

- FA-11  
15/7

EVALUATION DES  
PARASITES AGRICOLES  
ET MÉTHODES DE LUTTE  
DISPONIBLES DANS LE PROJET DE GESTION  
DES RESSOURCES NATURELLES DE GUINÉE

APPROCHES A LA  
LUTTE ANTIPARASITAIRE INTÉGRÉE

Contrat N° 624-0219-C-00-2094-00  
Projet de gestion des ressources naturelles de Guinée

Rapport présenté à:  
L'agence des États-Unis pour le  
développement international/Guinée  
Conakry, Guinée

par:  
CHEMONICS INTERNATIONAL

Les auteurs:  
Dr. Doudou D. Faye, Ph.D.  
Entomologiste en chef ITM/R&D/NRM  
Sphere Corporation, Georgetown, Texas

Dr. Walter Knausenberger, Ph.D.  
Bureau pour l'Afrique, USAID  
Washington, D.C.

Le 20 juillet 1994

---

## REMERCIEMENTS

---

Les auteurs remercient vivement Chemonics International de leur avoir donné l'occasion de rencontrer et de collaborer avec le Projet de gestion des ressources naturelles en Guinée (GRNG) et plus spécialement avec le Dr. Bob Chase, qui, non seulement s'est mis à notre disposition et nous a encouragés mais encore a passé en revue la première version du rapport du Dr. Faye; nous remercions également le Dr. K.B. Paul pour ses suggestions et ses conseils; M. Saidou Baldé, chef de la station de protection des végétaux de Labé, le personnel du projet à Labé et les équipes des trois bassins versants. Nous avons beaucoup apprécié leur aide. Enfin le Dr. Faye tient à remercier Mme Ann Chase pour son hospitalité et son accueil.

---

## TABLE DES MATIERES

---

	<u>Page</u>
LISTE D'ACRONYMES	i
RESUME ANALYTIQUE	iii
SECTION I BUT ET ORGANISATION DU VOYAGE	1
A. But du voyage	1
B. Personnes rencontrées	2
C. Calendrier du voyage	4
SECTION II DESCRIPTION DU PAYS ET DE L'ENVIRONNEMENT	5
A. Agroécologie générale de la zone du projet	5
B. Les bassins versants	6
SECTION III BIBLIOGRAPHIE DES STRATEGIES DE LUTTE CONTRE LES TERMITES ET LES PARASITES DES STOCKS	11
A. Les termites	11
B. Parasites des stocks	12
SECTION IV SITUATION ACTUELLE DES PARASITES ET ACTIVITES DE LUTTE DANS LES BASSINS VERSANTS	15
A. Les termites	15
B. Les charançons et autres parasites des stocks	18
C. Autres parasites trouvés dans les tapades et moyens de lutte préconisés	20
SECTION V STRATEGIE DE LA LUTTE ANTIPARASITAIRE ET LEGISLATION SUR LES PESTICIDES	23
A. Organisation et fonction de la Division de la protection des végétaux (DPV)	23
B. Procédures d'homologation des pesticides	24
C. Pesticides utilisés ou en stock	26
D. Autres pesticides ou méthodes de lutte non chimiques	29
E. Compagnie de fabrication de pesticides ou représentation et manutention	31
F. Visite à l'entrepôt des pesticides de la préfecture de Labé	32

---

**TABLE DES MATIERES**  
**(suite)**

---

	<u>Page</u>
SECTION VI DISCUSSION ET RECOMMANDATIONS	
A. Discussion	33
B. Recommandations pour un programme de lutte antiparasitaire intégré	35
SECTION VII LES PESTICIDES DANS LE CADRE DU PROJET GRNG, PROCEDURES RELATIVES A L'ENVIRONNEMENT ET AUX PESTICIDES, ET DESCRIPTION DES TACHES	41
A. Homologation auprès de l'EPA	41
B. Existence et efficacité d'autres produits ou méthodes de lutte non chimiques	41
C. Utilisation judicieuse des pesticides dans le cadre d'un programme de lutte antiparasitaire intégré	41
D. Méthodes proposées pour l'application des pesticides	41
E. Dangers graves et dangers à longue échéance	42
F. Compatibilité des pesticides proposés avec les organismes visés et non visés	42
G. Prévisions pour la formation des utilisateurs et agents applicateurs	42
H. Prévisions pour le suivi de l'utilisation et de l'efficacité des pesticides	42
ANNEXE A LOI L/92/027/CTRN INSTITUANT LE CONTROLE PHYTOSANITAIRE DES VEGETAUX A L'IMPORTATION ET A L'EXPORTATION	A-1
ANNEXE B LOI L/92/028/CTRN INSTITUANT LA LEGISLATION SUR LES PESTICIDES	B-1
ANNEXE C DECRET D/94/044/PRG/SGG PORTANT APPLICATION DE LA LOI L/92/028/CTRN	C-1
ANNEXE D CONTROLE DES TERMITES (ISOPTERA) EN AGRICULTURE ET FORESTERIE PAR DES METHODES NON CHIMIQUES: UNE REVISION	D-1
ANNEXE E EXAMEN INITIAL DE L'ENVIRONNEMENT OU EXCLUSION CATEGORIQUE	E-1
ANNEXE F CHAMP D'ACTION DE TRAVAIL	F-1

---

## ACRONYMES

---

BRP	Bassin représentatif pilote
CA	Chef d'antenne (Branch chief)
CAPV	Chef d'antenne protection des végétaux (station chief, plant protection)
CE	Concentrée emulsifiable
CFR	Code (U.S.) de l'arrêté fédéral
CR	Conseiller rural
DGA	Direction générale de l'agriculture
DNFC	Direction nationale de la faune et des forêts
DPV	Division de la protection des végétaux
EC	Concentré émulsifiable
EPA	Agence des Etats-Unis pour la protection de l'environnement
FAO	(Nations Unies) Fonds de l'alimentation et agricole
g	gramme
G	granulaire
GRNG	Projet de gestion des ressources naturelles de Guinée
ha	hectare
FIDA	Fonds international pour le développement agricole
IPM	Lutte antiparasitaire intégrée
kg	kilogramme
km <sup>2</sup>	kilomètre carré
l	litre
LD50	Dose létal 50
L(N)PV	Laboratoire (national) de la protection des végétaux
m	mètre
MARA	Ministère de l'agriculture et des ressources animales
ml	millilitre
mg	milligramme
<i>nééré</i>	nom local pour l'arbre <i>Parkia biglobosa</i>
OP	insecticide organophosphate
P	poudre, powder
PNUD	Programme des Nations Unies pour le développement
<i>tapades</i>	champs près des habitations
<i>tehi</i>	nom local pour l'arbre <i>Erythrophyleum guiniensis</i>
USAID	Agence U.S. pour le développement international

---

## RÉSUMÉ ANALYTIQUE

---

Cette mission de 21 jours, effectuée dans les trois bassins versants du projet Gestion des ressources naturelles de Guinée, à savoir Dissa, Koundou et Diaforé avait pour objet d'évaluer l'incidence des attaques de parasites, les stratégies de lutte antiparasitaire, la mesure dans laquelle les traitements chimiques étaient nécessaires et élaborer une proposition de programme de lutte antiparasitaire intégré. Nous nous sommes surtout occupés des termites et des parasites des stocks, parce qu'on nous avait dit qu'il s'agissait là des problèmes les plus graves. La visite dans la zone du projet nous a permis d'examiner et de documenter la gravité des attaques de parasites, l'appui technique existant, les distributeurs de pesticides et les lois et réglementations appropriées.

**Répartition et gravité des parasites.** Les parasites sont semblables dans les trois bassins versants mais diffèrent quant à leur virulence. A Dissa et à Koundou, les termites, bien qu'elles se trouvent dans les tapades et les habitations, ne posent pas le problème le plus sérieux; par contre, les dégâts les plus graves sont causés par les sauterelles dans les jardins potagers, et par les parasites qui viennent infester les produits stockés, comme le charançon du maïs, le grand et le petit borer des grains, la mite angoumoise, le charançon du niébé, les espèces *tribolium*, etc. Parmi les parasites d'importance secondaire, les fourmis tisseuses sur les orangers et les manguiers, la mouche des fruits sur les légumes, le ver rose du coton dans le riz, la chenille des capsules sur les oranges et l'aleurode sur le manioc.

