,68%) 86 (13,89%) 30 (4,85%)		Prédateur de <i>P. manihoti</i> [b] Prédateur entomophage [b] Prédateurs entomophages [b]
Hyménoptères Braconidae sp.	228 (36,83%) 3 (0,48%) id.	>2,0; noire	Parasite entomophage [c]
Ceraphronidae <i>Aphanogmus manohoti</i> Dessart	7 (1,13%) id.	<1,0; noire	Parasite entomophage [d]
Elasmidae sp.	8 (1,29%) id.	1,5-2,0; noire	Parasite entomophage [e]
Encyrtidae <i>Epidinocarsis lopezi</i> <i>Blepyrus insularis</i> Cameron <i>Homalotylus africanus</i> Timberlake <i>Procheiloneurus bolivari</i> Mercet	169 (27,3%) 45 (7,27%) 92 (14,86%) 4 (0,65%) 28 (4,52%)	1,0-2,0; noire 1,5-2,0; noire 1,5; noire <2,0; brune	Parasite de <i>P. manihoti</i> [f] Parasite d'une cochenille [f] Parasite de Coccinellidae [f] Parasite de Anagyrus [f]
Eulophidae sp.	4 (0,65%) id.	<2,0; noire	Parasite entomophage [g]
Megaspilidae sp.	3 (0,48%) id.	3,0; noire	Parasite entomophage [h]
Platygasteridae <i>Allotropa</i> sp.	7 (1,13%) id.	1,5; noire	Parasite de diptères et cochenille [i]
Pteromalidae <i>Metastanus</i> sp.	4 (0,65%) id.	2,0-2,5; noire	Parasite de Coccinellidae [j]
Scelionidae sp.	8 (1,29%) id.	1,0; noire	Oophages [k]
Signiphoridae <i>Chartocerus</i> sp.	15 (2,42%) id.	1,0; noire	Parasite entomophage [l]
Diptères Acroceridae sp.	9 (1,46%) 4 (0,65%) id.	1,5; noire	Parasites d'araignées [m]
Brachycera Fam. et sp. non déterminées	5 (0,81%) id.	<2,0; noire	
Total des récoltes	619 (100%)		

espèce ait généralement des hôtes bien définis. Ceux de l'espèce récoltée ne sont pas connus.

[l] Les Signiphoridae sont pour la plupart des endoparasitoïdes secondaires (hyperparasites) de cochenilles ou d'autres Homoptères.

[m] Les larves d'Acroceridae sont ecto- ou endoparasites d'araignées.

Discussion et conclusion

L'entomocoenose de *P. manihoti* en Côte d'Ivoire est impressionnante, par sa richesse en familles, genres et espèces variés.

Au terme de notre étude, il apparaît que deux ordres d'insectes dominent largement au sein de l'entomofaune récoltée autour de *P. manihoti*. Ce sont les Coléoptères (plus de 60% des individus) et les Hyménoptères (plus

de 36%). En revanche, les Diptères et les Hémiptères ne représentent chacun que moins de 2% du total. En outre, quelques chenilles de Lépidoptères ont également été observées, associées aux ovisacs de la cochenille, dont il est probable qu'elles se nourrissaient. Ces résultats correspondent dans les grandes lignes à ceux rapportés par Fabres & Matile-Ferrero (11), Boussienguet (4), Biassangama & Moussa (1) qui ont mené des études comparables.

En ce qui concerne les familles, nos observations recensent 10 familles d'Hyménoptères parasites, alors que Fabres & Matile-Ferrero (11) ne font état, en République Populaire du Congo, que d'une seule famille, celle des Encyrtidae. Cette différence pourrait s'expliquer soit par le fait que les familles additionnelles ne se sont intégrées à la biocoenose de la cochenille que dans le courant des années '80, soit que la Côte d'Ivoire présenterait des conditions écologiques différentes, favorables à ces familles.

Si l'on envisage les rôles écologiques au sein de la biocoenose, on pourrait s'attendre, comme le note Biassangama *et al.* (2) à ce que les apex de manioc bien infestés de cochenilles abritent de nombreux insectes aux écologies très diverses, y compris des coprophages, détritivores, xylophages, mangeurs de miellat... Toutefois, notre échantillon contient essentiellement des prédateurs et des parasites associés directement ou indirectement à la cochenille du manioc.

Les principaux entomophages primaires avérés de cochenilles, présents dans notre échantillon, sont soit des prédateurs, soit des parasites.

- Parmi les prédateurs, l'un des plus précieux est sans doute la coccinelle indigène *Scymnus couturieri* puisqu'elle s'attaque aux stades jeunes de la cochenille du manioc. La voracité de ce prédateur et sa capacité potentielle à réguler les effectifs du ravageur ont d'ailleurs fait l'objet d'un document (13). Les proies des autres coccinelles de notre échantillon mériteraient d'être précisées. La punaise *Cardiasthetus exigus* est un autre prédateur potentiel, associé localement de façon constante à *P. manihoti*. Elle est cependant réputée comme extrêmement polyphage, elle pourrait dès lors s'attaquer à des ennemis de la cochenille et ne constitue donc pas un auxiliaire idéal.

- Parmi les parasites primaires, le principal est certainement *Epidinocarsis lopezi*, introduit en Afrique en provenance d'Amérique du Sud, région d'origine de la cochenille du manioc. L'activité parasitaire de cet Encyrtidae a été largement étudiée par de nombreux auteurs, notamment Fabres & Matile-Ferrero (11). Au sein des Encyrtidae, il faut également souligner l'abondance de *Blepyrus insularis*, parasite

de la cochenille *Ferrisia virgata* que l'on rencontre régulièrement en association avec *P. manihoti*. Concernant le Platygasteridae *Allotropa* sp., parasite de Cecidomyidae et de cochenille, son bilan de nuisible ou d'auxiliaire éventuel n'est pas établi.

Par contraste avec le travail précité (11), il faut souligner l'absence dans nos échantillons de parasites primaires Encyrtidae du genre *Anagyrus*, parasite du troisième stade larvaire et des jeunes femelles de la cochenille. Cette absence pourrait s'expliquer soit parce que ces parasites n'auraient jamais été présents dans notre région, soit parce qu'ils en auraient disparu après l'établissement de *E. lopezi*, à la suite d'une concurrence active pour leur hôte commun. Il se pourrait aussi qu'ils ne soient suffisamment abondants que très tardivement dans la saison, en dehors de notre période d'échantillonnage.

Outre les entomophages s'attaquant directement aux cochenilles, on observe également dans le milieu des entomophages qui s'attaquent aux prédateurs et parasites des cochenilles, exerçant ainsi un effet dépressif sur leur activité régulatrice.

- Parmi les parasites de coccinelles prédatrices, on peut pointer *Homalotylus africanus*, bien qu'il représente moins d'un pourcent dans notre échantillon. Fabres & Matile-Ferrero (11) ont en effet montré que cette espèce parasitait les larves de divers Coccinellidae, notamment du genre *Scymnus*. Les mêmes auteurs ont montré que ce parasite grégaire s'attaquait en Afrique aux larves âgées de coccinelles du genre *Exochomus* à raison de 3 à 4 adultes par hôte avec des taux de parasitisme de 7 à 10%. Les Ceraphronidae, Eulophidae, Pteromalidae de notre échantillon sont également des parasites potentiels de coccinelles.

- Parmi les parasites de parasites, ou hyper-parasites, l'Encyrtidae *Procheiloneurus bolivari*, est décrit comme parasite secondaire de *P. manihoti* via l'espèce *Anagyrus* sp., avec un taux de parasitisme atteignant 30% (11). L'absence dans nos échantillons de cet *Anagyrus* a été discutée plus haut. S'il est réellement absent de la région, on pourrait faire l'hypothèse que l'hyperparasite *P. bolivari* a pu s'adapter à *E. lopezi*, soit d'emblée, soit après recul d'*Anagyrus*. Le Ceraphronidae *Aphanogmus manihoti* déjà évoqué au paragraphe précédent, de même que les Signiphoridae récoltés, pourraient également jouer le rôle d'hyperparasite dans la biocoenose de *P. manihoti* en s'attaquant à des Cecidomyidae coccidiphages ou à d'autres parasites. Les six autres familles récoltées (Braconidae, Elasmidae, Megaspilidae, Scelionidae, Acroceridae et Brachyceridae) ne représentent ensemble que 5% de notre échantillon. Ce sont des parasites ou hyperparasites, mais leurs hôtes ne sont pas établis. Au regard des entomophages primaires de *P. manihoti*

recensés dans cette étude, le déprédateur est très certainement exploité à ses différents stades de développement. Mais les dégâts sérieux et persistants occasionnés au manioc par la cochenille montrent que l'action régulatrice de ces entomophages est encore insuffisante. Cela pourrait s'expliquer d'une part par un manque de synchronisation dans leurs activités, et d'autre part par l'existence des nombreux entomophages secondaires (parasites de prédateurs et hyperparasites) que nos récoltes ont mis en évidence.

Pour lutter efficacement contre *P. manihoti* et sauvegarder le manioc, denrée d'importance inégalée en Afrique noire, il apparaît donc essentiel de continuer des recherches soutenues et engagées afin de mieux

comprendre et d'utiliser plus rationnellement les potentialités des différents auxiliaires. Ces efforts devraient d'ailleurs être poursuivis en synergie avec d'autres voies de recherches, notamment celles qui visent à sélectionner des variétés végétales susceptibles de résister à la cochenille.

Remerciements

D. Obame Minko voudrait que toute sa famille trouve ici, l'expression de sa profonde gratitude pour tout le soutien dont elle l'a gratifié tout au long de ses études secondaires et universitaires.

Les auteurs remercient également un lecteur anonyme pour les améliorations substantielles de notre texte qu'il nous a proposées.

Références bibliographiques

1. Biassangama A. & Moussa J.B., 1987, Les parasitoïdes d'*Epidinocarsis lopezi* (Hymenoptera Encyrtidae) au Congo. *Agro trop.* **42**, 4, 301-304.
2. Biassangama A., Le Rü B., Iziqel Y., Kiyindou A. & Bimangou A.S., 1987, Influence de l'introduction d'*Epidinocarsis lopezi* DeSantis (Hymenoptera-Encyrtidae) sur l'évolution de l'entomocoenose inféodée à la cochenille du manioc *Phenacoccus manihoti* (Homoptera-Pseudococcidae) au Congo. Bilan des travaux de l'équipe Franco-congolaise 1985-1987, ORSTOM-DGRST:165-186.
3. Boussienguet J., 1984, Bioécologie de la cochenille du manioc *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero et de ses ennemis naturels au Gabon. Thèse Doctorat 3^{ème} cycle, Université Pierre et Marie Curie, Paris 6, spécialité: entomologie, 154 p.
4. Boussienguet J., 1986, Le complexe entomologique de la cochenille du manioc *Phenacoccus manihoti* (Hom. Coccoidea, Pseudococcidae) au Gabon. Inventaire faunistique et relations trophiques. *Ann. Soc. Ent. Fr. (N.S.)* **22**, 35-44.
5. Boussienguet J., 1988, Morphologie et biologie d'*Anagyrus nyombae*, parasite de *Phenacoccus manihoti* au Gabon (Hymenoptera, Encyrtidae; Homoptera, Pseudococcidae). *Revue fr. ent. (N.S.)* **10**, 3, 277-283.
6. Boussienguet J. & Neuenschwander P., 1989, Le complexe entomophage de la cochenille du manioc en Afrique. Clé annotée pour la reconnaissance des Hyménoptères parasitoïdes associés à ce ravageur. *Revue zool. Afr.* **10**, 3, 395-403.
7. Chazeau J. & Couturier G., 1986, Coléoptères Coccinellidae de Côte d'Ivoire, la faune de la forêt de Thaï. *Revue fr. ent. (N.S.)*, **7**, 5, 309-330.
8. Delvare G. & Aberlenc H.P., 1989, Les insectes d'Afrique et d'Amérique tropicales. Clés pour la reconnaissance des familles. Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD). Préface acridologie opérationnelle-Ecoforce internationale, 302 p.
9. Dessart P., 1989, *Aphanogmus manihoti* sp., espèce nouvelle d'Afrique (Hym. Ceraphronoidea Ceraphronidae). *Bull. Annls. Soc. R. belge Ent.* **125**, 61-65.
10. Fabres G. & Boussienguet J., 1981, Bioécologie de la cochenille du manioc *Phenacoccus manihoti* (Hom. Pseudococcidae) en République populaire du Congo. Cycle évolutif et paramètres biologiques. *Agro. Trop.* **36**, 1, 82-89.
11. Fabres G., Matile-Ferrero D., 1980, Les entomophages inféodés à la cochenille du manioc *Phenacoccus manihoti* (Hom. Pseudococcidae) en République populaire du Congo. Les composantes de l'entomocoenose et leurs inter-relations. *Ann. Soc. ent. Fr.* **16**, 4, 509-515.
12. Matile-Ferrero D., 1977, Une cochenille nouvelle nuisible au manioc en Afrique équatoriale, *Phenacoccus manihoti* (Homoptera-Coccoidae-Pseudococcidae). *Alls. Soc. ent. Fr. (N.S.)*, **13**, 1, 145-152.
13. Obame Minko D., Foua-Bi K. & Békon K., 1998, Possibilité de lutte biologique contre *Phenacoccus manihoti* par *Scymnus couturier* en Côte d'Ivoire, *Agro. Afric.* **10**, 3, 149-156.
14. Perrier R., 1961, La faune de la France, illustré V, Coléoptères, 1^{ère} partie, 192 p.

D. Obame Minko, Gabonais, Doctorat 3^{ème} cycle, spécialité entomologie, Université nationale de la Côte d'Ivoire, Maître-assistant zoologie/entomologie, Département de biologie de la Faculté des Sciences Techniques de Masuku (USTM), B.P. 694, Franceville, Gabon.

A.K. Békon, Ivoirien, Doctorat d'Etat es Sciences naturelles, Université de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire. Maître de conférences en entomologie, Département protection des cultures, Ecole supérieure d'agronomie à Yamoussoukro, Côte d'Ivoire.

Caractérisation du marché des huiles de karité en Centrafrique

E. Mbétid-Bessane¹

Keywords: Market- Shea oil- Central African Republic

Résumé

*L'objectif de cette étude est de caractériser le fonctionnement du marché des huiles de karité (*Butyrospermum parkii*) et d'évaluer la rentabilité financière des activités des différents acteurs de ce marché. A partir d'un échantillon de 120 acteurs, tirés d'une manière aléatoire dans la région de Bossangoa et sur les principaux marchés de Bangui, les résultats de l'étude montrent que le karité est un arbre à buts multiples dont le principal produit est l'huile de karité. Les femmes sont les principales actrices de ce marché: elles ramassent les fruits de karité, les transforment en huile, assurent la distribution de plus de 80% de la production et restent les grandes consommatrices. Malheureusement sa commercialisation n'est pas organisée, ce qui augmente son prix et limite donc sa consommation dans les centres urbains. Toutefois, les activités de ramassage, de transformation et de commercialisation d'huile de karité sont rentables pour leurs acteurs. Une amélioration des processus de production et de fonctionnement du marché renforcerait ce résultat et augmenterait davantage le revenu des acteurs et la consommation.*

Summary

Market Characterization of Shea Oil in Central African Republic

The goal of this study is to characterize the market functioning of shea oil and to assess the financial profitability of the activities of various actors of this market. From a sample of 120 actors, drawn at random in the Bossangoa region and the main markets of Bangui, the study results show that the shea is a tree with multiple uses which main product is the shea oil. The women are the main actors of this market: they collect the shea nuts that they transform into oil and they ensure the distribution of more than 80% of the production and remain the major consumers. Unfortunately, its commercialization is not organized, which increases its price and thus limits its consumption in urban centers. Nevertheless, the activities of collect, transformation and commercialization of shea oil are profitable for the actors. An improvement of production processes and market functioning would strengthen this result and would more increase the actor income and the consumption.

Introduction

Les savanes et les forêts centrafricaines regorgent une diversité de produits non ligneux qui contribuent à l'économie des ménages ruraux et au renforcement de la sécurité alimentaire. On peut citer entre autres, le karité connu sous le nom scientifique de *Butyrospermum parkii* (3) et le nom local de balawa. Appartenant à la famille des *sapotacées*, le karité commence à fructifier vers 15 ans et atteint sa maturité vers 30 ans. La fructification est très variable d'une année à l'autre, de 5 kg à 60 kg et même voire 100 kg par arbre (6). Le maximum de rendement est obtenu entre 25 ans et 40 ans (7). Son aire de distribution couvre les régions nord des savanes centrafricaines. Les fruits sont des amandes oléagineuses dont on tire une huile comestible semblable à celle de *Pentadesma butyracea* (5), utilisée aussi dans la pharmacopée et en cosmétique (3). Elle est très appréciée par les consommateurs des centres urbains et la demande reste encore très forte en Centrafrique.

L'objet du présent article est de caractériser le fonctionnement du marché des huiles de karité et

d'évaluer la rentabilité financière des activités des différents acteurs de ce marché.

Méthodes

L'étude a été réalisée dans la région de Bossangoa, préfecture de l'Ouham, et sur les principaux marchés de Bangui. La région de Bossangoa est caractérisée par une végétation comprenant des savanes arborées et des galeries forestières. Elle est reconnue comme étant la première région productrice d'huile de karité du pays. Sa population a pour occupation principale l'agriculture et secondairement l'élevage et les activités extra-agricoles. Cette étude a duré environ 5 mois, de mai à septembre 2001. L'échantillon retenu pour cette étude est constitué de 120 acteurs, choisis sur différents sites d'une manière aléatoire: 30 pour le ramassage, 30 pour la transformation, 30 pour la commercialisation et 30 pour la consommation (Tableau 1). Les données ont été collectées moyennant des guides d'entretien semi-directif, destinés aux différents acteurs. Un type de guide a été conçu pour chaque type d'acteur. Ces données ont porté sur le ramassage des fruits, leur

¹ Université de Bangui, Département des sciences économiques - Pôle régional de recherche appliquée au développement des savanes d'Afrique Centrale. B.P. 1983, Bangui, Centrafrique; E-mail: mbetid@hotmail.com
Reçu le 23.12.03. et accepté pour publication le 12.02.04.

Tableau 1
Echantillon de l'étude

Sites d'enquête	Ramasseuses	Transformatrices	Commerçantes	Consommateurs
Village Gbagayanga	8	8	-	-
Village Léré	6	6	-	-
Village 3B	10	10	-	-
Village Bakaba	6	6	-	-
Marché PK5	-	-	10	10
Marché PK12	-	-	10	10
Marché Combattants	-	-	10	10
Total	30	30	30	30

transformation en huile, la commercialisation des fruits et des huiles ainsi que leurs utilisations. La rentabilité financière de chaque activité a été analysée en utilisant la méthode coûts/bénéfices.

Résultats

Ramassage des fruits de karité

Le ramassage des fruits de karité est une activité essentiellement féminine. Les périodes de pointe se situent entre mai et août. Les femmes consacrent en moyenne 4,5 heures pour cette activité par jour dont deux heures de marche, pour obtenir en moyenne 25 kg de fruits. Ce temps de marche est dû à l'éloignement des arbres par rapport aux villages. En général, ces arbres sont localisés en brousse ou parfois dans les parcelles des cultures vivrière ou cotonnière; dans ce cas, ils deviennent propriétés exclusives du propriétaire des parcelles même si elles sont mises en jachère. Toutefois, le ramassage en brousse est difficile à cause de la végétation aux alentours des arbres qui gênent le déplacement et la collecte des fruits et de la crainte d'être attaqué par les serpents. Les fruits ramassés sont vendus pour la transformation en huile.

Transformation des fruits en huile de karité

Les fruits de karité achetés pour la transformation sont étalés au soleil. Les pulpes sèchent et s'enlèvent toutes seules. Les noix sont alors étalées par terre et légèrement pilées. Les amandes ainsi obtenues sont ensuite séchées au soleil et mises dans un panier, puis placées dans le grenier en dessous duquel on met du feu une fois par semaine, ce qui permet d'éviter les attaques des insectes jusqu'à la transformation.

La transformation des fruits de karité en huile est une activité exclusivement féminine. C'est la transformation traditionnelle qui est de loin la plus répandue, elle concerne la quasi-totalité des femmes productrices d'huile de karité. Le processus de transformation est le suivant: la torréfaction des amandes, le pilage, le malaxage et le décantage. Pour 25 kg de fruits de karité, la production d'huile obtenue est de 3 litres. Les matériels de transformation utilisés

sont les ustensiles de cuisine (poêle, pilon, mortier, marmite, cuvette, louche, etc.). Le temps de travail nécessaire pour la transformation de 25 kg de fruits est de 270 minutes, soit 4,5 heures, réparties comme suit: 50 minutes pour la torréfaction, 180 minutes pour le pilage en trois fois, 25 minutes pour le malaxage et 15 minutes pour le décantage.

Commercialisation des fruits et de l'huile

Les circuits de commercialisation d'huile de karité sont diversifiés et animés par des acteurs différents en nombre variable. On distingue ainsi quatre circuits de commercialisation d'importance variée.

Ramasseuse → Transformatrice → Consommateur C₁

Ramasseuse → Transformatrice → Collectrice-Détaillante
→ Consommateur C₂

Ramasseuse → Transformatrice → Collecteur-Grossiste → Détaillante
→ Consommateur C₃

Ramasseuse → Transformatrice → Collecteur-Grossiste → Fabricante
de savons/crèmes C₄

Le circuit C₁ n'achemine que 10% de la production d'huile aux consommateurs qui sont le plus souvent la population locale et les fonctionnaires en mission. Le prix moyen à la consommation de l'huile dans ce circuit est de 500 FCFA/litre. En revanche, le circuit C₂ est le plus important. Il assure l'acheminement de 60% de la production d'huile. Les collectrices-détaillantes sont constituées des commerçantes qui sillonnent les zones de production à la recherche d'huile dans les marchés hebdomadaires. Elles ravitaillent généralement les centres régionaux de consommation et les marchés de Bangui, notamment les marchés de PK12, PK5 et Combattants. Le prix moyen à la consommation dans ce circuit est de 1.250 FCFA/litre.

Le circuit C₃ achemine près de 20% de la production d'huile. Les collecteurs-grossistes, constitués essentiellement des hommes qui sont des transporteurs en commun, achètent les huiles de karité dans les villages et les marchés hebdomadaires lors de leur déplacement et viennent les revendre à Bangui aux détaillantes préférées à un prix moyen de 1.000 FCFA/litre. Le prix moyen à

la consommation de l'huile dans ce circuit est de 1.250 FCFA/litre. Enfin, le circuit C₄ assure l'acheminement de 10% de la production d'huile pour la fabrication artisanale de savons et de crèmes. Ce circuit est aussi animé par les collecteurs-grossistes du circuit C₃ avec le même niveau de prix. La fabrication de savons et de crèmes est une activité exclusivement féminine.

Rentabilité des activités commerciales

L'analyse financière des différentes activités montre qu'elles sont rentables pour l'ensemble des acteurs impliqués. Pour les ramasseuses des fruits de karité, leurs charges sont liées seulement au temps mis pour le ramassage. Comme la ramasseuse renonce à d'autres activités pour la recherche des fruits, on se réfère à son coût d'opportunité du temps. Ainsi pour une demi-journée de travail, elle obtient une marge bénéficiaire de 500 FCFA, soit 1.000 FCFA par journée de travail (JT). Quant aux transformatrices, les charges d'extraction d'huile se limitent à l'achat des fruits et du bois de chauffe. Le temps consacré à l'extraction n'est pas pris en compte puisqu'elle se fait en général pendant le soir. La marge bénéficiaire qu'elles dégagent est de 500 FCFA pour une demi-journée de travail, soit 1.000 FCFA/JT.

Pour les collectrices-détaillantes, les charges sont relatives à l'achat d'huile et au transport. Comme elles vendent en moyenne 80 litres d'huile en deux

semaines, ce qui leur permet d'avoir un gain de 47.000 FCFA pendant cette période. Ramenée à la journée, la marge bénéficiaire est de 3.360 FCFA. Quant aux collecteurs-grossistes, les charges sont liées seulement à l'achat d'huile. Les frais de transport sont nuls puisqu'ils utilisent leurs véhicules qui servent de transport commun. Les 100 litres d'huile vendus par semaine leur procurent un gain de 50.000 FCFA, soit une marge bénéficiaire journalière 7.140 FCFA.

Pour les détaillantes, l'achat d'huile auprès des collecteurs-grossistes constitue leur principale charge. Les taxes du marché ne sont pas prises en compte puisqu'elles sont partagées entre plusieurs produits vendus et deviennent ainsi négligeables. Les détaillantes vendent en moyenne 20 litres d'huile de karité en moins d'une semaine, ce qui leur procure un gain de 5.000 FCFA. Ramenée à la journée, la marge bénéficiaire est d'environ 1.250 FCFA.

Quant aux fabricantes de savons ou de crèmes, elles achètent l'huile de karité, les ingrédients et le bois de chauffe pour produire des savons ou des crèmes à base de karité. Avec leur production moyenne de 200 morceaux de savon ou de 100 pots de crème qui peuvent être vendus en deux semaines, elles gagnent 22.000 FCFA pour les savons et 34.500 FCFA pour les crèmes. La marge bénéficiaire journalière de la fabricante de savons est de 1.570 FCFA tandis que celle de la fabricante de crèmes est de 2.465 FCFA (Tableau 2).

Tableau 2
Rentabilité financière des différentes activités

Acteurs	Charges	Produits bruts
Ramasseuse	Temps de ramassage: $\frac{1}{2}$ JT x 500 F/J= 250 F Marge bénéficiaire = 500 F	Vente des fruits de karité: 25 kg x 30 F/kg = 750 F
Transformatrice	Achat des fruits: 25 kg x 30 F/kg =750 F Bois de chauffe =250 F Marge bénéficiaire =500 F	Vente d'huile: 3 l x 500 F/l = 1.500 F
Collectrice- Détaillante	Achat d'huile: 80 l x 500 F/l = 40.000 F Transport = 13.000 F Marge bénéficiaire = 47.000 F	Vente d'huile : 80 l x 1.250 F/l= 100.000 F
Collecteur- Grossiste	Achat d'huile: 100 l x 500 F/l = 50.000 F Marge bénéficiaire = 50.000 F	Vente d'huile: 100 l x 1.000 F= 100.000 F
Détaillante	Achat d'huile: 20 l x 1.000 F/l = 20.000 F Marge bénéficiaire = 5.000 F	Vente d'huile: 20 l x 1.250 F= 25.000 F
Fabricante de savon	Achat d'huile: 20 l x 1.000 F = 20.000 F Ingrédients = 7.500 F Bois de chauffe = 500 F Marge bénéficiaire = 22.000 F	Vente de savon: 200 savons x 250 F/savon = 50.000 F
Fabricante de crème	Achat d'huile : 10 l x 1.000 F = 10.000 F Ingrédients = 5.000 F Bois de chauffe = 500 F Marge bénéficiaire = 34.500 F	Vente de crème: 100 pots x 500 F/pots = 50.000 F

Utilisations de karité

Le karité est un arbre à usages multiples. Chaque partie de cet arbre a un usage particulier. Les racines, l'écorce et les feuilles ont des vertus médicamenteuses contre la bilahziouse, la dysenterie amibienne, la toux, l'ictère, etc. Le bois constitue un bois d'œuvre résistant aux termites, et un bois de feu qui donne du bon charbon. Les fleurs sont très mellifères, les fruits donnent des huiles comestibles et les pulpes sont consommées par les enfants et les bêtes. L'huile est utilisée d'abord pour les préparations culinaires, elle est très appréciée pour son goût. Dans les centres urbains, cette huile est réservée à la préparation des repas spécifiques pour les pères de famille. En outre, elle est donnée aux nourrissons pour accélérer leur croissance. Elle est également utilisée sous forme de produit cosmétique pour les cheveux par les femmes et pour la peau des nourrissons, ou encore dans la fabrication de savons et crèmes.

Discussion

Le karité présente un intérêt économique et social pour la population centrafricaine. En dépit de cette importance, il ne fait aucun objet de recherche dans le pays. Les arbres ne perçoivent aucun soin, ce qui les expose aux feux de brousse et ne facilite pas le ramassage des fruits. Seuls ceux qui sont dans les parcelles culturales bénéficient du désherbage des cultures (1). La régénération du karité est assurée par les rejets de souche et par la germination des graines, mais les jeunes plantules ne résistent pas aux feux de brousse qui sont fréquents en saison sèche. Cette situation a entraîné la disparition des arbres qui sont proches du village, amenant ainsi les ramasseuses à parcourir de grandes distances pour obtenir des fruits. C'est pour cette raison que la Division forestière de la préfecture de l'Ouham a commencé en 1996 à planter le karité dans la région de Bossangoa et à vulgariser cette pratique auprès de la population (1, 4), mais le résultat reste pour l'instant peu perçu. Des efforts peuvent être poursuivis dans ce sens à l'instar des pays africains de l'ouest (5).

L'analyse du processus de transformation traditionnelle des fruits de karité en huile a montré que cette méthode est pénible et nécessite du temps. Pour réduire la pénibilité des transformatrices et le temps de travail, la Division forestière de la préfecture de l'Ouham, avec l'appui de la Coopération allemande (GTZ), a vulgarisé l'utilisation d'une presse à karité dans la région de Bossangoa depuis 1997 (1, 4). Le processus de production d'huile à partir de la presse est le suivant: le pilage des amandes, la torréfaction et le pressage. A part la presse, les femmes ont besoin d'un mortier, d'un pilon et d'un torréfacteur qui peut éventuellement être remplacé par la poêle traditionnelle. Pour la même quantité de fruits, 25 kg transformés en amandes, on compte au total

180 minutes de transformation d'amandes en huile dont 110 minutes pour le pilage, 55 minutes pour la torréfaction et 15 minutes pour le pressage, pour une production de 4 litres d'huile. En utilisant la presse, les transformatrices économisent 90 minutes et gagnent 1 litre d'huile en plus, ce qui améliore la rentabilité de leur activité. Mais, la vulgarisation de cette presse pose actuellement de sérieux problèmes pour les raisons suivantes: les transformatrices estiment que la presse coûte chère (800.000 FCFA) et ne sont pas prêtes à se mettre en groupe pour l'acquérir; les consommateurs n'apprécient pas l'huile obtenue par la presse à cause de sa couleur trop claire et de son odeur moins forte; la presse pèse beaucoup si bien que son déplacement est difficile. Le choix d'un type de presse devrait impliquer les transformatrices car elles devraient analyser elles-mêmes les avantages et les inconvénients des différentes technologies alternatives (temps, pénibilité de travail) en tenant compte de leurs pouvoirs d'achat et l'aspect organisationnel de l'activité (2). Ses aspects peuvent être pris en compte pour l'amélioration de la presse.

Très peu d'acteurs arrivent à faire suffisamment de stock d'huile de karité pour l'approvisionnement de toute une année. Ainsi, les prix peuvent considérablement varier selon les saisons (janvier à mai) et il arrive parfois qu'on ne trouve pas d'huile de karité sur le marché. Toutefois dans les villages, l'autoconsommation est importante puisque la plupart des ménages produisent leurs huiles. C'est la source de matière grasse la plus accessible car il n'y a pas sortie d'argent et que les huiles de palme (800 FCFA/litre) et d'arachide (1.200 FCFA/litre) sont plus chères dans les villages. En revanche, elle est moins consommée à Bangui à cause de son prix relativement élevé par rapport aux prix des huiles de palme (500 FCFA/litre) et d'arachide (800 FCFA/litre). Cette situation est accentuée par l'inexistence de structures inter-acteurs (1). La commercialisation de l'huile de karité n'est pas organisée. Les collectrices-détaillantes qui sont les principales actrices de la commercialisation n'ont pas de transformatrices fixes qui leur fournissent régulièrement les huiles. Elles ne trouvent pas toujours la quantité d'huile dont elles ont besoin. Elles restent parfois 7 à 10 jours au village pour rassembler la quantité voulue, ce qui les amène le plus souvent à disposer des produits de qualité différente. Un besoin en organisation des marchés s'impose en renforçant les dispositions actuelles et en établissant une relation durable entre les transformatrices et les collectrices/collecteurs par des contrats. En outre, une amélioration des conditions de transport renforcerait les résultats de la commercialisation d'huile de karité. Toutefois, les différentes activités de la filière se justifient économiquement. La comparaison des marges bénéficiaires par journée de travail des acteurs place en première position les collecteurs-grossistes, suivis des collectrices-détaillantes et en dernière position les ramasseuses et les transformatrices. Les collectrices-

détaillantes et les collecteurs-grossistes ont besoin d'un capital de départ relativement élevé pour se lancer dans leurs activités, de même pour les détaillantes, les fabricantes de savons et les fabricantes de crèmes; ce qui n'est pas le cas pour les ramasseuses et les transformatrices qui présentent les faibles marges à la journée de travail.

Conclusion

Les multiples utilisations de karité témoignent de l'importance que la population accorde à cet arbre. Au nord du pays, le karité tient une place importante au niveau économique et social. Mais la consommation

d'huile de karité à Bangui est limitée à cause de sa faible offre et de son prix relativement élevé par rapport aux autres huiles même si elle est très appréciée tant pour ses qualités nutritionnelles que pour ses vertus médicamenteuses et cosmétiques. L'augmentation de l'offre nationale conjuguée à une meilleure organisation des marchés pourrait conduire à la baisse des prix et augmenterait donc la consommation. Des études ultérieures visant à approfondir les connaissances des potentiels de production, des processus de transformation et des consommateurs potentiels en l'huile de karité seraient indispensables pour améliorer les niveaux de vie des acteurs concernés.

