

Diversité des ravageurs des denrées et méthodes alternatives de lutte en milieu tropical

L.S.T. Ngamo¹ & Th. Hance²

Keywords: Spices- Essential oils- Integrated control- Stored products- Cameroon

Résumé

Les insectes ravageurs des denrées, majoritairement des Coléoptères peuvent causer la perte totale d'un stock. Le moyen le plus courant pour limiter leurs activités est l'usage des pesticides dont les effets indésirables sont malheureusement très nombreux. L'intoxication humaine en est une principale. Au cours des deux dernières décennies, de nombreux travaux ont été menés dans le but de rechercher des méthodes de protection des denrées plus douces, respectueuses de la santé humaine et de l'environnement. La recherche des méthodes alternatives de protection des denrées issues du savoir-faire des anciens puis l'usage des phytopesticides, produits de la biodiversité locale se présente aujourd'hui comme une alternative prometteuse. Les phytopesticides formulés à partir des huiles essentielles des plantes aromatiques condimentaires constituent une piste sérieuse.

Introduction

Les zones d'insécurité alimentaire dans le monde sont pour l'essentiel concentrées à l'intérieur des Tropiques. Or, ces zones ne sont ni les plus exploitées ni les plus fertiles du globe. Malheureusement, c'est là que l'on retrouve la plus forte concentration des populations matériellement les moins nanties. Pour faire face à la demande alimentaire croissante des populations vivant dans ces régions, il existe trois possibilités: ralentir la croissance démographique; accroître la production agricole en augmentant les rendements ou les superficies cultivables; réduire les pertes avant et après récoltes (16).

Entre la récolte et la consommation, plus de 30% de la production est perdue, cette proportion est plus forte en région sahélienne du fait de la longue période de stockage. Dans ces zones sahéliennes, la saison sèche est longue et rude. La période de productivité des champs est dès lors très réduite. La consommation des céréales et des légumineuses alimentaires se fait toute l'année. Le stockage rend possible la disponibilité quasi permanente de ces denrées sur les marchés et assure les semences pour les campagnes agricoles à venir. Pendant ce stockage, les insectes et principalement certains genres de Coléoptères (Bruchidae et Curculionidae) s'attaquent aux grains (10, 16, 17, 42, 52, 55, 72, 74, 79). Si aucune protection n'est faite, après sept mois de stockage, la perte des denrées peut être totale (2, 4, 9, 55, 56). Les méthodes utilisées pour limiter les pertes dans les stocks sont généralement les insecticides chimiques qui peuvent induire une intoxication chronique des consommateurs, une résistance chez les ravageurs et avoir un impact négatif sur l'environnement (6, 20, 47, 49, 61). Pour réussir une protection efficace des denrées au cours du stockage, il faut trouver une alternative qui n'engendre pas des problèmes de santé ou toute nuisance aux consommateurs et à l'environnement.

1. Les difficultés de stockage de denrées

Le stockage est réussi si à son terme la denrée mise en

Summary

Diversity of Stored Grain Pests and Alternative Methods for their Control in Tropics

The major cause of important post-harvest losses in northern Cameroon is due to the attacks of insects pests. These beetles (Insecta: Coleoptera) during their development depreciate food in storage, they are able to destroy a whole stock in a very short period of time. To protect stored products against these insects, synthetic insecticides and many other biological or physical methods are used, very important amount of work had been carried out on this subject. This review summarises the importance and the diversification of stored grain pests in Cameroon and presents current methods. Hence, the review highlights the use of the essential oils from spices as an important user and consumer friendly method to protect grain in storage.

réserve ne présente pas de déprédation ni de sa qualité ni de sa quantité. Les dépréciations observées sont en général la résultante de l'activité des ravageurs, de l'inadéquation du module de stockage ou du type de denrée qui peut être un cultivar très réceptif aux facteurs de pertes. La diversité des ravageurs des stocks de céréales et des légumineuses alimentaires n'est pas établie dans toute la région sahélienne africaine (42, 53, 54). Or une étape préliminaire importante pour réussir la protection du stock est la connaissance du ravageur. Dans les greniers paysans où plus de 80% des récoltes sont stockées (14, 54, 55, 56, 71). Une partie importante de ces stocks peut être détruite par les ravageurs. Les pertes de maïs grain dues aux charançons peuvent dépasser 25% de la récolte (62) ou même atteindre 40% en six mois de stockage (19, 25, 59, 74).

Le Grand Capucin du Grain *Prostephanus truncatus* (Coleoptera, Bostrichidae) est un important ravageur des céréales (25) et n'a pas été observé au cours des enquêtes menées au Cameroun et au sud du Tchad (54). Il a dans ces deux pays le statut d'un insecte rare. Ce ravageur a été introduit accidentellement en Afrique de l'ouest et de l'est (22). A partir de ces deux zones son expansion s'est étalée et à la fin de la décennie 1980, il a acquis le statut d'insecte ravageur en Afrique s'attaquant non seulement aux grains mais aussi aux cossettes de manioc (22, 25, 26). Le lâcher du prédateur a été fait en différents points sur le continent africain. La rareté ou l'absence de ce ravageur au Cameroun (Tableau 1) peut être la conséquence de la réussite de cette lutte. Parce que, le ravageur était présent au Nigeria voisin en 1992 et au Niger en 1996 (22, 78). Dans ces deux pays aucune inoculation de *T. nigricens* n'a été faite (22).