**Moyens de lutte.** La lutte chimique est rarement appliquée et c'est toujours à l'occasion d'une opération à grande échelle sous une tutelle étrangère et sous la supervision et avec le suivi des services locaux de la protection des végétaux. Les méthodes de lutte locales se réduisent souvent à des actions mécaniques et physiques, avec en plus des traitements avec des extraits botaniques ou de plantes traditionnelles; c'est surtout le cas de la lutte contre les termites. Il en était de même pour les efforts visant à la protection des produits stockés.

**Homologation, disponibilité et gestion des pesticides.** L'information à jour concernant l'homologation, l'utilisation et la gestion des pesticides existe, mais elle n'est pas facile à obtenir; elle reste inconnue à la plupart des utilisateurs, y compris les agents du gouvernement. Ceci peut constituer un handicap sérieux. De plus, il n'existe pas de décharge pour éliminer les pesticides. Les installations de stockage des pesticides doivent être améliorées (aération, conditions sanitaires, approvisionnement en eau, fiches de données de sécurité pour chaque produit, panneaux d'avertissement, clôtures, évacuation des produits n'ayant pas de rapport, etc.). Le représentant d'une compagnie de pesticides fournit des pesticides homologués ainsi que l'équipement de protection, mais son installation de stockage doit être transférée du centre de la ville et loin des bureaux. Il faut prévoir une décharge ou des stratégies d'élimination pour chaque compagnie accréditée pour la vente de produits antiparasitaires.

**Approche à la lutte antiparasitaire intégrée.** Après que l'utilisation des pesticides ait été approuvée dans le cadre de l'arrêté USAID/EPA 22 CRF, Section 216, il faut maintenant définir une approche systématique à la lutte antiparasitaire. Ceci permettra d'instaurer une lutte antiparasitaire efficace, conforme aux principes de la lutte intégrée et visant à minimiser les dangers, en combinant, sous une bonne supervision technique, des mesures de lutte proposées et qui ont fait leurs preuves ou qui sont déjà appliquées. Ces mesures comprennent l'utilisation des pesticides les moins toxiques, la poursuite de la viabilité et de la sécurité, la formation, le suivi, la prévention de la résistance des parasites aux pesticides, la sensibilisation des agriculteurs, les options de non action, l'utilisation de produits botaniques et autres moyens de lutte locaux, les démonstrations et la recherche appliquée avec la participation des agriculteurs, etc.

---

## SECTION I BUT ET ORGANISATION DU VOYAGE

---

### A. But du voyage

Deux problèmes entomologiques principaux ont été identifiés dans le Projet de gestion des ressources naturelles de Guinée (GRNG): les termites qui attaquent les récoltes, les pépinières agroforestières et les habitations, et toute une série d'insectes parasites des stocks (charançons, bruches, bostryches, etc.). Dans le cas du bassin versant de Diaforé, la situation est grave. Ce bassin versant a la pluviosité la plus basse, 1.230 mm, comparée à 4.415 mm à Koundou et 1.855 mm à Dissa. Avec sa faible superficie, 65 km<sup>2</sup>, et sa population à forte densité (la seconde de la région avec 31 habitants/km<sup>2</sup>) concentrée dans les basses terres, la terre disponible est limitée. Ce facteur a entraîné une surexploitation de la terre, avec réduction de la jachère de sept à trois ans, une déforestation intense et un déclin de la productivité. Enfin, les faibles niveaux de matière organique et un brûlage extensif et incontrôlé, ont entraîné un accroissement marqué de l'activité des termites. Les pertes après récolte dues à l'infestation par les parasites, et qui atteignent jusqu'à 60 pour cent avant ou pendant le stockage, combinées avec de mauvaises techniques de conservation ont entraîné de graves pénuries alimentaires. Pour pallier à cette situation, les agriculteurs s'adonnent à des activités agricoles supplémentaires telles que le maraîchage, l'apiculture et autres petites entreprises de rapport. La sévérité des problèmes agro-écologiques des terres latéritiques et érodées, les *howal*, ne fait qu'aggraver le problème.

Dans son évaluation précédente des bassins versants, le projet GRNG a identifié plusieurs contraintes au développement, dont les termites et les parasites des stocks qui sont souvent mentionnés dans les études du type "évaluation rurale rapide" (plan de travail annuel du projet GRNG de 1993). C'est pourquoi le projet cherche à faire approuver l'utilisation de pesticides chimiques synthétiques pour lutter contre ces parasites dans les bassins versants. La présente analyse s'occupera non seulement des termites mais inclura une étude d'autres parasites importants potentiels des jardins potagers, des cultures en plein champ et des arbres fruitiers, ainsi que les moyens de lutte éventuels.

Pour la lutte contre les termites, le projet prévoit d'utiliser les deux produits suivants individuellement ou en combinaison:

- Basudine (Diazinon) 60 CE et/ou 10 G
- Dursban (Chlorpyrifos) 5 G et/ou 10 G

Pour les parasites des entrepôts:

- Actellic (Pyrimiphos-méthyl)



L'utilisation des ces produits chimiques a fait l'objet d'une requête, à la suite d'une évaluation approfondie de certains facteurs liés à leur utilisation, tels que (et cette liste n'est pas limitative) la disponibilité du pesticide, un impact minime sur l'environnement, la viabilité du traitement, son efficacité, un faible niveau du danger, et le fait qu'ils pourraient constituer un élément de valeur dans le cadre d'un programme de lutte antiparasitaire intégrée.

Une mission de 21 jours a été mise sur pied pour vérifier dans quelle mesure l'action proposée convenait, pour évaluer les parasites existants et les méthodes de lutte antiparasitaire potentielles, et enfin pour fournir les éléments nécessaires à la préparation d'un programme de lutte antiparasitaire intégrée (s'il n'existe pas encore) dans le ou les bassins versants concernés. Le résultat d'une telle étude pourrait servir de référence ou de point de départ pour le pays et les pays voisins qui affrontent des problèmes semblables.

## **B. Personnes rencontrées**

### USAID/Conakry

Wilbur Thomas	Directeur de la mission de l'USAID
Thomas Park	Directeur adjoint de la mission
Dan Jenkins	Fonctionnaire régional chargé du développement
S.K. Reddy	Fonctionnaire régional chargé du développement
Kalo Lascine	Assistant du directeur du projet GRNG

### Chemonics, Projet GRN Guinée

K.B. Paul	Chef de projet
Bob Chase	Spécialiste en conservation de sol et eau
Tom Erdmann	Spécialiste agroforestier
Steve Aversa	Spécialiste en développement des entreprises communautaires
Mouctar Diallo	Assistant administratif

### Gouvernement de la République de Guinée, Conakry

Sagnah Tatenin	Directeur par intérim, DNFC
Mathias R. Haba	Coordinateur national des bassins versants, DNFC, Fouta Djallon Projet de développement rural intégré des hauts plateaux
Mamadi Camara	Directeur, Service national de la protection des végétaux

### Laboratoire de la protection des végétaux, Foulaya

M. Sidibe	Directeur adjoint/entomologiste
Lamouré Sidibe	Phytopathologiste, Institut national de la recherche agronomique
Kalabane	Chef de la section entomologie
Saidou Baldé	Directeur de la station de protection des végétaux ("chef d'antenne"), province de Seyni

### Labé

Alkali Touré	Chef du bureau de vulgarisation agricole
Mariama O. Baldé	Animatrice

Moussa Camara      Directeur du développement rural  
Pepe P. Guilavogui    Chef du bureau de la promotion agricole  
Siba Camara          Adjoint du chef d'antenne de la protection des végétaux  
Camara S. Diouma    Agent de la protection des végétaux  
Keita C. Mouhamed    Agent de la protection des végétaux

#### Bassin versant de Dissa

Pe Vincent Gamy      Directeur du bassin versant de Dissa  
Missan Maomy        Entrepreneur contractant  
Morlaye Keita        Spécialiste agroforestier  
Rabiatou Camara  
                                Diallo                  Animatrice  
Abdoulaye Touré      Sociologue

#### Bassin versant de Koundou

Bacar Alpha Ba        Directeur du bassin versant de Koundou  
Bocar Sow              Sociologue  
Mariama O. Baldé    Animatrice  
Mamadou Y. Sow      Spécialiste agroforestier

#### Bassin versant de Diaforé

Mamadou Saliou  
Diallo                    Directeur du bassin versant de Diaforé  
Soure M. Aliou        Spécialiste en conservation de sol et eau  
Idrissa Keita          Gardien de l'entrepôt/entomologiste

#### Organisation de l'alimentation et agricole

Gérard J. Bernard    Représentant de la FAO  
Marc Moens            Chargé de programme

#### Institut des ressources naturelles

Stephen Russel-Smith  
Tom G. Wood

#### Autres personnes

Minoru Tamashiro    Entomologiste tropical, Université de Hawaii, Minoe, Hawaii  
Nan-Yao Su            Professeur associé d'entomologie, Université de la Floride, Centre de  
                                recherche et d'enseignement  
Aref Aboukhalil      SAREF International, Conakry  
                                Talal

### **C.      Calendrier du voyage**

La mission a visité les trois bassins versants entre le 8 et le 20 avril 1994, avec l'équipe du projet et les cadres du Laboratoire de la protection des végétaux en poste à Labé. La mission a rencontré des agriculteurs, des cadres locaux du gouvernement, des chercheurs

du Laboratoire de la protection des végétaux de Foulaya, la Division de la protection des végétaux, la Direction nationale de la faune et des forêts, l'entrepôt des pesticides à Labé, les représentants de bailleurs de fonds internationaux (la FAO et l'USAID) et M. Aref Talal de la SAREF, qui représente la compagnie de produits chimiques ALM International S.A. à Conakry.