Références bibliographiques

1. Andrianarivelo Rakotomalala A., 2000, Etude des filières karité, méné, prosopis et néré autour de l'axe Bangui-Bossangoa. Mémoire du diplôme d'agronomie approfondie, INA-PG, 52 p.
2. Bruinsma Y., 1998, La fabrication du karité, quelles technologies pour les femmes? Echos du Cota, 79, 12-15.
3. Depommier D.D. & Fernandes E., 1995, Aspects du parc à karités-nérés (*Butyrospermum parkii*, *Parkia bliglobosa*) dans la région de l'Ouham (République Centrafricaine). ICRAF, 27 p.
4. Maïdé A.M., 2000, Etude de la filière huile de karité en République Centrafricaine: cas de la sous-préfecture de Bossangoa. Mémoire de maîtrise en sciences économiques, Université de Bangui, 54 p.
5. Sinsin B. & Sinadouwirou T.A., 2003, Valorisation socio-économique et pérennité du *Pentadesma butyracea* Sabine en galeries forestières au Bénin. Cahiers Agricultures 12, 2, 75-79.
6. Tiquet J., 1985, Les arbres de la brousse au Burkina Faso. Cesao Bobodiou-Lasso. Collection Appui au monde rural, série technique n°2, 95 p.
7. Von Maydell, 1983, Arbres et arbustes du Sahel, leurs caractéristiques et leurs utilisations. GTZ, 531 p.

E. Mbétid-Bessane, Centrafricain, Docteur (NR) en économie rurale, Maître-Assistant à la Faculté de droit et des sciences économiques de l'Université de Bangui, Chercheur au Pôle régional de recherche appliquée au développement des savanes d'Afrique Centrale.

La lutte contre les glossines dans la zone agropastorale de Yalé (Burkina Faso): résultats d'enquêtes socio-économiques

M. Kamuanga^{1,2} & I. Kaboré¹

Keywords: Tsetse- Trypanosomosis- Livestock- Productivity- Socio-economic surveys- Burkina Faso

Résumé

L'étude examine l'impact d'une campagne de lutte contre les glossines chez les éleveurs de la zone agropastorale de Yalé au sud du Burkina Faso entre 1994 et 1997. Des paramètres de productivité des troupeaux ont été évalués, sans suivi régulier santé-productivité, grâce à des enquêtes socio-économiques transversales. Les résultats montrent un accroissement de 25% de l'effectif en bovins; une réduction de la mortalité de 63,1% à 7,1%; un accroissement du taux de naissance de 57,6% et de la production de lait en saison sèche de 0,2 à 2,2 litres/vache/jour. Ils démontrent l'effet positif de la lutte contre la trypanosomose sur des zébus dans une zone à forte pression glossinienne. L'étude souligne ainsi l'utilité des méthodes d'enquête efficaces qui peuvent aider à mieux estimer les paramètres de productivité dans l'élaboration des modèles de troupeau. Ce type d'estimations peut contribuer à mieux appréhender la modélisation des bénéfices de la lutte, en évitant l'utilisation des valeurs subjectives.

Summary

Tsetse Control in the Yalé Agropastoral Zone (Burkina Faso): Results of Socio-economic Surveys

The study examines the impact of a tsetse campaign (1994-1997) in southern Burkina Faso. In the absence of health - productivity monitoring, data were collected in cross sectional surveys to generate quantitative estimates of relevant productivity traits for cattle. The results indicate the following: 25% increase in herd size; reduction in mortality from 63.1% to 7.1% and increase in live births of 57.6%. Milk yield rose from 0.2 to 2.2 litres/cow/day in the dry season. These results show the impacts trypanosomosis control can have on zebu cattle exposed to a high tsetse challenge. The study underscores the importance of well designed surveys as a cost-effective way of generating estimates of productivity impacts. These estimates can be a useful alternative to subjective assessments in modelling the economic benefits.

Introduction

La trypanosomose animale africaine (TAA) transmise par la mouche tsé-tsé (*Glossina* spp.) est une parasitose qui affecte principalement les bovidés et les équidés. Sous sa forme chronique, la TAA est responsable d'une forte dégradation de l'état général de l'animal, qui en maigrissant devient une non valeur économique, peu apte aux travaux agricoles et sans aucune valeur monétaire à la réforme. On estime qu'actuellement près de 9 millions de km² dans plus de 40 pays sont infestés de mouches tsé-tsé, et qu'au moins 44 millions de bovins sont exposés au risque trypanosomien (8).

Malgré l'influence dominante du régime soudanien et semi-aride au Burkina Faso, la TAA sévit particulièrement dans la zone subhumide du sud et sud-ouest où près de 2,7 millions de bovins (63% du cheptel national) courent le risque de contracter la maladie (11). Plusieurs méthodes efficaces de lutte ont été utilisées dans cette zone. Cependant l'avènement le plus significatif des 20 dernières années reste l'utilisation des leurres olfactifs (pièges

et écrans imprégnés d'insecticide et traitements épicutanés aux pyréthrinoides) qui ont permis de réduire fortement la pression des glossines au cours de plusieurs interventions au Burkina Faso (2, 4, 5). Les bénéfices de la lutte antivectorielle se traduisent par une diminution du risque de la TAA. Sa faible prévalence permet de réduire l'utilisation des trypanocides et la mortalité des animaux, améliorant ainsi la productivité du bétail en termes de rendement carcasse, rendement lait et efficacité de la traction animale. Le risque de la TAA module les pratiques de gestion des éleveurs par son influence sur les décisions d'achat et de vente d'animaux, le choix de races et la composition du troupeau. Dans une récente revue des études de l'impact de la TAA sur l'agriculture africaine, Swallow (15) démontre que les éleveurs qui vivent dans les zones à haut risque trypanosomien n'arrivent à maintenir que 25% à 60% des effectifs de bovins qu'on peut élever dans des zones adjacentes à faible risque. Il est important de s'assurer de la perception qu'ont les éleveurs des conséquences

¹International Livestock Research Institute (ILRI).

²Centre International de Recherche-Développement sur l'Élevage en Zone Subhumide (CIRDES).

Adresse de correspondance: Dr M. Kamuanga, ILRI C/- ITC, PMB 14, Banjul, The Gambia.

Emails: m.kamuanga@cgiar.org, m.kamuanga@itc.gm

Reçu le 17.06.04. et accepté pour publication le 03.11.04.

de la TAA afin de formuler des hypothèses correctes sur l'amélioration de la productivité animale à la suite d'une intervention.

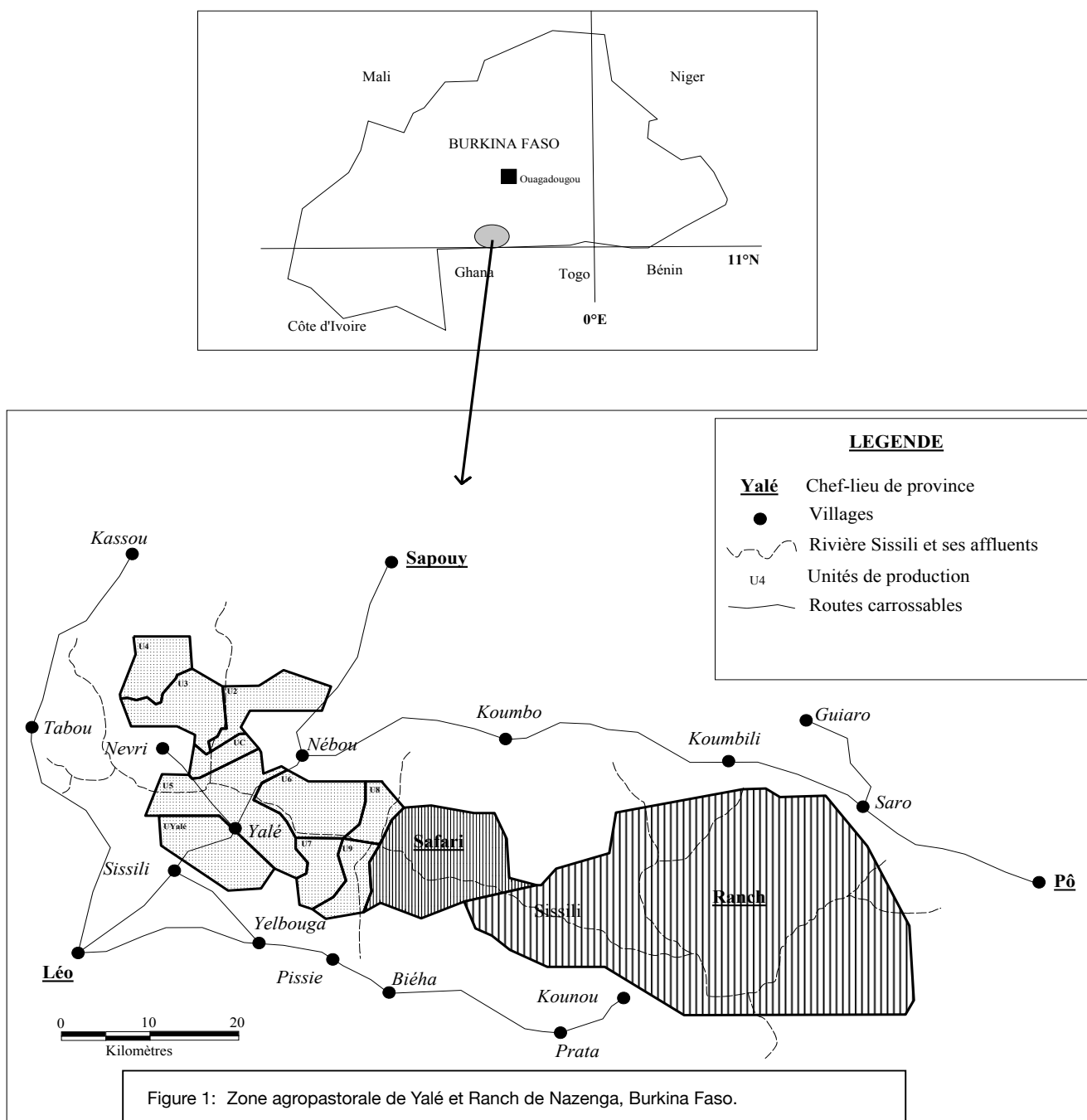
Dans cet article, nous présentons les résultats d'une enquête socio-économique pour évaluer l'impact de la lutte contre la TAA tel qu'il était perçu par les éleveurs de la zone agropastorale de Yalé (ZAP), au sud-ouest du Burkina Faso. Ces derniers avaient été formés auparavant et testés sur leur connaissance du vecteur, de la maladie et des effets de celle-ci sur la productivité de leurs troupeaux. Les objectifs spécifiques de l'étude étaient (1) d'estimer les paramètres de performance de la reproduction, (2) d'évaluer les changements intervenus dans l'utilisation d'intrants vétérinaires et

les productions animales dus à la campagne de lutte, et (3) de porter un jugement critique sur l'utilisation de telles estimations basées sur la perception des éleveurs dans l'optique de l'évaluation des bénéfices et des coûts de la lutte anti tsé-tsé.

Matériel et méthodes

1. La zone agropastorale de Yalé et la lutte Anti Tsé-Tsé

La zone d'aménagement pastoral de Yalé (ZAP) est située à 25 km au nord de Léo, chef-lieu de province de la Sissili, et couvre 40.000 ha dont plus de la moitié a été aménagée (Figure 1).



Un projet de développement (PDR) avait opéré dans les années 1980 et 1990 pour l'aménagement de la zone, l'accroissement des ressources pastorales, l'augmentation de la productivité et l'auto responsabilisation des éleveurs. En pratique, ces objectifs étaient poursuivis à travers la sédentarisation des éleveurs Peulhs, la mise en place de groupements de producteurs et l'appui technique assuré par le Service Provincial des Ressources Animales (SPRA). En janvier 1993, le SPRA alerta le Centre International de Recherche-Développement sur l'Élevage en Zone Subhumide (CIRDES) à propos des taux élevés de mortalité dans les troupeaux de la ZAP. Les premiers prélèvements et tests conclurent à l'occurrence d'une épidémie de trypanosomose animale. En effet, les résultats du sondage entomologique révélèrent des densités apparentes (DAP) de 52 mouches/piège/jour pour *Glossina tachinoïdes* et de 11 glossines/piège/jour pour *G. morsitans submorsitans* dans les réserves entourant la ZAP. À l'intérieur de la ZAP, la DAP totale était de 2,7 glossines/piège/jour (décembre 1993) avec un taux moyen d'infection des mouches de 22,2%. La prévalence de la TAA obtenue avec la méthode du Buffy Coat (BC/DG) est de 16% à 52%. Le SPRA proposa un schéma d'un minimum de 4 traitements par an avec des trypanocides pour alléger la situation.

Une campagne de lutte anti tsé-tsé exécutée par le CIRDES démarra en avril 1994 avec des traitements épicutanés de tous les animaux à la deltaméthrine 1% pour-on, une fois tous les deux mois. Près de 1.500 écrans imprégnés d'insecticide avaient été déployés sur le réseau hydrographique principal de la rivière Sissili qui traverse la ZAP (6).

2. Déroulement des enquêtes socio-économiques

Au début de l'année 1994, plusieurs séances d'entretien et de formation avaient été organisées par l'équipe de recherche du CIRDES en collaboration avec le SPRA afin de familiariser les éleveurs de la ZAP aux notions de productivité et principes de la lutte antivectorielle. L'absence d'un suivi régulier santé-productivité (non envisagé à l'époque) qui aurait permis d'estimer les paramètres de productivité du troupeau au début et à la fin de l'intervention, imposa la mise en place justifiée d'enquêtes socio-économiques formelles étalées dans le temps. Les premières enquêtes furent organisées entre août et octobre 1994 et consistaient en une série d'entretiens de groupe pour identifier les contraintes à l'amélioration de la productivité du bétail dans la ZAP. Ensuite des entretiens ciblés furent organisés au niveau de 34 familles (échantillon aléatoire à probabilité proportionnelle à la taille). Les résultats des enquêtes de groupe indiquent que les grandes familles ayant subi des préjudices graves à cause de l'épidémie de la trypanosomose, étaient plus

sensibles et mieux disposées à l'application des mesures d'assainissement.

Enfin, une enquête approfondie à passage unique - en 2 ou 3 visites- auprès de tous les 307 ménages propriétaires de bovins fut organisée entre octobre et décembre 1994. Les données collectées permirent de disposer d'un référentiel technico-économique en début de la campagne: la taille et l'équipement des ménages, la structure du troupeau, les paramètres de reproduction, l'utilisation des trypanocides, et la production laitière.

Entre janvier et avril 1997, les mêmes ménages étaient re-interviewés et l'enquête élargie à de nouveaux ménages installés et/ou dérivés des anciennes familles de résidents. Le questionnaire administré à ce dernier groupe de répondants faisait figure de contrôle, dans la mesure où les données recueillies se rapportant à la période après intervention pouvaient être comparées à celles fournies par les éleveurs qui avaient vécu l'épidémie et faisaient part de leurs impressions pour une deuxième fois.

La pression glossinienne et le risque de la TAA étaient déjà fortement réduits par suite de la campagne anti-tsé-tsé (6). Des mesures tendant à responsabiliser les éleveurs pour la prise en charge de la lutte venaient d'être mises en place. L'objectif de la seconde enquête était de collecter les données complémentaires sur la production animale et d'évaluer quantitativement les impressions propres des bénéficiaires de l'impact de la lutte contre les glossines sur les paramètres de productivité.

À toutes les étapes de l'enquête approfondie, les répondants devaient préciser le nombre de têtes de bovins leur appartenant dans chaque cohorte. Par une approximation mentale simple, représentant la variation de performances de reproduction (par exemple, le nombre de naissances vivantes pour 10 vaches en gestation entre 1993-94 et 1996-97) et en utilisant la méthode de rappel (1) chaque répondant était tenu de rapporter, avec autant de précision qu'il pouvait, le changement vécu et qu'il estimait étroitement lié à la réduction du risque de la TAA. La mise en place d'une pré-enquête et le passage en deux ou trois visites pour confirmer les impressions recueillies avaient permis d'améliorer la précision des estimateurs. Ces données étaient plus tard traduites en termes de variation intervenue dans l'intervalle de vêlage, mortalité et mortinatalité, naissances vivantes et avortements. La même approche était utilisée pour estimer les quantités et les dépenses en trypanocides; les données sur la production laitière (auto consommée et vendue) en 1993-94 étaient comparées à leur niveau de 1997 (les femmes restant les meilleures interlocutrices dans ce domaine). Des questions directes permirent d'estimer les changements intervenus dans l'utilisation des intrants vétérinaires en relation avec la baisse de la pression glossinienne.

Résultats

1. Importance du cheptel et structure du troupeau dans la ZAP

Le nombre de bovins dans la ZAP a augmenté de plus de 220% entre le début et la fin de la campagne (Tableau 1).

Cette augmentation est en partie due au croît des effectifs dans les troupeaux individuels (25%), mais l'essentiel de la croissance du cheptel est attribuable au flux des éleveurs en provenance des zones adjacentes. Plus de la moitié des répondants avaient aussi confirmé avoir ramené du bétail gardé en grande transhumance en dehors de la ZAP au plus fort de l'épidémie.

Au niveau de la structure et de l'effectif, les changements sont restés assez modestes, à l'exception du nombre de taureaux et bœufs de traction. Par exemple, les femelles représentent 70% du cheptel en 1994 et 65% en 1997. En effet le nombre de mâles âgés de plus de 3 ans avait plus que doublé, avec une remarquable progression du nombre de bœufs de traction (0,1 à 1,1/ménage), parallèlement à l'accroissement de surfaces en culture de case dans les campements. Il existe aussi une tendance forte vers l'acquisition de bovins trypanotolérants au cours de la même période, ce qui reflète une stratégie d'aversion au risque chez les éleveurs.

Tableau 1
Composition du troupeau et nombre de ménages propriétaires dans la zone agropastorale de Yalé (ZAP), Burkina Faso (1994- 1997)

Catégories d'âge-sexe	Effectifs moyens par ménage ^a		
	1994	1997	Variation
Veaux (0 -1 an)	2,4 (2,1)	3,2 (3,8)	+0,8
Velles (0 -1 an)	2,8 (1,7)	3,7 (3,8)	+ 0,9
Jeunes mâles (1-2 ans)	1,7 (1,9)	1,9 (2,8)	+ 0,2
Jeunes femelles (1-2 ans)	2,1 (0,9)	2,8 (3,4)	+ 0,7
Taurillons (2-3 ans)	1,5 (1,9)	1,4 (2,6)	- 0,1
Génisses (2-3 ans)	3,1 (2,7)	2,5 (2,7)	- 0,6
Taureaux (>3 ans)	0,5 (0,6)	1,2 (2,9)	+ 0,7
Vaches (>3 ans)	6,4 (5,9)	8,0 (7,2)	+1,6
Bœufs (>3 ans)	0,1 (0,9)	1,1 (3,7)	+ 1,0
Effectif	20,6	25,8	+ 5,2
Etendue (min. - max.)	2 - 85	3 -145	
A l'échelle de la ZAP			
Nombre de ménages suivis	307	399	+ 92
% ménages avec bovins	32,9	65,4	+ 32,5 ^b
Cheptel total	2085	6742	+ 4657 ^c
% de trypanotolérants	2,1	8,2	+ 6,1

^aEcarts type entre parenthèses; le nombre d'observations valides (ménages avec bovins) dans chaque cohorte est de 101 et 261 pour 1994 et 1997 respectivement.

^bCette proportion inclut tous les nouveaux ménages (installés et dérivés des familles de résidents).

^cLe croît du troupeau et le nombre d'animaux ramenés de l'extérieur de la ZAP.

Tableau 2
Impacts de la lutte contre les glossines et la TAA dans la zone agropastorale de Yalé Burkina Faso (1993-1997): effectifs et rendements

A. Nombre moyen de bovins exploités par ménage (ventes nettes, abattages et cadeaux remis)			
Catégories âge sexe	1993/94	1996/97	Variation
Jeunes mâles (1-2 ans)	1,6 (2,8)	1,2 (2,1)	- 0,4
Jeunes femelles (1-2 ans)	0,8 (2,4)	0,3 (1,4)	- 0,5
Taurillons (2-3 ans)	0,8 (1,9)	0,5 (1,2)	- 0,3
Génisses (2-3 ans)	0,4 (1,6)	- 0,02 (0,8)	+ 0,38
Taureaux (>3 ans)	0,8 (1,6)	0,8 (1,7)	0,0
Vaches (>3 ans)	1,7 (3,5)	0,4 (1,7)	- 1,3
Bœufs (>3 ans)	0,2 (0,9)	0,04 (0,7)	- 0,16
Total	6,03	3,2	-3,2
B. Rendement lait (en litres/vache /jour)			
Périodes	1993/94	1996/97	Variation
Saison de pluies	0,71 (4,73)	3,73 (4,72)	+ 3,02
Saison sèche	0,17 (0,08)	2,20 (3,40)	+ 2,03

Ecarts type entre parenthèses; le nombre d'observations valides, section A (dans chaque cohorte) et section B est de 101 et 261, respectivement pour les saisons 1993/94 et 1996/97.

Tableau 3
Impacts de la lutte contre les glossines et la TAA dans la zone agropastorale
de Yalé Burkina Faso (1993-1997): mortalités et reproduction

Mortalité de bovins due à la trypanosome et maladies associées estimée par les éleveurs (en % de l'effectif du troupeau)			
Catégories d'âge-sexe	1993/94	1996/97	% variation
Veaux (0-1 an)	64,9 (20,7)	8,7 (8,4)	- 56,2
Velles (0-1 an)	63,3 (21,2)	7,3 (8,2)	- 56,0
Jeunes mâles (1-2 ans)	60,8 (18,5)	6,9 (8,9)	- 53,9
Jeunes femelles (1-2 ans)	58,1 (18,3)	6,1 (7,9)	- 52,0
Taurillons (2-3 ans)	60,6 (19,7)	6,7 (8,9)	- 53,9
Génisses (2-3 ans)	58,1 (20,0)	5,9 (8,2)	- 52,2
Taureaux (>3 ans)	69,9 (24,0)	7,2 (8,5)	- 62,7
Vaches (>3 ans)	70,8 (21,4)	10,0 (7,5)	- 60,8
Boeufs (>3 ans)	61,0 (34,4)	5,4 (8,6)	- 55,6
Total/Moyenne	63,1	7,1	- 56

Avortements, mortinatalités et naissances vivantes estimées par les éleveurs (en % of de vaches gestantes)			
	1993/94	1996/97	% variation
Avortements & Mortinatalités	63,0 (--)	9,35 (--)	- 53,7
Naissances vivantes	31,9 (21,3)	89,5 (16,2)	+ 57,6

Ecart type entre parenthèses; le nombre d'observations valides, section A (dans chaque cohorte) et section B est de 101 et 261, respectivement pour la saison 1993/94 et 1996/97. Le nombre moyen d'avortements et de mortinatalités a été pondéré. La somme de proportions avec les naissances vivantes est à arrondir à 100 si l'on tient compte des cas de données inconsistantes.

2. Taux d'exploitation et production laitière

Les variations des taux d'exploitation et des rendements en lait sont consignées au tableau 2. Les sorties nettes dans chaque cohorte (nombre d'animaux vendus, abattus et donnés en cadeau moins les achats et cadeaux reçus) sont plus élevées au début de la campagne (1993-94). En effet, au cours de cette période de forte prévalence de la TAA, les éleveurs avaient augmenté le taux d'exploitation de leurs troupeaux. En 1996-97 ces taux sont réduits et il y a une entrée nette de génisses et de vaches (de 2 à 3 ans) que l'on peut expliquer par des achats en vue de renouveler l'effectif des troupeaux. L'augmentation de la production laitière conforte l'idée d'un impact positif de la lutte contre les glossines sur le rendement. Les estimations comparant la quantité produite et commercialisée en 1997 par rapport à leurs niveaux de 1993-94 indiquent une amélioration significative ($P < 0,05$) des rendements en saison des pluies et en saison sèche (Tableau 2). Les revenus monétaires bruts de la vente étaient passés de 960 FCFA à 1.950 FCFA par jour entre les deux périodes. Plus de 90% de répondants ont attribué cet accroissement à l'amélioration de la santé de leurs animaux faisant suite à l'assainissement du milieu.

3. Performances de reproduction

La grande majorité de répondants (87%) déclarent

avoir constaté une réduction significative ($P < 0,05$) de la mortalité de bovins due à la trypanosomose. La réduction moyenne de la mortalité était de l'ordre de 56%, plus ou moins également répartie entre toutes les catégories d'âge-sexe (Tableau 3).

Une telle similarité de mortalités à travers les cohortes s'expliquerait par le fait qu'il s'agissait des troupeaux venus du nord semi-aride et qui n'avaient jamais été exposés au risque de la TAA. Presque tous les éleveurs interrogés (90%) estiment aussi que les taux de mortinatalité et le nombre d'avortements étaient fortement réduits en fin de campagne, et par conséquent il y avait une nette amélioration au niveau de naissances vivantes. D'une manière générale, l'amélioration du taux de vêlage était perçue par les éleveurs comme étant le fait le plus marquant de la campagne de lutte contre les glossines.

4. Utilisation des trypanocides

Contrairement à ce que l'on aurait pu penser, il y avait une augmentation significative ($P < 0,05$) de la quantité et des dépenses en trypanocides en rapport avec la période du début de l'intervention. Les dépenses en trypanocides préventifs estimés à près de 19.000 FCFA/ ménage/an représentent une augmentation de 28% par rapport à la période 1993-

Tableau 4
Impacts de la lutte contre les glossines et la TAA et l'utilisation des
trypanocides dans la zone agropastorale de Yale, Burkina Faso

	1993/94	1996/97	% Variation
Pourcentage d'éleveurs utilisant les trypanocides	78,8	87,0	+ 10,4
Dépense moyenne par an (CFA):			
- Trypanocides préventifs			
par ménage	14 780 (4 215,9)	18 876 (5 042,7)	+27,7*
par tête de bovin	2 560 (599,1)	3 146 (2 008,6)	+ 22,9*
Dépense moyenne par an (CFA):			
- Trypanocides curatifs			
par ménage	5 060 (3 987,7)	6 424 (6 899,3)	+ 26,9
par tête de bovin	230 (204,9)	250 (309,5)	+ 8,7

Ecart type entre parenthèses.

* Différence significative à 5% selon le test *t* de Student.

94. L'augmentation des dépenses en trypanocides curatifs est du même ordre de grandeur (27%), cependant la dépense par tête de bovin ne représente que le tiers du coût du traitement recommandé au Bérenyl (acéturate de diminazène) qui s'élève à 730 FCFA/animal. Les éleveurs traitent sélectivement leurs troupeaux excluant souvent les veaux et les jeunes animaux. D'une manière générale, il existe une forte tendance à l'utilisation de trypanocides préventifs en tant que stratégie d'aversion au risque même quand les éleveurs sont conscients de la réduction de la pression des glossines dans leur environnement.

Discussion

Toutes choses restant égales par ailleurs, on peut estimer que l'assainissement du milieu par la lutte contre les glossines produise trois effets en rapport avec la gestion de la production et de la santé animale: (1) un accroissement du cheptel bovin au cours de la période d'intervention résultant de l'amélioration de la productivité et/ou de l'immigration qu'impulserait la réduction du risque de la maladie; (2) une augmentation du taux d'exploitation quand les possibilités réelles d'écoulement existent et (3) une réduction comparative de dépenses en trypanocides. Seule la première hypothèse est confirmée par les résultats de cette étude.

En réponse à l'évolution du risque de la TAA dans la ZAP, des changements importants sont intervenus entre 1989 et 1997 au niveau du nombre de ménages détenteurs de bovins en dépit des restrictions en vigueur sur l'installation des nouveaux éleveurs. L'évolution en «dents de scie» du cheptel individuel des ménages dans la ZAP conforte ce qui est connu de la relation entre le risque de la TAA et le nombre

de bovins détenus par les éleveurs. L'examen des taux d'exploitation et des dépenses en trypanocides au début et en fin de campagne appelle quelques commentaires. Dans un système de production à visée commerciale, des taux d'exploitation plus élevés témoignent d'une productivité accrue. Ce qui permet aux éleveurs de vendre des animaux pour améliorer leurs revenus monétaires. Ainsi la situation qui prévalait dans la ZAP en 1993-94 ne pouvait s'expliquer que par la volonté des éleveurs de liquider leur stock de bovins en vue de minimiser le risque et réduire les pertes face à l'épidémie. Ce fait était renforcé par le devoir de mémoire en rapport avec les pertes énormes qu'ils avaient subies depuis 1989. En effet, interrogés peu avant la mise en place de la campagne de lutte, tous les répondants affirmaient avoir perdu au moins 75% de leur cheptel par forte mortalité au cours de l'épidémie de la trypanosomose (9). De la même manière, on ne pourrait expliquer l'augmentation de 10% du nombre de ménages utilisant les trypanocides en 1996-97 et l'accroissement de 28% en dépenses pour les trypanocides préventifs que par des comportements d'aversion au risque. En plus, un pouvoir d'achat plus élevé, conséquence de l'amélioration de la santé des troupeaux et de leur productivité, aurait favorisé l'achat de plus de trypanocides, malgré les certitudes qu'avaient les résidents sur la réduction de la pression des glossines dans la ZAP. Le manque de service de vulgarisation adéquat et la pratique de la transhumance de saison sèche sont autant de facteurs qui expliqueraient cette tendance soutenue à l'utilisation de trypanocides préventifs.

L'évaluation de l'impact de la lutte contre les glossines par la voie d'enquêtes socio-économiques

(1, 15) est une approche qui doit encore s'améliorer. Pour apprécier les changements intervenus dans les paramètres de productivité, on a souvent fait recours traditionnellement aux suivis de santé-productivité en comparant des situations contrastées (7, 12, 13). Dans plusieurs expérimentations, le troupeau est défini comme l'unité d'observation pour des suivis longitudinaux ou des études transversales. Il est pourtant difficile d'identifier une zone témoin, sans intervention, qui serait parfaitement identique à tout égard à la zone de lutte pour conduire efficacement une étude comparative transversale. D'autre part, pour être valides, les suivis longitudinaux exigent plusieurs années de données avant et après l'intervention afin de maîtriser les effets confondants dus aux variations interannuelles. Ceci montre que la fiabilité des résultats des suivis santé-productivité dépend étroitement de la rigueur scientifique poursuivie et de la disponibilité financière pour leur mise en œuvre.

L'approche par questionnaire dans cette étude était justifiée par son coût relativement faible. L'amélioration de la précision des estimateurs a été obtenue par le biais d'un très large échantillon de répondants (>200 dans chaque cas). Les écarts type très faibles des moyennes de mortalités en 1993-94 traduisent mieux la consistance des vues dans la perception collective d'une même réalité: il y avait plus de 60% de mortalités dans toutes les catégories d'âge-sexe au moment de la mise en place de la première enquête, ce qui est aussi dû au fait que les troupeaux de la ZAP, originaires du nord semi-aride, avaient immigré dans une zone infestée de glossines et étaient exposés pour la première fois à un risque élevé de trypanosomose. Interrogés sur les mortalités de bovins en 1996-97, les estimations faites par les éleveurs étaient beaucoup plus dispersées autour des moyennes, ce qui indique un manque de perception commune sur la cause des mortalités.

Sur le plan du dispositif et de la méthodologie des enquêtes, nous avons estimé nécessaire d'interroger tous les chefs de ménages, ce qui a résolu le problème de représentativité de l'échantillon en rassurant sur la variabilité de données recueillies. Cependant dans ce cas d'une enquête à passage unique, le nombre très réduit de visites aux répondants augmente le risque d'erreurs d'observation. Les enquêtes rétrospectives reposent sur la fiabilité des données recueillies; celle-ci est fonction de la facilité avec laquelle le répondant peut se souvenir des événements passés, ainsi que de la manière dont les questions sont formulées. Une fréquence minimum de deux passages par mois serait appropriée pour améliorer la qualité des informations concernant les événements dans les exploitations (14). Il faut noter qu' on ne peut réduire le biais d'échantillonnage et les erreurs d'observation dans ce type d'enquête qu'au prix d'une formation de qualité donnée aux enquêteurs et de pouvoir fournir une explication scientifique aux éleveurs sur le vecteur,

le mode de transmission de la maladie et les voies et moyens pour son contrôle. Ce point a été pris en compte dès le début de l'étude, dont l'enquête formelle en 1994 n'a pu être administrée qu'entre octobre et décembre. Expérience vécue et connaissance des symptômes de la TAA seront pour les éleveurs les meilleurs gages d'une appréciation correcte de l'impact de la lutte et influenceront positivement sur leurs vellétés à contribuer financièrement ou en main-d'œuvre à la pérennisation des acquis de la lutte (10). Il est important de noter pour nuancer que ces résultats sur l'impact de la lutte par la voie d'enquêtes rétrospectives sont complémentaires et non substituables à une évaluation statistique approfondie de la relation entre les paramètres de productivité et la réduction de la prévalence de la TAA chez les troupeaux. Cependant, beaucoup laisse encore à désirer dans ce domaine en ce qui concerne la précision des coefficients techniques (3).