Dans les greniers paysans, après six mois de conservation, les pertes dues aux bruches se situent entre 70 et 80% (74). Au Cameroun, après neuf mois de conservation, la bruche *Callosobruchus maculatus* (Fabricius) peut entraîner la perte totale de la récolte (9). Au Togo (81) et au Burkina Faso (57) les

¹Université de Ngaoundéré, Faculté des Sciences, Département des Sciences Biologiques, B.P. 454, Ngaoundéré, Cameroun. Courriel: ngamo7@swing.be

²Université Catholique de Louvain, Faculté des Sciences, Unité d'Ecologie et de Biogéographie, Centre de Recherche sur la Biodiversité, 5, Place Croix du Sud, 1348 Louvain-la-Neuve, Belgique.

Reçu le 05.11.03 et accepté pour publication le 11.05.06.

Tableau 1
Ravageurs des denrées au cours du stockage au nord Cameroun (55)

N°	Nom	Ordre & Famille	Statut actuel
1	<i>Sitophilus zeamais</i> (Motschulky)	Coleop.: Curculionidae	Ravageur ++
2	<i>Sitophilus granarius</i> (L.)	Coleop.: Curculionidae	?
3	<i>Sitophilus oryzae</i> (L.)	Coleop.: Curculionidae	Ravageur +
4	<i>Prostephanus truncatus</i> (Horn)	Coleop.: Bostrichidae	?
5	<i>Tribolium castaneum</i> (Herbst)	Coleop.: Tenebrionidae	Ravageur +
6	<i>Tribolium confusum</i> (Jaquelin du Val)	Coleop.: Curculionidae	Ravageur +
7	<i>Acanthoscelides obtectus</i> (Say)	Coleop.: Bruchidae	Ravageur +++
8	<i>Callosobruchus maculatus</i> (Fabricius)	Coleop.: Bruchidae	Ravageur +++
9	<i>Callosobruchus subinotatus</i> (Pic)	Coleop.: Bruchidae	Ravageur +
10	<i>Callosobruchus rhodesianus</i> (Pic)	Coleop.: Curculionidae	Ravageur +
11	<i>Oryzaephilus surinamensis</i> (L.)	Coleop.: Silvanidae	?
12	<i>Oryzaephilus mercator</i> (Fauvel)	Coleop.: Silvanidae	?
13	<i>Ephestia elutella</i> (Hubner)	Lepidoptera: Pyralidae	Ravageur +
14	<i>Ephestia kuehniella</i> (Keller)	Lepidoptera: Pyralidae	Ravageur +
15	<i>Gibbium aequinoctiale</i> (Boieldieu)	Coleop.: Ptinidae	?
16	<i>Sitotroga cerealella</i> (L.)	Lepidoptera: Pyralidae	Ravageur
17	<i>Rhizopertha dominica</i> (Fabricius)	Coleop.: Bostrichidae	?
18	<i>Oligota chrysopyga</i> (Kraatz)	Coleop. Staphilinidae	?

Tableau 2
Données sur les principaux insecticides végétaux actuellement commercialisés aux Etats-Unis (34)

Propriété	Pyrèthre	Roténone	Neem	Huiles essentielles
Origine	Kenya, Australie	Asie du Sud-Est, Venezuela	Inde	Monde entier
Matières actives	Pyéthrines	Roténoïdes (isoflavonoïdes)	Azadirachtine (limonoïdes)	Monoterpènes (phénols simples)
% de matières actives dans le produit technique	20 - 25	5 - 7	10 - 20	50 - 95
Prix moyen (\$US/kg)	45 - 60	3 - 5	125 - 200	10 - 25
Formulations	Nombreuses	Poudres, poudres mouillables	Concentrés émulsionnables	Nombreuses
% de matières actives dans la formulation typique	Concentré émulsionnable 6%	Poudre 1% Poudres mouillables 5%	Concentrés émulsionnables 1 - 4,5%	Concentrés émulsionnables 35% et aérosols 6%
Situation réglementaire	Homologué	Homologué mais pourrait être retiré de la liste	Homologué	Exempté
Utilisation en agriculture biologique	Approuvée	Approuvée	Approuvée	Approuvée
Action chez les ravageurs ciblés	Contact/knock down	Poison d'ingestion cytotoxine	Poison d'ingestion /RCI/antiappétent	Contact: knock down
Rémanence	Très limitée	Limitée	Très limitée	Très limitée
Toxicité pour les mammifères	Minimale	Modérément toxique, mais très toxique pour les poissons	Non toxique	Non toxique

RCI= Régulateur de la Croissance des Insectes.

pertes de niébé au cours du stockage dues à *C. maculatus* sont estimées à plus de 800 g/kg après sept mois de stockage. Les bruches les plus fréquentes sur le continent africain appartiennent à deux genres: *Acanthoscelides* et *Callosobruchus* (16, 17, 37, 42, 44, 55, 81). Le genre *Acanthoscelides* est représenté principalement par une seule espèce, *A. obtectus* qui est la bruche du haricot. Le genre *Callosobruchus* compte plusieurs espèces dont les

plus fréquentes sont: la bruche du niébé, *C. maculatus* et les bruches du voandzou *C. rhodesianus* et *C. subinotatus* (3, 37, 40, 41, 57, 58).