Les consultants ont visité le bassin versant de Dissa les 8 et 9 avril et en particulier les villages de Hafia, Foulaya, Fotongbé et Maréma. Ils ont visité sur place des habitations, des bâtiments de stockage, des jardins potagers et des termitières. L'équipe du projet comprenait le chef de projet, l'agent agroforestier, le spécialiste des entreprises communautaires et les animatrices.

La mission a visité le bassin versant de Koundou du 12 au 14 avril, avec le Dr. Bob Chase, spécialiste du projet pour la conservation du sol et de l'eau, M. Saidou Baldé, chef d'antenne de la protection des végétaux de Labé et l'équipe du bassin versant de Koundou composée de Bocar A. Ba, directeur du bassin versant, Bocar Sow, spécialiste de la petite entreprise communautaire, Mariama O. Baldé, agent de vulgarisation et Mamadou Y. Sow, spécialiste de l'agroforesterie.

Parmi les villages et autres sites visités, la station de protection des végétaux de Labé, le service préfectoral de la protection des végétaux à Labé et son entrepôt de pesticides; les villages de Lisan Saré (et son marché hebdomadaire), Kokolou, Dongol, Thiankoyé et Guéwé (et sa pépinière agroforestière)

Dans le bassin versant de Diaforé, la mission comprenait le Dr. Chase, M. Baldé, chef de l'antenne de la protection des végétaux de Labé, et l'équipe du bassin versant composée de Mamadou Saliou Diallo, Souaré M. Aliou, spécialiste de l'aménagement du sol et des eaux et Mohamadou Malal Baldé, spécialiste de la petite entreprise communautaire. Parmi les villages et sites visités: Kouné (où la mosquée avait été envahie par les termites), Diaforé et Guonkou (et son marché hebdomadaire). Dans le village de Guonkou, une démonstration de destruction de termitière et d'éradication de la reine a été faite.

A Conakry, la mission a visité et s'est entretenue avec le personnel de la FAO, un cadre de la SAREF, qui représente dans le pays la compagnie de produits chimiques ALM International, et le personnel de la division de la protection des végétaux. Enfin, une séance de récapitulation ("debriefing") a été organisée le 22 avril, au Siège de la direction des forêts et de la faune et avec le personnel du projet GRN de l'USAID/Guinée.

---

## SECTION II

### DESCRIPTION DU PAYS ET DE L'ENVIRONNEMENT

---

La présente section décrit les conditions dans lesquelles les pesticides seront utilisés, et en particulier le climat, la flore, la faune, la géographie, l'hydrologie et les sols. Le projet exécutera des activités de lutte antiparasitaire pilotes dans les trois bassins versants du plateau du Fouta Djallon dans la Moyenne Guinée. La description synoptique des bassins versants de Koundou et de Diaforé est reprise d'un rapport préparé par Stephen Kelleher, consultant du *World Resources Institute* et daté de 1990.

Les monts et les plateaux du Fouta Djallon, en Moyenne Guinée, couvrent plus de 60.000 km<sup>2</sup>, à peu près le quart de la superficie de la Guinée. Presque toute la région est montagneuse, et le quart d'entre elle (13.000 km<sup>2</sup>) se trouve à plus de 900 mètres au dessus du niveau de la mer. Les montagnes traversent la région en direction nord-sud avec une forte pente dans l'est et une pente douce vers l'est. Environ le tiers de la population de la Guinée vit dans le Fouta Djallon, et les deux tiers sont des Peuls.

#### A. Agroécologie générale de la zone du projet

Il existe de nombreux types de terres et de sols dans les plateaux du Fouta Djallon. Les agriculteurs ont classé les types de sols selon un modèle caténaire, qui décrit les sols successifs d'un paysage depuis les crêtes jusqu'aux vallées. Il s'agit des sols **bowal**, **hansangéré**, **dantari**, **dunkiré**, **holiande** et **suntuuré**.

**Bowal.** Bowal est le nom donné à des croûtes latéritiques, ferrugineuses fragmentées. Le bowal se trouve sur le sommet des collines, sur les plateaux et sur les pentes. Le bowal constitue l'essentiel des terres de pâturages pour le bétail et est considéré comme une ressource en propriété commune.

**Hansangéré.** Les terres hansangéré se trouvent généralement sur les crêtes et les pentes. Il s'agit d'habitude d'un mélange de sol et de rocs dérivés soit de bowal adjacent ou de basalte ou granite adjacent ou encore de grès métamorphosé. La nature empierrée de ces zones permet une bonne infiltration des eaux.

**Dantari.** Les sols dantari se trouvent aussi sur les pentes mais ne s'y limitent pas. Ces sols sont plus fins, plus compacts et plus homogènes que les sols hansangéré et leur capacité d'infiltration n'est généralement pas aussi élevée. Ces sols sont considérés comme cultivables, mais ils sont épuisés et souvent acidifiés. Par contre, et en contraste avec les sols hansangéré, les sols dantari se prêtent à la traction animale.

**Dunkiré.** Dans les vallées des bassins versants, on trouve des plaines alluviales inondées. Un grand nombre de ces plaines reçoit des dépôts annuels de sable et d'argile

fins, et avec le temps, le sol s'est constitué grâce à ces dépôts. On les appelle localement dunkiré et ils sont régulièrement cultivés.

**Hollande.** Dans les zones basses des plaines alluviales on trouve des sols à structure fine, à argile lourde hydromorphe. Le nom local de ces zones est hollande. Ces sols sont exploités pour des cultures de pâturages et quelque peu pour le jardinage.

**Suntuuré.** Le Fouta Djallon est une zone de grande diversité d'espèces botaniques et un important centre de plantes endémiques. La végétation est classée comme étant une combinaison de forêts, de forêts à savanes, de forêts arbustives, de forêts éparées et de savanes arbustives légèrement boisées. Cependant, la plupart des forêts naturelles ont été remplacées par des cultures, des végétations secondaires, la jachère et les terres à pâturages.

Les galeries forestières sont des zones tampon de forêt naturelle qu'on laisse autour des sources et des cours d'eau. Ces zones tampon permettent de maintenir le volume de l'eau en réduisant l'évaporation, en augmentant l'infiltration et en diminuant l'érosion et la sédimentation des cours d'eau. Cette tradition de laisser des galeries intactes n'est pas toujours respectée et certains agriculteurs défrichent maintenant la terre jusqu'aux rives des cours d'eaux. Les galeries forestières ont généralement une biodiversité élevée, tant pour la flore que pour la faune et fournissent la matière première de produits artisanaux et médicinaux non ligneux. On trouve des "îlots forestiers" isolés sur divers types de terres. Ils indiquent généralement une source, un "bois sacré" ou un cimetière.

## **B. Les bassins versants**

### **B1. Le bassin versant de Koundou**

Situation géographique: le bassin versant de Koundou est situé entre 11 degrés 39' et 11 degrés 52' de latitude nord et 12 degrés 32' et 12 degrés 47' de longitude ouest. La superficie totale des terres de la région est de 107km<sup>2</sup>. Le bassin versant reçoit 1.600 à 2.000 mm de pluie par an avec une saison sèche qui dure six mois.