Les analyses économiques de l'impact de la lutte sont basées sur des hypothèses concernant la variation de niveaux de productivité des troupeaux et de charge animale en situation de risque par rapport aux zones non infestées de glossines. C'est ici que les résultats d'enquêtes rigoureuses deviennent utiles car ils peuvent aider à améliorer les paramètres de base dans la simulation de l'évolution de la production de lait, de viande ainsi que des effectifs en bovins dans les modèles de troupeaux.

Conclusion

Il est très difficile d'évaluer les paramètres de productivité des troupeaux à la suite d'une intervention de lutte contre les glossines sans suivi santé-productivité régulier et rigoureux. Des enquêtes socio-économiques utilisant un questionnaire bien structuré et administré par des enquêteurs bien formés, au début et à la fin de l'intervention peuvent s'avérer utiles et complémentaires si toutefois le biais d'échantillonnage est faible et les erreurs d'observation réduites au minimum. Sans sous-estimer les effets confondants d'autres facteurs associés à la perception qu'ont les éleveurs du gain en productivité, ces estimations peuvent néanmoins aider à corriger l'aspect subjectif de la modélisation des bénéfices de la lutte contre les glossines et la trypanosomose.

Remerciements

Cette étude a été menée conjointement par le CIRDES et l'ILRI dans le cadre du programme conjoint de recherche sur la trypanosomose et le bétail trypanotolérant en Afrique de l'Ouest, sur un financement de l'Union Européenne (FED VII-REG 6061/002). Nous sommes redevables aux chercheurs de deux institutions qui ont apporté leur concours à la collecte de données et l'interprétation des résultats.

Références bibliographiques

1. Ahmedin J. & Hugh-Jones M.E., 1995, Association of tsetse control with health and productivity of cattle in the Didessa Valley, western Ethiopia. *Preventive Veterinary Medicine*, **22**, 29-40.
2. Amsler-Delafosse S., Kaboré I. & Bauer B., 1995, La lutte contre les vecteurs de la trypanosomose animale africaine au Burkina Faso. *Cahiers d'Etudes et de Recherches Francophones – Agricultures*, **4**, 6, 440-443.
3. Barrett J.C., 1997, Economic issues in trypanosomiasis control. NRI Bulletin 75 Chatham, U.K. National Resources Institute.
4. Bauer B., Kaboré I., Liebisch A., Meyer F. & Petrich-Bauer J., 1992, Simultaneous control of ticks and tsetse flies in Satiri, Burkina Faso, by the use of flumethrin pour-on for cattle. *Tropical Medicine and Parasitology*, **43**, 41-46.
5. Bauer B., Amsler-Delafosse S., Clausen P.-H., Kaboré I. & Petrich-Bauer J., 1995, Successful application of deltamethrin pour-on to cattle in a campaign against tsetse flies (*Glossina* spp.) in the pastoral zone of Samorogouan, Burkina Faso. *Tropical Medicine and Parasitology*, **46**, 183-189.
6. Bauer B., Amsler-Delafosse S., Kaboré I. & Kamuanga M., 1999, Improvement of cattle productivity through rapid alleviation of African animal trypanosomosis by integrated disease management practices in the agropastoral zone of Yalé, Burkina Faso. *Tropical Animal Health and Production*, **31**, 89-102.
7. Camus E., 1981, Evaluation économique des pertes provoquées par la trypanosomose sur quatre types génétiques bovins dans le nord de la Côte d'Ivoire. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop.* **34**, 297-300.
8. Inter-African Bureau for Animal Resources (IBAR), 1989, Cattle distribution maps. Organization of African Unity, Nairobi, Kenya.
9. Kamuanga M., Kaboré I., Swallow B., Amsler-Delafosse S. & Bauer B., 1997, Evaluating factors affecting implementation of community-based tsetse control in southern Burkina Faso. Part 1: Use of insecticide-impregnated screens. Proceedings of the 23rd meeting of the ISCTRC, Banjul, The Gambia. Sept. 1995, J. Mathu Ndung'u (editor); Publication n°118, OAU/STRC.
10. Kamuanga M., Sigué H., Swallow B., Bauer B. & d'Ieteren G., 2001, Farmers' perceptions of the impacts of tsetse and trypanosomosis control on livestock production: evidence from southern Burkina Faso. *Tropical Animal Health and Production*, **33**, 141-153
11. Kruska R.L., Perry B.D. & Reid R.S., 1995, Recent progress in the development of decision support systems for improved animal health. *In: Integrated geographic information systems useful for a sustainable management of natural resources in Africa. Proceedings of the Africa GIS 1995 Meeting, Abidjan, March 6-9 (UNITAR /95/2, United Nations, Geneva).*
12. Putt S.N.H., Shaw A.P.M., Matthewman R.M., Bourn D.M., Underwood M., James A.D., Hallam M.J. & Ellis P.R., 1980, The social and economic implications of trypanosomiasis control a study of its impact on livestock production and rural development in northern Nigeria. *Veterinary Epidemiology and Economics Research Unit, University of Reading, Reading, U.K.*
13. Rowlands G.J., d'Ieteren G.D.M., Coulibaly L., Hecker P.A., Leak S.G.A. & Nagda S.M., 1996, Assessment of the effect of tsetse control on livestock productivity -a case study in northern Ivory Coast. *Preventive Veterinary Medicine*, **28**, 17-32.
14. Sigué H., 2000, L'impact de la lutte contre la trypanosomose animale au Burkina Faso: analyse d'enquêtes socio-économiques. Thèse de MSc., Institut de Médecine Tropicale Prince Léopold, Anvers, Belgique.
15. Swallow B.M., 2000, Impacts of trypanosomiasis on African agriculture. PAAT Technical and Scientific Series N°2. Programme against African Trypanosomosis, FAO. 52 p.

M. Kamuanga, Congolais (RDC), PhD en économie agricole, est économiste régional de l'International Livestock Research Institute (ILRI); C/. Centre International de Recherche-Développement sur l'Élevage en Zone Subhumide (CIRDES), 01 BP 454, Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso.

I. Kaboré, (Burkinabé), Ingénieur d'élevage, Entomologiste, Chercheur au Centre International de Recherche-Développement sur l'Élevage en Zone Subhumide (CIRDES), 01 BP. 454, Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso.

Analyse de la décision contractuelle des producteurs du lait en Tunisie

L. Zaibet^{1*}, H.B. Salem² & M.S. Bachta³

Keywords: Milk collection- Contracts- Transaction costs

Résumé

Bien que les activités économiques soient parfaitement coordonnées par le marché, ce dernier semble aussi justifier l'établissement de contrats qui constituent un engagement réciproque entre producteur d'un produit primaire (lait par exemple) et celui qui s'occupe de la collecte ou de la transformation de ce produit (centre de collecte ou usine). Dans cette étude, le système contractuel entre des centres de collecte dans les régions de Béja et de Jendouba en Tunisie et les producteurs de lait bovin est analysé. Ces derniers semblent être amenés à choisir des arrangements contractuels leur permettant de minimiser leurs coûts de transaction.

La vente du lait pose des problèmes d'évaluation ex-ante dès lors que le système n'est pas parfait et que certaines des composantes du système sont difficiles à évaluer au moment de la signature du contrat. Notre analyse s'est proposé alors d'appréhender la décision contractuelle régissant la relation commerciale entre les éleveurs et les centres de collecte du lait. L'intérêt porté à cet aspect nous a été suggéré d'une part par l'importance et l'irrégularité et la saisonnalité de l'offre du lait frais, et d'autre part par la préoccupation des pouvoirs publics à gagner le défi de la qualité du lait en même temps que celui de la quantité.

Summary

Analysis of the Contracting Decision of Milk Producers in Tunisia

The market is considered to be the best way of coordinating economic activities. Market imperfections however seem to justify the development of contracts between producers of the primary products (say milk) and collectors or milk processing units. In the present study the contract system between these different actors is analyzed in two main production regions (Beja and Jendouba) in Tunisia. Our main hypothesis is that producers choose to contract with milk collection centers in order to reduce transaction costs. Indeed, sales of milk raise high costs of transactions due to ex-ante evaluation problems. This study aims at analyzing the contract decision by farmers to identify factors favoring contracting or not to contract with collection centers. The importance of the study stems from the value given to the contract system to resolve problems of irregularity and seasonality of milk supplies as well as the current efforts to improve the quality of milk.

Introduction

Le système contractuel est reconnu être un facteur important dans l'industrialisation et la modernisation de l'agriculture (3, 4). Les coûts de transaction qui sont liés à l'utilisation du marché tels que les coûts de la recherche de l'information, de négociation et de contrôle peuvent être assez élevés que les agents sont obligés de s'engager dans un processus contractuel pour réaliser des activités qui étaient coordonnées à travers le marché (5). En plus, l'incertitude qui marque les marchés agricoles en général peut augmenter les coûts de transaction et par conséquent les agents trouvent le processus de contractualisation plus avantageux. Alors que le système contractuel est le corollaire du développement des secteurs agricoles et agroalimentaires dans les pays industriels, on constate que ce système n'est pas encore bien assimilé par les agriculteurs en Tunisie.

Le secteur laitier est l'un des secteurs où le système contractuel devrait jouer un rôle capital vu l'importance accordée à la qualité du produit primaire pour produire un produit final de qualité ainsi que le défi de l'autosuffisance auquel le pays s'est engagé depuis quelques années. Par ailleurs, le secteur laitier en Tunisie représente actuellement environ 9% du produit agricole brut et participe à concurrence de 24% de la valeur ajoutée de la production animale et à 7% de la valeur des produits de l'agro-industrie (11).

Dans un objectif d'adapter la production à la consommation locale, les perspectives nationales sont en faveur d'un appui du contexte structurel du secteur laitier. En termes de collecte et de transformation, il est préconisé d'organiser la profession en faveur de la politique d'adoption de

^{1,2} Ecole Supérieure d'Agriculture de Mograne, Tunisie.

³ Institut National Agronomique de Tunis, Tunisie.

Pour correspondance: lzaibet@yahoo.fr

Reçu le 25.03.04. et accepté pour publication le 04.11.04.

contrats entre les intervenants du secteur. Malgré le progrès réalisé par le secteur laitier, on assiste encore à de nombreuses contraintes en termes d'inadéquation entre la production et la consommation, d'insuffisance du système actuel de contrats entre les intervenants (producteurs, collecteurs et industriels) et d'insuffisance de la gestion actuelle de la qualité du produit lait. L'irrégularité et la saisonnalité de la production laitière semble être à l'origine de cette inadéquation entre la production et la consommation et constitue un alibi nécessaire pour encourager l'adoption de contrats entre les divers intervenants.

Ce travail se propose de répondre à travers l'étude de cas d'éleveurs de bovins laitiers dans deux régions de production en Tunisie (Jendouba et Béja) à deux questions principales: (i) Les éleveurs des bovins laitiers sont-ils conscients de l'intérêt de l'adoption de contrats avec leurs partenaires? Et (ii) qu'est ce qui détermine l'adhésion au système contractuel actuel régissant leurs relations avec les centres de collecte? Le papier est organisé en quatre sections: la première partie décrit la situation actuelle du système contractuel dans le secteur laitier en Tunisie; la seconde retrace l'intérêt de l'adoption de contrat commercial en agriculture; la troisième partie discute les modèles théorique et empirique; enfin, la dernière partie concerne la présentation des données et des résultats.

Système contractuel dans le secteur laitier tunisien

Le consommateur tunisien n'a consommé, en 1996, que 82 kg du lait par an, soit 50% environ en moins que la plus faible consommation de l'union européenne (Portugal en 1992) (6). La production laitière en Tunisie est caractérisée par une irrégularité saisonnière. Elle passe, durant la campagne agricole, par une saison haute et une saison basse. La collecte de la production laitière auprès des éleveurs est également à concurrence de 60 à 100% faite par des colporteurs dans des conditions de transport et d'entreposage sont difficiles, compte tenu de l'éloignement par rapport aux centres de collecte. Ces difficultés sont à l'origine du décalage observé entre consommation (demande) et production (offre) et présentent de sérieuses difficultés à résoudre.

Les structures d'encadrement de la profession notamment le groupement interprofessionnel du lait (GILAIT) ont contribué à la résolution de ces difficultés par le biais de:

- la proposition d'une démarche contractuelle entre les éleveurs et les centres de collecte; et,
- l'arbitrage des conflits entre les centres de collecte et les centrales laitières.

Ainsi, des conventions entre les centres de collecte et

les industriels ont vu le jour et des contrats types ont été présentés aux centres de collecte pour les mettre en oeuvre avec les producteurs du lait. Ces contrats se proposent d'organiser la transaction du produit lait frais entre éleveur et centre de collecte en fixant l'objet du contrat, les quantités transactionnelles, les normes de qualité à respecter par l'éleveur, les engagements mutuels des contractants, la fixation du prix du produit, le mode de paiement et la résolution du litige éventuel entre les contractants.

En termes de normes à respecter, il s'agit des normes tunisiennes NT 14-141 fixées par le journal officiel (8). Ces dernières mettent l'action sur la couleur, le goût, la densité, l'acidité, le test alcool, le test phloroglucile et le test réductase. Le centre de sa part s'engage à faire toutes les analyses à la réception du lait et de faire-part à l'éleveur des résultats de cette analyse en cas de refus de son produit; chose qui n'est pas souvent respectée par les centres de collecte du lait. Le centre s'engage aussi à payer l'éleveur conformément à la période et au prix fixé par ledit contrat en le majorant d'une prime qui est calculée selon les qualités physico-chimique et bactériologique du lait. Ces qualités sont celles définies par les analyses élaborées lors de la réception du lait par les centres; ce qui constitue souvent source de litige entre les contractants suite à la non-transparence de cette opération d'analyse de la qualité.

De son côté, l'éleveur s'engage à respecter les règles d'hygiène qui sont souvent dictées par le vétérinaire du centre de collecte du lait. Il s'agit notamment de ne pas mélanger du lait à l'eau ou au lait des vaches malades, conserver le lait dans des conditions hygiéniques et ne pas ajouter ou soustraire des matières grasses. Ces exigences annotées par les clauses du contrat sont loin d'être facilement vérifiables par le centre de collecte compte tenu de la présence d'intermédiaires (privées et coopératives de service) qui collectent le lait au profit de ces derniers et la difficulté de traçabilité en cas de refus du lait par les centres.

Contrats en agriculture et théorie des contrats

En agriculture on assiste à différents types de contrats dont on peut citer notamment le contrat de production et le contrat commercial (10). Les agriculteurs qui entrent en contrat de production gagnent sur les méthodes de contrôle à utiliser dans leur processus de production, réduisent le risque de production et le risque du prix en cas de marché ouvert à une concurrence déloyale. Les risques et les incertitudes auxquels les agents sont confrontés sont aussi conditionnés par la complexité des transactions (15). Le contrat commercial constitue pour l'agriculteur une garantie du prix de vente de son produit avant qu'il soit prêt à être commercialisé. Il pourrait être

employé en élevage en permettant de garantir un prix minimum, à terme, pour la livraison du produit. Lorsque ce contrat est établi avec l'incorporation d'une formule d'évaluation qui donne aux agriculteurs l'occasion de vendre à un prix élevé, ce prix minimum pourrait être majoré.

Cette approche par contrats entre industriels et agriculteurs fournit un cadre organisationnel des transactions en imposant des règles qui apparaissent à travers les clauses contractuelles. Ceci permet d'établir des standards commerciaux, des échelles de valeurs et des instruments de mesure de la qualité par tous les acteurs de la filière. La détermination de la grille de paiement des produits en fonction de la qualité constituera un arrangement entre agriculteurs et industriels, entre agriculteurs eux-mêmes et entre régions de culture sur un système de répartition de la valeur ajoutée par la filière. La fixation du prix minimum payé à l'agriculteur jouera la double fonction d'incitation à produire et de garantir le revenu notamment en présence d'un mécanisme d'indemnisation partielle dans le cas de programme de contrôle de la production, pour des raisons de rendements agricoles plus élevés que prévus ou des produits plus abondants que les besoins exprimés.

Le système contractuel met l'agriculteur sous le contrôle, à travers les représentants agro-industriels sur le plan national, afin de garantir la réalisation de ses promesses en termes de quantité et de qualité conformément aux standards préétablis. Toutefois l'édition des modalités de vérification de l'application du contrat reste indispensable comme procédure de contrôle de la loyauté des agriculteurs lors de la transaction en particulier en ce qui concerne l'évaluation de la qualité. L'approche par contrats permet aussi de restreindre les mécanismes concurrentiels par le biais d'une part, du contrôle du marché en aval en spécifiant des standards communs de qualité et des contingents de production et d'autre part, par la fixation d'un tarif figeant la concurrence entre producteurs concernant leurs accès aux débouchés et, entre transformateurs concernant leurs accès aux matières premières.

Mais le problème qui se pose est que le contrat est-il toujours exécutoire unilatéralement par les deux parties contractantes sans l'intervention d'une partie extérieure jouant le rôle d'arbitrage ou de juge pour observer les éventualités produites, malgré les mesures exigées à l'avance par chacun des contractants. Ces dernières années, des approches théoriques concernant les contrats et les coûts de transaction ont apporté des éléments de réponses à de telles questions.

En mettant au cœur de l'analyse, des relations interindividuelles, la notion de contrat, la théorie

des contrats autant que la théorie des coûts de transaction, ont été amenées à s'intéresser à des questions similaires à savoir, les aléas contractuels, les caractéristiques des transactions et la forme des contrats. En effet, la théorie des coûts de transaction fait l'hypothèse que l'importance des problèmes contractuels est directement reliée aux caractéristiques de la transaction que le contrat encadre (16). Elle suppose que dans un environnement où l'information est coûteuse et l'incertitude est grande, la rationalité des agents est limitée; ce qui les empêchent d'anticiper toutes les contingences futures (9). Aussi à ce caractère coûteux de l'information résultent une attitude de comportement opportuniste et un besoin de garantie par l'individu. Le contrat est perçu par cette théorie, comme étant une composante de la structure de gouvernance ou une matrice institutionnelle dans laquelle ce dernier et la transaction prennent place.

La théorie des contrats incomplets exclut l'asymétrie d'information et la rationalité limitée des agents et considère que cette incomplétude provient, soit des coûts de transaction qui sont associés à l'écriture des clauses contractuelles, soit des problèmes de vérifiabilité par une tierce partie de l'information observable par les deux parties (7). En d'autres termes, ce qui dissuadera les parties qui cherchent à écrire un contrat complet, c'est l'imperfection des institutions judiciaires qui en l'absence d'informations suffisantes ne peut vérifier les diverses clauses contractuelles. Mais cela n'empêche pas les parties contractantes de faire un choix quant au niveau d'incomplétude de leur contrat (13, 14).

Les études empiriques suggèrent que, plus l'environnement soit incertain, plus ces parties renoncent à des termes contractuels précis et faciles à implanter pour passer à des clauses plus flexibles précisant de manière non exhaustive les devoirs de chacune, et aussi qui établissent des procédures d'ajustement. La nature des contrats dépend aussi de la spécificité de l'activité ainsi que la réputation des contractants si bien qu'un contrat en agriculture puisse être oral au lieu d'un contrat écrit et détaillé (1).

Modélisation de la décision contractuelle

Dans la présente étude, pour comprendre la décision contractuelle des agriculteurs, on commence tout d'abord du constat que la collecte et la transformation du lait dans les régions de production étudiées sont, généralement, contrôlées par un nombre réduit d'opérateurs (colporteurs, centres de collecte ou usine de transformation). Cette situation peut être décrite au niveau des centres de collecte, par exemple, par une structure oligopsonistique ou, le cas extrême, par un marché de facteur monopsonistique.

Supposant qu'au niveau d'un centre de collecte le profit se présente comme suit:

$$\Pi_c = P_c(\varepsilon_p) \cdot q_c - w_c(x_c) \cdot x_c - CT(\varepsilon_c, \varepsilon_f), \quad (1)$$

et le profit de l'éleveur est représenté par:

$$\Pi_f = P_f(\varepsilon_f) \cdot q_f - C(q_f) - CT(\varepsilon_f, \varepsilon_c) \quad (2)$$

où P indique le prix au niveau du centre de collecte (indice c) et l'éleveur (indice f), q est l'output, w et x sont respectivement le prix et la quantité de facteur (lait), C(.) la fonction du coût, CT représente les coûts de transactions qui sont fonction de qualités intrinsèques du produit au niveau de la ferme et au centre de collecte: $\varepsilon_f, \varepsilon_c$.

Supposons une firme j ayant pour objectif de maximiser le profit en (1) et notons le facteur (lait) dont la structure du marché est monopsonistique par x_j on obtient la condition de premier ordre suivante¹:

$$P_c \frac{\partial f(x)}{\partial x_j} - w(1 + \frac{\phi_j}{\eta}) = 0 \quad (3)$$

où ϕ_j est l'élasticité conjecturale, et η est l'élasticité de demande. Le rapport $\frac{\phi_j}{\eta}$ reflète le pouvoir du marché du monopsonne. L'expression $w(1 + \frac{\phi_j}{\eta})$ indique le coût d'acquisition de l'input par le centre de collecte (2).

La marge commerciale, dénotée par α , augmentée des coûts de transaction (CT) sera indiquée par la différence entre le prix payé par le centre pour le lait et le prix reçu par les éleveurs P_f :

$$w(1 + \frac{\phi_j}{\eta}) - P_f = \alpha + CT(\varepsilon_f, \varepsilon_c) \quad (4)$$

Substituant l'expression (4) dans la fonction de profit (2) on obtient:

$$\pi_f = \left[w(1 + \frac{\phi_j}{\eta}) - \alpha - CT(\varepsilon_f, \varepsilon_c) \right] q_f - C(q_f) - CT(\varepsilon_f, \varepsilon_c) \quad (5)$$

L'équation (5) montre que le profit des éleveurs sera une fonction (i) du pouvoir du marché (d'oligopsonne) (PM), (ii) des marges commerciales qui seront eux mêmes fonction du nombre d'intermédiaires (INT) qui tout en rallongeant le circuit de distribution peuvent réduire les coûts de distribution à cause des économies d'échelles, et (iii) des coûts des transactions (CT). Tous ces facteurs sont supposés influencer la décision contractuelle de vente du lait par les éleveurs.

¹ La dérivation de la formule (3) est comme suit :

$$\pi = P f(x_1, x_2, \dots, x_n) - \sum w_k(X) \cdot x_{kj}, \text{ avec } X = x_{11} + x_{12} + \dots + x_{1n},$$

et n est le nombre de firmes.

$$\frac{\partial \pi}{\partial x_j} = P \frac{\partial f}{\partial x_j} - w_1 - w_1 \frac{\partial X_1}{\partial x_j} \frac{x_j}{X_1} \frac{\partial w_1}{\partial X_1} X_1 = 0 \Leftrightarrow \frac{\partial \pi}{\partial x_j} = P \frac{\partial f}{\partial x_j} - w(1 + \frac{\phi_j}{\varepsilon}) = 0.$$

Résultats empiriques

Modèle empirique et nature des données

Supposons la fonction d'utilité d'un éleveur représentée par une fonction de type Von Neumann-Morgenstern $U(\pi_f)$ que l'éleveur essaiera de maximiser et qui est déterminée par les facteurs ci-dessus identifiés:

$$\text{Max } U(\text{PM}, \text{INT}, \text{CT}, Z_i, e_j) \quad (5)$$

où Z_i est un vecteur des caractéristiques propres de l'agriculteur, qui vont également influencer la décision de faire le contrat, et e_j est un terme d'erreur.

La décision de faire un contrat sera définie par la probabilité que le profit sous contrat sera supérieur à celui de la vente sur le marché. Ainsi, le modèle empirique à tester sera un modèle de type logistique qui correspond au problème de l'éleveur de maximiser son utilité. Ce modèle se présente comme suit:

$$\text{Log}(P) = \beta_0 + \beta_1 \text{PM} + \beta_2 \text{CT} + \beta_3 \text{INT} + \sum_{i=4}^n \beta_i Z_i$$

L'étude a concerné deux régions de la Tunisie: Béja et Jendouba. Le choix est justifié par l'importance de ces régions en production laitière. En effet, les deux régions contribuent à concurrence de 24% environ à la production nationale. Le réseau des centres de collecte du lait existants représente, en terme de nombre, 21% celui sur le plan national. Les deux régions par contre présentent deux situations différentes en ce qui concerne l'application du système contractuelle. Alors qu'à Béja on trouve pas mal d'agriculteurs qui acceptent le contrat écrit avec les centres de collecte, à Jendouba ce système n'est pas encore pratiqué et les contrats sont dans la quasi totalité verbaux.

La démarche suivie pour la collecte des données a consisté en l'élaboration d'une enquête auprès de deux échantillons distincts d'éleveurs de vaches laitières. L'échantillon enquêté à Jendouba est de 40 petits et moyens éleveurs, soit 22% de ceux qui sont encadrés par l'Office d'Elevage et de Pâturage (12) dans le cadre des projets AVAPEL et TUN/025 qui se proposent de valoriser les potentiels technique et économique des exploitations laitières et améliorer de façon durable la productivité et la compétitivité des élevages bovins laitiers.

L'échantillon enquêté à Béja est de 62 éleveurs, soit 65% de ceux qui sont encadrés par l'OEP dans le cadre du projet Tuniso-luxembourgeois TUN/025 qui se propose la création et l'équipement de nouveaux centres de collecte de lait, la création de micro pôles

de rayonnement pour l'encadrement des éleveurs et des coopératives de services agricoles en matière de gestion de la qualité du lait. L'échantillon qui a fait l'objet de l'étude se caractérise par une population d'éleveurs dont les caractéristiques sont les suivantes:

- Le niveau d'instruction est à concurrence de 52,47% dépassant le niveau secondaire contre seulement 15% d'analphabètes (Tableau 2). La moitié des éleveurs étudiés dispose d'une expérience qui est estimée à une durée de plus de 10 ans, dans la conduite de cette activité (Tableau 3).
- La taille du troupeau bovin laitier par éleveur ne dépasse pas les dix vaches pour 69% des éleveurs. Elle est plus réduite notamment dans la région de Béja (Tableau 4). La majorité des éleveurs sont à une distance inférieure à 5 km contre le cinquième qui sont à une distance de 5 à 10 km par rapport aux centres de collecte, notamment dans la région de Jendouba (Tableau 5).
- Pour le prix de vente une faible proportion soit 15% vend le lait à 0,400 dinars tunisiens (DT), alors que 47% ne reçoit que 0.370 DT (Tableau 6). Une prime de transport du lait de 0.005 DT est accordée aux éleveurs qui rendent leur lait aux centres. Elle concerne respectivement pour la région de Béja et de Jendouba, 60% et 40% des éleveurs respectivement.
- La majorité des éleveurs, soit 77% entretiennent des relations commerciales avec les centres de collecte sans engagement par écrit. Dans la région de Jendouba, la totalité d'éleveurs évitent, pour écouler leur production de lait, le recours au

contrat écrit et pourtant 87% sont favorables pour faire des contrats avec les centres de collecte. Le contrat constitue d'ailleurs, pour eux, une source de garantie du paiement de la qualité et leur facilite la vente du lait.

Au plan de la collecte du lait, on peut également faire les remarques suivantes:

- La proximité des centres les uns par rapport aux autres constitue une source de concurrence sur le plan de la quantité dont chacun cherche à maximiser afin d'avoir le maximum de subventions. Cette concurrence sera déterminée par la structure spatiale des prix.
- La collecte du lait est confiée à des colporteurs qui constituent dans 75% des cas les intermédiaires entre les éleveurs et les centres. Cette collecte se fait souvent au détriment de la qualité du lait.
- En général, le lait n'est pas payé à la qualité et de ce fait, les centres acceptent une densité et une acidité du lait parfois supérieure aux normes. Le contrôle de la qualité est réduit aux analyses primaires (test bromocrésol, densité et test alcool) qui sont effectuées par de mini-laboratoires appartenant à ces centres.

Les résultats d'estimation du modèle empirique sont présentés dans le tableau 1. Pour la région de Béja où le contrat écrit coexiste avec celui verbal, la variable dépendante est définie par une variable binaire qui prend 0 lorsque le contrat est verbal et 1 lorsque ce dernier est écrit. Dans le cas de Jendouba, où uniquement le contrat oral existe, la variable à expliquer a été désignée plutôt par la perception des éleveurs vis-à-vis du système contractuel.

En ce qui concerne les variables choisies pour expliquer le recours au (ou la perception du) contrat elles sont de trois catégories selon les hypothèses de l'étude: (i) les caractéristiques des éleveurs qui sont indiquées par l'âge, le niveau d'instruction, l'expérience et la taille du troupeau; (ii) les variables de structure du marché: problème d'intermédiaires, défini par la perception que les intermédiaires représente (codé 1) ou non (codé 0) un handicap à la réalisation du contrat avec un centre de collecte, le nombre de centre de collecte ou l'état de concurrence (nombre ccl), la distance séparant l'éleveur du centre de collecte, le prix payé par les centres mesuré par la satisfaction des éleveurs sur une échelle de 1 à 4 (élevé, moyen, rationnel ou faible) et la possibilité de vente directe; (iii) les variables reflétant les coûts des transactions qui sont désignées par les conflits expérimentés avec les centres de collecte (prob-ccl), l'information disponible sur l'existence des contrats (info-contrat) et le contenu des contrats (cont-contrat).

La signification des modèles est indiquée par les tests du log likelihood function, la fraction des prédictions

Tableau 1
Résultats des modèles logit dans les deux régions d'étude

Variable	Béja		Jendouba	
	Coefficients	t-stat	Coefficients	t-stat
constante	-72,58	-1,14	-29,74	-1,12
âge	-2,15	-1,14	-	-
instruction	0,35	0,24	-0,001	-0,001
taille	-0,59	-2,17	0,61	1,44
expérience	-0,04	-0,69	-	-
distance	-0,009	-0,05	-0,24	-0,76
prix	0,24	1,39	0,099	1,36
vente directe	2,52	0,92	10,48	1,14
prob-intermédiaires	3,41	2,05	3,98	1,76
cont-contrat	-3,21	-0,12	1,009	0,53
prob-ccl	0,57	0,092	2,59	1,42
info-contrat	-4,59	-2,36	-	-
nombre ccl	-1,34	-2,14	-11,27	-1,24
R ² ajustée	0,61		0,64	
Log likelihood	-12,61		-7,43	
Fraction of correct predictions	0,88		0,90	

correctes et R^2 ajustée qui indiquent tous des niveaux de signification satisfaisants. Le test du likelihood *ratio* est comparé au test chi au carré χ^2 et a permis de rejeter l'hypothèse nulle. Parmi les variables décrivant les caractéristiques des éleveurs, seule la taille manifeste un coefficient significatif au seuil de 5% dans le cas de Béja (t-théorique est de l'ordre de 1,67). Ceci montre que la quantité du lait produit peut orienter la décision de l'éleveur pour faire ou non un contrat. D'ailleurs le signe de cette variable étant négatif indiquant que les grands éleveurs ne sont pas en faveur d'un contrat écrit et préfèrent par contre un contrat verbal. Cette constatation peut être liée à la capacité des plus grands éleveurs d'écouler leur production indépendamment du système contractuel.

Les variables de structure du marché montrent des effets dont la plupart sont significatifs. Le prix offert par les centres de collecte étant différent d'un centre à un autre et par conséquent plus les agriculteurs sont satisfaits du niveau du prix (comparé à d'autres structures de gouvernance) plus ils sont prédisposés à accepter les termes de contrat. En effet, le contrat est vu pour la plupart comme garant de prix stable. Par contre, la possibilité de vente directe montre un effet non significatif. Le recours à la vente directe (par opposition au contrat) pourrait indiquer le niveau de complexité des contrats (et les coûts de transaction en résultant).

L'existence des intermédiaires réduit la nécessité de faire des contrats ainsi que l'existence d'autres possibilités d'écouler le lait (telles que l'existence d'autres centres). Le nombre de centre de collecte (ccl) en revanche agit négativement sur le consentement des agriculteurs à faire des contrats puisque dans la situation actuelle de concurrence et selon les enquêtes réalisées, le lait refusé par l'un des centres peut être accepté par un autre. Les intermédiaires peuvent réduire les coûts de distribution grâce à la réalisation d'économies d'échelle. C'est ainsi que seulement lorsque les colporteurs qui achètent le lait et le revendent aux centres de collecte de lait posent eux-mêmes des problèmes aux agriculteurs, ces derniers trouvent le contrat direct avec les centres plus avantageux. Ceci explique le signe positif de

cette variable dans le modèle. Ceci implique que la réalisation des économies d'échelle par l'intermédiaire des colporteurs semble être plus importante que les gains sur les coûts de transaction à travers les contrats.

Le contenu des contrats actuels ne semble pas accomplir les économies souhaitées sur les coûts de transaction. Le contenu du contrat est une source de conflits avec les centres de collecte surtout en ce qui concerne les conditions d'acceptabilité du lait, le prix payé ainsi que la qualité du lait et la prime de qualité. Les exigences du contrat sont loin d'être facilement applicables par le centre de collecte compte tenu de la difficulté de traçabilité en cas de refus du lait par les centres. Les problèmes de compréhension des termes du contrat ainsi que le manque d'information que ce système existe sont des facteurs négativement liés à la réalisation du contrat. Il paraît que les agriculteurs trouvent que le contenu des contrats est trop exigeant et trop complexe, qu'ils cherchent des alternatives plus faciles telles que la vente directe et l'écoulement par le biais des colporteurs.