2. Efficacité des extraits de plantes pour la protection des denrées stockées

Les agriculteurs introduisent dans les greniers des plantes aromatiques issues de la pharmacopée locale pour protéger

les denrées des attaques des insectes (4, 10, 11, 13, 15, 24, 50, 51, 71, 73). Cependant l'efficacité de ces plantes dans les situations réelles n'a que rarement été démontrée (68). L'utilisation des substances végétales en tant que biopesticides dans la protection des grains au cours du stockage contre les insectes a fait l'objet de nombreux travaux notamment en zone tropicale (5, 45). Il s'agit d'aider les populations locales à utiliser les ressources offertes par leur propre biodiversité pour résoudre leurs problèmes de stockage des denrées.

Les plantes sont naturellement dotées de médiateurs chimiques permettant la communication entre les espèces et présentant divers effets. Beaucoup de molécules dans ces composés interviennent dans la défense du végétal contre les ravageurs. Ainsi plus de 2000 espèces végétales dotées de propriétés insecticides sont identifiées. C'est à partir du constat de la protection des plantes contre les déprédateurs qui importent aussi l'homme que les premiers usages phytosanitaires des végétaux se sont développés (60). La tradition orale africaine rend difficile la datation du début de cette lutte chimique, cependant, les habitudes transmises de génération en génération montrent le rôle important joué par les plantes pour la préservation des denrées stockées dans les greniers traditionnels (75).

Les phytoecdysoides constituent une famille chimique de molécules allélochimiques dont on ne connaît pas précisément leur rôle dans la physiologie des plantes (49). Bon nombre de ces composés sont actifs sur les insectes dont ils contrôlent le développement. Ils apparaissent ainsi

comme des protectants des plantes susceptibles d'être utilisés en protection des végétaux. Quatre principaux groupes de biopesticides d'origine végétale ont une utilisation approuvée en agriculture biologique aux Etats-Unis (34) (Tableau 2). Leur matière végétale provient de divers endroits du monde pour des extractions et des formulations en vue d'un usage qui optimise leur efficacité.

Les phytopesticides valorisables sous la forme des huiles essentielles présente un réel avantage du fait de leur faible rémanence, leur faible toxicité pour l'homme et de leur mode d'action sur les ravageurs. Toutes les plantes dont les huiles ou les extraits sont prometteurs pour la lutte contre les insectes ravageurs ne sont pas indiquées pour l'alimentation humaine, non seulement du fait de leur toxicité mais de leur goût ou de leur senteur. Il serait opportun d'allier les connaissances tirées du savoir-faire paysan pour indexer certaines plantes condimentaires utilisées de nos jours ou par le passé pour la protection des denrées (1, 7, 8, 12, 35, 36, 43, 53, 54, 56). Cette approche suggérerait donc d'améliorer la protection des denrées par l'usage des phytopesticides issus des épices donc qui ne sont pas potentiellement toxiques pour le consommateur ou l'utilisateur.

3. Les huiles essentielles des plantes condimentaires comme protectant des denrées au cours du stockage

Avant toute utilisation d'huiles essentielles extraites localement ou sur des ressources indigènes, il convient de les caractériser. Dans la mesure des données disponibles dans

Tableau 3

Quelques espèces de plantes tropicales testées par le Réseau africain de recherche sur les bruches pour leurs activités insecticides (21)

Familles	Noms	Familles	Noms
Lamiaceae	<i>Ocimum canum</i> * <i>O. gratissimum</i> * <i>O. basilicum</i> <i>O. suave</i> * <i>O. kilimandicharium</i> <i>Aeollanthus pubescens</i> <i>Hyptis suaveolens</i> * <i>H. spicigera</i> *	Poaceae	<i>Cymbopogon citratus</i> * <i>C. nardus</i> <i>C. schoenanthus</i> <i>Echinops giganteus</i> *
Umbelliferaeae	<i>Diplophium africanum</i>	Zingiberaceae	<i>Zingiber officinale</i> * <i>Aframomum melegueta</i> <i>Curcuma longa</i>
Rutaceae	<i>Zanthoxylum alatum</i> <i>Z. zanthoxyloides</i> <i>Citrus paradisiaca</i> <i>C. limon</i> <i>Clauseana anisata</i> * <i>Vepris heterophylla</i> *	Myrtaceae	<i>Eucalyptus citriodora</i> * <i>E. tereticomis</i> <i>E. saligna</i> * <i>Psidium guajava</i> <i>Syzygium aromaticum</i>
Verbenaceae	<i>Lippia multiflora</i> <i>L. rugosa</i> * <i>Lantana camara</i>	Annonaceae	<i>Xylopia aethiopica</i> * <i>Monodora myristica</i> <i>Annona reticulata</i> <i>A. senegalensis</i> *
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> <i>Melia azadirach</i> <i>Azadirachta indica</i>	Asteraceae	<i>Laggera alata</i> <i>L. pterodonta</i> * <i>Tagetes erecta</i> <i>Tridax procumbens</i>
Capparidaceae	<i>Boscia senegalensis</i>	Solanaceae	<i>Capsicum frutescens</i> <i>Lycopersicon esculentum</i> <i>Nicotiana tabacum</i>
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i> <i>Jatropha curcas</i>	Piperaceae	<i>Piper guineense</i> <i>P. nigrum</i> *
Liliaceae	<i>Allium sativum</i> <i>A. cepa</i>		

*Plantes testées par l'équipe de Protection intégrée des denrées stockées de l'Université de Ngaoundéré pour leurs activités insecticides sur les ravageurs des céréales *Sitophilus zeamais* et *Tribolium castaneum* (1, 12, 35, 36, 43, 56).