Ce bassin versant est caractérisé par cinq types géographiques physiques qui se répartissent comme suit: un plateau constitué d'une croûte latéritique; des escarpements de diorites, de granite et de schistes; une plaine ondulée, un plateau avec des collines et enfin des plaines irrégulières. Quant à l'érosion, la zone est classée comme étant sensible, moyenne ou insignifiante. Les altitudes vont de 200 à 300 mètres au dessus du niveau de la mer le long des cours d'eau jusqu'à 800 à 900 sur les crêtes et les pentes des collines. Le Mont Kokolou est un élément dominant du paysage.

Les principaux cours d'eau sont la Kansouma et le Koundou, qui sont alimentés par de nombreux courants et sources. Les deux se joignent et gardent le nom de Koundou, qui rejoint la rivière Komba. Plus loin la Komba rejoint le Kolibu, qui traverse la Guinée Bissau pour se jeter finalement dans l'Océan atlantique.

La végétation varie selon le type de terre. D'une façon générale on y trouve de la savane, de la savane arbustive et de la forêt éparse, ainsi que la forêt sèche de montagne et des îlots de forêt dense avec des essences telles que *Pterocarpus erinaceus*, les espèces *Terminalia*, *Azelia africana*, *Coryla pinnata*, *Burkea africana*, et *Exynanthea abyssinica*. On y trouve aussi des galeries forestières le long des cours d'eau et autour des sources.

Le bassin versant a la forme d'un cul-de-sac. Les villages sont le plus souvent situés le long des crêtes et sur les pentes, loin de la plaine alluviale. Aucune route ne traverse le bassin versant.

Dans le bassin de Koundou, le bowal n'est pas aussi dominant que dans celui de Diaforé, mais affecte beaucoup plus la production, parce que la plupart des villages et de nombreuses parcelles et suntuurés se trouvent sur les crêtes et les pentes qui sont composées ou dérivent du bowal. De nombreux sols ont une teneur élevée en gravier ferrugineux sur une profondeur qui varie de 30 à 100 cm. Comme les pentes sont cultivées, l'érosion constitue un problème potentiel plus grave ici qu'à Diaforé, bien que certains utilisent des barrières de rochers ou de bois mort contre l'érosion.

Les sols hansangéré un peu évolués et proches des bowal ainsi que les sols dantari sont cultivés. Dans certaines aires, les sols dantari bénéficient de la proximité d'escarpements de diorite ou de basalte, facteurs qui fournissent localement une base plus riche en éléments nutritifs. Des périodes de jachère de cinq à dix ans en moyenne sont suivies de deux ou trois années de mise en culture avec une rotation riz/fonio/arachide/manioc. La traction animale est utilisée à Koundou sur les terres qui ne sont pas trop en pente ni trop rocailleuses.

Les sols situés le long des plaines inondées sont des dépôts alluviaux profonds (dunk'ré) avec certaines aires à sols hydromorphes (hollande) dont le degré de saturation varie avec les saisons. Dans certaines zones, des vergers d'arbres fruitiers ou des jardins de saison sèche ont été implantés, mais la majorité de la plaine inondée semble être sous un couvert végétal secondaire. On y trouve aussi des communautés denses de bambous et de palmiers Ronier.

Une partie de la forêt classée de Nialama se trouve dans le bassin versant. Cette forêt couvre environ 10.000 hectares dont près de 5.000 se trouvent dans les limites du bassin versant. La forêt a été classée en 1942, comme une forêt secondaire sèche, bien que des restes de forêt primaire pourraient exister.

## **B2. Bassin versant de Diaforé**

Le bassin versant de Diaforé se trouve dans la préfecture de Tougué et la sous-préfecture de Kouratongo, entre 11 degrés 27' et 11 degrés 39' de latitude nord et 11 degrés 23' et 11 degrés 34' de longitude ouest. La superficie totale des terres du bassin versant est de 60 km<sup>2</sup>, soit 6.000 hectares.



Paysage typique avec termitières, à Diaforé

Le bassin versant de Diaforé reçoit de 1.200 à 1.600 mm de pluie par an, essentiellement entre les mois d'avril et de novembre, les plus fortes pluies se situant entre les mois de juin et de septembre. On considère que la saison sèche dure six mois, de novembre à avril, parce que les pluies précoces ou tardives sont négligeables.

Le principal cours d'eau du bassin est le Diaforé, qui coule vers le sud-est. La branche Kouratongo coule du nord-est vers le sud et se joint au Diaforé près du village de Foreya. La Koumbama et le Fulasso coulent du nord entre le Kouratongo et le Diaforé, se joignent pour former le Fulasso qui se joint au Kouratongo. La troisième branche importante du Diaforé est le Kouné, qui coule en direction nord-est et se joint au Diaforé près de l'extrémité du bassin versant. En quittant le bassin versant, le Diaforé coule vers l'est, se joint au Bafing qui se déverse plus tard dans le fleuve Sénégal.

Aucune de ces rivières n'a un cours continu durant toute l'année bien que certaines sources soient permanentes. Pendant la saison sèche, le Diaforé se divise en une série de bassins d'eau stagnante le long de son lit, là où les berges ont jusqu'à dix mètres de haut. Ces marais saisonniers ont une longueur, une largeur et une profondeur variables.

Des estimations faites sur des photographies aériennes (au 1:30.000 ème) divisent les terres selon les trois types physiques suivants:

- 50 pour cent de bowal (3.000 hectares)
- 30 pour cent de pentes et sols variés, jachère, petites forêts (1.800 hectares)

- 20 pour cent de plaines alluviales, cours d'eau et galeries forestières (1.200 hectares)

Un examen plus approfondi des photos aériennes du Landsat faites en 1985 et des cartes topographiques de 1953 montre une augmentation de 48 pour cent pour les suntuurés et de 500 pour cent pour les champs extérieurs entre 1953 et 1985. (Cette information concerne non seulement le bassin versant du Diaforé mais aussi le bassin voisin du Kabari). Cette information a été recueillie au cours d'une étude financée par NASA et exécutée par l'Université de l'Arizona avec la participation et l'appui de la Guinée. Cette étude ne couvrait pas le bassin du Koundou.

Le bassin versant est caractérisé par un bowal important (50 pour cent) qui confère au paysage un aspect dénudé. Une étude plus détaillée révèle la présence de petits îlots forestiers, de grandes plages de galeries forestières à maturité, et des terres en jachère à divers stades de régénération. Parmi les espèces qui s'y trouvent citons *Parkia biglobosa*, *Holarrhena africana*, *Parinari excelsa*, *Erythrophleum guineensis*, *Butyrospermum parkii*, et *Prosopis africana*. Cette zone, généralement considérée comme zone de savane de transition, est plus sèche en certaines saisons que les zones sud et ouest du Fouta Djallon, et on y trouve un plus grand nombre d'essences sahéliennes telles que le baobab.

La forêt classée de Bakoun se trouve approximativement à 20 km à l'est de Kouratongo, en dehors des limites du bassin versant de Diaforé. Cette forêt de 28.000 hectares a été classée légalement en 1953, et constitue un bassin versant séparé.

La description qui suit, celle du bassin versant de Dissa, est reprise d'un rapport fait en 1992 par Trevor Taylor, volontaire du Corps de la paix.

### **B3. Le bassin versant de Dissa**

Le bassin versant de Dissa est situé entre 10 degrés 13' et 10 degrés 20' de latitude nord et 12 degrés 25' et 12 degrés 30' de longitude ouest, dans le district de Wolia, sous préfecture de Souguéta.

La pluviométrie moyenne annuelle est de 1.900 à 2.000 mm. Les températures moyennes pour les mois les plus chauds (mars et avril) sont de 26 à 35°C, et pour les mois les plus froids (décembre et janvier) les températures tombent entre 14 et 19°C.

La végétation du bassin versant de Dissa peut être classée comme une combinaison de forêts de savanes, de forêts arbustives, de forêts éparées et de savane arbustive légèrement boisée. Une grande partie de la terre non cultivée reste boisée, peut-être plus que dans les régions plus peuplées du Fouta Djallon. De même, les agriculteurs laissent la terre en jachère pendant des périodes plus longues, permettant ainsi la régénération de pâturages secondaires et des savanes arbustives et boisées.

On trouve des galeries forestières le long des voies d'eau et autour des sources. Des parcelles de forêts dense sont aussi maintenues dans certaines zones pour des raisons



culturelles. On y trouve aussi de grands bowal rocheux, qui sont très érodés et qui ne portent que des herbes dures et des buissons. La pratique du brûlis et du pâturage retardent la croissance végétale dans ces zones.