Conclusion

Le secteur laitier en Tunisie est l'un des secteurs où le système contractuel pourrait jouer un rôle capital dans la réalisation de l'objectif national d'autosuffisance en lait. Le présent travail, qui s'est proposé d'expliquer dans deux régions de la Tunisie les déterminants de la décision contractuelle des éleveurs bovins laitiers qui vendent pour les centres de collecte du lait, a permis de retenir les conclusions suivantes:

- Les caractéristiques propres des éleveurs tels que l'âge et le niveau d'instruction ne semblent pas être des facteurs déterminants dans le recours au contrat. Par contre la taille du troupeau s'est avérée comme un facteur qui influence la décision contractuelle.
- Les variables de structure du marché montrent des effets dont la plupart sont significatifs. Le prix du lait payé par les centres est un facteur important dans le système contractuel. Ce prix

Tableau 2
Répartition des éleveurs selon le niveau d'instruction

	Analphabète	Ecole coranique	Ecole primaire	Ecole secondaire	Ecole supérieure	Total
Béja	11 17,74%	6 9,68%	19 30,65%	21 33,87%	5 8,06%	62 100,00%
Jendouba	13 13,00%	5 5,00%	23 23,00%	39 39,00%	20 20,00%	100 100,00%
Total	24 14,81%	11 6,79%	42 25,93%	60 37,04%	25 15,43%	162 100,00%

Tableau 3
Répartition des éleveurs selon l'expérience

Durée d'expérience		1-5 ans	5-10 ans	10-20 ans	>20 ans	Total
Béja	Effectif	18	13	15	16	62
	Fréquence	29,03%	20,97%	24,19%	25,81%	100,00%
Jendouba	Effectif	29	23	48	0	100
	Fréquence	29,00%	23,00%	48,00%	0,00%	100,00%
Total	Effectif	47	36	63	16	162
	Fréquence	29,01%	22,22%	38,89%	9,88%	100,00%

Tableau 4
Répartition des éleveurs selon la taille

Nombre vaches		<10 vaches	>10 vaches	Total
Béja	Effectif	52	10	62
	Fréquence	83,87%	16,13%	100,00%
Jendouba	Effectif	59	41	100
	Fréquence	59,00%	41,00%	100,00%
Total	Effectif	111	51	162
	Fréquence	68,52%	31,48%	100,00%

Tableau 5
Répartition des éleveurs selon la distance

Distance	Ferme au centre	<5 km	5-10 km	>10 km	Total
Béja	Effectif	53	6	3	62
	Fréquence	85,48%	9,68%	4,84%	100,00%
Jendouba	Effectif	54	27	19	100
	Fréquence	54,00%	27,00%	19,00%	100,00%
Total	Effectif	107	33	22	162
	Fréquence	66,05%	20,37%	13,58%	100,00%

Tableau 6
Répartition des éleveurs selon le prix de vente du lait

Prix de vente en DT/litre		0,360-0,370	0,370-0,400	0,400	Total
Béja	Effectif	46	11	5	62
	Fréquence	74,19%	17,74%	8,06%	100,00%
Jendouba	Effectif	30	50	20	100
	Fréquence	30,00%	50,00%	20,00%	100,00%
Total	Effectif	76	61	25	162
	Fréquence	46,91%	37,65%	15,43%	100,00%

varie entre 0,360 et 0,400 DT selon les centres et les régions.

- L'existence des colporteurs ainsi que d'autres centres de collecte dans la même région montrent des effets négatifs sur la décision contractuelle; la présence des colporteurs semble présenter une alternative plus économique que le recours aux contrats et incite à réfléchir sur le contenu et le rôle du contrat actuel à économiser sur les coûts de transaction.
- Le nombre élevé de centre de collecte surtout dans la même région de production réduit aussi les possibilités de recours au système contractuel. Dans la mesure où les normes de qualité ne sont pas parfaitement appliquées, le lait refusé par un centre pourrait être accepté par un autre.
- Les conditions actuelles concernant les délais de paiement, les normes de qualité et, en général, l'acceptabilité du lait (contenu dans les clauses du contrat) sont autant de facteurs qui encouragent les

éleveurs à ne pas adhérer au système contractuel et à rechercher d'autres alternatives plus stables d'écoulement de leurs produits.

Dans les conditions actuelles d'élaboration de contrat, la majorité d'éleveurs ne sont pas en faveur de la rédaction d'un contrat écrit avec les centres de collecte. Le contrat est perçu comme une garantie pour un prix stable mais les éleveurs évitent les centres suite à l'incertitude d'écoulement de leur production (pour un critère de qualité manqué). Les éleveurs désistent les contrats avec les centres de collecte au profit des colporteurs qui ne sont pas exigeants en qualité. Ce choix peut aussi être dû à un manque d'information concernant les clauses du contrat ce qui engendre des coûts de transaction élevés.

Les résultats de cette étude montrent une préférence pour les solutions alternatives d'écoulement du lait telles que les colporteurs et la vente directe en raison

des coûts de transaction qui restent élevés dans les conditions actuelles d'application du système contractuel. Dans une perspective de développement du secteur laitier, le système contractuel reste cependant souhaité pour des raisons de contrôle de la qualité et d'amélioration de la production. La saisonnalité de la production, l'irrégularité de l'offre ainsi que le caractère spatial de la production et de la consommation laissent à croire que le système contractuel peut jouer un rôle plus important. La relation actuelle entre éleveurs et centres de collecte reste fragile. Les clauses de contrat ne sont pas appliquées par les centres surtout concernant la prime qualité et les délais de paiement. Les éleveurs à leurs tours n'ont pas une connaissance parfaite des clauses de contrat et n'ont pas la capacité d'amélioration de la qualité exigée par les centres. Ces constatations donnent une idée sur les conditions requises pour améliorer le système contractuel et les orientations pour une conception plus adéquate de contrat.

Références bibliographiques

- Allen D.W. & Lueck D., 1992, The back forty on a handshake: specific assets, reputations and the structure of farmland contracts. *The journal of law, economics, and organization*, 2, 8, 366-376.
- Azzam A. & Pagoulatos E., 1990, Testing oligopolistic and oligopsonistic behaviour: an application to the U.S meat packing industry. *J. of agricultural economics*, 41, 3, 362-370.
- Barkema A., Drabenstott M. & Welch K., 1991, The quiet revolution in the U.S. food market. *Economic review*, May-June, Federal Reserve Bank of Kansas City. Pp 25-41.
- Barkema A., Drabenstott M. & Cook M., 1993, The industrialization of the U.S. food system. *Food and agricultural marketing issues for the 21st century*. FAMC 93-1, Texas A & M University college station, TX.
- Coase R., 1937, The nature of the firm. *Economica*, 4, 386-405.
- Christos A.B., 1998, Les tendances à court et long termes dans les modèles de production et consommation de deux produits animaux dans l'UE. *MÉDIT* n°4/98.
- Hart O.D., 1986, The cost and benefits of ownership: a theory of vertical integration, *Journal of political economy*, 94, pp. 919-719.
- Journal officiel de la République Tunisie. JORT 62 du 22 juillet 1994. Imprimerie officielle, Tunisie.
- Knight F.H., 1921, Risk, uncertainty, and profit, edition. Houghton Mifflin Company.
- Mighell R.L. & Jones L., 1963, Vertical coordination in agriculture. USDA, Economic research service, Report 19.
- Ministère de l'Agriculture, 2002, Budget économique.
- OEP Jendouba et de Béja, 2002: Rapport annuel. Direction régionale.
- Saussier S., 2000, Contractuel completeness and transaction costs: The case of EDF, *Journal of Economic Behavior and Organisation*, 42, 189-206.
- Schrader L.F., 1986, Responses to forces shaping agricultural marketing contracts. *American Journal of Agricultural Economics*, 5, 68, 1161-1166.
- Slater G. & Spencer D.A., 2000, The uncertain foundations of transaction costs economics. *J. Economic issues*. 1, 37: 61-87.
- Williamson O., 1985, *The economic institutions of capitalism*. New York: Free Press, USA.

L. Zaibet, Tunisien, PhD de l'Université de Missouri, USA, Maître assistant à l'Ecole Supérieure d'agriculture de Mograne, Tunisie.

H.B. Salem, Tunisien, Master en agro-économie de l'INAT, Maître assistant à l'Ecole Supérieure d'agriculture de Mograne, Tunisie.

M.S. Bachta, Tunisien, Doctorat d'état de l'Université Catholique de Louvain, Belgique, Professeur à l'INAT, Tunisie.

Effet de l'acide indole butyrique, de l'acide gibbérellique et d'un inhibiteur d'éthylène sur la fructification et la qualité des fruits du piment cultivé sous serre froide

N. Tarchoun & Boutheina Dridi

Keywords: Pepper- Low night temperature- Hormone- Ethylene inhibitor- Floral structures abortion- Fruit quality

Résumé

La production et la qualité des fruits de piment cultivé sous serre plastique froide sont négativement affectées par les basses températures nocturnes survenant pendant quatre à cinq mois ce qui perturbe l'approvisionnement du marché local et limite les possibilités d'exportation. L'effet de l'acide indole butyrique (AIB), de l'acide gibbérellique (GA3) et d'un inhibiteur d'éthylène (AgNO₃) sur la fructification et la qualité des fruits de deux variétés de piment et deux variétés de poivron cultivées sous serre froide, a été étudié. Ces substances, pulvérisées une fois par semaine juste avant l'initiation florale des quatre premières bifurcations, ont stimulé l'initiation et le développement floral; l'AgNO₃ a augmenté de 98% le nombre de boutons floraux par rapport au témoin et par conséquent a réduit l'avortement des bourgeons. Les traitements n'ont pas eu d'effet sur l'avortement des boutons floraux et des fleurs à l'anthèse mais ont amélioré les caractéristiques des fruits; l'AIB a augmenté significativement leur longueur et le nombre de graines par fruit. Sur la variété Beldi de type piment, l'acide gibbérellique et l'acide indole butyrique ont amélioré significativement les concentrations en matières sèches solubles, en acide citrique et en acide ascorbique. Ces dernières substances ont également amélioré la concentration en chlorophylle a, alors que l'AgNO₃ a amélioré la concentration en chlorophylle b.

Summary

Effect of Indole Butyric Acid, Gibberellic Acid and an Ethylene Inhibitor on Fructification and Fruit Quality of Pepper Grown under Unheated House

The yield and fruit quality of pepper grown under unheated plastic house are usually negatively affected by low night temperature occurring during four to five months, this disrupt the local market supply and restrict the export possibilities. The effect of indole butyric acid (AIB), gibberellic acid (GA3) and an ethylene inhibitor (AgNO₃) on fructification and fruit quality of two hot and two sweet pepper varieties grown under unheated plastic house, was studied.

These substances, sprayed once per week just before flower initiation of the first four bifurcations, stimulated flower initiation and development; AgNO₃ produced a significant increase in flower buds (98% more than the control) and reduced the buds abortion. Treatments did not affect bud flower and flower abortion, but increased fruit characteristics; treatment with AIB produced the longest fruits and the highest number of seed per fruit. On Beldi, hot pepper variety, gibberellic acid and indole butyric acid treatment increased fruit soluble solid content, citric acid, ascorbic acid concentration and chlorophyll a content, while AgNO₃ treatment increased chlorophyll b concentration.

Introduction

La culture de piment et/ou poivron sous serre froide réalisée d'octobre à juin s'affronte à l'effet négatif des basses températures nocturnes qui descendent en dessous du besoin thermique de cette espèce. En effet, sous abris- serres plastiques non chauffés, ces basses températures nocturnes survenant pendant 4 à 5 mois affectent la croissance et surtout la fructification du piment et du poivron. Dans ces conditions, l'avortement des structures florales aux premiers stades de leur développement et la mauvaise nouaison ont été notés (24, 26). Ainsi, la faible production durant les mois de novembre à février perturbe l'approvisionnement du marché local, engendre une hausse des prix et limite les possibilités d'exportation.

Les rendements, de l'ordre de 54 t/ha (4), obtenus durant la période de culture (octobre à juin) demeurent

très faibles par rapport aux rendements enregistrés dans les pays méditerranéens avoisinants et aux rendements d'autres cultures sous serres comme la tomate. Ce niveau de rendement résulte, pendant ces périodes hivernales, à la fois d'une floraison et d'une nouaison peu abondantes mais également d'un mauvais développement des fruits qui, souvent, sont mal formés et de petites dimensions, et dès lors sans valeur commerciale.

L'utilisation des régulateurs de croissance est une pratique horticole de longue date sur plusieurs Solanacées (26, 28) et Cucurbitacées (20, 34). Certaines de ces hormones améliorent la croissance végétative (8) d'autres stimulent le développement reproducteur et la nouaison (27), réduisent l'avortement des fleurs et des fruits (3). En effet, le contrôle de l'élongation des entrenoeuds, caractère recherché pour certaines

espèces comme la canne à sucre, ou la réduction de la taille des entrenœuds pour des espèces ornementales, sont obtenus par l'application des anti-gibbérellines (8). D'autre part, chez plusieurs plantes herbacées les gibbérellines étaient connues de longue date pour leur effet promoteur sur la formation des primordiums de fleurs (24). Chez les espèces dioïques comme le concombre, des applications des gibbérellines augmentent le nombre de fleurs mâles (8). Les pulvérisations exogènes des GAs (GA3) ou des auxines (AIB ou AIA) induisent la croissance de l'ovaire et améliorent la nouaison des fruits sans fécondation (13, 19, 20). Ainsi et comparativement à la tomate et au concombre qui ont fait l'objet de plusieurs études, peu de travaux rapportent l'effet des régulateurs de croissance sur la fructification chez *Capsicum annuum* de type piment. Il a été rapporté que l'application d'un mélange d'hormones (GA3 + AIA + Zeatine) augmente la production de fruits par plante de quelques cultivars de poivron (15). Hartz *et al.* (17), en traitant des cultivars de poivron par le Dichloro-phenoxytriethylamine (DCTPA), n'ont pas noté d'amélioration du poids frais des fruits ni de leur qualité.

Se basant sur nos observations antérieures relatives à la mauvaise floraison et nouaison des fruits de piment ou de poivron durant la période hivernale (32) d'une part, et sur l'effet bénéfique (souligné par plusieurs auteurs) de certaines gibbérellines et auxines sur la fructification des Solanacées, d'autre part, la présente expérimentation a pour objectif de déterminer l'action de deux hormones (AIB et GA3) et d'un inhibiteur d'éthylène (AgNO_3 , susceptible de limiter l'avortement des structures florales) sur la fructification et la qualité des fruits de deux variétés de type piment et deux autres de type poivron cultivées sous serre froide.

Matériel et méthodes

Matériel végétal et conditions de culture

Les graines de quatre variétés de *C. annuum*, deux de type de piment (Beldi, Baklouti) et deux de type poivron (Marconi, Froidure) ont été semées, la première semaine de septembre, dans des plaques alvéolées contenant de la tourbe enrichie (NPK, 12-14-24). Jusqu'à l'émergence et pendant le développement des plants, ces plaques ont été maintenues sous serre plastique non chauffée. Au stade 6-8 feuilles les plants ont été repiqués (début novembre), en lignes jumelées espacées de 1,60 m avec un écartement entre les plantes de 0,40 m, dans une serre plastique non chauffée à la Coopérative Centrale des Semences et Plants Sélectionnés de Béjaoua (CCSPS). Une fertilisation de fond a été appliquée selon les exportations du piment (12).

L'expérimentation, menée au cours de la campagne 2001-2002 (de novembre à mars) sous une photopériode et une luminosité naturelles, a été conduite en blocs complètement aléatoires avec 6 blocs et trois plantes par variété et par bloc. L'enregistrement des facteurs climatiques (les températures diurnes et nocturnes, ainsi que l'humidité relative) a été effectué quotidiennement, par un thermohygrographe. Les moyennes par quinzaine sont consignées dans la figure 1.

Un arrosage régulier, tous les deux jours, a été appliqué et une fertilisation complémentaire a été assurée après la nouaison des premières fleurs avec du nitrate de potasse à raison de 2 g/l d'eau d'irrigation goutte-à-goutte.

Traitement

L'application de l'acide gibbérellique (GA3), de l'acide indole butyrique (AIB) et d'un inhibiteur d'éthylène, le

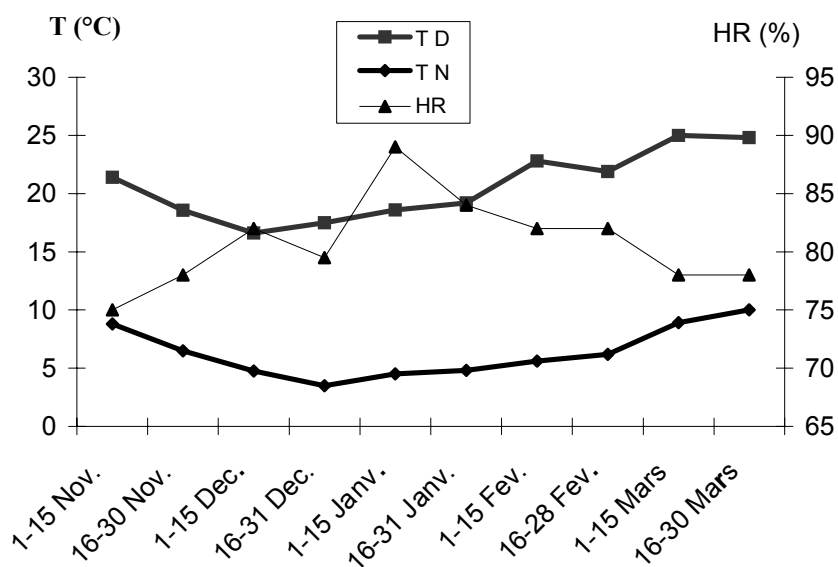


Figure 1: Evolution de la température (T °C) diurne (TD), de la température nocturne (TN) et de l'humidité relative (HR en %) durant l'expérimentation sous serre froide.

nitrate d'argent (AgNO_3) a été réalisée à raison de:

- 50 ppm (GA3),
- 30 ppm (AIB),
- 2 mM (AgNO_3),
- et le témoin traité à l'eau distillée.

Les concentrations de ces substances utilisées pour cette expérimentation ont été inspirées des travaux rapportés sur la tomate (21) et sur le poivron (7, 15).

Les traitements ont démarré 30 jours après la plantation, soit au démarrage de l'initiation florale correspondant au début de la dichotomie et ont été appliqués sur les quatre premiers niveaux de ramifications, sites potentiels d'une production précoce. Ces substances ont été pulvérisées sur toute la plante, une fois par semaine, de façon à coïncider avec l'initiation et le développement floral de chaque niveau de ramification. L'application a été faite avec de petits pulvérisateurs, un pour chacune des substances hormonales et pour l'eau.

Paramètres mesurés

1. Caractéristiques de fructification

Les paramètres pouvant exprimer les caractéristiques de la floraison et de la fructification ont été évalués, il s'agit du:

- nombre de boutons floraux par plante, résultant de la transformation des bourgeons végétatifs sites potentiels de fleurs,
- nombre de fleurs au stade anthèse,
- nombre de fruits noués.

Nous avons déduit le pourcentage d'avortement des bourgeons (V1), des boutons floraux (V2) et des fleurs à l'anthèse (V3) avec les rapports respectifs suivants:

V1= nombre de bourgeons - nombre de boutons / nombre de bourgeons X 100,

V2= nombre de boutons - nombre de fleurs / nombre de boutons X 100,

V3= nombre de fleurs - nombre de fruits / nombre de fleurs X 100.

2. Caractéristiques des fruits matures

Tous les fruits développés au niveau des 4 premières ramifications ont été récoltés à maturité (vert). Le poids frais, la longueur (mesurée du calice à l'extrémité du fruit), le plus grand diamètre (mesuré au milieu du fruit au pied à coulisse à une précision de 0,1) et le nombre de graines par fruit ont été enregistrés.

3. Effet des traitements sur la qualité des fruits

Dix fruits matures ont été échantillonnés par traitement sur la variété Beldi, de type piment, couramment cultivée sous serre froide; ces fruits, au même stade de maturité (vert) ont été pris sur les quatre premières ramifications et à trois différentes dates de récolte (3 répétitions) pour évaluer les paramètres de qualité suivants:

- la concentration de la matière sèche, dans le jus des fruits broyés dans un mortier, a été mesurée par un réfractomètre manuel,

- la concentration en acide citrique a été évaluée; à partir d'une vingtaine de gramme de fruits hachés et broyés dans un mortier, l'extrait a été titré par 0.1N NaOH,
- la concentration en acide ascorbique a été évaluée selon la méthode décrite par l'association officielle des analystes chimistes et ce par colorimétrie (6). Les concentrations de ces deux acides sont exprimées en $\text{mg} \cdot (100 \text{ g})^{-1}$ de poids frais,
- la concentration en chlorophylle a et b a été déterminée selon la méthode de Hiscox et Israelstam (18): environ 50 mg de broyat de fruits ont été trempés dans des tubes à essai avec 10 ml de sulfoxyde diméthyle et puis placés dans un bain-marie contenant de l'eau chaude à 65-70 °C pour une durée d'une heure et 30 minutes. La teneur en chlorophylle a été mesurée par spectrophotomètre à 470 nm d'absorbance (11). Cette teneur est exprimée en mg par gramme de poids frais selon l'équation d'Abadia et Abadia (1).

Analyses statistiques

L'expérience a été menée en blocs complètement aléatoires, les données ont été analysées par le logiciel SAS (22). Les moyennes ont été séparées par le test multiple de Duncan au seuil de 5%.

Résultats et discussion

1. Caractéristiques de la floraison

Au niveau des quatre premiers niveaux de ramification, les plantes traitées par l'acide gibbérellique (GA3), l'acide indole butyrique (AIB) et par le nitrate d'argent (AgNO_3) expriment une meilleure floraison et fructification par rapport au témoin, avec cependant, des effets variables selon les différentes substances comme l'illustre le tableau 1. En effet, le traitement par AgNO_3 engendre une augmentation de la production de boutons de 98% par rapport à celle du témoin, alors que l'application du GA3 et de l'AIB a amélioré le nombre de boutons floraux de 67 et 48%, respectivement, par rapport au témoin. Un effet hautement significatif des traitements et des variétés a été noté. Ainsi, ces substances et plus particulièrement le nitrate d'argent et le GA semblent stimuler l'initiation florale chez le piment et le poivron en conditions de basses températures nocturnes.

Par ailleurs, nous avons noté que l'action du GA3, pulvérisé à 50 ppm engendre une différence hautement significative ($P < 0,001$) au niveau du nombre de fleurs par plante; les plantes ainsi traitées produisent 89% plus de fleurs que celles du témoin (Tableau 1). Il en est de même pour l'AIB qui a amélioré le développement des fleurs de 52% par rapport au témoin; un effet traitement et un effet variété hautement significatifs ont été notés. En effet, l'intervention des gibbérellines et des auxines dans le contrôle du développement reproducteur, phase complexe qui débute avec la formation du primordium de fleur et se termine par la fécondation et

Tableau 1
Effet moyen des traitements sur le nombre de boutons, de fleurs et de fruits par plante au niveau des quatre premières ramifications

Traitement	N. boutons	N. fleurs à l'anthesis	N. fruits
AgNO ₃	10,84 a	4,62 b	3,86 a
GA3	9,13 b	5,91 a	4,70 a
AIB	8,13 b	4,76 ab	4,39 a
Témoin	5,46 c	3,13 c	2,52 b
Signification +	T** V**	T** V**	T** V** TxV**

Les moyennes de la même colonne, séparées par le test multiple de Duncan, suivies de la même lettre ne sont pas différentes significativement au seuil de 5%.

+ Effets significatifs de l'analyse de la variance indiqués comme suit: T, effet traitement; V, effet variété; TxV, interaction traitement x variété; * significatif à P < 0,05; ** significatif à P < 0,001.

Tableau 2
Effet moyen des traitements sur le pourcentage d'avortement des bourgeons (av1), des boutons (av2) et de fleurs (av3) par plante au niveau des quatre premières ramifications

Traitement	Bourgeons	Boutons	Fleurs
AgNO ₃	31,91 c	46,14 a	24,81 a
GA3	43,50 b	45,07 a	18,22 a
AIB	49,66 b	50,10 a	21,99 a
Témoin	63,92 a	57,86 a	26,40 a
Signification +	T**, V** TxV**	T*, TxV*	

Les moyennes de la même colonne, séparées par le test multiple de Duncan, suivies de la même lettre ne sont pas différentes significativement au seuil de 5%.

+ Effets significatifs (idem que tableau 1)

la formation de l'embryon, a été mise en évidence chez plusieurs espèces, l'ivraie (*Lolium temulentum*) (30), le concombre (8), la fraise (22) et l'aubergine (23).

Quant au nombre de fruits par plante, nous avons enregistré un effet hautement significatif des substances utilisées sur ce paramètre sans être différentes significativement entre elles. La pulvérisation du GA3 a engendré l'amélioration la plus importante par rapport au témoin (87%), l'AIB et l'AgNO₃ ont également amélioré le nombre de fruits par plante de 74 et 53%, respectivement, par rapport au témoin. Une interaction traitement*variété est hautement significative, les différentes variétés de piment/poivron répondent différemment à ces substances. Des conclusions similaires ont été formulées par El Sayed (15) qui, en pulvérisant des plantes de quelques cultivars de poivron avec du GA3, de l'AIA et un mélange (AIA+GA3) a noté une augmentation du nombre de fruits par m² quelle que soit la substance utilisée. Belakbir *et al.* (7) ont trouvé que les plantes traitées par l'acide naphthalène acétique produisent 33% plus de fruits/ha que le témoin non traité, alors que la pulvérisation par du GA3 n'a pas amélioré significativement le nombre de fruits. Cette variabilité de l'effet du GA3 sur le nombre de fruit pourrait résulter, d'une part, de l'interaction des hormones endogènes dont la biosynthèse et le métabolisme sont influencées par les facteurs environnementaux (8), des conditions d'application et du stade du développement de la culture pouvant être critique, d'autre part (26).

Effet des traitements sur l'avortement des structures florales

Concernant l'avortement des structures florales, nous avons noté que l'inhibiteur d'éthylène, le nitrate d'argent, a réduit l'avortement des bourgeons chez les plantes traitées d'environ de 50% par rapport au témoin qui exprime 64% d'avortement (Tableau 2). Les bourgeons des plantes traitées par GA3 et AIB avortent à des taux variant de 43,5 à 50% sans être différents significativement l'un de l'autre. Par contre, l'avortement des boutons et des fleurs ne montre pas de différences significatives avec le témoin quelle que soit la substance utilisée, avec cependant, un effet assez bénéfique de GA3 sur le développement floral en conférant aux plantes traitées le plus faible taux d'avortement des boutons et des fleurs.

Les travaux rapportant l'effet des inhibiteurs d'éthylène sur l'avortement des structures florales du piment ou du poivron ont concerné les températures élevées; Aloni *et al.* (3) ont pulvérisé un inhibiteur d'éthylène (thiosulfate d'argent) sur des plantes de poivron et ont noté une réduction de l'avortement des fleurs par rapport au témoin traité à l'eau. Ces derniers suggèrent que les températures élevées stimulent la synthèse d'éthylène qui serait responsable de l'abscission des fleurs et que le blocage de sa synthèse par un inhibiteur réduit cette abscission.

Travaillant en conditions de basses températures, l'absence d'un effet bénéfique de AgNO₃ sur la

réduction de l'avortement des boutons et des fleurs (différence non significative avec le témoin) laisse suggérer que le contrôle de l'avortement de ces structures florales n'est pas le même qu'en températures élevées et que l'éthylène ne semble pas être le responsable de ce phénomène. En effet, nos recherches antérieures ont mis en évidence qu'en conditions de basses températures, la faible activité des enzymes (saccharose synthase et des invertases), responsables du déchargement du phloème donc de la translocation des sucres vers les structures florales (puits), semble être le facteur déterminant sur l'avortement des boutons et des fleurs (36).

Caractéristiques des fruits matures

Le tableau 3 récapitule l'effet moyen des deux hormones (AIB et GA3) et de l'inhibiteur d'éthylène (AgNO_3) sur les caractéristiques des fruits développés au niveau des quatre premières ramifications. Comparées au témoin, les plantes traitées par le nitrate d'argent et par les deux hormones ont produit les plus gros fruits avec des poids moyen variant de 33 à 36,5 g; avec, cependant, un effet non significatif entre le traitement avec AIB et le témoin. Il a été rapporté que la pulvérisation d'autres auxines telles que l'acide indole acétique (AIA) ou l'acide naphthalène acétique (ANA) permet d'augmenter le poids des fruits. Patil et Ballel (24), en utilisant un mélange de AIA+ ANA, et Patil *et al.* (25) en pulvériseront uniquement du ANA, ont noté une amélioration significative du poids des fruits chez trois cultivars de poivron. Dans notre cas, l'effet non significatif de l'AIB pourrait-être relié au type du matériel végétal et aux conditions d'applications, puisque ces derniers chercheurs ont travaillé dans des serres contrôlées. La longueur des fruits, caractère fortement réduit par les basses températures (35), a été améliorée en premier lieu par l'AIB qui, à 30 ppm, a donné des fruits de 104,5 mm; GA3 et AgNO_3 ont également amélioré significativement la longueur par rapport au témoin, avec cependant un effet moindre de AgNO_3 .

L'amélioration de la longueur des fruits par la pulvérisation de l'AIB est associée à une augmentation significative du nombre de graines par fruit par rapport au témoin; cette dernière hormone a permis d'obtenir une moyenne de 48 graines par fruit contre 15 chez les plantes témoin alors que l'acide gibbérellique et le nitrate d'argent donnent des fruits ayant le même nombre de graines (28 graines). Cette amélioration du nombre de graines par rapport au témoin pourrait résulter de l'amélioration de la qualité du pollen comme il a été rapporté par Varoquaux *et al.* (37), amélioration qui semble être à l'origine de l'augmentation des dimensions des fruits particulièrement la longueur. Concernant le diamètre des fruits, la plus faible valeur a été obtenue avec le traitement par l'AIB suivie de AgNO_3 sans différence significative avec les fruits résultant du traitement par GA3 et le témoin.

Effet des traitements sur la qualité des fruits

Le tableau 4 récapitule l'effet des différents traitements sur les paramètres de qualité des fruits de la variété Beldi. L'acide gibbérellique (GA3) et l'auxine (AIB) augmentent significativement la concentration en matière sèche soluble par rapport au nitrate d'argent (AgNO_3) et au témoin.

Cette amélioration serait expliquée par une meilleure alimentation des fruits au cours de leur développement. En effet, il a été rapporté que les auxines ou les gibbérellines permettent d'accumuler les carbohydrates chez plusieurs espèces et stimulent la vitesse de translocation des assimilats à partir des feuilles sources (5).

La concentration en acide citrique et ascorbique a été également augmentée par le traitement au GA3 ou à l'AIB; cette amélioration de l'acidité aura comme conséquence la réduction du pH des fruits. Ces résultats s'accordent avec ceux de Akl *et al.* (2) qui ont noté qu'une application du GA3 sur les agrumes engendre une augmentation de la concentration en acide ascorbique.

Tableau 3

Effet moyen des traitements sur le poids (g), la longueur (mm), le diamètre (mm) et le nombre de graines pour les fruits développés au niveau des quatre premières ramifications

Traitement	Poids (g)	Longueur (mm)	Diamètre fruits (mm)	N. de graines /fruit
AgNO_3	36,54 a	83,33 c	33,32 ab	28,30 b
GA3	35,02 a	98,22 b	34,44 a	28,39 b
AIB	32,88 ab	104,55 a	31,71 b	48,43 a
Témoin	30,24 b	73,98 d	33,36 ab	15,00 c
Signification	T** -V** TxV**	T** -V** TxV**	T** -V** TxV**	T** -V** TxV**

Les moyennes de la même colonne séparées par les test multiple de Duncan, suivies de la même lettre ne sont pas différentes significativement au seuil de 5%.

+ Effets significatifs (idem que tableau 1)

Tableau 4
Effet des traitements sur la concentration de la matière sèche soluble (%), de l'acide citrique et ascorbique (mg.100g⁻¹ PF) et de la chlorophylle a et b (mg.g⁻¹ PF) des fruits de piment variété Beldi cultivée sous serre froide

Traitement	Matière sèche soluble (%)	Acide citrique	Acide ascorbique	Chlorophylle	
				a	b
Ag NO ₃	0,830* ± 0,016	0,916 ± 0,034	2,934 ± 0,076	0,036 ± 0,004	0,038 ± 0,004
GA3	0,993 ± 0,057	1,000 ± 0,001	3,400 ± 0,089	0,075 ± 0,005	0,028 ± 0,001
AIB	0,875 ± 0,007	0,999 ± 0,001	2,999 ± 0,006	0,060 ± 0,013	0,030 ± 0,000
Témoin	0,826 ± 0,004	0,832 ± 0,034	2,646 ± 0,124	0,035 ± 0,004	0,028 ± 0,004

* moyenne ± erreur standard (n= trois répétitions)

Egalement, El Sayed (15) rapporte que l'application du Biozyme (AIA + GA3 + micro-éléments) à 2 ml.l⁻¹ augmente la concentration en acide ascorbique des fruits de poivron. D'autres chercheurs (25, 38) ont noté une augmentation en acide ascorbique en utilisant l'acide naphthalène acétique (ANA) et l'acide gibbérellique (GA3), respectivement.