Tableau 4
Activités de quelques monoterpènes des huiles essentielles sur *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera: Bruchidae) (63)

Phase du développement inhibée	Ponte	Pénétration larvaire	Emergence/adulte
Monoterpènes actifs	Linalol	Linalol	Carvacrol
	Thymol	Thymol	Linalol
	Carvacrol	Eugénol	Eugénol
		Anéthole	Thymol
			Terpinéol

Plantes utilisées: *Thymus vulgaris*, *T. serpyllum*, *Origan vulgare*, *Eucalyptus globulosus*, *Lavandula angustifolia*, *Laurus nobilis*, *Salvia officinalis*, *Coriandrum sativum*, *Cinnamomum verum*, *Rosmarinus officinalis*, *Ocimum basilicum*, *Petroselinum sativum*.

la littérature et à l'aide des tests simples, il faut déterminer leur mode d'action (répulsion, action sur la survie, sur la fécondité, anti appétent, etc.) contre les ravageurs. L'effet des huiles essentielles sur la faune auxiliaire doit également être pris en considération. Différentes familles botaniques indigènes africaines produisent les huiles essentielles et ont des potentialités insecticides (Tableau 3). Les informations qui sont fournies par la tradition orale et les pratiques locales de phytoprotection doivent être testées. Toutes les plantes citées ne sont pas insecticides, mais de nombreuses plantes aromatiques ont des effets insecticides (21, 46).

Activités biologiques des constituants des huiles essentielles

Différents travaux font référence à l'utilisation d'huiles essentielles pour la protection des denrées stockées contre les insectes ravageurs. Le limonène agit contre différents ravageurs (33), alors que le même composé présente une activité d'attraction pour les prédateurs et offre donc des perspectives intéressantes en lutte biologique. Les constituants des huiles essentielles sont des sources potentielles d'insecticides botaniques. Plusieurs constituants sont insecticides (27, 28, 29, 30, 31, 69, 76, 77). Le safrôle et l'eugénol ont des fortes activités insecticides sur les ténébrions et surtout le *T. castaneum* (65, 66, 67) ainsi que sur la bruche du haricot (Tableau 4). En outre, les molécules issues du métabolisme secondaire des principaux constituants des huiles essentielles: polyphénols, terpènes, alcaloïdes ou glycosides cyanogéniques (70) sont facilement biodégradables par voie enzymatique.

Les extraits de *Ocimum basilicum* (Lamiaceae) obtenus par hydrodistillation causent jusqu'à 80% de mortalité de *C. maculatus* (39) lorsque les huiles sont utilisées en fumigation. Une utilisation des huiles en formulation poudreuse conduit à une protection des stocks durant trois mois sans diminuer le pouvoir de germination des graines; des essais similaires ont été réalisés au Kenya (7). Les monoterpènes sont des insecticides et inhibent la reproduction des insectes (23, 38, 65, 80). Les plantes comme les conifères les utilisent pour leur propre défense contre les insectes, c'est le cas de l'oléfine et des résines d'acide diterpénique. Leur effet peut aussi être anti appétent, anti reproducteur ou retardateur de la reproduction et de la longévité des insectes (30, 31,

32, 43, 64). Elles agissent au niveau des récepteurs de l'acétylcholine estérase des jonctions neuromusculaires.

Conclusion

La sélectivité et la spécificité permettent aux molécules allélochimiques végétales d'agir à des moments déterminés sur les espèces ciblées. Les monoterpènes sont des inhibiteurs de la reproduction chez *A. obtectus*. Cette action est très rapide et plus forte chez les femelles que chez les larves et les adultes mâles par fumigation. Les huiles essentielles insecticides sont très actives sur les insectes sans altérer le pouvoir germinatif des graines traitées (39). Les constituants majeurs des huiles essentielles ont des efficacités insecticides soit singulières ou lorsqu'elles sont mises ensemble. Il n'y a pas forcément synergie lorsque tous ces composés sont conditionnés ensemble, de même les efficacités ne sont pas les mêmes pour tous les insectes (7). Il existe une grande variation dans la sensibilité des espèces pour une même huile essentielle (17) ou même pour un même composé (65, 67). Une même molécule allélochimique n'exerce pas forcément la même activité aux différents stades du cycle biologique d'un insecte.

Le mode d'action des huiles essentielles est de mieux en mieux connu chez les insectes, les travaux récents montrent que les monoterpènes inhibent la cholinestérase; les composés soufrés agissent sur les canaux potassium de la blatte et n'ont pas d'effet cholinergique (18). En général, les huiles essentielles sont de nos jours connues comme des neurotoxines à effets aigus interférant avec les transmetteurs octopaminergiques des Arthropodes. Ces huiles sont peu toxiques pour les animaux à sang chaud, volatiles et très toxiques chez les insectes.