Deux rivières principales traversent le bassin versant avec de nombreux cours d'eau plus petits. La Dissa coule vers le sud à travers l'extrémité est du bassin versant, et un réseau complexe de courants alimente le Sangaran du côté ouest du bassin versant. Le Sangaran coule vers l'est et se joint à la Dissa qui poursuit son cours vers le sud-est vers la Kora, laquelle rejoint la Kolenté à l'ouest, qui se jette dans l'Atlantique. La majorité des villages du bassin versant sont situés autour du Sangaran et de ses affluents. La plupart de ces cours d'eau, y compris la Dissa, peuvent être entièrement à sec ou former des mares d'eau stagnantes. Les résidents d'Amaraya, à la jonction de la Dissa et de la Kora, ont noté une baisse de plus d'un mètre dans la Kora pendant la saison des pluies, au cours des sept dernières années. Enfin, on trouve de nombreuses sources à travers le bassin versant.

La forêt classée de Souti Yanfou se trouve juste à l'extérieur des limites du bassin versant, à 500 mètres à l'ouest de Souguéta. Elle a été classée en 1943 et couvre approximativement 11.000 hectares. La flore et la faune de la forêt semble être assez variée. Les habitants locaux affirment que des chimpanzés, des singes, des léopards, des sangliers et autres animaux sauvages habitent la forêt. Mais à cause des empiétements continus sur la forêt ces animaux sont confinés à des zones de plus en plus petites.

---

### SECTION III

## BIBLIOGRAPHIE DES STRATÉGIES DE LUTTE CONTRE LES TERMITES ET LES PARASITES DES STOCKS

---

#### A. Les termites

Sur les quelques 2.500 espèces de termites identifiées dans le monde, 300 environ sont considérées comme étant des parasites. La lutte contre la plupart d'entre elles se fait à l'aide de pesticides à effet résiduel de longue durée, parmi eux les organo-halogénés (Cowie & al., 1989). Même si leur efficacité a été prouvée, les dangers d'empoisonnements (pour les personnes qui appliquent les traitements et les animaux non visés) le manque de travailleurs qualifiés (Gray et Butcher, 1969), et leur influence sur l'environnement (persistance et infiltration vers la nappe phréatique, etc.), constituent des inconvénients majeurs.

Cowie et ses collaborateurs (1989) ont passé en revue la lutte contre les termites en Afrique et en Indo-Malaisie. Wardell a examiné plusieurs méthodes de lutte et a aussi souligné certains rôles bénéfiques des termites. Au delà des dégâts qu'elles provoquent, leur présence et leur action sur l'environnement présentent de nombreux avantages:

- un enrichissement du sol dû au déchets biologiques accumulés par ces larges colonies, et une source d'éléments nutritifs variés provenant de leur alimentation dans des habitats divers.
- l'aération du sol due à la construction des galeries qui facilite aussi l'infiltration de l'eau et active les micro-éléments provenant des sous-sols, essentiellement dans les sols argileux et les sols à croûtes
- une modification de la texture du sol
- une source d'aliments pour des animaux prédateurs, ainsi que pour l'homme
- une source de revenu—dans le bassin de Diafora, les adultes ailés sont capturés, grillés et vendus sur le marché (pour 50 FG le tas)
- leur association avec les champignons et d'autres micro-organismes représente un lien important dans la chaîne alimentaire

Les diverses espèces des genres *Macrotermes*, *Microtermes*, *Odontotermes*, et *Ancistrotermes* font le plus de ravages en Afrique (Logan & al, 1990), et il est difficile de lutter contre ces parasites à cause de leurs différences biologiques. Les espèces *Macrotermes* construisent de grandes termitières au dessus du sol, creusent dans le sol des galeries ayant jusqu'à 50 mètres de long (Logan & al., 1990) et attaquent les plantes à la base, en

découpant un anneau de liège ou en les sectionnant (Cowie & Wood, 1989). Les espèces *Macrotermes* et *Ancistrotermes* construisent des nids souterrains étendus et attaquent les plantes depuis le système racinaire jusqu'à la tige. Les trous laissés par l'extraction des aliments sont généralement remplis avec de la terre (Cowie & Wood, 1989). Les espèces *Microtermes* vivent plus en profondeur que les *Macrotermes*. Les espèces *Odontotermes* peuvent avoir des termitières soit souterraines soit au dessus du sol. Elles attaquent les plantes lorsqu'elles creusent sous la couverture du sol sur la partie extérieure des plantes, et peuvent causer des dégâts importants aux tiges. La lutte est d'autant plus difficile à exécuter si on ne sait pas de façon spécifique quelles sont les espèces concernées, parce que diverses espèces d'un même genre peuvent attaquer les plantes de façon différente.

La lutte se fait généralement par des méthodes chimiques, bien que les risques soient bien connus. Parmi les méthodes de lutte alternatives, citons:

**Les méthodes mécaniques/physiques.** Détruire les termitières, enlever et supprimer la reine, installer des barrières physiques.

**Les pratiques culturales.** Utiliser des essences appropriées; planter des plants sains et vigoureux; faire un arrosage adéquat avant de planter pour réduire la période de stress qui suit la plantation et utiliser le paillage; assurer une densité de plantation supérieure aux besoins puis éclaircir; utiliser des plantes sensibles pour attirer et piéger le parasite; brûler et utiliser la cendre de bois; décourager la monoculture; utiliser des extraits de plantes, etc.

**La lutte biologique.** N'est pas très populaire, mais semble prometteuse en sylviculture; introduire et développer les fourmis prédatrices; encourager la concurrence entre les espèces avec d'autres insectes, des micro-organismes ou même d'autres termites; utiliser *Bacillus thuringiensis*, *Beauveria bassiana* et les nématodes; utiliser les termites comme source d'aliments, etc.

**La lutte chimique.** Cette méthode repose surtout sur la rémanence des diènes cycliques. On utilise aussi certains autres pesticides, organo-phosphorés tels que chlorpyrifos, isofenphos ou pyréthroïdes, tels que la perméthrine. Il existe aussi des formulations d'appâts avec Mirex, des fongicides ou des régulateurs de croissance des insectes tels que Amdro et Logic. L'application de certains de ces produits en sylviculture n'a pas été pleinement évaluée (Wood & Kambal, 1989). La recherche sur l'utilisation de fongicides en agroforesterie pour couper l'approvisionnement alimentaire des termites souterraines en luttant contre les champignons symbiotiques tels que les espèces *Termitomyces* est bien documentée (Wardell, 1987). Enfin l'utilisation de pesticides à diffusion lente et contrôlée attire maintenant l'attention (Canty, non daté; Tamashiro, communication personnelle; Russel-Smith, communication personnelle et Logan & al., 1990).

## **B. Parasites des stocks**

Outre les termites, les parasites des stocks sont importants en Afrique. Ezueh (1981) reconnaissait qu'il était difficile de quantifier les pertes à cause de traditions extrêmement variables et complexes qui influent sur les pratiques d'entreposage. On estime les pertes

annuelles mondiales des grains stockés à 10 pour cent de la production annuelle (plus de 100 millions de tonnes). Selon le même auteur, des pertes allant jusqu'à 30 pour cent ont été enregistrées. Le charançon du maïs (*Sitophilus zeamais*, Curculionidés) a été observé dans plusieurs pays d'Afrique et attaque toute une gamme de produits en stocks. D'autres parasites, tels que la bruche du niébé (*Callosobruchus maculatus*, Bruchidés), le charançon plat des grains (espèce *Tribolium*, Tenebrionidés), le petit borer des grains (*Rhizopertha dominica*), le grand borer des grains (*Prostephanus truncatus*, Bostrichidés), et la mite angoumoise des grains (*Sitotroga cerealella*, Géléchiidés) pour n'en citer que quelques uns.

Whitten (1992) a reconnu que la lutte contre les parasites des stocks s'oriente généralement vers les techniques physiques et chimiques. Les tentatives des agriculteurs de lutter contre les parasites se limitent d'habitude aux stocks en vrac, et au stockage dans des récipients en argile, des gourdes et des paniers. La construction de cages est assez répandue. Le même auteur faisait observer que la lutte contre les insectes des stocks utilisait le plus souvent des techniques physiques et chimiques et que les approches biologiques n'étaient pas une stratégie d'intervention dominante. Il est vraisemblable que le stockage en vrac et en sacs se fera à l'avenir dans des récipients à fermeture hermétique, en atmosphère contrôlée, avec traitement solaire et désinfection.