Concernant l'effet des traitements sur la concentration en chlorophylle a et b, le GA et l'AIB augmentent la chlorophylle a alors que seul, le nitrate d'argent (AgNO₃) a amélioré la chlorophylle b, les autres traitements n'ont pas influencé la concentration en chlorophylle. Travaillant sur des variétés de poivron, Belakbir et al. (7) ont noté que le GA et le Biozyme ont amélioré la concentration en chlorophylle a mais n'ont pas d'effet sur la chlorophylle b.

Conclusion

L'application des régulateurs de croissance est une pratique courante sur la tomate, par contre sur le piment ou le poivron les résultats sont souvent en controverse. Cette expérimentation, ayant pour objectif l'étude de l'effet de deux hormones (AIB et GA3) et d'un inhibiteur d'éthylène (AgNO₃) sur la floraison, la nouaison et la

qualité des fruits du piment/poivron cultivé sous serre froide, a permis de dégager les conclusions suivantes:

- l'initiation et le développement floral ont été significativement améliorés par ces substances et particulièrement par le traitement au nitrate d'argent,
- dans nos conditions expérimentales, nous avons noté un effet hautement significatif des substances utilisées sur le nombre de fruits noués; une augmentation de 53%, 74% et 87% a été enregistrée par rapport au témoin en pulvérisant de l'AgNO₃ (2 mM), de l'AIB (30 ppm) et du GA3 (50 ppm), respectivement,
- ces traitements ont également amélioré les caractéristiques commerciales des fruits dont le poids (AgNO₃, GA3) et particulièrement la longueur (AIB et GA),
- les deux hormones (GA3, AIB) ont augmenté significativement la concentration en matière sèche des fruits ainsi que la teneur en acide citrique et ascorbique et en chlorophylle a, alors que l'AgNO₃ a amélioré la teneur en chlorophylle b.

Remerciement

L'auteur présente ses compliments aux techniciens de la CCSPS de Béjaoua, pour leur contribution à la réalisation de cette expérimentation.

Références bibliographiques

1. Abadia J. & Abadia A., 1993, Iron and plant pigments, p. 327-343. In: L.L. Barton and B.C. Hemming (eds). Iron chelation in plants and soil microorganisms, Academic, San Diego.
2. Akl A.M., Eid A.M. & Yegab M.Y., 1995, Effect of urea, some micronutrients and growth regulator foliar spray on the yield, fruit quality and some vegetative characters of Washington Navel oranges trees: fruit physical and chemical properties. HortScience, 30, 880 (abstract).
3. Aloni B., Karni L. & Rylski I., 1995, Inhibition of heat induced pepper (*Capsicum annuum* L.) flower abscission and induction of fruit malformation by silver thiosulphate. J. Hort. Sci. 70, 251-220.
4. Anonyme, 2003, Budget économique. Ministère de l'Agriculture de l'Environnement et des Ressources hydrauliques (Direction Générale de la Production Agricole), Tunisie, pp: 35.
5. Archbold D.D., Dennis Jr. F.G. & Flore J.A., 1982, Accumulation of ¹⁴C material from foliar applied ¹⁴C sucrose by tomato ovaries during fruit set and initial development. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107, 19-23.
6. Association of official analytical chemists, 1984, Official methods of analysis. 15th edition Assn. Offic. Anal. Chem., Washington, D.C.
7. Belakbir A., Ruiz J.M. & Romero L., 1998, Yield and fruit quality of pepper (*Capsicum annuum* L.) in response to bioregulators. Hortscience, 33, 85-87.
8. Bodson M., 1995, Les gibbérellines: le point des connaissances et leur utilisation pratique. PHM, 364, 16-20.
9. Bohner J., Hedden P., Bora-Haber E. & Bangherth F., 1988, Identification and quantification of gibberellins in fruits of *Lycopersicon esculentum* and their relationship to fruit size in *L. esculentum*, *L. pimpinellifolium*. Physiologia Plantarum, 73, 348-353.
10. Bhatt R.M. & Srinivasa-Rao N.K., 1993, Response of bell pepper (*Capsicum annuum* L.) photosynthesis growth and flower and fruit setting to night temperature. Photosynthetica, 28, 127-132.
11. Bruinsma J., 1963, The quantitative analysis of chlorophyll a and b in plant extracts. Photochem. Photobiol. 2, 241-249.
12. Chau C.I. & Foury C.I., 1994, Le piment. In: Productions légumières-légumes fruits. Lavoisier- Paris (Ed), p, 271-295.
13. Cohen J.D., 1996, *In vitro* tomato fruit culture demonstrate a role for indole-3- acetic acid in regulating fruit ripening. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 121, 520-524.
14. El Asdoudi AH., 1993, Effect of gibberellins on flowering, fruiting and fruit quality of pepper. Ann. Agric.Sci., Ain Shams Univ. Cairo, 38, 661-666.
15. El Sayed S.F., 1995, Response of three sweet pepper cultivars to biozyme under unheated plastic house conditions. Scientia Hort. 62, 285-290.

16. George W.L., Scott J.W. & Splittstoesser W.E., 1984, Parthenocarpy in tomato. Hort. Rev. 6, 65-84.
17. Hartz T.K., Kies L.J., Baameur A. & May D.M., 1995, DCPTA ineffective as a production aid on field grown tomato and pepper. Hortscience, 30, 78-79.
18. Hiscox J.D. & Israeltam G.F., 1979, A method for the extraction of chlorophyll from leaf tissue without maceration. Can. J. Bot. 57, 1332-1334.
19. Ikeda T., Yakushiji H., Taji A. & Imada S., 1999, Growth dependence of ovaries of facultative parthenocarpic eggplant *in vitro* on indole-3-acetic acid content. Sci. Hort. 79, 143-150.
20. Kim I.S., Chang K., Kunimitsu F. & Hiroshi O., 1994, Studies on parthenocarpy in *Cucumis sativus* L.V. Influence of exogenous plant growth regulators on growth and diffusible IAA level of cucumber ovaries. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 35, 196-200.
21. Latimer L.G., 1992, Drought, paclobutrazol, abscisic acid and gibberellic acid as alternative to diaminozide in tomato transplant production. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 117, 243-247.
22. Paroussi G., Voyiatzis D.G., Paroussis E. & Drougoudi P.D., 2002, Growth, flowering and yield responses to GA3 of strawberry grown under different environmental conditions. Sci. Hort. 96, 103-113.
23. Passam H.C., Baltas C., Boyiatzoglou A. & Khah E.M., 2001, Flower morphology and number of aubergine (*Solanum melongena* L.) in relation to fruit load and auxin application. Scientia Hort. 89, 309-316.
24. Patil P.K. & Ballel A.L., 1980, Effect of seed treatment and foliar spray of various growth regulators on flower drop and yield of green chilli (*Capsicum annuum* L.) variety NP-64A. J. Maharashtra Agric. Univ., 5, 195-197.
25. Patil U.B., Sangale P.B. & Desai B.B., 1985, Chemical regulation of yield and composition of chilli (*Capsicum annuum* L.) fruit. Hort. Abstract, 51, 9419.
26. Pharis R.P. & King R.W., 1985, Gibberellins and reproductive development in seed plant. Ann. Rev. Plant Physiol. 36, 517-568.
27. Picken A.J.F., 1984, A review of pollination and fruit set in the tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). J. Hort. Sci. 59, 1-13.
28. Prohens J., Ruiz J.J. & Nuez F., 1998, The inheritance of parthenocarpy and associated traits in pepino. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 123, 376-380.
29. Roberts E.H., Summerfield R.J., Ellis R.H., Graufurd P.Q. & Wheeler T.R., 1999, The induction of flowering. In: The physiology of vegetable crops. H.C. Wien (Ed). CABI Publishing, Ithaca, NY, USA, p. 69-99.
30. Rod W.K., Lloyd T.E., Lewis N.M., Tomas M. & Bruce T., 2003, Synthesis of gibberellin GA6 and its role in flowering of *Lolium temulentum*. Phytochemistry, 62, 77-82.
31. Rylski I. & Aloni B., 1990b, Parthenocarpic fruit set and development in *Cucurbitaceae* and *Solanaceae* under protected cultivation in mild winter climate. Acta Hort. 287, 117-122.
32. Statistical Analysis System (SAS), 1985, SAS User's guide Statistics. Ed. Cary, NC.
33. Tarchoun N. & Rezgui S., 1999, Differential parthenocarpy ability on selected local varieties of pepper grown in unheated greenhouse. *Capsicum* and Eggplant. Newsletter, 18, 32-35.
34. Tarchoun N., 2003, Etude de la floraison et de la nouaison en conditions de basses températures nocturnes et leur déterminisme génétique chez le piment (*Capsicum annuum* L.). Thèse de Doctorat d'Etat en Sciences Agronomiques de l'INAT- Tunisie, 188 pp.
35. Tarchoun N., Bodson M. & Mougou A., 2003, Effects of low night temperature on flowering, fruit set and parthenocarpic ability of hot and sweet pepper varieties (*Capsicum annuum* L.). Kor. Soc. Hort. Sci. 44, 3, 271-276.
36. Tarchoun N. & Mougou A., 2004, Sucrose synthase and acid invertase activities in relation to the floral structures abortion in pepper (*Capsicum annuum* L.) grown under low night temperature. Scientia Hort. (soumis).
37. Varoquaux F., Blanvillain R., Delseny M. & Gallois P., 2000, Less is better: new approaches for seedless fruit production. Trends in Biotechnology, 18, 233-242.
38. Zayed E.A., El Zamely A.I., Nofal E.S. & Hassen M., 1985, Studies on growth, productivity and some physiological aspects of hot pepper (*Capsicum annuum* L. var. Red Cherry). I. Effect of morphactin, gibberellic acid and their combination. J. Agric. Sci. Mansoura Univ. 10, 190-193.

N. Tarchoun, Tunisien, Doctorat d'Etat en Sciences agronomiques, Maître assistant, Directeur des études et des stages à l'Ecole Supérieure d'Horticulture de Chott-Mariem, Sousse, Tunisie.

Boutheina Dridi, Tunisienne, Docteur en Sciences agronomiques, Assistante d'enseignement supérieur agricole à l'Ecole Supérieure d'Horticulture de Chott-Mariem, Sousse, Tunisie.

Effet de la solarisation sur *Phytophthora nicotianae* Breda de Haan var. *parasitica* (Dastur) G.M. Waterhouse responsable d'un syndrome associant nécroses racinaires et flétrissement sur piment (*Capsicum annum* L.) en Tunisie

Naïma Boughalleb* & M. El Mahjoub

Keywords: Pepper- *Capsicum annum* L.- Solarization- *Phytophthora nicotianae* Breda de Haan var. *parasitica* (Dastur) G.M. Waterhouse- Mycological analysis

Résumé

L'analyse mycologique du sol prélevé à partir des parcelles solarisées et celles non solarisées a montré que l'inoculum du sol est composé principalement par *Fusarium* spp. La solarisation a permis de réduire la densité de cet inoculum sans l'éradiquer.

Les isolations effectuées à partir des plantes de piment flétries a révélé leur infestation par *Phytophthora nicotianae* Breda de Haan var. *parasitica* (Dastur) G.M. Waterhouse en se basant sur les observations microscopiques des différentes structures.

Le suivi du pourcentage de plantes flétries a montré une réduction notable au niveau des parcelles solarisées par rapport à celles non solarisées. De même l'impact de la solarisation sur les critères agronomiques a montré une amélioration de la vigueur et par conséquent du rendement de la culture de piment.

Summary

The Effect of Soil Solarization on *Phytophthora nicotianae* Breda de Haan var. *parasitica* (Dastur) G.M. Waterhouse, Responsible for Syndrome Associating Root Rots and Damping-off of Pepper (*Capsicum annum* L.) in Tunisia

Mycological analysis of soil collected from solarized plot and non solarized plot showed that the inoculum of soil is composed mainly by *Fusarium* spp. The solarization permitted to reduce the density of this inoculum. Isolations done from peppers wilted plants have revealed the infestation by *Phytophthora nicotianae* Breda de Haan var. *parasitica* (Dastur) G.M. Waterhouse. This was on the basis of microscopic observation of different structures.

It is assumed that the percentage of wilted plant showed a considerable reduction in solarized plot. In the same time, the impact of the solarization on the agronomic criteria showed an improvement of the vigour and also of the yield.

Introduction

En Tunisie, le piment (*Capsicum annum* L.) représente (en terme de superficie cultivée) la cinquième spéculation maraîchère après la tomate, le melon-pastèque, la pomme de terre et l'oignon. En Afrique, la Tunisie est le troisième producteur de piment après le Nigeria et l'Égypte, le troisième exportateur (en terme de tonnage) après le Maroc et l'Afrique du Sud (FAO, 1996) (1).

Les rendements de piment en Tunisie sont de l'ordre de 12,5 t/ha. Ces valeurs sont relativement faibles par rapport à celles observées dans d'autres pays méditerranéens comme le Maroc (14 t/ha), la Grèce (23 t/ha), l'Italie (28 t/ha) et l'Espagne (35 t/ha). Les faibles rendements obtenus en Tunisie sont probablement dus à l'impact des infestations parasitaires. En effet, *Phytophthora nicotianae* Breda de Haan var. *Parasitica* (Dastur) G.M. Waterhouse, l'agent causal des

nécroses racinaires et du flétrissement des plantes (syndrome du flétrissement du piment en Tunisie) est un parasite dévastateur de cette culture surtout dans les régions du Sahel tunisien. Ce problème prend de plus en plus d'importance en culture de primeur en Tunisie. L'agent causal de cette maladie est capable, à partir d'une attaque au niveau du collet, de provoquer par ramollissement humide (pourriture), la mort très rapide des plantes à différents stades après flétrissement brusque sans jaunissement préalable. Les tiges atteintes brunissent vers leur base et sont souvent rétrécies au niveau du sol. Sur les feuilles, en cas de très forte humidité, ce pathogène provoque l'apparition de petites taches rondes ou irrégulières, ayant l'aspect d'une brûlure au début. Elles s'agrandissent et deviennent par la suite brun clair, tandis que les parenchymes des limbes prenant

Laboratoire de Phytopathologie, Département des Sciences Biologiques et de la Protection des Plantes- Ecole Supérieure d'Horticulture et d'Élevage de Chott-Mariem, 4042. Sousse, Tunisie.

*: e-mail: bougtn@yahoo.fr

Reçu le 13.09.04. et accepté pour publication le 10.11.04.

une consistance papyracée à leur emplacement, se craquellent parfois (2).

Comme tous les champignons du sol, ce pathogène est difficile à maîtriser. Cependant, certaines techniques, telle que la solarisation, ont prouvé leur efficacité quant à la diminution de l'ampleur des maladies dues aux champignons telluriques. La solarisation est définie comme étant un traitement solaire du sol qui permet une désinfection partielle des sols, faisant appel à un film transparent de plastique (polyéthylène ou autre) avec humidification des sols auparavant (7). Ceci est réalisé avant la plantation et durant les mois les plus chauds de l'année (pendant 4 à 6 semaines) afin d'y concentrer la chaleur solaire. L'élévation des températures, leurs variations journalières et la forte humidité font entrer en activité les formes de conservation des agents pathogènes et induisent leur destruction (11).

Des travaux réalisés par Tjames et Makkrynakis (13) révèlent une efficacité notable de la solarisation sur la maîtrise de *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* Schlechtend. Fremend. W.C. Snyder & H.N. Hansen et *Verticillium dahliae* Kleb. attaquant le melon. En effet, une destruction massive de leurs formes de conservation dans le sol, chlamydospores et microsclérotés, a été notée d'où un abaissement du niveau d'attaque.

En Grèce, Bourbos et Skoudriadakis (3) ont étudié la possibilité de contrôler la verticilliose de la tomate causée par *V. dahliae* sous serre par un traitement thermosolaire de 10 semaines. Ils ont pu éradiquer le pathogène dans la parcelle solarisée alors que ce champignon a été isolé, conservé avec un taux élevé (1380-1800 propagules/g de sol sec) dans le sol non solarisé.

En plus, le traitement thermosolaire améliore le développement et le rendement des cultures. Startour (1990, cité par Gamliel et al. (5)) a mené une étude en Egypte pour tester l'efficacité de la solarisation quant à l'augmentation et l'amélioration de la croissance et du rendement de la tomate. Il s'est avéré que les plantes des parcelles solarisées se développent mieux alors que, dans la parcelle non solarisée, seulement 50% des plantes se développent normalement tandis que les autres sont perdues à cause du développement des mauvaises herbes et des maladies causées par *Phytophthora nicotianae* var. *parasitica*, *Rhizoctonia solani* et *Alternaria* spp. Katan et al. (8) ont remarqué une meilleure croissance des plantes issues des parcelles traitées, amélioration qui a été estimée à 56% par rapport à celle des parcelles témoins.

En Tunisie, certains travaux ont montré l'efficacité de cette technique pour réduire le taux d'inoculum des parasites telluriques. Chétata (4) a montré que le traitement thermosolaire des sols, pour lutter contre les champignons telluriques pathogènes sur aubergine, est capable de réduire l'inoculum dans le sol, d'améliorer le rendement et de réduire la

population des plantes nuisibles.

Plus récemment, Triki et al. (14) ont mis en évidence l'efficacité de la solarisation sur la réduction des populations de *Pythium aphanidermatum* et de *Fusarium solani* ainsi que l'effet favorable sur le développement de la culture de la pomme de terre en Tunisie.

Actuellement, la méthode de lutte utilisée pour réduire l'impact de *Phytophthora nicotianae* sur piment consiste à verser une solution du mélange commercial métalaxyl et manèbe (40 g + 192 g/hl) au pied des plantes (Ben Aïcha, communication personnelle). Cependant, les résultats obtenus sont peu satisfaisants, en plus de l'apparition des symptômes de phytotoxicité sur les feuilles d'où l'idée de réaliser un essai de traitement thermosolaire (solarisation) combiné avec un traitement chimique préventif et de suivre les effets sur l'évolution de l'inoculum du sol.

Matériel et méthodes

1. Mise en place de l'essai

L'essai a été conduit durant la campagne 2000/2001. Il a été réalisé chez un agriculteur de la région de Monastir en collaboration avec la Station d'appui de Nebhana à Monastir. Le choix de cet agriculteur est basé sur le niveau des attaques par *Phytophthora* spp. sur piment, observées durant la campagne 1999/2000. Deux abris serres ont été choisis pour l'essai. Elles sont orientées nord-sud, abritées par des brises vents, ont des dimensions respectivement de 52 et 64 m de longueur; 8,5 m de largeur et 3,2 m de hauteur et sont de forme héli-sphérique. Le film de couverture est un polyéthylène à simple paroi, âgé de 2 ans.

Le précédent cultural était le piment. Après arrachage des plants, élimination des débris de culture et préparation du sol, une submersion à l'eau fût réalisée pour ramener le sol à sa capacité au champ. La pose de la couverture plastique transparente sur la moitié de la serre a eu lieu le 15/07/2000 et son retrait le 12/09/2000. La solarisation du sol a donc duré près de 8 semaines.

Après le dégagement du plastique, un ameublissement du sol a été effectué au niveau des deux serres de l'essai. Une pré-irrigation fut réalisée le 25/10/2000 et répétée le 26/10/2000. La plantation a eu lieu le 27/10/2000. La variété plantée est le B26 caractérisée par sa précocité et dont les plants ont été fournis par le GIL (Groupement Interprofessionnel des Légumes). Les densités de plantation pour la serre 1 et la serre 2 sont respectivement 948 plants et 1215 plants soit en moyenne 2 plants/m² pour les deux serres. On compte 8 rangées par serre, soit 4 rangées dans chacune des parcelles solarisées et non solarisées.

2. Dispositif expérimental

La mise en place du plastique et l'application du traitement par le Ridomil 5G est conforme au dispositif expérimental schématisé de la manière suivante:

Parcelle non solarisée + Ridomil 5G (T3)	Témoin (T1)	Bloc I
Parcelle solarisée (T2)	Parcelle solarisée + Ridomil 5G (T4)	
Témoin (T1)	Parcelle non solarisée + Ridomil 5G (T3)	Bloc II
Parcelle solarisée + Ridomil 5G (T4)	Parcelle solarisée (T2)	

C'est un dispositif expérimental en split plot en blocs complètement aléatoires avec deux blocs et 4 traitements. Le Ridomil 5G est appliqué à la dose de 150 g/l et ce par un arrosage, à raison de 100 ml, au niveau des collets des plantes de piment.

3. Prélèvement des échantillons

Après la mise en place de l'essai, des échantillons du sol ont été prélevés à différentes parcelles (solarisé et non solarisé) pour les deux serres et à des différentes profondeurs (15 cm, 30 cm); on a effectué vingt sondages pour que l'échantillon soit représentatif. Pour chaque parcelle élémentaire, les échantillons sont mélangés pour obtenir les échantillons globaux suivants:

Echantillon I: serre 1 solarisée
 Echantillon II: serre 1 non solarisée
 Echantillon III: serre 2 solarisée
 Echantillon IV: serre 2 non solarisée.

4. Analyse biologique des échantillons de sol

Les échantillons ainsi obtenus sont séchés à l'air libre pendant deux semaines, puis broyés. En passant d'un échantillon à l'autre, l'outil de travail a été stérilisé pour éviter la contamination.

4.1. Méthode d'isolement des microscélérotés de *Verticillium dahliae*

Le broyat obtenu est tamisé en utilisant deux tamis de maille 0,04 mm dans le but d'éliminer le maximum de particules de sol qui ont une grosseur inférieure ou supérieure à celle des microscélérotés, sachant que le diamètre de ces derniers est de l'ordre de 0,05 mm. Quinze grammes du sol ainsi obtenu sont pesés, puis lavés trois fois successivement, en employant 100 ml d'eau pour chaque lavage. Ceci est suivi d'une bonne agitation et d'une décantation de 30 secondes, pour enfin éliminer, par une micropipette, l'eau excédentaire surtout pour le 3^{ème} lavage. L'échantillon ainsi obtenu est mis dans une boîte à Pétri et sera séché à l'air libre. Ensuite, l'échantillon est de nouveau broyé pour obtenir une poudre dont 1 g est mis dans 10 ml d'eau distillée stérile pour obtenir un filtrat. Un ml de ce filtrat est mis dans chaque boîte de Pétri contenant un milieu gélosé spécifique au *Verticillium*. Nous avons réalisé 3 répétitions à 10 boîtes de Pétri chacune.

4.2. Méthodes d'isolement des chlamydospores du *Fusarium* spp.

Les échantillons du sol ont été broyés puis tamisés

à travers un tamis de 0,250 mm. N'ayant aucune idée sur l'*inoculum* potentiel de départ au niveau du sol à analyser, des essais préliminaires ont été effectués, pour tous les échantillons, avec différentes concentrations en faisant varier à chaque fois la quantité en grammes de sol tamisé à mettre dans le volume de 100 ml d'eau distillée stérilisée. Ainsi, les solutions du sol suivantes: 0,15; 0,25; 0,5; 1 et 1,5% ont été essayées. La solution de 0,15% a permis une bonne lecture et de visualiser convenablement les colonies de *Fusarium* spp. facilitant ainsi leur comptage. A partir de cette solution du sol ainsi obtenue et sous la hotte à flux laminaire, un volume de 1 millilitre est versé dans une boîte de Pétri contenant le milieu spécifique pour *Fusarium* spp. (9).

5. Isolement du *Phytophthora nicotianae* à partir des plants

Dans l'objectif d'identifier l'agent pathogène responsable des symptômes de flétrissement du piment, on a procédé à l'arrachage de quelques plants à partir desquels des isollements de pathogènes sont alors effectués. Le milieu sélectif des pythiacées (milieu Malt) mis au point par Ponchet et *al.* (10) est utilisé.

Les échantillons des plantes malades sont lavés à l'eau courante du robinet, découpés en morceaux (au niveau du collet) puis désinfectés une première fois par trempage dans une solution d'hypochlorite de sodium à 5% pendant quelques minutes; la deuxième désinfection se fait par un nouveau trempage dans l'alcool à 95° pendant 30 secondes, puis les échantillons sont rincés à l'eau distillée stérile et séchés. Ils sont ensuite déposés sur milieu de culture dans des boîtes de Pétri stériles. Toutes ces opérations doivent être nécessairement réalisées sous une hotte à flux laminaire. En fin, les boîtes d'isolement sont mises en incubation dans une étuve à une température de 24 °C et à l'obscurité. Après une durée d'incubation de 5 jours, on obtient un développement mycélien sur ce milieu de culture; des repiquages sont alors effectués sur milieu PG, à base de pois, pour observer les formes sexuées (oospores) et/ou les sporanges (12).

6. Suivi de la culture

Pendant la campagne de culture, l'agriculteur a pratiqué les apports suivants:

Amendements organiques (fumier): 5 t/serre.
 Amendements chimiques:

- fumure de fond: super phosphate 45%:
25 kg/serre,
- fumure de couverture: ammonitre 33,5%:
75 kg/serre,
nitrate de potasse 20 kg/serre.

L'irrigation est pratiquée à la gaine perforée tous les 15 jours durant les premiers mois (Décembre-janvier-février-mars) à raison de 10 m³/irrigation/serre et tous les 8 jours et durant les mois de mai - juin à raison de 15 m³/irrigation/serre.

L'eau d'irrigation provient du barrage de Nebhana ayant environ 1 g de résidus secs.

L'entretien de la culture s'est limité aux binages, buttages, tuteurages et aération de la serre en cas de nécessité. Le suivi de l'essai est réalisé par des visites régulières tous les 3 à 4 jours pour détecter:

- Le nombre de plants présentant les symptômes de flétrissement, le poids des fruits récoltés et la vigueur des quelques plants pris au hasard comme échantillon par parcelle élémentaire. En tenant compte de l'effet des bordures et des manquants, une moyenne de 220 plants par parcelle élémentaire pour la serre 1 et de 300 plants pour la serre 2 ont fait l'objet de ce suivi.
- Le nombre de récolte des fruits de piment était de 5 depuis le 19/2/2001 jusqu'au 15/5/2001. Le poids total par parcelle élémentaire est alors noté séparément.

Résultats et discussions

1. Isolement du *Fusarium*

Les isolements ont été réalisés à partir de deux types de sol: un sol solarisé et un sol non solarisé, à partir des deux éléments de serre.

Pour l'identification des espèces de *Fusarium* et pour la quantification de leurs populations dans le sol, on se base respectivement sur l'observation microscopique (caractères spécifiques de chaque espèce) et sur le comptage du nombre de colonies développées sur le milieu de culture dans une boîte de Pétri.

Les résultats d'isolement à partir du sol révèlent l'existence de trois espèces de *Fusarium*: *F. solani*, *F. oxysporum* et *F. roseum*. *F. solani* est la plus dominante.

Les résultats de l'isolement du *Fusarium* spp. à partir du sol prélevé des parcelles solarisées et celles non solarisées sont récapitulés sur la figure 1.

Les espèces de *Fusarium* sont des champignons telluriques ayant une faculté de résistance à l'effet létal de la solarisation par leurs formes de conservation et de résistance que sont les chlamydospores. Ceci a été concrétisé au niveau des sols solarisés, pour lesquels on a encore enregistré un nombre assez élevé des chlamydospores par gramme de sol. Cependant, on note une certaine efficacité de la solarisation qui se traduit donc par une diminution du niveau du potentiel d'inoculum de ce pathogène tellurique par rapport à la parcelle non solarisée (Figure 1).

2. *Verticillium* spp.

Les résultats de l'isolement du *Verticillium* à partir du sol, prélevé aussi bien des parcelles solarisées que celles non solarisées, sont nuls. En effet, sur le milieu de culture en boîte de Pétri, on n'a pas pu observer le développement de colonies mycéliennes. Ceci pourrait être attribué à la difficulté d'isolement de ce pathogène vasculaire à partir du sol. Mais, il en est de même pour les résultats des analyses à partir des plantes, en effet des observations microscopiques n'ont pas révélé l'existence de ce pathogène tellurique. Donc les échantillons du sol qui ont été analysés ne contiennent pas d'inoculum de *Verticillium*. D'ailleurs, aucun symptôme de rabougrissement n'a été observé dans les deux lots.

3. Isolement du *Phytophthora* à partir des plantes

Après son isolement, le *Phytophthora* spp. est resté tout au long de l'essai cultivé sur malt, substrat sur lequel, il fructifie peu. Une période de 10 à 15 jours, à une température de 26 °C et à l'obscurité, s'avère nécessaire pour avoir un développement mycélien. Les observations microscopiques ont révélé que les hyphes sont caractérisés par des parois irrégulières et uniformes (Figure 2).

Le repiquage sur milieu PG, à l'obscurité et à 25

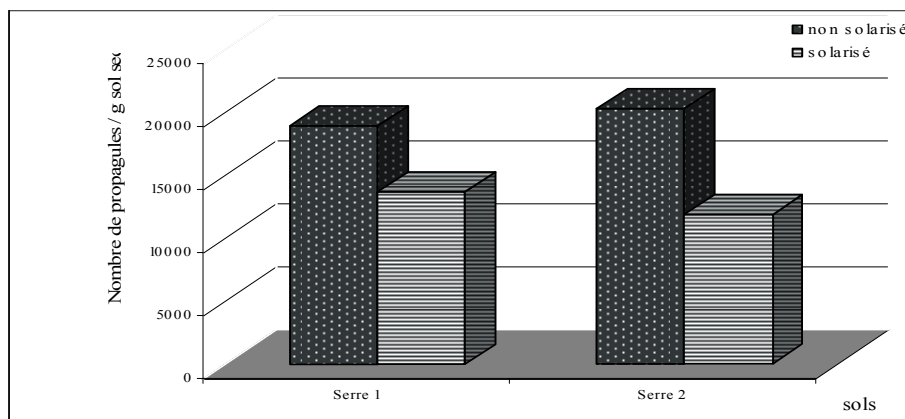


Figure 1: Nombre de chlamydospores par gramme de sol sec révélé dans les sols solarisés et ceux non-solarisés.

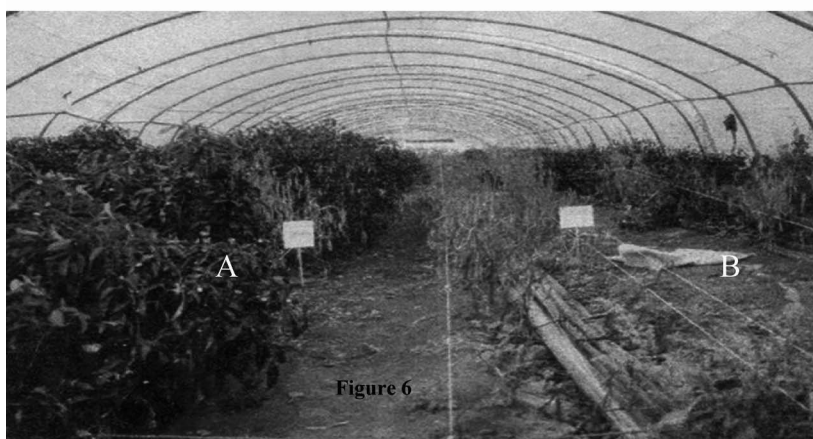
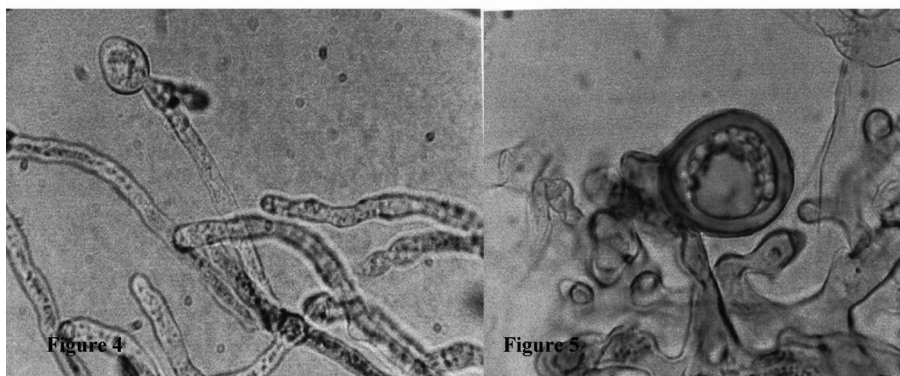
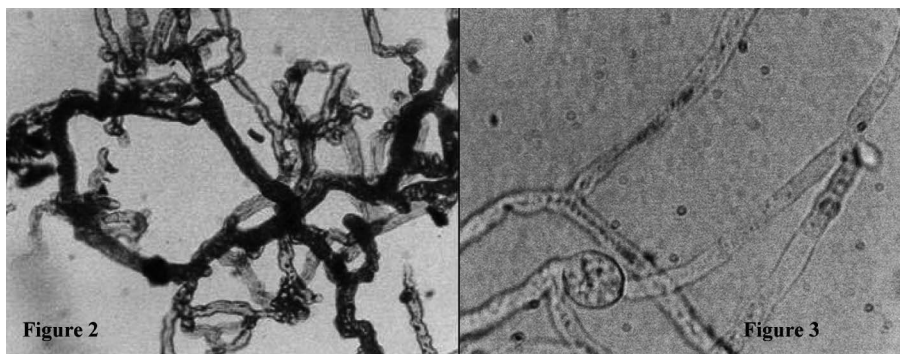


Figure 2: Mycélium coralloïde et à parois irrégulières.