Remerciements

Cette synthèse bibliographique a été réalisée au cours de la phase de préparation de la convention 'Storeprotect', PIC 2003 Cameroun, financée par le CUD. Je remercie tous les collègues des équipes camerounaises et belges participant à ce projet qui ont relu la dernière version de cet article pour leurs commentaires et leurs encouragements. Que tous les lecteurs anonymes, dont les critiques et les suggestions lors des différentes versions en vue d'améliorer ce texte, soient remerciés.

Références bibliographiques

1. Adjoudji O., Ngassoum M.-B., Essia Ngang J.-J., Ngamo L.S.T. & Ndjouenkeu R., 2000, Activité insecticide des huiles essentielles des fruits de *Piper nigrum* (Piperaceae) et de *Xylopiya aethiopica* (Annonaceae) sur *Sitophilus zeamais* (Curculionidae). Biosciences Proceedings, 7, 511-517.
2. Agouké & Bell A., 1994, Les règles de l'art: protection des denrées stockées combinant le fractionnement des récoltes et l'application d'insecticides. GTZ, Eschborn, Allemagne.
3. Alzouma I., Huignard J., Lenga A., 1994, Les coléoptères Bruchidae et les autres insectes ravageurs des légumineuses alimentaires en zone tropicale. In: Post-récolte, principes et application en zone tropicale. ESTEM/AUPELF Verstraeten et al. Eds. Pp. 79-103.
4. Akou-Edi D., 1983, Effects of neem seed powder and oil on *Tribolium confusum* and *Sitophilus zeamais*. In: Proceedings of the 2nd Neem conference, Rauscholzhausen, 445-452.
5. Arthur F.H., 1996, Grain protectants. Current status and prospects for future. Journal of Stored Products Research, 32, 293-302.
6. Attia F.I. & Frecker T., 1984, Cross resistance spectrum and synergism studies in organophosphorous-resistant strains of *Oryzaephilus surinamensis* L. (Coleoptera, Cujidae) in Australia. Journal of Economic Entomology, 77, 1367-1370.
7. Bekele J. & Hasanali A., 2001, Blend effects in the toxicity of the essential oil constituents of *Ocimum Kilimands* and *Ocimum kenyense* (Labiatae) on two post-harvest insects pests. Phytochemistry, 57, 385-391.