Les méthodes de lutte alternatives avec des produits chimiques non synthétiques retiennent moins l'attention. L'utilisation d'extraits de plantes est commune. Mais cette approche, quoique prometteuse, doit être étudiée de près parce que le degré de toxicité de la plupart des produits antiparasitaires d'origine végétale n'est pas connu. De même on ne recommande pas de mesures dans les zones où les termites sont présentes mais ne constituent pas une menace.



Dégâts causés par *Zonocerus V.* sur les bananes, Dissa

Des informations plus détaillées sur les méthodes de lutte alternatives se trouvent dans des publications telles que *The IPM Practitioner*, (Le praticien de la lutte antiparasitaire intégrée) *Common Sense Pest Control*, (La lutte antiparasitaire et le bon sens), etc., qui constituent des références valables. Enfin, l'étude de Logan & al. (1990) est une excellente revue des méthodes de lutte alternatives et non chimiques.

---

## SECTION IV

### SITUATION ACTUELLE DES PARASITES ET ACTIVITÉS DE LUTTE DANS LES BASSINS VERSANTS

---

La documentation relative aux bassins versants et en particulier l'ethnographie, la géographie, les ressources naturelles et toute autre information pertinente se trouvent dans les études de base et autres rapports qui figurent sur la liste des références (MARA/DNFC/USAID, 1993). Mais on ne dispose pas d'information sur la situation actuelle des parasites et la lutte antiparasitaire dans la zone du projet. Aussi, pour mieux s'attaquer au problème, il est nécessaire de faire un examen rapide de la situation des parasites, des stratégies de lutte et de l'écologie.

Dans les bassins versants on distingue trois activités agricoles principales: les cultures en plein champ, le jardinage et l'apiculture. Les cultures en plein champ concernent surtout le maïs, le riz, le manioc et le fonio dans les champs extérieurs, et dans les parcelles qui sont proches ou dans les tapades, les légumes, la patate douce, le taro, le manioc, le coton, le maïs, les oranges, les bananes et les mangues.

Dans les tapades, on peut pratiquer un système de polyculture grâce à la richesse du sol qui est maintenue par les femmes qui font le compostage, l'épandage de tous les déchets organiques, et construisent des clôtures de protection contre les animaux. Cela dépend de la capacité des femmes à investir leur temps et leur travail. D'habitude, plus les femmes sont jeunes, plus le sol est riche. La diversité du terrain, la richesse du sol, la condition de la femme et les zones écologiques sont autant de facteurs qui déterminent le système de production. Lors de sa visite dans les jardins et d'après ses conversations avec les femmes, le consultant a pu faire quelques observations et soulever certaines questions.

Les jardins potagers familiaux et collectifs sont cultivés dans les tapades près des sources d'eau améliorées ou aménagées par le projet. Il s'agit là d'une activité nouvelle pour la plupart des femmes, parcequ'auparavant elles ne pratiquaient pas le jardinage. Elles manifestent leur intérêt par leur volonté d'apprendre et leur réceptivité aux apports techniques extérieurs. C'est aussi vrai dans d'autres villages, où l'eau n'est pas une contrainte.

#### A. Les termites

On a souvent considéré les termites comme étant un des problèmes de parasites les plus importants dans les bassins versants. Selon nos observations, le problème est le plus grave à Diaforé. Les termites font des dégâts sur les jeunes pousses de maïs, le riz, l'arachide, le manioc, les barrières en bois autour des vergers et des pépinières ou dans les tapades, les produits stockés, les clôtures en bois et les habitations. Bien que 33 espèces seraient en cause (K.B. Paul, communication personnelle) nous n'avons pu identifier aucune source écrite décrivant ou indiquant ces espèces et théoriquement, il n'y en aurait qu'une qui

causerait les dégâts les plus sérieux. Les genres suivants, *Macrotermes*, *Odontotermes*, *Microtermes* et *Nasutitermes*—appartenant tous à la famille des Termites—semblent prévaloir. *Bellicositermes natalensis* était la seule espèce identifiée au laboratoire de la protection des végétaux à Foulaya, Kindia. Des échantillons ont été recueillis pour une identification ultérieure.

Sur le terrain, les termites construisent des buttes de formes diverses, allant depuis la structure en forme de dôme de l'espèce *Macrotermes*, jusqu'aux monticules en forme de parapluie de l'espèce *Cubitermes* (Département de la conservation de la faune, non daté). Cette dernière semble être plus fréquente et en plus grand nombre sur les pentes latéritiques des bowal et dans certaines plaines ouvertes.

#### A1. Expérience locale dans la lutte contre les termites

La lutte contre les termites se limite d'habitude à la destruction de la termitière et à l'évacuation et à la destruction de la reine(s). Lorsque cette opération est faite par le personnel du laboratoire de la protection des végétaux, un pesticide chimique est appliqué copieusement sur la termitière avant de la sceller. Le laboratoire de la protection des végétaux à Foulaya affirme que cette méthode est très efficace (Kalabane et Camara, 1989). Sur les 1.364 termitières traitées dans les préfectures de Labé, Pita, Dalaba et Mamou, avec des formulations de Basudine 10G ou 60 CE, ou Folidol E 605 (Parathion), 1,318 étaient totalement inactivées, soit un taux de réussite de 97 pour cent. Les agriculteurs peuvent soit



La reine avec les soldats, les travailleurs et les gardes, à Diaforé

ouvrir la termitière, tuer la reine, si ils la trouvent, et exposer la colonie au soleil pour la dessécher ou aux prédateurs tels que les poules, les oiseaux et les fourmis ou encore verser une infusion faite de liège, de feuilles et de gousses de Néré (*Parkia biglobosa*), à l'intérieur du nid avant de le refermer. D'autres utilisent les cendres de la même espèce de Néré ou de Teli (*Erythrophyleum guineensis*), connus pour leurs propriétés toxiques, spécialement au Ghana et au Cameroun. Certains agriculteurs recueillent le purin de vache pour inonder la butte ouverte; d'autres utilisent aussi le pétrole ("gasoil") et la poudre noire trouvée dans les batteries. Pour protection, certains font des incantations ou déposent des talismans sur les buttes et aux environs; d'autres y enterrent des crânes de singes ou des caméléons. Enfin, on utilise aussi l'inondation: les eaux des pluies sont canalisées vers la butte ouverte pour noyer la colonie.

Selon les villageois de Hafia (bassin de Dissa, Souguéta), les trous creusés pour éliminer les termitières autour des murs des maisons constituent un refuge et une porte d'entrée pour les serpents et les rongeurs vers l'intérieur des maisons. Pour eux cela pose un problème sérieux. Les villageois faisaient état de cas où la lutte contre les termites se traduisait par des dégâts tels que la situation devenait intolérable; dans ces cas, la terre ou l'habitation est cédée aux termites.

## **A2. Rapport sur un programme de lutte à grande échelle contre les termites**

Pendant près de 30 années, la République de Guinée était en quelque sorte isolée du reste du monde ce qui s'est traduit par un repli sur soi de la communauté scientifique pour la façon de penser et de communiquer. Ceci a abouti à un manque de progrès scientifique, comme le prouve l'état rudimentaire des activités de protection des végétaux comparé avec les travaux et la documentation dans les pays voisins. Parmi les questions les plus cruciales, on cite aujourd'hui le problème des termites et des parasites des stocks et les mesures à prendre pour lutter contre ces parasites reçoivent maintenant la priorité.

En 1989, le laboratoire de la protection des végétaux, pendant sa campagne de lutte contre les termites, campagne menée en collaboration avec le projet PNUD/FAO/GUI/86/004) dans les tapades, a identifié et traité 1.364 termitières avec le Basudine 10G, 60 CE à raison de 200, 250, 300 et 350 ml ou grammes des deux formulations, et avec le Folidol E.605 à 100, 150, et 200 ml dans les préfectures de Labé, Mamou, Pita, et Daiaba. Une application additionnelle de 50 ml ou 50 g de chaque formulation a été faite dans les préfectures de Labé et de Pita à cause de l'abondance des pluies pendant la période des traitements. Selon le rapport de Kalabane et Camara, (1989) 1.314 termitières ont été totalement éradiquées, soit 97 pour cent de réussite. Sur la base des préfectures, Mamou vient en premier pour le nombre de termitières (426) suivie de Pita (341), Labé (313) et Dalaba (284) et le nombre de termitières détruites par préfecture, était respectivement de 411, 337, 290 et 280. Le laboratoire en a conclu que les pesticides utilisés étaient efficaces quelle que soit la dose utilisée. Il recommandait un second traitement au début de la saison des pluies dans les zones qui n'avaient reçu qu'un seul traitement. De plus le laboratoire suggérait que pour avoir une éradication plus totale, les conseillers ruraux devaient enseigner aux agriculteurs la façon d'ouvrir la termitière avant d'appliquer le produit chimique (Kalabane et Camara, 1989). Il convient de noter que les



agents du laboratoire avaient suivi, un cours de lutte antiparasitaire au laboratoire de la protection des végétaux de Dakar, au Sénégal, cours organisé sous les auspices de l'USAID.