Figure 3: Chlamyospore de forme sphérique prenant naissance à partir du mycélium.

Figure 4: Sporangie, début de formation.

Figure 5: Oospore.

Figure 6: Evolution du foyer d'inoculum au niveau de deux parcelles A et B.

°C, pendant au moins 5 jours, était favorable pour la formation des chlamyospores (organes de conservation) (Figure 3). Des sporanges sont produits, mais moins abondamment (Figure 4). La formation d'oospores a pu être observée (Figure 5).

Pour la détermination des espèces de *Phytophthora*, les critères utilisés sont:

- Les parois des hyphes irrégulières, caractéristique attribuée à *Phytophthora nicotianae* var. *parasitica*.
- Les chlamyospores qui sont absentes chez *Phytophthora capsici*.
- Mais, ces critères seuls nous ne permettent pas de conclure qu'il s'agisse de *P. nicotianae*.

Ce champignon a été identifié par Allagui *et al.* (2) comme étant *Phytophthora nicotianae* var. *parasitica*.

4. Influence de la solarisation sur le taux de flétrissement

Les symptômes détectés sur les plantes attaquées ont été notés aussi bien sur les parcelles solarisées

que celles non solarisées pour les deux abris serres (Figure 6). Toutefois, pour la première serre, un petit foyer de plantes flétries a été observé et se localise à proximité de la moitié de la serre non solarisée (Figure 6A).

Les résultats des notations dès le 25/2/2001 jusqu'au 26/5/2001 nous permettent de représenter l'évolution du pourcentage des plants flétris au cours du temps en fonction du traitement (Figure 7).

Des analyses statistiques révèlent une différence non significative concernant le traitement chimique comparativement au lot témoin solarisé ou non. Ceci est observé dès la première date de notation (Figure 7). Ceci pourrait être expliqué par:

- soit que le traitement chimique avec une seule application n'est pas efficace, puisque le Ridomil est un produit fongicide systémique dont la période de rémanence ne dépasse pas 15 jours, donc une fois cette période achevée, le produit perd son efficacité

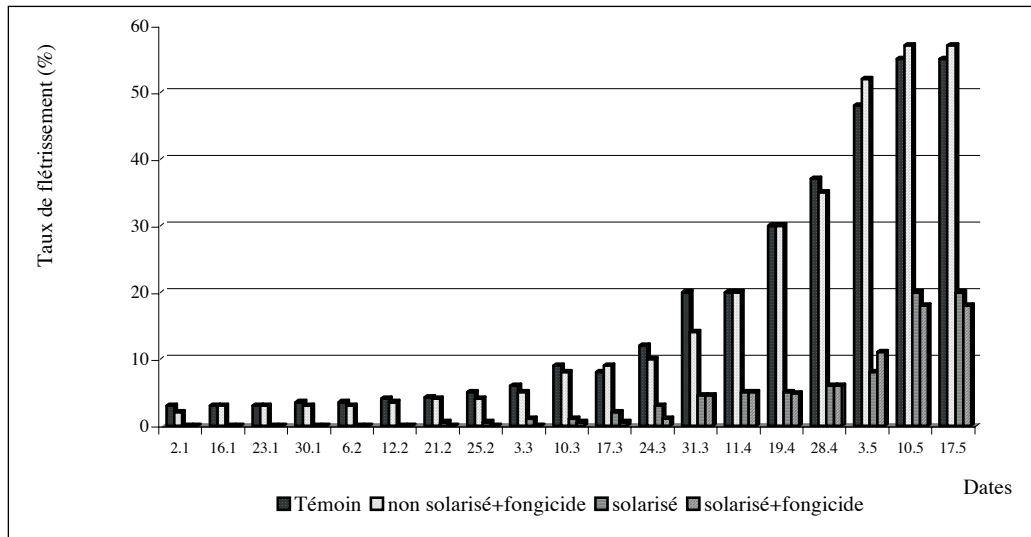


Figure 7: Evolution du taux de flétrissement (%) au cours du temps en fonction des différents traitements.

et le pathogène non tué recolonise le milieu,

- soit que l'application ne vise que les couches superficielles du sol, le champignon en profondeur se trouve donc non inhibé.

Tout de même, on en déduit que le traitement thermosolaire a effet positif sur la diminution de l'ampleur de la maladie. En effet, on peut tirer les constatations suivantes:

1- Dans les deux types de parcelles (solarisée et non solarisée) on note des symptômes de flétrissement, mais il faut noter que trois mois après la plantation, le pourcentage de flétrissement n'a pas dépassé les 2% au niveau des parcelles solarisées; par contre pour la même période, il a atteint les 9% au niveau des parcelles non solarisées.

Cette différence a été déclarée significative à travers les analyses statistiques. Il s'est avéré alors que la solarisation est efficace quant à la diminution de l'incidence de la maladie de flétrissement. Ce résultat est confirmé tout au long de la culture: ainsi vers le mois de mai (c'est-à-dire 6 mois après la plantation) le pourcentage de flétrissement atteint respectivement 25 et 50% pour les parcelles solarisées et non solarisées (Figure 7).

Donc il apparaît de nouveau clair que la solarisation abaisse le niveau de flétrissement des plantes, suite à la réduction du niveau d'inoculum dans le sol, puisque le flétrissement est en étroite relation avec l'inoculum de *Phytophthora* spp. dans le sol qui se conserve sous forme des chlamydozoospores et oospores.

2- La deuxième constatation est relative à l'augmentation très rapide du pourcentage de flétrissement vers le mois d'avril soit 167 jours après la plantation (au niveau de deux parcelles solarisée et non solarisée) (Figure 7). Ceci est attribué aux conditions climatiques qui deviennent favorables pour l'explosion de cette maladie. En effet, comme il a été déjà signalé d'après Pochard *et al.* (1976), le processus infectieux est accéléré avec l'augmentation

de la température entre 16 °C et 28 °C.

Il faut dire aussi que le foyer primaire d'inoculum pourrait augmenter et progresser suite aux irrigations et aux techniques culturales (binage, absence du paillage plastique au niveau du sol entre les lignes ou bien entre les parcelles élémentaires).

5. Hauteur des plantes (vigueur)

Les plantes prélevées à partir des différentes parcelles (solarisée, non solarisée) montrent une différence hautement significative entre la vigueur des plantes collectées des deux parcelles (solarisées et non solarisées). L'évolution des hauteurs moyennes des tiges relativement aux deux traitements est représentée sur la figure 8.

Cette différence dans la longueur des tiges peut être expliquée selon le phénomène décrit par Gamliel *et al.* (5) sous le nom de «*increased growth response*» c'est-à-dire que la solarisation induit une meilleure croissance végétative suite à une augmentation de la faune bactérienne, induisant une meilleure absorption des éléments minéraux dans le sol solarisé et donc une meilleure résistance aux divers pathogènes tel que *Phytophthora* spp.

6. Impact de la solarisation sur le rendement

Les résultats de l'action du traitement thermosolaire sur le rendement du piment sont rapportés sur la figure 9. En effet, nous avons constaté un effet stimulateur de la croissance et une amélioration du rendement de la culture de piment. Ceci est concrétisé au niveau de notre essai de solarisation sur le rendement. D'autant plus que l'analyse statistique du rendement pendant le mois d'avril montre une différence significative de la production entre la parcelle solarisée et celle non solarisée.

Il apparaît nettement que le poids moyen des fruits issus des parcelles solarisées est supérieur à celui obtenu à partir des parcelles non solarisées. Selon les récoltes,

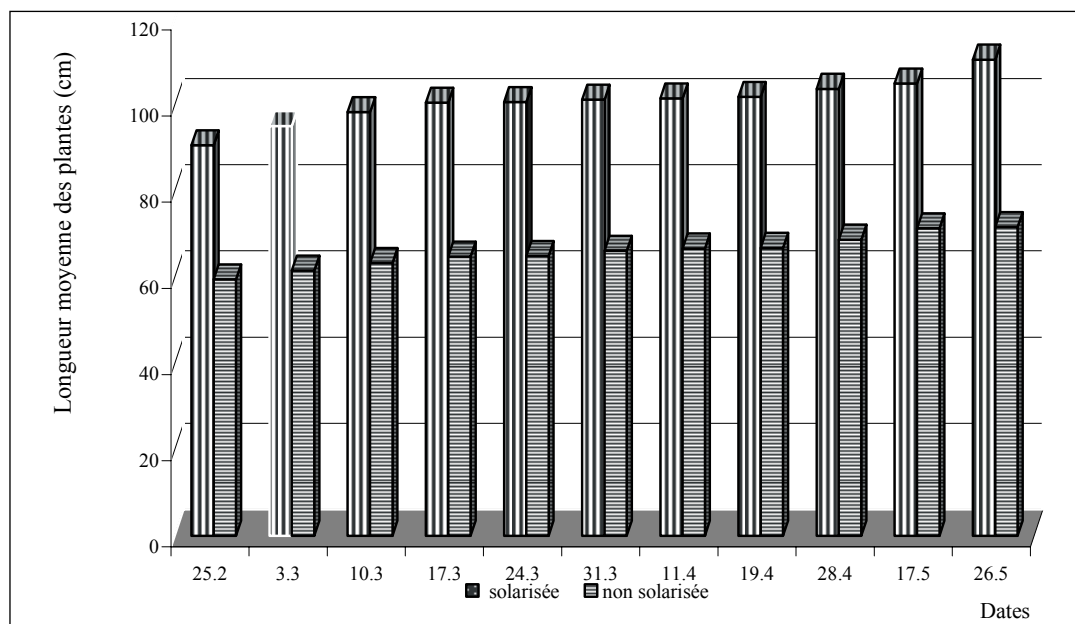


Figure 8: Evolution des hauteurs moyennes des tiges des plantes de piment en cas de parcelle solarisée et non solarisée.

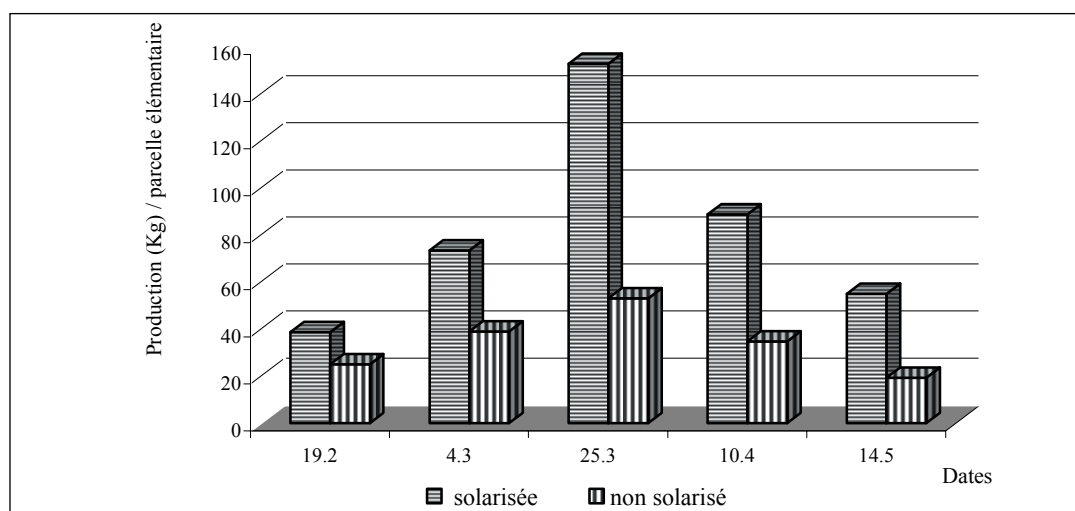


Figure 9: Récolte du piment en fonction du traitement.

les augmentations du rendement varient de 155% à 288% par rapport au témoin, l'augmentation moyenne en rendement pendant cette période est de l'ordre de 24%. Ce qui confirme bien l'effet de la solarisation sur l'augmentation du rendement (Figure 9).

Cette augmentation de la récolte est en étroite relation avec la vigueur végétative des plantes de piment. En effet, une plante plus vigoureuse, entre en production plus précocement et donne une production assez élevée ce qui a été noté au niveau des parcelles solarisées.

Pour résumer ces résultats, il faut dire que tous les paramètres déjà cités (le taux de flétrissement, la vigueur et le rendement) sont tous en étroites relations.

En effet, les parcelles qui présentent une forte production sont celles qui présentent un degré d'attaque par le champignon le moins prononcé et par la suite une vigueur végétative plus importante.

Conclusion

Le mildiou terrestre sur piment dont l'agent causal est *Phytophthora nicotianae* var. *parasitica* est une maladie très redoutable en Tunisie. La solarisation est une méthode de lutte qui se révèle efficace pour réduire le taux d'inoculum des champignons du sol. Même si la solarisation n'a pas permis de contrôler totalement la manifestation des symptômes de flétrissement, elle a entraîné une réduction notable de l'incidence de la maladie. La solarisation a abouti à un effet qui s'est prolongé jusqu'à 8 mois après l'enlèvement du plastique (du mois de novembre jusqu'à juin) et même plus, aussi bien en contrôlant la maladie de flétrissement du piment et qu'en stimulant la croissance et l'amélioration du rendement de la culture de piment.

Références bibliographiques

- Allagui M.B., 1999, Caractérisations morphologique, biologique et moléculaire de souches de *Phytophthora nicotianae* responsables d'un syndrome associant nécroses racinaires et flétrissement du piment (*Capsicum annum* L.) en Tunisie. Doctorat en sciences agronomiques et ingénierie biologique. Faculté des Sciences Agronomiques de Gembloux, 166 pp.
- Allagui M.B., Marquina J.T. & Mlaiki A., 1995, *Phytophthora nicotianae* var. *parasitica* pathogène du piment en Tunisie. *Agronomie*, 15, 171-179.
- Bourbaos V.A. & Skoudridakis M.T., 1990, Soil solarization for the control of *Verticillium* wilt of the green house tomato. 8th congress of the mediterranean phytopathological union. Agadir. Morocco, 413 pp.
- Chétata C.D., 1996, La solarisation: désinfection thermosolaire des sols en vue de lutter contre les champignons telluriques: *Fusarium oxysporum* et *Verticillium dahliae*. Mémoire de fin d'études (Cycle Ingénieur). Ecole Supérieure d'Horticulture et d'Élevage, Chott-Mariem.
- Gamlieil A., Austerweil M. & Kritzman G., 2000, Non-chemical approach to soilborne pest management- organic amendments. *Crop Protection*, 19, 847-853.
- Ioannou N., Poullis C.A. & Heale J.B., 2000, Fusarium wilt of watermelon in Cyprus and its management with soil solarization combined with fumigation or ammonium fertilizers. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*, 30, 223-230.
- Katan J., 1981, Solar heating (solarization) of the soil for control of soil-borne pests. *Ann. Rev. Phytopathol.* 19, 211-236.
- Katan J., Greenberger A., Alon H. & Grinstein A., 1976, Solar heating by polyethylene mulching for the control of diseases caused by soilborne pathogens. *Phytopathology*, 66, 683-688.
- Komada H., 1975, Development of a selective medium for quantitative isolation *Fusarium oxysporum* from natural soil. *Review of Plant Protection Research*, 8, 115-125.
- Ponchet J., Ricci P., Andreolli C. & Augé G., 1972, Méthodes sélectives d'isolement du *Phytophthora nicotianae* f. sp. *parasitica* (Dastur) waterh. A partir du sol. *Ann. Phytopathol.* 42, 2, 97-108.
- Staphletan J.J. & Vay J.E., 1986, Soil solarization: a non chemical approach for management of plant pathogens and pests. *Crop Protection*, 5, 198.
- Tello J., Vares F. & Lacase A., 1991, Analisis de muestras. In: *Manual de laboratorio, diagnostico de hongos, bacterias y nematodos fitopatogenos*. Direccion general de sanidad de la produccion agraria (éd.), Madrid, 485 pp.
- Tjames E.S. & Makkrynakis N., 1990, Control of fungal wilt diseases of melon by application of soil solarization in the field. 8th congress of the mediterranean phytopathological union, Agadir, Morocco, 413 pp.
- Triki M.A., Priou Sylvie & El Mahjoub M., 2001, Effect of soil solarization on soil-borne populations of *Pythium aphanidermatum* and *Fusarium*

Naïma Boughalleb, Tunisienne, Doctorante en Protection des Plantes à Eshe, Enseignante en phytopathologie, Ecole supérieure d'horticulture et d'élevage de Chott-Mariem, 4042 Sousse, Tunisie.

M. El Mahjoub, Tunisien, Professeur en Phytopathologie et Directeur de l'Ecole supérieure d'horticulture et d'élevage de Chott-Mariem, 4042 Sousse, Tunisie.

58th International Symposium on Crop Protection

Will be held on Tuesday May 23, 2006 at the Faculty of Bioscience Engineering, Ghent University, Coupure Links 653, BE-Ghent, Belgium.

The symposium will focus on new developments in all aspects of crop protection.

Those who wish to present a paper at the Symposium are invited to submit an abstract, using the abstract form, before January 31, 2006.

The full programme will be able in March 2006.

Full papers or extended abstracts of both oral and poster presentations will be published in a special issue of the Journal "Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences".

Publication is expected in December 2006. Manuscripts must be submitted to the secretariat before June 30, 2006.

Accepted papers that are not presented at the Symposium, will not be published.

All practical information on the symposium can be found at our website <http://www.iscp.ugent.be>

All correspondence should be sent to the secretary general Dr. ir. Pieter Spanoghe, Faculty of Bioscience Engineering, Ghent University, Coupure Links, 653, Belgium.

Tel. +32(0)9 264.60.09 - Fax +32(0)9 264.62.49

E-mail: iscp@ugent.be

Website: www.iscp.ugent.be

Entomofaune des panicules de sorgho et effet des dates de semis et des variétés sur les populations de *Stenodiplosis sorghicola* (Dipt. Cecidomyiidae) et *Eurystylus oldi* (Hemipt.: Miridae) et les pertes de rendement

A.B. Bal

Keywords: *Eurystylus oldi*- *Stenodiplosis sorghicola*- *Sorghum bicolor*- Niger

Résumé

Un essai a été conduit à Niamey (Niger) en 2001 pour préciser l'abondance relative de *Stenodiplosis sorghicola* Coq. et *Eurystylus oldi* Poppius et leur impact sur la production de deux variétés de sorgho à compacité paniculaire différente. Le dispositif expérimental était un split-plot, comportant quatre répétitions. Les deux variétés de sorgho (Mota Maradi, à panicules lâches et SEPON-82, à panicules compactes) occupaient les parcelles principales tandis que deux dates de semis (DS_1 : 26/06/2001 et DS_2 : 13/07/2001) étaient en sous-parcelles. *E. oldi* et *S. sorghicola* ont été présents sur toutes les panicules des deux variétés et aux deux dates de semis. Cependant, les populations d'*E. oldi* sont demeurées faibles sur celles de la DS_1 de Mota Maradi. *S. sorghicola* a été plutôt abondant sur les panicules de SEPON-82 de la DS_2 . Deux équations de régression ont été déterminées entre les avortements observés à la DS_2 (échelle de 1-10) et le poids moyen des grains des panicules. Ces équations sont:

$y = 6,60 + 65,1 e^{-0,413 x}$ ($R^2 = 0,887$) sur la Mota Maradi et ($y = -2,85 x + 28,7$) ($R^2 = 0,940$) sur la SEPON-82.

De la première à la seconde date de semis, 48,3% et 39,4% de perte de poids moyen des panicules ont été déterminés sur Mota Maradi et SEPON-82 respectivement. Sur SEPON-82 dont la taille permettait la mise en cage des panicules, les réductions des poids des grains des panicules provoquées par les insectes ont été de 20,2% et 36,8% sur la DS_1 et la DS_2 respectivement.

Summary

Sorghum Panicle Insects and Effect of Sowing Dates and Varieties on Populations of *Stenodiplosis sorghicola* (Dipt. Cecidomyiidae) and *Eurystylus oldi* (Hemipt.: Miridae) and Yield Losses

A trial was run in Niamey (Niger) in 2001, to examine the relative abundance of *Stenodiplosis sorghicola* Coq. and *Eurystylus oldi* Poppius and their impact on the grain yield of two varieties of sorghum with different panicle compactness. The experimental design was a split-plot, with four replications. The two varieties of sorghum (Mota Maradi, with loose panicles and SEPON-82, with compact panicles) occupied the main plots while two sowing dates (SD_1 : 26/06/2001 and SD_2 : 13/07/2001) were in sub-plots. *E. oldi* and *S. sorghicola* were present on all the panicles of the two varieties and at the two sowing dates. However the populations of *E. oldi* remained low on those of the SD_1 of Mota Maradi. *S. sorghicola* was abundant on the panicles of SEPON-82 of the SD_2 . Two regression equations for the abortions observed with the SD_2 (scale of 1-10) and the average weight of the grains of the panicles were determined. These equations were

$y = 6.60 + 65.1 e^{-0.413 x}$ ($R^2 = 0.887$) on Mota Maradi and ($y = -2.85 x + 28.7$) ($R^2 = 0.940$) on SEPON-82.

From the first to the second sowing dates losses of panicle grains weight equal to 48.3% and 39.4% on Mota Maradi and SEPON-82 respectively were determined. On SEPON-82 the size of which allowed bagging of panicles, the reduction in panicle grain weights due to the insects were 20.2% and 36.8% on SD_1 and SD_2 respectively.

Introduction

Le sorgho [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] constitue avec le mil [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.] la principale source de l'alimentation des populations sahéennes à majorité rurale. Au Niger, la superficie emblavée en sorgho est de 2.177.884 ha pour une production totale de 424.607 T (1). Compte tenu des différents systèmes de culture, le rendement moyen du sorgho est estimé

à 236 kg/ha (1), ce qui est de loin inférieur au potentiel de production des variétés rapporté par INRAN (3). Les raisons de ces faibles rendements sont multiples. On peut citer parmi elles, les facteurs abiotiques tels que la pluviométrie et la pauvreté des sols et les facteurs biotiques parmi lesquels les insectes occupent une place importante au Sahel. Au Niger, plusieurs

espèces d'insectes ont été inventoriées sur le sorgho (2, 7, 8). Les plus dommageables à cette culture sont celles qui s'attaquent aux panicules de sorgho, dont *Stenodiplosis sorghicola* Coquillet et *Eurystylus oldi* Poppius sont les plus importantes en raison des pertes de production qu'elles occasionnent. Les conditions de l'agriculture extensive dans ce pays et les moyens relativement faibles des producteurs incitent dans le cadre de la recherche de la sécurité alimentaire à recommander des méthodes de protection à la portée des paysans. C'est dans la recherche de telles méthodes que s'inscrit la présente étude dont l'objectif est de préciser le comportement de deux variétés de sorgho vis-à-vis d'*E. oldi* et *S. sorghicola* de cycle et de caractéristiques différentes en fonction des périodes de leur mise en culture.

Matériel et méthodes

L'essai a été conduit en 2001 au Centre Régional AGRHYMET, Niamey, Niger (Latitude: 13 °29'N; Longitude 2 °10'E). Deux variétés de sorgho Mota Maradi et SEPON 82 ont été semées à deux dates différentes (DS₁: 26/06/2001 et DS₂: 13/07/2001). Mota Maradi est une variété locale précoce dont la durée du cycle est de 80 j (I. Kapran, Communication personnelle). Elle est de taille haute et à panicules semi compactes voire lâches. SEPON-82 est une variété introduite de l'ICRISAT de cycle intermédiaire dont la durée est de 100 à 105 j (3). Elle est de taille courte et à panicules compactes. Le dispositif utilisé est un split-plot avec 4 répétitions dont les parcelles principales sont occupées par les variétés et les sous-parcelles par les dates de semis. Chaque parcelle élémentaire comporte 8 lignes de 12 poquets. Les distances entre les lignes et les poquets de sorgho sont respectivement de 0,8 m et 0,5 m. L'entomofaune du sorgho a été suivie sur 10 panicules par parcelle élémentaire, identifiées depuis la nouaison

de leur tige. Ainsi, deux prélèvements sont effectués par semaine sur chaque panicule, au moyen de poches en tissu moustiquaire et d'une bombe insecticide à effet «knock down».

Sur SEPON 82, dix couples de panicules ont été identifiés par parcelle élémentaire, au fur et à mesure de leur excertion. Une des panicules de chaque couple a été mise en cage jusqu'à la récolte et la seconde est laissée sous infestation naturelle. L'évaluation des niveaux d'avortement et les pesées des grains ont été effectuées à la récolte sur les 20 panicules. Ensuite, 10 x 100 grains ont été comptés sur les panicules encagées et non encagées de chaque parcelle et pesés.

Sur Mota Maradi, dont la taille ne facilite pas la mise en cage, l'étude de l'importance économique des insectes a consisté en l'évaluation des niveaux d'avortement sur 10 panicules par parcelle élémentaire, laissées sous infestation naturelle, suivie d'une pesée des graines de chacune d'elle.

Pour toutes les évaluations des avortements, une échelle allant de 1 (moins de 10% des épillets avortés) à 10 (plus de 90% des épillets avortés) a été utilisée. Des régressions ont été établies entre les avortements et les poids des grains des panicules de la DS₂.

Les rendements des variétés ont été évalués à partir des récoltes des parcelles de rendement comportant chacune 4 lignes de 8 poquets.

Le logiciel GENSTAT 6.1 a été utilisé pour l'analyse des résultats. La comparaison des moyennes de rendement a été effectuée avec l'analyse de variance et le test de Student-Newman-Keuls. Les avortements, les poids des grains des panicules et les poids de 100 grains ont été comparés avec le test de Student, avec dans le cas de l'inégalité des variances l'ajustement de Satterthwait (M. Sétamou, communication personnelle).

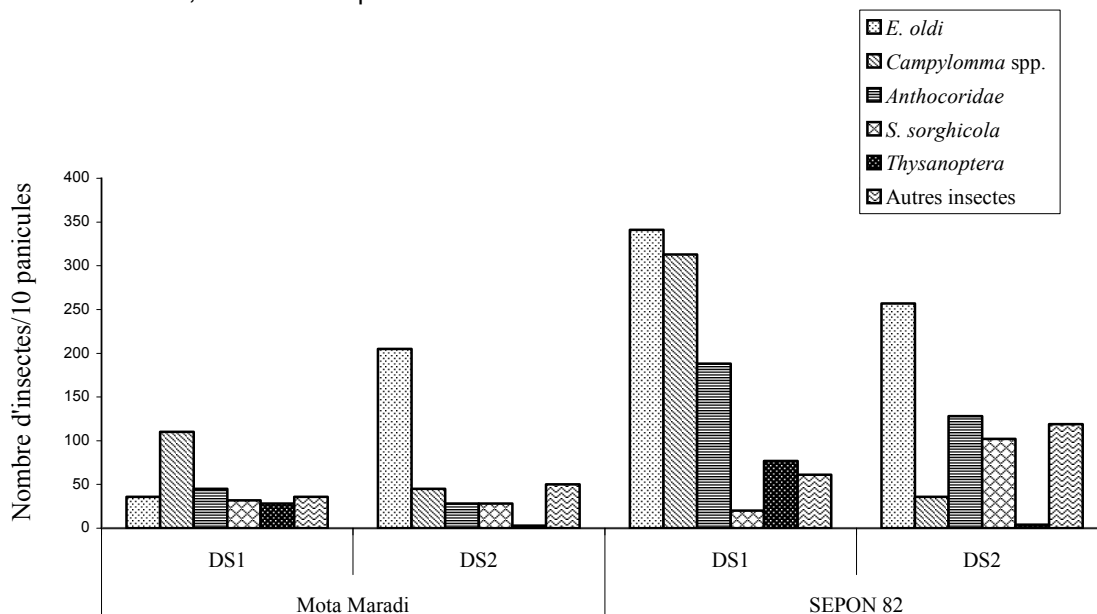


Figure 1: Histogramme des principaux insectes collectés sur les panicules de sorgho.

Résultats

La figure 1 représente l'histogramme des insectes collectés sur les panicules de sorgho du début de l'épiaison jusqu'à la maturité. *E. oldi* en représentant de 34,1 à 57,1% des insectes capturés est demeuré l'espèce la plus abondante sauf sur les premiers semis de Mota Maradi où elle ne représente que 12,5% du total des insectes collectés. Elle est suivie par les espèces du genre *Campylomma* qui ont été d'ailleurs dominants sur les premiers semis de Mota Maradi, où elles ont représenté 38,3% des insectes collectés.

S. sorghicola a été faiblement présente sur Mota Maradi mais sur la deuxième date de semis de SEPON-82, elle représentait 15,8% du total des insectes capturés derrière *E. oldi* (39,8%) et les *Anthocoridae* (19,8%).

Pour apprécier la fluctuation des populations des deux espèces pendant la campagne, les collectes des deux dates de semis ont été prises en compte pour chaque

variété. Ainsi, sur les figures 2 et 3 sont portées les fluctuations des populations d'*E. oldi* (larves et adultes) et *S. sorghicola* (adultes) sur Mota Maradi et SEPON-82 respectivement. Sur chacune des deux variétés, trois pics des populations imaginales de *S. sorghicola* ont été observés sur les panicules de sorgho. Ces pics sont de 138; 44 et 84 adultes/10 panicules sur Mota Maradi. Ils sont apparus le 11/09, le 09/10 et le 30/10 respectivement. Sur SEPON-82, ces pics sont de 103; 52 et 196 adultes/10 panicules. Ils sont apparus le 11/09, le 02/10 et le 26/10.

Sur chacune des deux variétés de sorgho, un seul pic des populations d'*E. oldi* est apparu. Sur Mota Maradi le pic des adultes est de 82 adultes/10 panicules et celui des larves est de 153 larves/10 panicules. Ces pics sont apparus les 05/10. Sur SEPON-82, le pic des larves est de 158 larves/10 panicules. Il est apparu le 02/10. Celui des adultes qui est de 102 adultes/10 panicules, est apparu le 09/10.

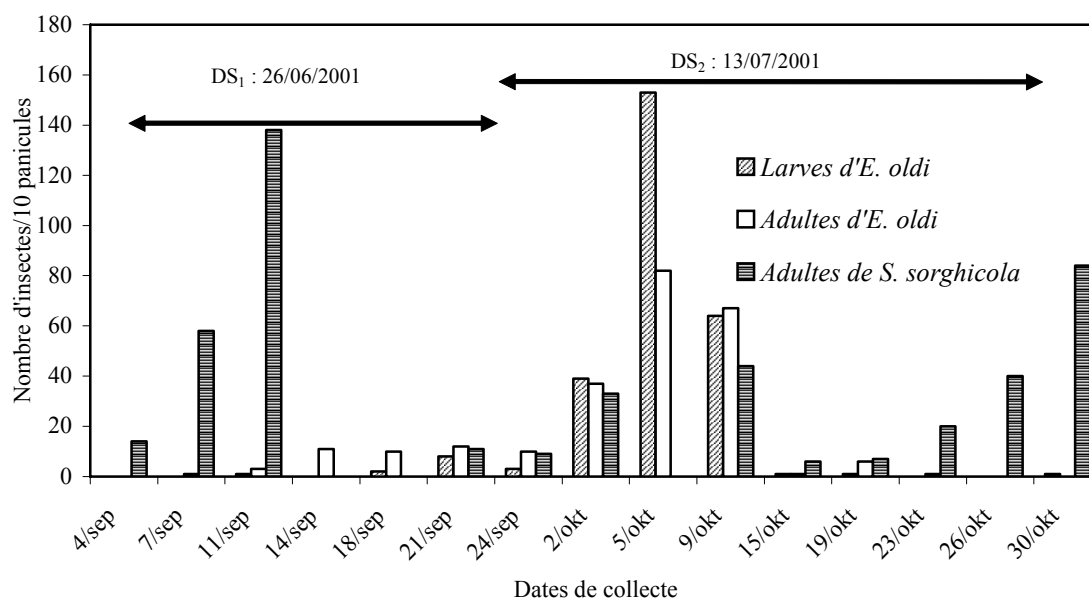


Figure 2: Fluctuation des populations d'*E. oldi* et *S. sorghicola* sur Mota Maradi en 2001.