8. Bekele J., Obeng-Ofori D. & Hassanali A., 1997, Evaluation of *Ocimum kenyense* (Ayobangira) as a source of repellents, toxicants and protectants in storage against three stored product insect pests. *Journal of Applied Entomology*, 121, 169-173.
9. Bell A., 1994, Emploi des substances végétales comme produits de protection des stocks contre le grand capucin du grain (*Prostephanus truncatus*) et autres ravageurs. GTZ, Eschborn, Allemagne.
10. Bell A., Mück O. & Schneider H., 1998, La protection intégrée des denrées stockées est une affaire rentable! GTZ, Eschborn, Germany, 42 p.
11. Belmain S.R., Neal G.E., Ray D.E. & Golob P., 2001, Insecticidal and vertebrate toxicity associated with ethnobotanicals used as post-harvest protectants in Ghana. *Food and Chemical Toxicology*, 39, 287-291.
12. Buchbauer G., Jirovetz L., Ngassoum M.-B., Adjoudji O. & Ngamo Tinkeu L.S., 2000, Insecticidal activity and chemical composition of essential oils of *Ocimum gratissimum* and *Xylopi aethiopica* from Cameroon. Presentation at the 31st International Symposium on Essential oils. Kubeczka K.-H., & König W.A. Eds. Hamburg, Germany, p. 20.
13. Chaidir Hiort J., Nugroho B.W., Bohnenstengel F.I., Wray V., Witte L., Hung P.D., Kiet L.C., Sumaryono W. & Proksch P., 1999, New insecticidal rocaglamide derivative from flowers of *Aglia duperreana* (Meliaceae). *Phytochemistry*, 52, 837-842.
14. Cruz J.F. & Troude F., 1988, Conservation des grains en régions chaudes. Collection du Ministère de la Coopération et du Développement. Techniques rurales en Afrique. CEEMAT/CIRAD, Montpellier, 548 p.
15. Delaquis P.J., Stanich K., Girard B. & Mazza G., 2002, Antimicrobial activity of individual and mixed fractions of dill, citrino, coriander and eucalyptus essential oils. *International Journal of Food Microbiology*, 74(1-2), 101-109.
16. Delobel A. & Tran M., 1993, Les coléoptères des denrées alimentaires entreposées dans les régions chaudes. Faune Tropicale XXXII. ORSTOM/CTA Eds, Paris, 424 p.
17. Delobel A., 1994, Les insectes ravageurs des tubercules et racines en Afrique tropicale: biologie, mesures de protection et méthodes de lutte. In: Post-récolte, principes et application en zone tropicale. ESTEM/AUPELF, Verstraeten et al. Eds., 63-78.
18. Dugravot S., 2000, Analyse de la réponse d'insectes spécialistes et non-spécialistes à un composé soufré. Diplôme d'études approfondies, Université de Tours, 25 p.
19. Fontem D.A., 1982, Reduction of post-harvest losses in cereal and tubers. A report of practical training in the north west province delegation of agriculture. University Center of Dschang, 23 p.
20. Georghion G.P., 1990, Overview of insecticide resistance. In: Green M.B., Lebaron H.M. Moberg W.K. Eds. Managing resistance to agrochemicals: from fundamental research to practical strategies. American Chemical Society symposium, series 421. Washington DC, 18-41.
21. Gliitho A.I., 2002, Post-récolte et biopesticides en Afrique, Annexe. In: Biopesticides d'origine végétale. Regnault Roger C., Philogène B.J.R. & Vincent C. Eds. Paris, 313-321.
22. GTZ, 1999, Propagation de *Prostephanus truncatus* et de son prédateur *Teretriosoma nigrescens*. en Afrique GTZ, Eschborn, Germany, 4 p.
23. Hardwood S.H., Moldenke A.F. & Beny R.E., 1990, Toxicology of peppermint monoterpenes to the variegated cutworm (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Economic Entomology*, 83, 1761-1767.
24. Hassanali A., Lwande W., Sitayo O., Moreaka L., Nokoe S. & Chapaya A., 1990, Weevil repellent constituents of *Ocimum kilimandscharicum* (Labiatae) as post harvest protectant against infestation of three major stored product insect pests. *Bulletin of Entomological Research*, 85, 361-367.
25. Helbig J., 1995, Écologie de *Prostephanus truncatus* au Togo examinée notamment du point de vue des interactions avec le prédateur *Teretriosoma nigrescens*. GTZ, Eschborn, Germany, 111 p.
26. Henning-Helbig S., 1995, Instructions pour la mise en œuvre de *Teretriosoma nigrescens* dans la lutte biologique contre *Prostephanus truncatus*. GTZ, Eschborn, Allemagne, 55 p.
27. Ho S.-H., Koh L., Ma Y., Huang Y., Sim K.Y., 1996, The oil of the garlic *Allium sativum* L. (Amaryllidaceae) as a potential grain protectant against *Tribolium castaneum* (Herbst) and *Sitophilus zeamais* Motsch. *Post harvest Biology and Technology*, 4, 179-183.