En 1992, le Fonds international pour le développement agricole (FIDA) finançait un programme de lutte contre les termites dans les préfectures couvertes par le projet: Lélouma, Tougué, Koumba, Mali et Labé. Diaforé n'était pas inclus dans le projet. Il n'existe pas de rapport sur cette activité mais selon M. Baldé, les résultats ont été satisfaisants.

## **B. Les charançons et autres parasites des stocks**

Il existe plusieurs façons de stocker les produits alimentaires. Dans le cas du maïs (le principal produit stocké), on le laisse sur épis et on le place dans des sacs, sur des cages en bois à l'intérieur de la maison, ou on les accroche au cadre du plafond. Il peut aussi être séparé de l'épi et gardé dans des sacs scellés, des bassines ou des jarres en argile. Le récipient est placé soit sur la cage, soit sur un piédestal (en bois, une roche ou un autre récipient), ou simplement laissé à même le sol. Les cages à l'intérieur de la maison sont habituellement en bambou et placées au dessus du foyer, qui fournit de la chaleur et de la fumée pour écarter les parasites, mais les grains de maïs ont d'habitude une couleur noire due à la fumée et leur pouvoir germinatif pourrait être affecté.

Plusieurs insectes parasites ont été observés et en particulier le charançon du maïs, *Sitophilus zeamais* (Curculionidae, Coléoptères), les parasites des grains de l'espèce *Tribolium* (Ténébrionidae, Coléoptères), et les bruches (Bruchidae, Coléoptères), le plus souvent dans le même produit.

### **B1. Le charançon du maïs**

Ce parasite, *Sitophilus zeamais* (Curculionidae, Coléoptères) était le plus abondant et le plus fréquemment observé. Le charançon creuse les grains à l'intérieur, s'y nourrit, s'y reproduit, y dépose ses excréments et laisse une masse poudreuse. Dans les cas les plus graves, les dégâts peuvent atteindre 100 pour cent. Cependant les femmes essayent de sauver autant de grains que possible en les tamisant avant de les faire cuire. En cas d'infestation grave, les insectes peuvent se trouver à l'extérieur de la source des aliments, ce qui rend la lutte plus difficile. L'infestation peut commencer dans le champ avant la récolte. Les adultes s'accouplent et les femelles déposent des oeufs sur les grains de maïs aux stades laiteux et pâteux. Après la récolte, les larves se nourrissent sur le grain entreposé. Il peut y avoir plusieurs générations par an. Le charançon peut se déplacer à l'intérieur et à l'extérieur de l'épi, et peut aussi se loger dans les fissures et autres endroits difficiles à atteindre (par exemple à l'intérieur des tiges de bambou utilisées pour construire les cages). On l'a aussi trouvé dans le manioc où il creuse et se nourrit en laissant des trous de sortie et de la matière poudreuse que l'on trouve à l'intérieur lorsqu'on coupe le manioc en deux.

## **B2. Autres parasites des stocks**

D'autres espèces de charançons, le grand borer des grains, *Prostephanus truncatus* (Bostrichidae, Coléoptères), le petit borer des grains, *Rhizopertha dominica* (Bostrichidae, Coléoptères), et la mite Angoumoise *Sitotroga cerealella* (Géléchiidae, Lépidoptères), ont aussi été mentionnés par Saidou Baldé, le chef d'antenne de la protection des végétaux dans la province de Labé, et les dégâts sont semblables à ceux des autres.

Ces parasites attaquent un large éventail de produits, depuis le niébé, attaqué principalement par le charançon du niébé, *Callosobruchus maculatus* (Bruchidae, Coléoptères), l'arachide, le manioc et le riz. Des échantillons de maïs et de manioc prélevés au marché hebdomadaire de Linsan Saran étaient infestés ou endommagés par ces insectes.

## **B3. Expérience locale avec les produits pour la lutte contre les parasites des stocks**

Au niveau de l'agriculteur, des mesures sont rarement prises, bien qu'il y ait parfois les grains sont mélangés avec de la cendre ou du piment fort en poudre avant le stockage. On traite parfois le manioc en le faisant bouillir et sécher avant le stockage. Enfin le laboratoire de la protection des végétaux fait des applications d'Actellic en poudre à 2 pour cent de produit actif, ou d'Actellic 50 CE. Sidibé (1989) fait état d'un traitement à grande échelle en cette même année.

## **B4. Rapport sur un programme de lutte à grande échelle contre les parasites des stocks**

En octobre-novembre 1989, la même équipe participait à un projet de traitement contre les parasites des stocks dans le cadre du projet PNUD/FAO/GUI/86/004 (Sidibé 1989). La zone d'intervention était identifiée par les conseillers ruraux (agents de vulgarisation) dans les quatre préfectures mentionnées ci-dessus. Alors que 420 agriculteurs étaient identifiés, 59 seulement ont bénéficié des traitements. Au total, 122 kg d'Actellic à 2 pour cent de produit actif et 44 litres d'Actellic 50 CE ont été utilisés pour traiter 200 tonnes de produits stockés (maïs, manioc, arachide, niébé et riz). Le rapport ne mentionnait que les principaux parasites trouvés dans le maïs (*Prostephanus truncatus*, *Sitophilus zeamais*, et *Sitotroga cerealella*). Le maïs était le produit le plus communément trouvé dans les locaux d'entreposage ou le seul capable de recevoir un traitement. Les résultats obtenus ont été satisfaisants. K.B. Paul (1988) mentionne, au Rwanda, une application efficace de l'Actellic à 1 pour cent au taux de 1 g par kg de grains, ce qui équivaut à 10g/20kg de grains avec l'Actellic à 2 pour cent.

Parmi les problèmes qui ont surgi au cours de la campagne:

- On n'avait pas fait connaissance avec les agriculteurs chez qui la démonstration du traitement devait se faire

- La date de traitement était en conflit avec le calendrier de l'agriculteur (désherbage des champs, récolte, surveillance, etc.)
- Dans certains foyers, les sacs étaient en nombre insuffisant pour contenir le produit à traiter
- Les agriculteurs opposaient une certaine résistance pour prendre les mesures recommandées
- La technique n'était pas compatible avec les méthodes de lutte traditionnelles.

L'équipe de la protection des végétaux a prévu de résoudre ces contraintes dans les opérations futures.

### C. Autres parasites trouvés dans les tapades et moyens de lutte préconisés

**Les sauterelles.** Leurs attaques se limitent aux bords des jardins potagers. L'espèce la plus fréquente était la "sauterelle puante", *Zonocerus variegatus*, (Acrididae, Orthoptères). La sauterelle sénégalaise, *Oedaleus senegalensis*, (Acrididae, Orthoptères) n'a pas été observée mais on l'a signalée. On a observé des traces d'attaque sur les aubergines et le manioc. Les sauterelles se trouvent généralement en nuées ou sont réparties au hasard le long des bordures des parcelles, et migrent à partir des herbes adventices ou des cultures voisines à maturité. En principe on ne les traite pas, sauf en plantant du manioc amer, qui, selon les observations est attaqué par les sauterelles.

**Les mouches des fruits.** La mouche *Ceratitis capitata* (Tephritidae, Diptères) a été observée sur les fruits des orangers et des manguiers ainsi que sur les légumes. Les adultes pondent les oeufs dans le fruit qui constitue la nourriture de la larve et qui subit une attaque secondaire par des micro-organismes. Les fruits endommagés tombent sur le sol et pourrissent, ce qui constitue une perte économique considérable. Les agriculteurs ne font aucun traitement chimique, et la seule méthode utilisée consiste à détruire le fruit endommagé.