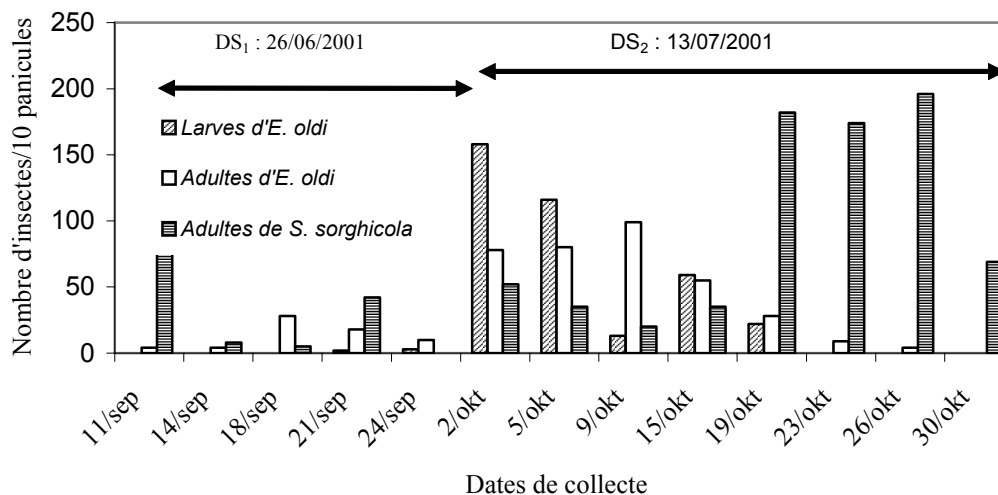


Figure 3: Fluctuation des populations d'*E. oldi* et *S. sorghicola* sur SEPON 82 en 2001.

Tableau 1
Avortements et poids moyen des grains des panicules non encagées et rendement
du sorgho: $\bar{x}(n; s.e.)$

Dates de semis	Avortement moyen (échelle 1-10)		Poids moyen des grains/panicule (g)		Rendement (kg/ha)
	Mota Maradi	SEPON-82	Mota Maradi	SEPON 82	Variétés combinées
26/06/2001	1,4a (40; 0,1)	1,0a (38; 0)	31,3b (40; 2,3)	34,9b (40; 2,4)	1410,4b (8; 470,2)
13/07/2001	4,4b (40; 0,5)	3,4b (40; 0,4)	15,9a (40; 2,4)	20,8a (38; 2,6)	634,1a (8; 401,7)
Valeur de $t_{0,975}$ (ddl)	5,37 (44,45) ***	4,13 (56,46) ***	4,58 (78) **	3,01 (74) ***	Variétés: 0,4 NS Dates de semis: 10,2* Var.x DS: 0,6 NS
	Valeur de F				
Pertes de poids (%)			48,3	39,4	55,0

s.e.: représente l'erreur standard.

Tableau 2
Avortement, poids des grains et pertes enregistrées sur SEPON-82: $\bar{x}(n; s.e.)$

Etat des panicules	Avortement moyen (échelle 1-10)		Poids moyen des grains/panicule (g)		Poids de 100 grains (g)	
	DS ₁	DS ₂	DS ₁	DS ₂	DS ₁	DS ₂
Pan. encagées	1,0a (38; 0)	1,5a (39; 0,2)	42,3a (40; 3,2)	32,7a (38; 2,9)	1,46a (40; 0,009)	1,84a (40; 0,01)
Pan. non encagées	1,0a (38; 0)	3,4b (40; 0,4)	34,9a (40; 2,4)	20,8b (38; 2,6)	1,52b (40; 0,02)	1,63b (40; 0,02)
Valeur de $t_{0,975}$ (ddl)		4,13 (56,46) ***	1,82 (76) NS	3,01 (74) **	2,43 (50,4) *	9,7 (68,37) ***
Réduction de poids (%)			-	36,4	-	11,1

Sur le tableau 1 sont portés les avortements des épillets, les poids moyens des grains des panicules non encagées et les rendements des deux variétés aux deux dates de semis. Sur le tableau 2 figurent les avortements, les poids des grains et les pertes enregistrées sur SEPON-82.

Il ressort du tableau 1 des différences significatives entre les 2 dates de semis aussi bien pour les niveaux d'avortement que les poids des grains des panicules et les rendements à l'hectare. Dans tous les cas, la seconde date de semis a le plus souffert des dégâts provoqués par les insectes et les poids des grains obtenus sont moindres. Les réductions de rendement ainsi enregistrées de la première à la seconde date de semis sont de 55,0%, tandis que pour les poids des grains des panicules cette réduction est de 48,3% sur Mota Maradi et 39,4% sur SEPON 82.

Sur le tableau 2, des différences significatives ont été mises en évidence à la DS₂, entre les panicules de SEPON-82 encagées et celles non encagées. Des

réductions de 36,8% et de 11,1% ont été notées sur les poids moyens des panicules et les poids de 100 grains respectivement.

Les avortements notés sur les panicules de sorgho à la seconde date de semis du fait des attaques de *S. sorghicola*, nous ont permis de tracer les courbes de régression entre les poids des panicules et les niveaux moyens d'avortement. Ainsi la figure 4 représente la régression sur Mota Maradi et la figure 5 celle sur SEPON-82. Sur Mota Maradi une équation de type exponentielle explique mieux les variations des poids des panicules en fonction des avortements. Ainsi 88,7% de variation du poids des panicules sont expliqués par la fonction

$$Y = 6,60 + e^{-0,41X} \quad (R^2 = 0,887).$$

Sur la SEPON-82 par contre une droite suffit à bien expliquer la variation du poids des panicules en fonction des avortements. Ainsi 94% de variation du poids des panicules sont expliqués par la fonction

$$Y = -2,85X + 28,7 \quad (R^2 = 0,940).$$

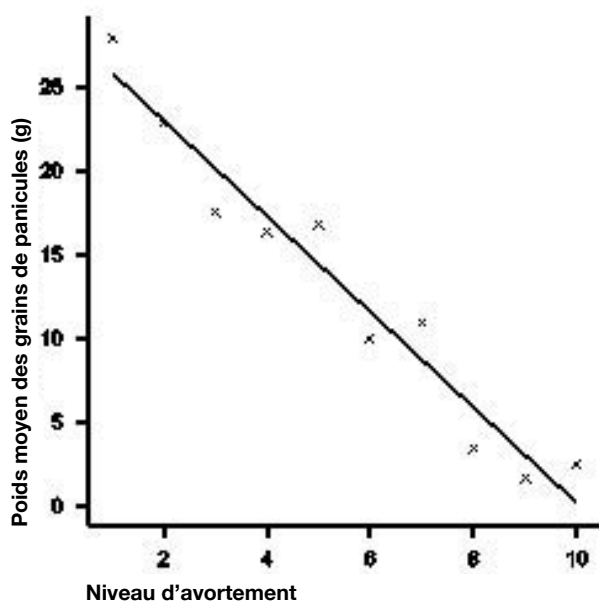


Figure 4: Courbe de régression du poids des grains des panicules de Mota Maradi semé le 13/07/2001 en fonction du niveau d'avortement ($Y = 6,60 + 65,1 e^{-0,413X}$) ($R^2 = 0,887$).

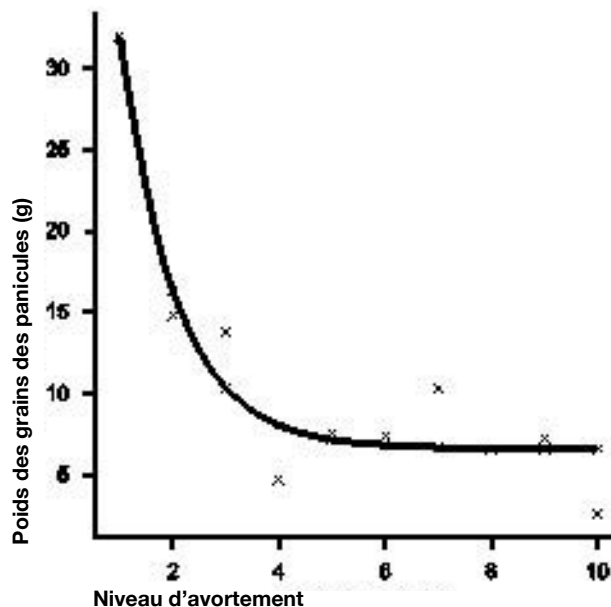


Figure 5: Droite de régression du poids des grains des panicules de SEPON 82 semé le 13/07/2001 en fonction du niveau d'avortement ($Y = -2,85X + 28,7$) ($R^2 = 0,940$).

Discussion

La composition de l'entomofaune ainsi que l'importance des espèces en général, *E. oldi* en particulier confirment les résultats obtenus (2, 5, 6, 8).

Le premier pic des populations de *S. sorghicola* correspond à celui d'adultes dont les larves ont passé la saison sèche en diapause et qui ont été à la base de la première infestation du sorgho; le second et le troisième pics seraient les résultats de la première et de la seconde générations qui se seraient développées dans les parcelles de sorgho. Ces résultats font ressortir la présence de *S. sorghicola* sur le sorgho à partir du 4 septembre et ce pendant toute la durée des observations et le développement effectif de deux générations. Les adultes infestants ont atterri sur les panicules de la DS₁ des deux variétés. Mais l'épiaison de la SEPON-82 a coïncidé avec la phase descente de ces populations. Ainsi la première génération s'est développée sur les deux variétés et sur les deux dates de semis avec des pics respectifs de 44 et 52 adultes/10 panicules sur Mota Maradi et SEPON-82, respectivement. La seconde génération a surtout évolué sur la DS₂ de SEPON-82 avec un pic de 196 adultes/10 panicules apparu le 26 octobre 2001. Ces résultats confirment ceux rapportés par Maïga (1986), cité par Ratnadass et Ajayi (7), selon qui, *S. sorghicola* a développé deux générations au Niger en 1982, 1983 et 1984. Ils vont également dans le même sens que ceux obtenus par Bal et Anadif Issa (2).

Il ressort des résultats sur la fluctuation des populations d'*E. oldi* qu'une seule génération de l'espèce s'est développée sur le sorgho. Ce résultat confirme ceux obtenus par Bal et Anadif Issa, et par

Macfarlane (2, 4). Par contre, Ratnadass et Ajayi ainsi que Steck *et al.* (7, 8) ont rapporté deux et quatre générations de l'espèce respectivement.

Les réductions de 55% du rendement des variétés et des dates de semis combinées sont plus élevées que celle rapportée sur Mota Galmi par Steck *et al.* (8) selon lesquels, il y aurait une baisse de récolte de cette variété de 14%. Il faut cependant noter ici que c'est plutôt l'effet de la date de semis qui est significatif. Dans ces conditions, Bal et Anadif Issa (2) avaient obtenu des pertes de rendement de 82%.

Malgré le fait que toutes les deux variétés ont souffert de l'effet des semis retardés, SEPON-82 semble mieux tolérer un tel retard que Mota Maradi. Le pourcentage de perte semble moins élevé sur SEPON-82 que sur Mota Maradi alors qu'à l'observation des populations d'insectes, on est plutôt tenté de dire que celles d'*E. oldi* et *S. sorghicola* ont été pour la plupart du temps, plus abondantes sur SEPON-82. En comparant les résultats portés au tableau 1 avec ceux du tableau 2, on peut avancer l'idée que bien que des pertes aient été occasionnées par les insectes de la première à la seconde date de semis, des facteurs de dégradation des rendements autres que les insectes ont agi sur la SEPON-82 tout au moins. D'ailleurs au vu des chiffres sur les niveaux d'avortement et les poids de 100 grains à la première date de semis, on est tenté de dire qu'*E. oldi* et *S. sorghicola* n'ont pas été à l'origine de pertes de rendement significatives sur la SEPON-82 à cette date.

A partir des régressions obtenues avec les deux variétés, on note une réduction de la production en grains des panicules avec l'augmentation du

niveau d'avortement. Cette réduction est cependant plus rapide sur Mota Maradi, où pour des niveaux d'avortement relativement faibles, elle augmente vite. Alors que cette réduction est régulière sur SEPON-82 entre les niveaux d'avortement 2 et 10, elle atteint vite une limite inférieure sur Mota Maradi, ce qui pourrait être le résultat d'une compensation du nombre réduit de grains par le poids de ceux-ci.

Conclusion

Le suivi de l'entomofaune du sorgho a permis de confirmer l'importance d'*E. oldi* et *S. sorghicola*, dont le voltinisme au Centre Régional AGRHYMET a été d'une et de deux générations respectivement. Autant Mota Maradi que SEPON-82 subissent des

effets négatifs des semis tardifs même si les pertes qu'elles subissent ne résultent pas des seules attaques des insectes. L'importance de pertes qu'est susceptible de provoquer *S. sorghicola* a été confirmée par les régressions et ces pertes peuvent croître de façon régulière avec les avortements sur SEPON-82, alors que l'équation obtenue sur Mota Maradi suppose l'existence d'une valeur limite inférieure.

Remerciements

L'auteur remercie Mme Dabiré Clémentine, Messieurs Dona Dakuo, Sankung Sagnia et Ousmane Youm pour avoir bien voulu corriger le manuscrit. Il remercie également le Centre Régional AGRHYMET pour lui avoir permis de conduire ces travaux.

Références bibliographiques

1. AP3A, 2002, Système de Gestion de la Banque de Données SGBD - AP3A, Centre Régional AGRHYMET, Niamey, Niger.
2. Bal A.B. & Anadif Issa T., 1998, Effet de la date de semis du sorgho (*Sorghum bicolor* sur *Eurystylus oldi* (Hemiptera, Miridae) et *Contarinia sorghicola* (Diptera, Cecidomyiidae) J. Afr. Zool. 112, 241-248.
3. INRAN, 1994, Catalogue nigérien des variétés de céréales et légumineuses. INRAN, MAE, Niger.
4. Macfarlane J., 1989, The hemipterous insects and spiders of sorghum panicles in northern Nigeria. Insect Sci. Applic. 10, 277-284.
5. Malam Harouna S., 1995, Etude des effets combinés de la variété, des dates de semis et des traitements au Furadan sur les attaques des insectes du sorgho. Mémoire de fin d'études, Faculté d'Agronomie, Université Abdou Moumouni, Niamey, Niger, 43 p. + annexes.
6. Mohamed A.M., 1999, Contribution à la connaissance d'*Eurystylus oldi* Poppius et *Contarinia sorghicola* Coquillet: principaux insectes nuisibles du sorgho au Sahel. Mémoire de fin d'études présenté pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur de l'IPR/IFRA, Spécialité: Agronomie. Katibougou, Mali, 41 p.
7. Ratnadass A. & Ajayi O., 1995, Panicle insect pests of sorghum in West Africa pp 29-38, in: K. Nwanze and O. Youm (Editors), Panicles insects pests of sorghum and pearl millet, 4-7 octobre 1993, Niamey, Niger, 316 p.
8. Steck G.S., Teetes G.L. & Maïga S.D., 1989, Species composition and injury to sorghum by panicle feedings bugs in Niger. Insect Sci. Applic. 10, 199-217.

A.B. Bal, Sénégalais, Docteur-Ingénieur de l'Université Paul Sabatier de Toulouse, Expert-formateur en entomologie au Centre Régional AGRHYMET, Institution spécialisée du CILSS.

Response of Soybean Genotypes to *Alectra vogelii* Infestation under Natural Field conditions

I. Kureh^{1*}, S.O. Alabi¹ & A.Y. Kamara²

Keywords: Soybean- *Alectra vogelii*- Root exudates- Phytoparasitism- Resistance/tolerance

Summary

Field studies were conducted in 1995 and 1996 in the northern Guinea savanna of Nigeria to determine the response of 22 soybean genotypes to *Alectra* infestation. Significant differences were observed amongst soybean genotypes in number of *Alectra* shoots that emerged at 9 and 10 weeks after sowing and days to first *Alectra* emergence. *Alectra* emergence occurred later in early maturing soybean genotypes [54 days after sowing (DAS)] while with most late maturing genotypes, *Alectra* emergence started at 50 DAS. Result revealed that sixteen genotypes supported few or no *Alectra* shoots while six were susceptible. Soybean genotypes that supported high numbers of *Alectra* shoots recorded lower grain yields than those with fewer *Alectra* shoots. However, soybean genotypes, SAMSOY2 and TGX1485-1D that significantly supported high numbers of *Alectra* recorded grain yields similar to those of genotypes that supported few or no *Alectra*. These findings may be due to three possible mechanisms of resistance of soybean genotypes to *Alectra* parasitism. The sixteen genotypes, which supported few or no *Alectra* shoots, may have produced lower amounts of root exudates required for stimulation of germination of *Alectra*. They may also have prevented the initiation, attachment, and penetration of haustorium from *Alectra* plants to the roots of the hosts. These mechanism were however, not investigated in this study. Further studies may therefore be necessary to confirm our speculations. Soybean genotypes, SAMSOY2 and TGX1485-1D, which recorded high yield irrespective of high infestation with *Alectra* may exhibit tolerance to the parasite.

Résumé

Réponse de génotypes de soja à une infestation par *Alectra vogelii* en conditions naturelles de champ

Des études de champ ont été conduites de 1995 à 1996 dans la savane nord-guinéenne du Nigeria afin de déterminer les réponses de 22 génotypes de soja à une infestation par *Alectra*. Des différences significatives ont été observées entre les génotypes de soja quant au nombre de pousses d'*Alectra* émergées à 9 et 10 semaines après semis et au nombre de jours à la première émergence d'*Alectra*. L'émergence d'*Alectra* a été retardée sur les génotypes de soja à maturité précoce (54 jours après semis), tandis que pour les variétés à maturité plus tardive, *Alectra* a émergé déjà à partir de 50 jours après semis. Seize génotypes ont montré une faible infestation, parfois inexistante, d'*Alectra* tandis que les six autres étaient fortement parasités. Les génotypes de soja fortement infestés par les pousses d'*Alectra* ont enregistré des rendements inférieurs aux autres variétés. Cependant, SAMSOY2 et TGX1485-ID qui ont supporté une infestation relativement forte d'*Alectra* ont montré des rendements proches des génotypes peu ou non infestés d'*Alectra*. Nos résultats suggèrent trois mécanismes possibles de résistance au parasitisme d'*Alectra* parmi les génotypes de soja. Les seize génotypes peu ou non infestés de pousses *Alectra* pourraient avoir produit une quantité insignifiante d'exsudats de racines nécessaires pour la stimulation de la germination des graines d'*Alectra*. SAMSOY2 et TGX1485-1D qui ont donné un rendement élevé malgré l'importante infestation d'*Alectra* montreraient ainsi une tolérance au parasite.

Introduction

Soybean (*Glycine max* (L) Merrill) has become increasingly important in Nigeria, and has spread to large parts of the Guinea savanna zone characterized by mean annual rainfall of 1050 mm distributed over 5 months during the cropping season (35). In addition to its use as a staple food and fodder, soybean can help to improve soil fertility by contributing to soil N through biological nitrogen fixation. This crop's production then becomes more sustainable from an ecological and economic perspective (7). Soybean

has been shown to reduce the seed bank of *Striga hermonthica* a semi-parasite weed in cereals such as sorghum and millet, by causing suicidal germination. After induction of germination of *Striga* seeds, it prevents the attachment of the parasite to its roots, which leads to death of the parasite. Therefore most integrated *Striga* control programme use soybean as a trap crop in rotation with cereals (6, 8, 30, 31). Compared with other grain legumes, soybean still faces only a limited number of pest problems in the Guinea savanna. However, the parasitic weed *Alectra*,

¹Plant Science Department, Institute for Agricultural Research, Ahmadu Bello University, PMB 1044, Zaria, Nigeria; Email: ikurehng@yahoo.com

²International Institute of Tropical Agriculture (IITA), PMB 5320, Ibadan, Nigeria.

* Author for correspondence

Received on 16.09.02 and accepted for publication on 29.11.04.

which attacks cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), groundnut (*Arachis hypogaea* L.), and other tropical grain legumes poses a threat to soybean production in this agro-ecological zone (5, 21, 26). *A. vogelii* is very destructive in the northern Guinea and Sudan savanna agro-ecological zones of West and Central Africa where its damage is aggravated by poor soil and unreliable rainfall (28, 31) so that many farmers' fields are regularly blighted (31). Severe *Alectra* damage can thus cause up to 70–100% crop loss in cowpea, soybean, and groundnut (5, 21, 26, 29). Many crop fields have been abandoned because of high rates of *Alectra* and the related parasitic weed *S. hermonthica* infestation. Infested fields are difficult to clean due to the species' enormous reproductive capacity. *Alectra* for example, produces 400,000–600,000 viable seeds/plant while *Striga* produces 40,000–60,000 seeds/plant. Moreover, and seeds can persist in the soil for up to 15 years (12, 19, 20). Kureh *et al.* (21) found that 2000 *Alectra* seeds per pot were adequate to parasitize and significantly reduce growth of soybean by over 70%. In another study, Kureh and Alabi (22) reported reduction in growth and nodulation of some soybean genotypes under controlled *Alectra* infestation.

Chemical and cultural methods such as use of clean seeds, adequate application of fertilizer, and optimal crop density have successfully been used to manage parasitic weeds and have proved useful in the control of *Striga asiatica* (L) Kuntze in the USA (7). An integrated approach combining crop resistance with crop management practices such as the use of legume-cereal rotation, application of nitrogen fertilizer, and use of clean seeds for planting probably offers the best solution to control these parasites for resource-poor farmers of the West African savanna. Such an integrated approach has been used in the management of *Striga* in the Guinea savannas of west and central Africa. For effective management of *Striga* in the field, Berner *et al.* (6) recommended the combined use of host plant resistance, crop rotation with non-host nitrogen-fixing legumes selected for efficacy in promoting germination of *Striga* seeds, and other cultural practices such as use of clean seeds and timely application of adequate fertilizers.

Extensive work has been done in west and central Africa in breeding for resistance to parasitic weeds such as resistance/tolerance of maize to *S. hermonthica* (2, 15, 17) and host/plant resistance of cowpea cultivars to *Alectra* (23, 26, 29, 33). Although *Alectra* infestations have been observed on soybean in the Guinea savannas of Nigeria, no information is available on the reaction to *Alectra* of various soybean genotypes bred in the Nigerian savanna. *Alectra* - resistant soybean genotypes can provide an economic means of *Alectra* control and could

be important components of integrated *Alectra* management strategies. Information concerning the performance of soybean genotypes under *Alectra* infestation would be valuable to soybean breeders in planning future soybean selection and development programmes aimed at increasing soybean yield in the Guinea savannas of west and central Africa. The purpose of this study therefore was to evaluate soybean genotypes for resistance to *Alectra* infestation under field conditions.

Materials and methods

Field trials were conducted in 1995 and 1996, at two sites, at Samaru (11° 11'N; 7° 38'E; 686 m above sea level) in the northern Guinea savanna zone of Nigeria. Mean annual rainfall at Samaru normally is 1050 mm distributed over 5 months (June–October). Most of the soybean genotypes used in the tests were improved materials derived from the Tropical Glycine Crosses (TGX). These soybean cultivars were developed at the International Institute of Tropical Agriculture (IITA), and have been released in Nigeria and some other countries in the west African sub-region. The widely grown soybean genotypes tested were 9 early maturing (90–105 days) and 13 medium/late maturing (110–130 days) varieties. SAMSOY2, which is widely grown in the northern Guinea savanna zone served as a local check. The soil was a sandy-loam, isohyperthermic Plinthustalf (USDA taxonomy).

Genotypes were arranged in a randomized complete block design and replicated three times. Experiments were established in fields that are naturally heavily infested with *Alectra*, as indicated by high infestation levels in cowpea crops previously grown on the sites (7). The land was ploughed with disc harrow in order to get a fine tilth and ridged with 75 cm between ridges. At site 1, sowing was done on 13 July in 1995 and 28 June in 1996 while at site 2, sowing took place on the 18 July in 1995 and 20 June in 1996, resp. Soybean seeds were drilled on the ridges at a spacing of about 5 cm to achieve a plant population of 266,666 plants/ha. Each plot consisted of four ridges, 5 m long. At planting, phosphorus in the form of single super phosphate (28% P₂O₅) was applied to all plots at 26 kg P/ha. Nitrogen in the form of urea (46% N) was applied two weeks after sowing as starter dose at 20 kg N/ha. Annual weeds, except *Alectra*, were controlled with pre-emergence application of a formulated mixture of metobromuron plus metolachlor (Galax), at 2.5 kg a.i/ha followed by one hoe-weeding at 6 weeks after sowing (WAS). The data on the number of days to first *Alectra* emergence and number of emerged *Alectra* shoots were collected from the two middle rows (7.5 m²) of each plot at 9 and 10 WAS. Soybean seed yield was determined at physiological crop maturity. For *Alectra* count and soybean yield determination, the

two middle rows were sampled in each plot. Soybean was hand-harvested from 7.5 m², and allowed to thoroughly air-dry for two weeks before threshing. Seed moisture contents were determined using Dickey John moisture meter (Model 14998, Dickey-John Corporation, Auburn, USA) before weighing. Grain weights were then adjusted to 15% moisture content.

All data were analyzed using the General Linear Model procedure (GLM; SAS Package (34) and significant differences between genotype means were compared using standard error of means. The number of days to *Alectra* emergence and the number of emerged *Alectra* were regressed on grain yield of the soybean genotypes using the regression procedure (SAS Package) (34).

Results

There was no site by genotype interaction for neither of the variables measured. Site results were therefore combined for each year before analysis. Combined

analysis showed significant differences amongst genotypes for number of *Alectra* plants emerged at 9 and 10 WAS, days to first *Alectra* emergence, and grain yield of soybean (Table 1).

At 9 WAS, the number of emerged *Alectra* shoots ranged from 0 to 277 per 7.5 m² in 1995, whereas in 1996 it ranged from 0 to 145. At 10 WAS, the number of emerged *Alectra* shoots ranged from 0 to 354 in 1995 and from 0 to 214 in 1996, resp.

Six soybean genotypes had significantly higher numbers of emerged *Alectra* shoots than the remaining 16 genotypes. Genotypes that consistently had high numbers of emerged *Alectra* were TGX87D-516, TGX1019-2EB, M-351, TGX849-313D, SAMSOY 2, and TGX1485-1D. *Alectra* emergence occurred later in early maturing soybean genotypes [54 days after sowing (DAS)], which coincided with the beginning of pod stage (R3, 13) than in late maturing genotypes. For most late maturing genotypes, *Alectra* first emerged at 50 DAS just before or around flowering (R1).

Table 1

Alectra emergence, days to first emergence and grain yield of soybean genotypes under natural field infestation of *Alectra vogelii*

Genotypes	1995			1996				
	Emergence (plants/7.5 m ²)		Days to first emergence	Grain yield (kg/ha)	Emergence (plants/7.5 m ²)		Days to first emergence	Grain yield (kg/ha)
	9 WAS	10 WAS			9 WAS	10 WAS		
Early Maturing								
TGX1660-15F	4.4	7.5	50.0	1934	2.4	6.0	55	1340
TGX1485-1D	14.7	25.7	53.5	1289	22.4	39.4	55	1140
TGX1649-11F	1	1.4	57.5	2037	0.5	0.7	60	1427
TGX1681-3F	0.9	1.2	53.0	1867	0.5	1.2	53.5	1530
TGX1674-3F	0.2	0.9	59.5	1878	0.0	0.0	.	1544
TGX1519-1D	1.9	3	51.0	1282	3.7	4.9	52	1187
TGX1740-7F	0.9	1.7	54.0	1639	0.7	0.8	55	1523
TGX1740-2F	0.0	0.0	.	1864	0.5	0.7	57.5	1567
TGX849-313D	53.5	80.0	51.5	930	12.7	18.5	50	987
Late Maturing								
TGX1019-2EB	32.2	52.2	47.0	937	103.4	130.9	49	923
TGX923-2E	8	11.5	48.0	1400	2.4	3.8	48	1333
SAMSOY 2	30.2	37.4	45.0	1815	14.3	19.7	37	1730
M-351	50.2	77.7	50.0	789	12.2	20.7	48.5	1040
TGX 1448-2E	1.7	2.9	51.5	1304	3.5	6.2	50	1274
TGX1440-1E	2.9	4.0	53.0	1293	2.0	3.7	51	1294
TGX1479-1E	3.7	5.4	55.5	1239	1.7	2.7	57.5	1274
TGX1670-1F	0.4	0.5	55.0	1872	0.2	0.4	61	1520
TGX87D-516	276.5	353.9	41.0	904	144.5	214.2	40.5	1027
TGX1670-3F	0.4	1.0	52.5	1812	0.3	0.7	54.5	1564
TGX1660-19F	0.7	0.7	61.5	1185	0.2	0.2	59	1600
536-02D	6.9	10.9	52.0	1411	5.8	9.0	49.5	1367
TGM 344	4.2	6.9	45.5	797	9.2	14.8	47	1054
MEAN	22.5	31.2	51.5	1431	15.6	22.7	51.5	1329
S.E.	12.6	16.2	2.3	87	7.7	10.9	1.5	49

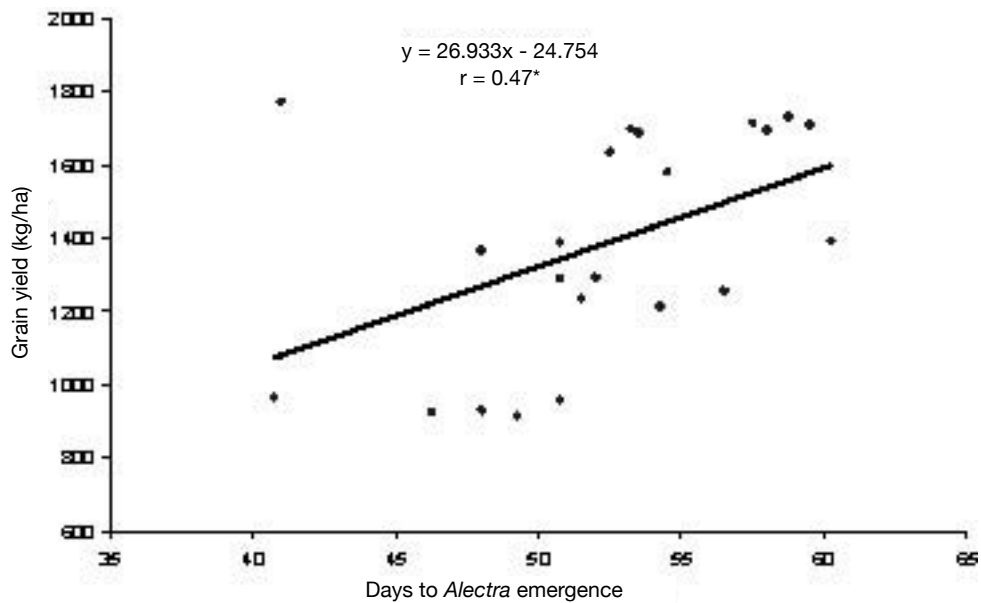


Figure 1: Relationship between days to first *Alectra* emergence and grain yield (kg/ha) of soybean.

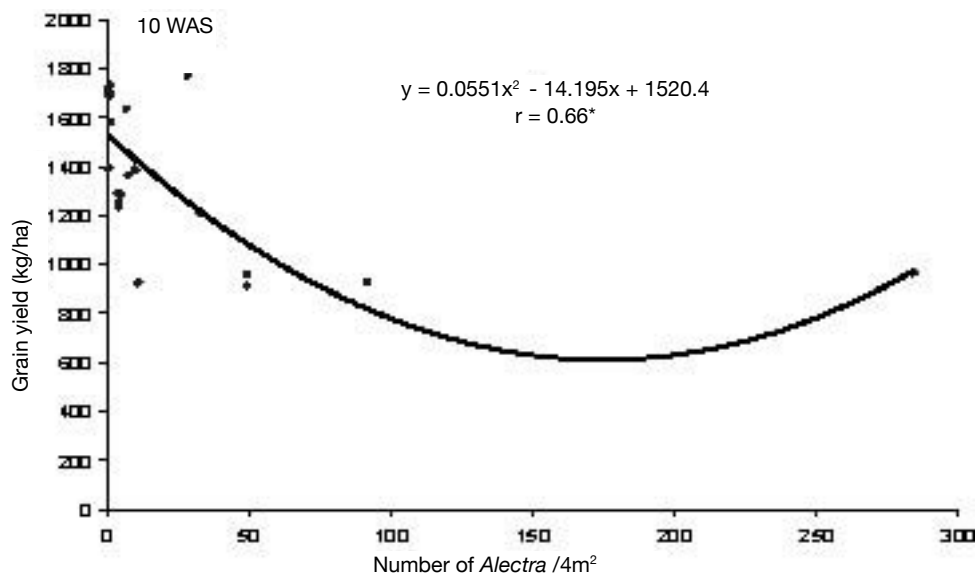
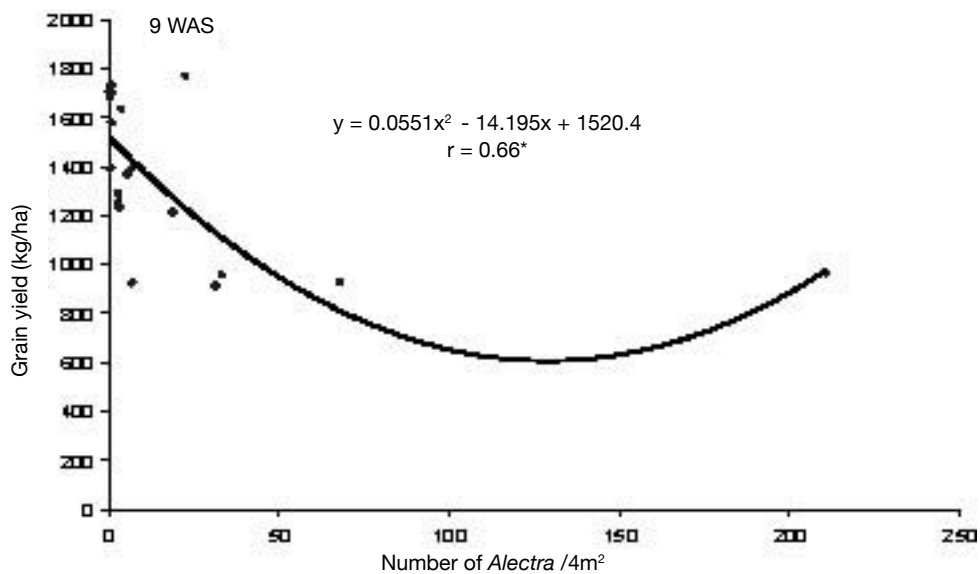


Figure 2: Effect of number of emerged *Alectra* plants and grain yield of soybean at 9 and 10 weeks after sowing (WAS) soybean.