28. Huang Y., Chen S.X. & Ho S.-H., 2000, Bioactivities of methyl allyl disulfide and diallyl trisulfide from essential oil of garlic to two stored product pests, *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of Economic Entomology*, 93, 2, 537-543.
29. Huang Y., Tan J.M.W.L., Kini R.M. & Ho S.-H., 1997, Toxic and antifeedant action of nutmeg oils against *Tribolium castaneum* Herbst and *Sitophilus zeamais* Motsch. *Journal of Stored Products Research*, 33, 289-298.
30. Huang Y. & Ho S.-H., 1998, Toxicity and antifeedant activities of cinamaldehyde against the grain storage insects. *International Pest Control*, 39, 50-51.
31. Huang Y., Ho S.-H. & Manjunatha K.R., 1999, Bioactivities of safrole and isosafrole on *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of Economic Entomology*, 92 (III), 676-683.
32. Huang Y., Ho S.-H., Lee H.-C. & Yap Y.-C., 2002, Insecticidal properties of eugenol, isoeugenol and methyleugenol and their effects on nutrition of *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of Stored Products Research*, 38, 403-412.
33. Ibrahim M.A., Kainulainen P., Aftatuni A., Tilikkala K. & Holopainen J.K., 2001, Insecticidal, repellent antimicrobial activity and phytotoxicity of essential oils: with special reference to limolene and its suitability for control of insect pests. *Agricultural and Food Science in Finland*, 10, 3, 243-259.
34. Isman M.B., Wan A.I. & Passreiter C.M., 2001, Insecticidal activity of essential oils of the tobacco cutworm, *Spodoptera litura*, *Fitoterapia*, 72, 65-68.
35. Jirovetz L., Buchbauer G. & Ngassoum M.-B., 1998, Aroma compounds of leaf and flower essential oils of the spice plant *Ocimum gratissimum* L. from Cameroon. *Nutrition/Ernährung*, 22, IX, 395-397.
36. Jirovetz L., Buchbauer G., Ngassoum M.B. & Geissler M., 2002, Aroma compound analysis of *Piper nigrum* and *Piper guineense* essential oils from Cameroon using solid-phase micro-extraction-gas chromatography, solid-phase microextraction-gas chromatography-mass spectrometry and olfactometry. *Journal of Chromatography*, 976, 1-2, 265-275.
37. Johnson C.D., 1981, Relations of *Acanthoscelides* with their host-plant. In: The ecology of bruchids attacking legumes (pulses), V. Labeyrie Ed. Junk publisher, The Hague, 73-81.
38. Karr L.L., Drewes C.D. & Coats J.R., 1990, Toxic effects of d-limonene in the earthworm *Eisenia fetida* (Savigny). *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 36, 175-186.
39. Kéita S.M., Vincent C., Schmit J.-P., Arnason J.T. & Bélanger A., 2001, Efficacy of essential oil of *Ocimum basilicum* L. and *O. gratissimum* L. applied as an insecticidal fumigant and powder to control *Callosobruchus maculatus* (Fab.) (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Stored Product Research*, 37, 339-349.
40. Kéita M.S., Vincent C., Schmit J.P., Ramaswamy S. & Bélanger A., 2000, Effect of various essential oils on *Callosobruchus maculatus* (Fab.) (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of stored products Research*, 36, 355-364.
41. Kethar C.M., 1986, Use of tree derived non-edible oils surface protectants for stored legumes against *Callosobruchus maculatus* and *C. chinensis*. In: Proceedings of the 3rd Neem Conference, Nairobi, Kenya, 535-542.
42. Kouakap Nguéché A., 2002, Diversité des ravageurs des denrées au cours du stockage au Cameroun. Rapport de stage de Licence en Biologie Appliquée, Université de Ngaoundéré, Faculté des Sciences 42 p.
43. Kouninki H., 2001, Etude de l'activité anti-insecte de *Ocimum gratissimum* L. (Lamiaceae) et *Xylopi aethiopica* dunal (Annonaceae) sur *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). Mémoire de maîtrise en zoologie. Université de Ngaoundéré. Cameroun 33 p.
44. Kreiter S., 1989, Les prédateurs des denrées entreposées. Document de travail, Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie de Montpellier, Chaire d'Ecologie animale et de Zoologie Agricole, Inédit. 52 p.
45. Kumar R., 1991, La lutte contre les insectes ravageurs: la situation de l'agriculture africaine. CTA/Karthala Eds. Wageningen, Paris, 310 p.
46. Lee S.E., Lee B.H., Choi W.S., Park B.S., Kim J.G. & Campbell B.C., 2001, Fumigant toxicity of volatile natural products from Korean spices and medicinal plants towards the rice weevil *Sitophilus oryzae* L. *Pest Management Science*, 57, 6, 548-553.
47. Marion-Poll F., Dinan L. & Laffont R., 2002, Place des phytoecdysoides dans la lutte contre les insectes phytophages. In: Biopesticide d'origine végétale. Regnault-Roger C., Philogène B.J.R. & Vincent C. Eds. Paris, 97-113.