Alectra infestation significantly reduced grain yield of the four most susceptible genotypes (TGX87D-516, TGX1019-2EB, M-351, and TGX849-313D). Reduction in grain yield was significant even at lower levels of infestation. Grain yield reduction by as few as 20 emerged *Alectra* shoots/plot was similar to grain yield reduction by 200 emerged *Alectra* shoots/plot (Figure 2).

Two genotypes (SAMSOY 2, and TGX1485-1D), which had high number of emerged *Alectra* shoots recorded grain yields similar to those of genotypes that had few or no emerged *Alectra* shoots. Grain yields of late maturing genotypes appeared to be more affected than those of early maturing genotypes. There was a significant and positive correlation ($r = 0.47^*$) between days to first *Alectra* emergence and grain yield (Figure 1). Generally, there was a significant negative correlation ($r = -0.66^*$ for 9 WAS; $r = -0.69^*$ for 10 WAS) between number of emerged *Alectra* shoots and grain yield at both 9 and 10 WAS (Figure 2).

Discussion

This study showed significant differences to exist amongst soybean genotypes in their performance under *Alectra* infestation. These differences occurred in the number of days to first *Alectra* emergence, number of emerged *Alectra* shoots and grain yield of soybean, lower soybean grain yield with number of emerged *Alectra* shoots, shows that *Alectra* infestation reduced grain yield of soybean genotypes. Similarly, Alonge *et al.* (3) found that *Alectra* reduced grain yield, number of pods, pod weight, and number of seeds per pod in cowpea. This was attributed to reduced leaf area and photosynthetic activity of parasitized cowpea plants. They also found genotypic differences among cowpea varieties in their response to *Alectra*. Another report showed delayed onset of flowering, reduced number of flowers and pods and reduced weight of pods and seeds in cowpea due to *Alectra* infestation (27). In our study, grain yields of soybean genotypes that had early emergence of *Alectra* were lower than those which had delayed emergence. This may be due to the fact that by late emergence of *Alectra*, the sensitive growth stages of soybean would have been completed before the parasite became effective thereby escaping *Alectra* damage. Likewise, in maize, a *Striga*-resistant genotype (Across 97 TZL COMP1) in which *Striga* emergence is delayed until after the maize has silked, grain yield was not affected by *Striga* infestation (J.G. Kling, personal communication).

Host plants can respond differently to parasitic weed infestation because the ability of host plants to tolerate these weeds involves a number of different mechanisms (9, 10, 11, 14, 15, 16). In cowpea, vertical resistance occurs based on a single gene that inhibits *Striga* germination or attachment (32). In the present study, three different mechanisms of

resistance may be involved. Sixteen genotypes had few or no emerged *Alectra* shoots at 9 and 10 WAS. This low emergence may be due to low production of germination stimulants by these genotypes or to host plant-parasite incompatibility whereby the initiation of haustoria, and subsequent attachment and penetration are all inhibited. Similarly, inhibition of *Striga* germination through low host plant production of germination stimulants, prevention of haustoria initiation, attachment to and penetration of host plants are found to confer resistance of some genotypes of cereals to *Striga* (10, 11, 24, 28). However, these possible mechanisms of resistance were not investigated in the present study. Therefore there is a need for further research to confirm these speculations.

Two genotypes, SAMSOY 2 and TGX1485-1D, which had high numbers of emerged *Alectra* shoots, recorded yields similar to those genotypes that had fewer or no emerged *Alectra* shoots. Probably these two genotypes exhibited tolerance to *Alectra*. Kim *et al.* (18) noted that tolerance to *Striga* in maize often did not involve a reduction in the number of *Striga* seedlings that were able to emerge from infested hosts. In their study, they found a *Striga*-tolerant inbred to support a high number of parasites.

There was a significant negative correlation between number of emerged *Alectra* plants and grain yield of soybean. These findings are, however, different from those of Adetimirin *et al.* (2) who found little correlation between *Striga* emergence counts and the tolerance of maize cultivars at Mokwa and Abuja in Nigeria.

As few as 20 emerged *Alectra* plants per 7.5 m² induced yield reductions, similar to those caused by 200 or more emerged *Alectra* plants (Figure 2). This shows that beyond a certain threshold that may be as few as 20 *Alectra* plants/7.5 m², yield reduction may no longer depend on number of emerged *Alectra* plants but probably on the susceptibility of the soybean genotype to *Alectra*. This is in agreement with Kim *et al.* (18) who observed one highly susceptible inbred line of maize that hosted very few *Striga* but reacted with reduction in root biomass and evidently senescing rapidly. While *Alectra* infestation was found to reduce soybean grain yield, the *Alectra* seed bank of the study area was not investigated. Generally, field screening relies on the previous knowledge of the level infestation of a field as shown through attacks on susceptible hosts.

Conclusions

Soybean is increasingly becoming popular in the Guinea savannas of west and central Africa. This crop is attractive to farmers because of its high economic

value and the belief that it does not require many external inputs as it is relatively free of pests and fixes its own nitrogen, a nutrient deficient in savanna soils. Given the devastating effects of *Alectra* on grain legumes in this region, the threat posed by this parasitic weed should not be underestimated. Combining several control methods, as in the management of *Striga* spp. should be a sustainable option. Our study has confirmed that it is possible to exploit host plant resistance as part of control options in the management of *Alectra* in soybean. This is because significant differences were found among soybean genotypes in their reaction to *Alectra* infestation. Also *Alectra* emergence was

significantly and negatively correlated with grain yield of the soybean genotypes. Possible mechanisms of resistance may be low stimulant production by host plant roots to induce germination of *Alectra*, prevention of haustoria initiation by *Alectra* and subsequent attachment and penetration of host plant, and also tolerance of soybean to *Alectra* infestation. These mechanisms were, however, not investigated in this study. Therefore there is a need for further investigation to confirm these speculations. Such information would be valuable for breeding efforts to develop or select *Alectra*-resistant soybean genotypes.

Literature

- Adetimir V.O., 1995, Inheritance of resistance in maize (*Zea mays* L.) to *Striga hermonthica* (Benth). PhD Thesis, Dept. of Agronomy, University of Ibadan, Nigeria, pp. 251.
- Adetimir V.O., Kim S.K. & Aken'ova M.E., 2000, Expression of mature plant resistance to *Striga hermonthica* in maize. *Euphytica*, 34, 1-10.
- Alonge S.O., Lagoke S.T.O. & Ajakaiye C.O., 2001, Cowpea reactions to *Alectra vogelii* I: effect on growth. *Crop Protection*, 20, 281-290.
- Atokpe I.D.K., Singh B.B., Emechebe A.M., 1995, Genetics of resistance to *Striga* and *Alectra* in cowpea. *Journal of Heredity*, 86, 45-59.
- Bagnall-Oakeley H., Gibberd V. & Nyongesa T.E., 1991, The incidence and control of *Alectra vogelii* in Embu District, Kenya. Proceedings of the fifth International Symposium of Parasitic Weeds. J.K. Ransom, L.J. Musselman, A.D., Worsham and C. Parker (eds.), CIMMYT, Nairobi, Kenya. Pages. 340-345.
- Berner D.K., Carsky R., Dashiell K., Kling J. & Manyong V.M., 1996, A land management based approach to integrated *Striga hermonthica* management in Africa. *Outlook on Agriculture*, 25, 157-164.
- Carsky R.J., Abaiido R., Dashiell K. & Sanginga N., 1997, Effect of soybean on subsequent grain yield in the Guinea savanna zone of west Africa. *African Crop Science Journal*, 5, 1, 33-38.
- Dogett H., 1988, Witch weed (*Striga*). In: Sorghum, Second edn. G. Wrigley, pp 368- 404. Longman Scientific and Technical. London, UK: Longman.
- Efron Y., 1993, Screening maize for tolerance to *Striga hermonthica*. *Plant Breeding*, 112, 192-200.
- Ejeta G. & Butler L.G., 1993a, Host plant resistance to *Striga*. Pages 561-569, In: International Crop Science 1. Crop Science Society of America., Madison, WI, USA.
- Ejeta G. & Butler L.G., 1993b, Host-parasite interactions throughout the *Striga* life cycle, and their contributions to *Striga* resistance. *African Crop Science Journal*, 1, 2, 75-80.
- Emechebe A.M., Singh B.B., Leleji O.I., Atokpe I.D.K. & Adu J.K., 1991, Cowpea *Striga* problems and research in Nigeria. Pages 22-24, In: Kim S.K. (ed.). Combating *Striga* in Africa. Proceedings of a workshop held in Ibadan, August, 1988, IITA, Ibadan, Nigeria.
- Fehr W.R. & Caviness C.E., 1977, Stages of soybean development. Ames, IA: Agriculture and Home Economics Experiment Station and Cooperative Extension Service, Iowa State University. Special Report 80. 11 p.
- Kim S.K., 1991, Breeding maize for *Striga* tolerance and the development of field infestation technique. Pages 96-108, In: S.K. Kim (ed.) Combating *Striga* in Africa. International Workshop by IITA, ICRISAT and IDRC. IITA. Ibadan, Nigeria.
- Kim S.K., 1994, Genetics of tolerance of maize to *Striga hermonthica*. *Crop Science*, 34, 900-907.
- Kim S.K., 1996, Horizontal resistance: core to a research break-through to combat *Striga* in Africa. *Integrated Pest Management Review*, 1, 229-246.
- Kim S.K., Robinson R.A., Atkinson K., Adetimir V.O., The C. & Salle G. (eds.), 1998, Combating parasitic weeds through horizontal resistance. International Agricultural Research Inst., Kyungpook National University, Taegu, Korea. 66 pp.
- Kim S.K., Akintunde A.Y. & Walker P., 1999, Responses of maize inbreds during development of *Striga hermonthica* infestation. *Maydica*, 44, 333-339.
- Kroschel J., 1998, *Striga*: How will it affect African agriculture in the future? An ecological perspective *PLITS*, 16, 137-158.
- Kroschel J., 1999, Analysis of the *Striga* problem, the first step towards future joint action. In: Kroschel, J.H. Mercer-Quarshie, J. Sauerborn (eds). *Advances in Parasitic Weed control at on-farm level. Vol 1. Joint action to Control Striga in Africa*. Margraf Verlag, Weikersheim, Germany.
- Kureh I., Katung P.D. & Orakwue F.C., 1999, Reaction of soybean varieties to preconditioning and concentration of seed inoculum of *Alectra vogelii* (Benth). *Science Forum, Journal of Pure and Applied Science*, 2, 1, 116-124.
- Kureh I. & Alabi S.O., 2003, The parasitic angiosperm *Alectra vogelii* (Benth) can influence the growth and nodulation of host soybean (*Glycine max* (L) Merrill). *Crop Protection*, 22, 361-367.
- Lane J.A., Bailey J.A. & Tery P.J., 1991, An *in-vitro* growth of system for studying the parasitism of cowpea (*Vigna unguiculata*) by *Striga gesneroides*. *Weed Research*, 31, 211-217.
- Lynn D.G. & Change M., 1990, Phenolic signals in cohabitation: implication for plant development. *Annual Review of Plant Physiology*, 41, 497-526.
- Magani I.E., Lagoke S.T.O., Emechebe A.M., Singh B.B. & Adu J.K., 1991, Reaction of cowpea varieties to *Alectra* in northern Guinea Savanna. Paper presented at the 19 Annual Conference of the Weed Science Society of Nigeria. ABU, Zaria, Nigeria, 1-10.
- Magani I.E., 1994, Effects of fertilizers and herbicides on the reaction of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) varieties to *Alectra vogelii* Benth. PhD Thesis, Department of Agronomy, Ahmadu Bello University, Zaria, Nigeria, 165 pp.
- Mugabe N.R., 1983, Effect of *Alectra vogelii* Benth on cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) I: Some aspects on reproduction of cowpea. *Zimbabwe Journal of Agricultural Research*, 21, 2, 135-147.

-
28. Olivier A., Benhamon N. & Leroux G.D., 1991, Cell surface interactions between sorghum roots and the parasitic weed *Striga hermonthica* cytochemical aspects of cellulose distribution in resistant and susceptible host tissues. *Canadian Journal of Botany*, 69, 1679-1690.
 29. Parker C., 1991, Protection of crops against parasitic weeds. *Crop Protection*, 10, 6-13.
 30. Parkinson V., Kim S.K., Efron Y., Bello L. & Dashiell K., 1987, Trap crops as a cultural measure in *Striga* Control in Africa. *FAO Plant Protection Bulletin No. 35* (Rome: FAO), pp. 51-54.
 31. Salle G. & Raynal-Roques A., 1989, Le *Striga*. *La Recherche*, 20, 44-52.
 32. Singh B.B. & Emechebe A.M., 1990, Inheritance of *Striga* resistance in cowpea genotype B301. *Crop Science*, 30, 879-881.
 33. Singh B.B. & Emechebe A.M., 1997, Advances in research on cowpea *Striga* and *Alectra*. Pages 215-224 *In*: Singh, B.B., Mohan Raj., D.R. Dashiell, K.E., and Jackai, L.E.N. (eds.), *Advances in cowpea research*. Co-publication, IITA and JIRCAS. IITA, Ibadan, Nigeria.
 34. SAS, 1990, *SAS/STAT User's Guide*. Version 6, 4th edn. SAS Institute Inc. Cary, USA.
 35. Smith J., Woodworth J.B. & Dashiell K.E., 1993, Government policy and farm-level technologies. The expansion of soybean in Nigeria. *Agricultural Systems in Africa*, 3, 20-32.

I. Kureh, Nigerian, Ph.D Crop physiology, Plant Science Department, Institute for Agricultural Research, Ahmadu Bello University, PMB 1044, Zaria, Nigeria.
S.O. Alabi, Nigerian, Ph.D Crop production, Plant Science Department, Institute for Agricultural Research, Ahmadu Bello University, PMB 1044, Zaria, Nigeria.
A.Y. Kamara, Sierra Leonean, Ph.D Crop Science/Agronomy, International Institute of Tropical Agriculture (IITA), PMB 5320, Ibadan, Nigeria.

LES ACTIONS DE LA DGCD
DGCD'S ACTIVITIES

DE ACTIVITEITEN VAN DE DGOS
LAS ACTIVIDADES DEL DGCD

DEVELOPMENT CO-OPERATION PRIZE

The *Development Cooperation Prize* is an annual incentive prize - financed by the Belgian Development Cooperation and organized by the Royal Museum for Central Africa - for students and young researchers, from Belgium or developing countries, whatever their discipline. The prize is awarded to scientific works that contribute significantly to knowledge that can be applied to development in the South. Sustainable development is to be their principal aim and poverty alleviation a priority. The prizes are attributed to Bachelor's and Master's theses, postgraduate papers, Ph.D. theses, or publications in scientific journals.

In the course of the years of the Prize existence, the fields represented among the participants has remained more or less stable: the majority of files represent the exact sciences – with a very large share originating from the agricultural and applied biological sciences, followed by the human sciences and biomedical and veterinary sciences.

The prize is granted to maximum 14 students and 6 researchers and consists of an award of 1.250 € for students and 2.500 € for young researchers. Since 1998 the awards have been handed over by the Minister for Development Cooperation during a ceremony in the Royal Museum for Central Africa. The laureates from abroad are invited to Belgium especially for this occasion. Many use their stay in Belgium to establish or renew contacts with the Belgian academia in their fields of interest.

Four abstracts regarding the accomplishments of laureates from Ethiopia, Burkina Faso, Ivory Coast and Belgium awarded in 2004 are presented in this edition of *Tropicultura*.

'Impact of Technology on Wheat Production in Bale Highlands, Ethiopia: The Case of Smallholder Farmers'

Mengistu Ketema Aredo*

This study is a M.Sc. thesis written at Alemaya University in Ethiopia. Ethiopia is a country contending with great poverty and periodic famine. It regularly receives great quantities of food aid. It is essential that food production in Ethiopia itself increases and becomes much more stable.

After an extensive and valuable study of the literature Mengistu Ketema Aredo has collected the data in his thesis from 60 farmers who cultivate the old varieties of wheat and 62 farmers who grow the new improved varieties in the Bale Highlands. A thorough econometric analysis is applied to this dataset, with an estimate of Cobb-Douglas production functions. This gives the total variation in productivity in its determining components. It shows that 55% of the difference in productivity can be attributed to the new varieties of wheat (24%) and the associated inputs (31%) – mainly herbicides and fertilizers (15,5% and 11%). With the new varieties and inputs the farmers produce on average 925 kg more wheat per hectare – not so much at first sight but very significant in Ethiopia, given that this also means a saving of Birr 279 (28 euros) per hectare.

With the new varieties without the associated inputs, 400 kg more wheat is still produced. This demonstrates the importance of agricultural research.

In his thesis, Mr Ketema Aredo also attaches great importance to the institutional factors that limit agricultural production, the prices of wheat and inputs, and the lack of improved seed for sowing and fertilizers. He concludes with important policy recommendations and emphasizes that improved farming technology and institutions are the keys to food security and the fight against poverty in Ethiopia.

* Ethiopian, Master's in Agricultural Economy, Alemaya University, Ethiopia, 2003, mengistuket@yahoo.com

‘Cycle annuel de la cécidomyie africaine du riz *Orseolia oryzivora* Harris et Gagné (Diptera: Cecidomyiidae) en relation avec ses plantes hôtes, ses parasitoïdes et certaines pratiques culturales au Sud-Ouest du Burkina Faso’

Malick Baniango*

(Annual cycle of the African rice gall midge *Orseolia oryzivora* Harris and Gagné (Diptera: Cecidomyiidae) in relation to its host plants, parasitoids, and some farming practices in South-West Burkina-Faso)

This doctoral dissertation contributes significantly to the bio-ecology of the African rice gall midge. In Africa, and in south-west Burkina Faso in particular, this rice gall midge causes damage to the rice crop, which results in the loss of more than half the potential yield. Besides socio-economic and climatological factors this plague is responsible for the low rice production in this region of Burkina Faso, forcing the country to rely on imported rice. This study addresses various topics such as agri-technological, biological and applied chemical treatments, whose integration is the basis for an integrated approach. Importantly, the practical application of the research is within reach of the local small-scale farmer/rice grower. Among other things the study reveals that the dreaded rice gall midge survives between two rice harvests on a wild rice species (*Oryza longistaminata*), and that good cultivation hygiene such as the clearing of this wild rice species as a reservoir plant is a crucial step in an integrated approach. Insight is gained into how certain plants such as *Paspalum* function as host plants for a gall midge that harbours the same parasites as those that live on the rice gall midge, which is important information as regards potential biological control. Moreover, the study shows that *neem* extract, as an insecticide of biological origin, can be used very efficiently against the gall midge, sparing the natural parasites of the rice gall midge in the process. Conclusion: not only because of the fundamental scientific approach to the biology of the rice gall midge but also because of the implementation of these research results in practice, this study substantially contributes to a guaranteed rice production for the small-scale farmer/rice grower in south-west Burkina Faso.

‘Dynamique sociale et mutations dans le système de gestion du foncier en zone de savane. Une réflexion à partir des villages baoulé d’Allokro, Kouakro, Mandéké et Sahounty (Côte d’Ivoire)’

Alfred Babo**

(Social Dynamics and Changes in the Land Management System in the Savannah Region. Observations Based on Findings in the Baoule Villages of Allokro, Kouakro, Mandéké and Sahounty (Ivory Coast))

Mr Babo’s thesis deals with how traditions related to land and property management methods have developed in the wake of the socio-economic changes that have occurred in Ivory Coast communities. He tackles the two fundamental issues of improving the knowledge regarding the methods of management of natural resources used by the rural populations and participating in the development of methods of intervention in rural areas which will meet the needs of the population without undermining the initial equilibrium. Rather than covering the entire country, the study focuses on a carefully chosen region. It reveals how traditions have evolved, particularly in relation to the management and appropriation of land, and shows the role the younger generations play in the management of rural land when traditionally they had no decision-making rights on this land. It also shows the impact of development projects on the evolution of property

*Burkinabe, Master’s in Biological Sciences, Université de Ouagadougou, Burkina Faso, 1997.

DEA in Biological Sciences, Université de Ouagadougou, Burkina Faso, 1999. Ph.D. in Applied Biological Sciences, Université de Ouagadougou, Burkina Faso, 2004. malick.ba@messrs.gov.bf

**Ivorian, Master’s in communication, the environment and society, Université de Bouaké, Ivory Coast, 1997.

Diplôme d’Etudes Approfondies in communication, the environment and society, Université de Bouaké, Ivory Coast, 1999. Ph.D. in development economics, Université de Bouaké, Ivory Coast, 2003. babo_alfred@yahoo.fr

customs and practices and the consequences of the socio-economic changes on the communities studied. This thesis is highly relevant to development, in that it uses the experience gained in the field over a long period of time as a basis on which to evaluate the impact of rural development on the day-to-day life of a given population. And although this study is descriptive, it allows a comparison to be made between the academic theories on development and the reaction of the African populations. The new approach to land-ownership will bring about changes in the demographic structure, a greater role for the younger generations in the decision-making process, and a crisis in traditional land management methods, all of which are changes that are necessary and useful to development.

‘Interaction between Water Supply and Demand in Two Collective Irrigation Schemes in North-East Brazil’

Erwin De Nys*

This thesis is an original analysis of two collective irrigation schemes operating in the valley of the São Francisco River (Bahia, Brazil). Thanks to substantial field work (1998-2002), Mr Erwin De Nys was able to pursue two complementary objectives in this work:

- analysing the operation of these irrigation schemes and in particular assessing the interaction between the managers and agricultural producers;

- and, on the basis of this analysis, devising a simulation model with which different future scenarios can be visualized for these irrigation schemes and which will be used to support arguments in discussions between the different partners.

Three key issues are focused on in this study: the organization of the interaction between water supply and demand, the effect of different types of management on the salinization of the soil and the choice of a water tariff system. The originality of this work lies in the development and use of a simple and transparent simulation tool, which meant that a participative approach could be adopted by the different partners in the projects studied. Given the adequately universal nature of the models developed, the recommendations given should be transferable to other irrigation schemes in Brazil or elsewhere.

This work is a good example of the implementation of an integrated approach in the management of water resources; it takes into account the different technical, financial, socio-economic and environmental aspects that play a vital role in the development of sustainable development projects.

* Belgian, Bio-engineer in agricultural sciences, Katholieke Universiteit Leuven, Belgium, 1996.

Master's in Tropical Agriculture, specialization in social water management, Centre National des Etudes Agronomiques des Régions Chaudes, Montpellier, France, 1998. Ph.D. in applied biological sciences, Katholieke Universiteit Leuven, Belgium, 2004. erwin.denys@mail.com

ORGANISATIE

Aard van de verantwoordelijke organisatie voor de publicatie en doel van het tijdschrift TROPICULTURA

De v.z.w. Agri-Overseas is een vereniging die gesticht werd met als doel beroepsbanden op te bouwen tussen alle krachten die voor overzeese plattelandontwikkeling ijveren. Zij publiceert het wetenschappelijk en informatief tijdschrift "Tropicultura" dat gewijd is aan de plattelandproblematiek in ontwikkelingslanden. Dit tijdschrift wordt driemaandelijks uitgegeven met de steun van de Directie-Generaal Internationale Samenwerking (D.G.I.S.), Belgische Ministerie van Buitenlandse Zaken, Buitenlandse Handel en Internationale Samenwerking en met de steun van de Regio Brussel.

De v.z.w. Agri-Overseas is samengesteld uit individuele leden en uit de volgende Belgische instellingen: de vier faculteiten Landbouwwetenschappen (Gembloux, Gent, Leuven en Louvain- La- Neuve), de twee faculteiten Diergeneeskunde (Gent en Liège), het Departement Tropische Dierengezondheid van het Instituut voor Tropische Geneeskunde te Antwerpen, de Interfacultaire Afdeling Landbouw van de Université Libre de Bruxelles, de Facultés Universitaires de Notre Dame de la Paix (Namur), het Departement van Wetenschappen en het Beheer van het Leefmilieu van de Université de Liège (Arlon), de Directie-Generaal Internationale Samenwerking

Raad van Beheer

De raad van beheer van de vzw Agri-Overseas is samengesteld uit Professor Dr J. Verduyck, Voorzitter, Professor Ir. G. Mergeai, Afgevaardigde Beheerder, Dr E. Thys, Secretaris, Professor Dr B. Losson, schatbewaarder en Ere-Professor Dr Ir. J. Hardouin, Lid.

Redactiecomité

Het Redactiecomité van TROPICULTURA is samengesteld uit Professor Ir. G. Mergeai, Hoofdredacteur en Gedelegeerde Redacteurs Professor Dr J. Deckers, Ecologie, Land en Waterbeheer, Professor Dr J.-C. Micha, Visvangst en Visteelt, Dr E. Thys, Dierenproductie en Fauna, Professor Dr Ir P. Van Damme, Land- en Bosbouw, Professor J. Verduyck, Dierengezondheid. Andere onderwerpen, zoals bv. Economie, Sociologie, ... worden rechtstreeks door het Sekretariaat behandeld.

Redactiesekretariaat

Bolwerksquare 1A, B-1050 Brussel – België — Telefoon : +32.(0)2.550 19 61/62; Fax: +32.(0)2.514 72 77
Email: ghare.tropicultura@belgacom.net / mjdesmet.tropicultura@belgacom.net

Bedeling

Tropicultura wordt gratis verdeeld op schriftelijk verzoek bij het Sekretariaat

DRAAGWIJDTE VAN HET TIJDSCHRIFT

TROPICULTURA publiceert oorspronkelijke artikels, onderzoeksnota's en overzichten, samenvattingen van boeken en thesen en besprekingen van films en audiovisuele hulpmiddelen die betrekking hebben tot alle domeinen aan plattelandontwikkeling gebonden : planten- en dierenproducties, diergeneeskundige wetenschappen, bosbouw, bodemkunde, agrarische bouwkunde, milieuwetenschappen, bio-industrie, voedingsmiddelenindustrie, sociologie en economie.

INSTRUCTIES VOOR DE AUTEURS

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

De manuscripten moeten in drie papieren exemplaren per post aan de hoofdredacteur gericht worden ofwel rechtstreeks per e-mail naar het Sekretariaat verzonden in de vorm van toegevoegde bestanden.

Zij zullen recto opgesteld zijn, met dubbele spatie (27 lijnen van 60 karakters per bladzijde in DIN A4 formaat) en met een minimale marge van 3,5 cm rond het gedrukte deel. Zij zullen maximum tien bladzijden tekst bevatten (coverblad, samenvattingen en literatuurlijsten niet inbegrepen).

Het voorblad houdt de titel in, de verkorte titel (maximaal 55 drukletters), de complete namen en voornamen van de auteurs, het beroepsadres van alle auteurs en gebeurlijk de dankbetuiging. De naam van de contactauteur zal met een "*" gemerkt zijn en zijn adres aangevuld met zijn telefoon- en faxnummers en zijn elektronisch adres.

De volgende pagina's houden volgende elementen in: (i) de samenvattingen (max. 200 woorden) in de taal van het manuscript en in het Engels, voorafgegaan door de vertaling van de titel en gevolgd door maximum 6 sleutelwoorden in beide talen; (ii) de hoofdinhoud van de tekst; (iii) de literatuurlijst; (iv) de tabellen genummerd met Arabische cijfers; (v) de figuren die op de achterzijde ondubbelzinnig genummerd moeten zijn (vi) de legendes van de tabellen en de figuren. Alle bladzijden van de bijdrage worden doorlopend genummerd. De figuren zullen op professionele wijze getekend zijn. Foto's dienen kontrastrijk te zijn, niet gemonteerd en op glanzend papier.

Slechts medeauteurs die zich schriftelijk akkoord verklaard hebben met het vermelden van hun naam op een manuscript, worden in de eindversie van het artikel in Tropicultura ook expliciet vermeld. De schriftelijke verklaring van de medeauteurs met betrekking tot dit punt kunnen per gewone post of per e-mail naar het Redactiecomité opgestuurd worden. De voorgedij instellingen van de auteurs wordt verondersteld wordt verondersteld haar toestemming te hebben gegeven voor elke publicaties in Tropicultura. Agri-Overseas wijst elke verantwoordelijkheid af in deze materie.

De eerste indiening van een artikel bij de Redactie gebeurt op papier of op elektronische drager. In de mate van het mogelijke zal de auteur, na goedkeuring van het artikel voor publicatie, zijn laatste, herziene en verbeterde versie op computerdiskette of als attachment van een Email opsturen. Het programma Word wordt aanbevolen, maar een ASCII of RTF versie van de bestanden wordt aanvaard.

In het algemeen wordt de tekst ingedeeld in: inleiding, materiaal en methodes, resultaten, discussie, besluit. De indeling van de tekst zal niet verder gaan dan twee niveaus. Ondertitels dienen kort en in kleine letters te zijn en zullen nooit onderlijnd worden.

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

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

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

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

Bij boeken dienen plaats en naam van uitgever vermeld te worden. Bij referenties naar hoofdstukken in boeken: (in volgorde) de auteurs van het hoofdstuk, jaartal, titel van het hoofdstuk, het woordje "In:", de editorsnamen gevolgd door "(editors)". *Titel van het boek* (cursief), volume of uitgaaf (indien meerdere), naam en lokatie van de uitgeverij, begin- en eindpagina's van het hoofdstuk.

Bij boeken zijn volgende elementen van belang: de namen van auteurs gevolgd door de initialen van de voornamen, het jaar van publicatie, de volledige titel van het boek, de naam en locatie van de uitgeverij, begin- en eindpagina's van het geciteerde hoofdstuk, het totaal aantal bladzijden van het boek. Verslagen van conferenties dienen op dezelfde wijze vermeld te worden, mits toevoeging als het mogelijk is van de plaats, de datum de conferentie en de namen van de wetenschappelijke editors.

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

Een persoonlijke mededeling wordt in de tekst als volgt vermeld: initialen en naam, persoonlijke mededeling, jaartal). Voorbeeld: (W.R. Allan, persoonlijke mededeling, 1988). Deze referentie wordt niet opgenomen in de literatuurlijst. Voor de referenties zonder auteur wordt in het nummer in de tekst vermeld en in de literatuurlijst: Anonymus (jaartal). Titel. Bron (waar men de gegevens kan terugvinden).

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

In geval van aanvaarding zal de Redactie van elk van de verschillende auteurs van een artikel de verbintenis vragen hun publicatierecht af te staan aan TROPICULTURA.

TROPICULTURA

2005 Vol. 23 N° 3

Four issues a year (July, August, September)

CONTENTS

ORIGINAL ARTICLES

- Peri-urban Agriculture in Yaounde: Its Relation to Poverty Alleviation, Economic Development, Biodiversity Conservation and the Environment (*in French*)
T. Dongmo, J. Gockowski, S. Hernandez, L.D.K. Awono & Mbang à Moudon..... 130
- Study of Insectfauna Associated to the Cassava Mealybug *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero in Ivory Coast (*in French*)
D. Obame Minko & A.K. Békon..... 136
- Market Characterization of Shea Oil in Central African Republic (*in French*)
E. Mbétid-Bessane 141
- Tsetse Control in the Yalé Agropastoral Zone (Burkina Faso): Results of Socio-economic Surveys (*in French*)
M. Kamuanga & I. Kaboré 146
- Analysis of the Contracting Decision of Milk Producers in Tunisia (*in French*)
L. Zaibet, H.B. Salem & M.S. Bachta 154
- Effect of Indole Butyric Acid, Gibberellic Acid and an Ethylene Inhibitor on Fructification and Fruit Quality of Pepper Grown under Unheated Plastic House (*in French*)
N. Tarchoun & Boutheina Dridi 162
- The Effect of Soil Solarization on *Phytophthora nicotianae* Breda de Haan var. *parasitica* (Dastur) G.M. Waterhouse Responsible for Syndrome Associating Root Rots and Damping-off of Pepper (*Capsicum annuum* L.) in Tunisia (*in French*)
Naïma Boughalleb & M. El Mahjoub 169
- Sorghum Panicle Insects and Effect of Sowing Dates and Varieties on Populations of *Stenodiplosis sorghicola* (Dipt. Cecidomyiidae) and *Eurystylus odi* (Hemipt.: Miridae) and Yield Losses (*in French*)
A.B. Bal 177
- Response of Soybean Genotypes to *Alecta vogelii* Infestation under Natural Field Conditions (*in English*)
I. Kureh, S.O. Alabi & A.Y. Kamara 183
- GD CD 'S ACTIVITIES 190

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



LITHO-OFFSET J.F. DE JONGHE • 696 CHSSEE DE GAND B1080 BRUSSELS • +32 (2) 465 77 17