48. Menut C., Lamaty G., Sohoulou D.K., Dangou J. & Bessi re J.M., 1995, Aromatic plants of tropical West Africa III. Chemical composition of leaf essential oil of *Lippia multiflora* Moldenke from Benin. *Journal of Essential Oil Research*, **7**, 3, 331-333.
49. Metcalf R.L., 1994, Insecticides in pest management. In: Introduction to insect pest management 3rd Ed. Metcalf R.L. & Luckmann W.H., Wiley, New York, 245-314.
50. Moreas L.A.S., Facanali R., Marques M.O.M., Lin C.M. & Meireles M.A.A., 2002, Phytochemical characterization of essential oil from *Ocimum selloi*. *Anais da Academia Brasileira de Ciencias*, **74**, 1, 183-186.
51. Nakatani M., Abdelgaleil S.A.M., Okamura H., Iwagawa T., Sato A. & Doe M., 2000, Khayanolides A and B, new rearranged phragmalin limonoid antifeedants from *Khaya senegalensis*. *Terahedron letters*, **41**, 6473-6477.
52. Nijhout HF., 1994, Insect hormones. Princeton University Press. Princeton.
53. Ngamo L.S.T., 2000, Protection intégrée des stocks de céréales et de légumineuses alimentaires. Analyses scientifiques. Bulletin Panafricain d'Informations Phytosanitaires, N 26-27, 13-15.
54. Ngamo L.S.T., 2000, Premier rapport annuel (1999-2000). Grand programme de recherche universitaire. Développement et valorisation des ressources animales et végétales. Protection intégrée des denrées stockées. Université de Ngaoundéré. 31 p.
55. Ngamo L.S.T., 2001, Deuxième rapport annuel (2000-2001). Grand programme de recherche universitaire. Développement et valorisation des ressources animales et végétales. Protection intégrée des denrées stockées. Université de Ngaoundéré. 15 p.
56. Ngamo Tinkou L.S., Ngassoum M-B., Jirovetz L., Ousman A., Nukenine E.C. & Mukala O., 2001, Protection of stored maize against *Sitophilus zeamais* (Motsch.) by use of essential oils of spices from Cameroon. *Medlinden Facult it Landbouww Universiteit Gent*, 66/2a: 473-478.
57. Ouédraogo A.P., Sou S., Sanon A., Monge J.P., Huignart J., Tran M.D. & Credland P.F., 1996, Influence of temperature and humidity on populations of *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera Bruchidae) and its parasitoid *Dinarmus basalis* (Pteromalidae) in two zones of Burkina Faso. *Bulletin of Entomological Research*, **86**, 695-702.
58. Ou draogo A.P., Monge P.J. & Huignart J., 1991, Importance of temperature and seed water content on the induction of imaginal polymorphism in *Callosobruchus maculatus* (Fab.) (Coleoptera: Bruchidae). *Entomologia Experimentalis et Applicata*, **59**, 59-66.
59. Papachristos D.P. & Stamopoulos D.C., 2002, Toxicity of vapours of three oils to immature stages of *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Stored Products Research*, **38**, 365-373.
60. Papachristos D.P. & Stamopoulos D.C., 2002, Repellent, toxic and reproduction inhibitory effects of essential oils vapours on *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Stored Products Research*, **38**, 117-128.
61. Phillog ne B.J.R., Regnault-Roger C. & Vincent C., 2002, Produits phytosanitaires d'origine végétale: promesse d'hier et d'aujourd'hui. In: Biopesticide d'origine végétale. Regnault-Roger C., Phillog ne B.J.R. & Vincent C. Eds. Paris, 1-17.
62. Prates H.T., Santos J.P., Waqui J.M., Fabris J.D., Oliveira A., Forster J.E. & Embrapa, 1998, Insecticidal activity of monoterpenes against *Rhyzoperhta domonica* (F.) and *Tribolium castaneum* (Herbst). *Journal of Stored Products Research*, **34**, IV, 243-249.
63. Regnault-Roger C., Phillog ne B.J.R. & Vincent C., 2002, Biopesticides d'origines végétales. Tec & Doc Eds. Paris, 337 p.
64. Regnault-Roger C., 1999, Diversification des stratégies de protection des plantes: intérêt des monoterpenes. *Acta Bot. Gallica*, **146**, 35-43.
65. Regnault-Roger C. & Hamraoui, 1993, Efficiency of plants from south of France used as traditional protectant of *Phaseolus vulgaris* L. against its bruchid *Acanthoscelides obtectus* Say. *Journal of Stored Products Research*, **29**, 259-264.
66. Regnault-Roger C. & Hamraoui, 1994, Antifeedant effect of Mediterranean plant essential oils upon *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera) bruchid of kidney beans *Phaseolus vulgaris* L. In: Highly E., Wright E.J., Banks H.J., Champ B.R. Storage product protection (Vol. 2), CAB international, Wallingford (U.K.), 837-840.
67. Regnault-Roger C. & Hamraoui A., 1994, Reproductive inhibition of *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera) bruchid of kidney beans (*P. vulgaris* L.) by some aromatic essential oils. *Crop Protection*, **13**, 624-628.
68. Regnault-Roger C. & Hamraoui A., 1997, Lutte contre les insectes phytophages par les plantes aromatiques et leur molécules allelochimiques. *Acta Bot. Gallica*, **144**, 401-412.
69. Shaaya E., Kostjukovski M., Eilberg J. & Sukprakarn C., 1997, Plants oils as fumigants and contact insecticides for the control of stored-product insects. *Journal of Stored Products Research*, **33**, 1, 7-15.
70. Sanon A., Garba M., Auger J. & Huignart J., 2002, Analysis of insecticidal activity of methulisocyanate on *Callosobruchus maculatus* and its parasitoid *Dinarmus basalis*. *Journal of Stored Products Research*, **38**, 129-138.
71. Stolk C., 2002, Biological control in store: spatial and behavioural aspects of foraging by *Uscana lariophaga*, egg parasitoid of *Callosobruchus maculatus* in stored cowpea. Ph. D. Thesis, Wageningen University, 159 p.
72. Stoll G., 1988, Protection naturelle des végétaux en zones tropicales. J. Margraf Ed. Weikersheim, Allemagne, 180 p.
73. Szafranski F., 1991, Activité biologique des extraits de quelques plantes des environs de Kinsangani (Zaire). *Belgian Journal of Botany*, **124**, 1, 60-70.
74. Tapondjou L.A., Adler C., Bouda H. & Fontem D.A., 2002, Efficacy of powder and essential oil from *Chenopodium ambrosioides* leaves as post-harvest grain protectants against six-stored product beetles. *Journal of Stored Products Research*, **38**, 395-402.
75. Taylor T.A., 1971, Flight activity of *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae) and some other grain-infesting beetles in the field and a store. *Journal of Stored Products Research*, **(6)**, 226 p.
76. Tchoumboungang F., 1997, Contribution à la détermination des teneurs, des caractéristiques chimiques et des activités antifongiques des huiles essentielles de quelques plantes aromatiques, condimentaires et m dicinales du Cameroun. Thèse de Doctorat 3^{ me} Cycle en Biochimie. Faculté des Sciences, Université de Yaoundé I (Cameroun), 270 p.
77. Tun  I., Berger B.M., Erler F. & Dagli F., 2000, Ovicidal activity of essential oils from five plants against two stored product insects. *Journal of Stored Products Research*, **36**, 161-168.
78. Varma J. & Dubey N.K., 2001, Efficacy of essential oils of *Caesulia axillaris* and *Mentha arvensis* against some storage pests causing biodeterioration of food commodities. *International Journal of Food Microbiology*, **68**, 207-210.
79. Weidner H. & Rack G., 1984, Tables de détermination des principaux ravageurs des denrées entreposées dans les pays chauds, GTZ, Eschborn, 148 p.
80. Wright J.E. & Chandler L.D., 1996, Biopesticide composition and process for controlling insect pests. *Biotechnology advances*, **14**, 3, p 285.
81. Zannou E.T., Goudegnou D.K. & Glitho A.I., 1997, Colonisation des cultures de niébé, *Vigna unguiculata* par les Coléoptères Bruchid s au sud Bénin. *J. Rech. Sci. Univ. Bénin*, **12**: 1-7.

L.S.T. Ngamo, Camerounais, Docteur en Sciences de l'UCL (Belgique, 1998), Actuellement chargé de cours à la Faculté des sciences de l'Université de Ngaoundéré au Cameroun.

Th. Hance, Belge, Professeur, Président du Département de Biologie, UCL, Centre de Recherche sur la Biodiversité, Place Croix du Sud, 5 - 1348 Louvain-la-Neuve, Belgique.