**L'aleurode du manioc.** *Phenacoccus manihoti* (Coccidae, Homoptères). Les formes fixées de l'aleurode causent des dégâts importants au manioc. Lorsque l'attaque est sévère, les feuilles et les tiges sont couvertes d'une matière poudreuse blanche. L'aleurode se nourrit en suçant et en couvrant les stomates des feuilles, il affaiblit la plante qui flétrit et meurt. Des dégâts semblables causés par les cochenilles ont été observés sur les manguiers et les agrumes. L'agriculteur ne fait aucun traitement chimique. L'IIAT fait des recherches sur des variétés résistantes à l'aleurode et sur la dissémination de prédateurs naturels tels que la guêpe parasite *Epidinocarsis lopezi*, qui est déjà utilisée dans 24 pays d'Afrique (IIAT, 1990).

**La punaise du coton** *Dysdercus volkeri* (Lygeidae, Hémiptères) a été observée par l'équipe du bassin versant de Koundou. Elle attaque le riz pendant le remplissage du grain en perçant et suçant le grain laiteux, laissant un paddy vide. Sa présence provient sans doute

de la proximité du coton où elle attaque les capsules avant la maturation. Ceci entraîne une décoloration de la fibre et diminue sa qualité. Aucun traitement chimique n'a été observé sur le riz.

**Les chenilles de *Cleptophlebia leucotreta*** (Tortricidae, Lépidoptères). Le chef d'antenne de Labé note que le dommage causé par le papillon adulte commence lorsque la femelle dépose ses oeufs sur le jeune fruit de l'oranger au début de son développement. Après l'éclosion, la larve s'enfonce dans le fruit pour s'y nourrir et croître. En dernière phase, la larve sort du fruit, et forme une pupa sur le sol près du tronc. Le fruit endommagé tombe sur le sol. Des pertes importantes ont ainsi été enregistrées. L'identification a été faite par le laboratoire de la protection des végétaux à Foulaya, Kindia, et des recherches sont faites pour le suivi et la lutte contre ce parasite. Sa présence peut aussi être liée au coton, parce que la chenille se nourrit à l'intérieur de la capsule. A l'heure actuelle, la lutte consiste à enlever la chenille du fruit à la main et à la détruire.

**Les fourmis tisseuses** (Formicidae) sur les manguiers et les agrumes. Les fourmis rouges observées et décrites à Lisan Saran sont plus un ennui qu'un parasite économique. Leur comportement territorial s'exprime en attaquant les intrus, à tel point que les agriculteurs sont parfois incapables de grimper à leurs arbres. Leurs nids sont faits de feuilles incurvées, entourées d'une toile en soie, produite par les larves à partir de leurs glandes à soie. Elles élèvent des cochenilles à l'intérieur du nid et se nourrissent du miellat sécrété par ces cochenilles (Holldobler, 1990). Aucun moyen de lutte n'a été mentionné.

Il semble que les espèces observées soient *Oecophylla longinoda*, la fourmi tisseuse africaine (Formicidae) déjà décrite dans le vieux monde; *Oecophylla smaragdina* est une autre espèce que l'on trouve en Inde, dans le Queensland en Australie, et aux Iles Salomon (Holldobler, 1990). Ces fourmis ont été utilisées pendant plus de 1.600 années en Chine (voir "le praticien de la lutte antiparasitaire intégrée", 1992), pour lutter contre les parasites des agrumes, des manguiers et plusieurs autres arbres fruitiers tropicaux et subtropicaux. Elles sont connues pour être "violentes, agressives, se déplaçant d'arbre en arbre pour chasser leur proie." En Chine, les agriculteurs utilisent des tiges de bambou comme ponts pour que les fourmis puissent facilement passer d'un arbre à l'autre. Ceci pourrait être un sujet de recherche appliquée pour lutter contre *Cleptophlebia leucotreta* dans les agrumes. On les testé au Ghana et on a trouvé que cela réduisait l'incidence de la plupart des maladies virales et fongiques du cacao, en supprimant les poux (mirides) qui sont les vecteurs des agents pathogènes et autres insectes qui se nourrissent des tissus et de la sève.

L'équipe de la protection des végétaux signalait certaines difficultés telles l'absence d'une identification précoce des agriculteurs qui pourraient recevoir le traitement en démonstration; un mauvais choix du temps de l'opération (les agriculteurs étant occupés au désherbage, à la surveillance des champs et à la récolte, etc.); le manque de sacs pour le stockage avant le traitement pour la plupart des agriculteurs; et le fait que certains hésitaient à abandonner les méthodes traditionnelles ou à essayer le traitement chimique proposé. L'équipe reconnaissait ces facteurs limitant et prévoyait d'en tenir compte en organisant des opérations similaires.



---

**SECTION V**  
**STRATÉGIE DE LA LUTTE ANTIPARASITAIRE**  
**ET LEGISLATION SUR LES PESTICIDES**

---

L'information contenue dans cette section est une synthèse des visites et des entretiens que nous avons eus avec les services de la protection des végétaux au niveau national et préfectoral, les agriculteurs et le personnel du projet GRN de Guinée, et de la documentation provenant de diverses sources accréditées.

**A. Organisation et fonction de la Division de la protection des végétaux (DPV)**

La division de la protection des végétaux est placée sous la Direction générale de l'agriculture (DGA), au Ministère de l'agriculture et des ressources animales (MARA). A sa tête se trouve un directeur basé à Conakry. Le directeur est chargé d'appliquer la réglementation et le contrôle des pesticides, ainsi que de tenir les agents au courant des techniques d'utilisation. Il est aidé par le laboratoire national de la protection des végétaux situé à Foulaya, dans la préfecture de Kindia, et qui s'occupe de recherche fondamentale et appliquée. Le personnel du laboratoire travaille avec les agriculteurs, les compagnies de produits chimiques qui produisaient autrefois des pesticides et des bailleurs de fonds pour les projets. Ils font de la formation et fournissent un appui technique au mieux de leur capacité. Les visites à la station de Labé, antenne du service de la protection des végétaux et au centre de recherches entomologiques de Foulaya montrent que les agents bénéficieraient grandement d'une formation de longue ou de courte durée et d'un minimum d'appui logistique; leur performance s'en trouverait sûrement améliorée. Le chef de la station—ou "chef d'antenne"—de Labé, M. Saidou Baldé serait un bon candidat, compte tenu de ses dix années d'expérience dans la lutte contre les termites et de la motivation et de l'intérêt qu'il manifeste envers la lutte antiparasitaire. Le laboratoire de Foulaya fait aussi des tests de sélection des pesticides et fait des recommandations selon les résultats obtenus. La division de la protection des végétaux est représentée dans chacune des cinq provinces par un chef d'antenne et son adjoint. Dans chacune des 35 préfectures il y a trois agents de la protection des végétaux et dans les 336 sous-préfectures les agents de vulgarisation du MARA servent de liaison entre le service de la protection des végétaux de la préfecture et les agriculteurs dans leur zone d'activité.

Le chef d'antenne est généralement un agronome diplômé du Département de l'Agronomie de l'Université de la Guinée et son adjoint peut avoir la même formation ou venir d'une école professionnelle agricole. Les deux ont une formation générale en protection des végétaux qui leur vient de leur expérience sur le terrain, de la documentation, de leurs contacts avec les agriculteurs et des séminaires de courte durée. Le chef d'antenne et son adjoint font le suivi et la coordination de toutes les préfectures de la province, et sont responsables devant le laboratoire de Foulaya. Le chef d'antenne est aussi en contact avec les projets qui fonctionnent dans sa zone de travail. Il agit comme conseiller ou consultant, et participe parfois aux activités de lutte antiparasitaire dans un programme ou projet donné.

A Labé le moyen de transport du chef d'antenne se limite à une motocyclette utilisée pour couvrir toute la province. Depuis 1989, aucun fonds n'ont été alloués pour les activités de supervision (suivi, exploration, etc.)

Au niveau de la préfecture, un agent de protection des végétaux et deux adjoints ont la charge des activités de la lutte antiparasitaire. Ils sont responsables devant le chef d'antenne de la province. Selon les agents, chaque préfecture dispose d'une unité de stockage où les pesticides et l'équipement d'application sont entreposés. Lors d'une visite à une préfecture, les consultants ont noté que les deux agents rencontrés avaient un niveau de compréhension de la lutte antiparasitaire assez limité.

Le consultant n'a rendu visite à aucun service agricole de sous-préfecture, mais il lui a été dit que les activités de protection des végétaux étaient exécutées par des agents de vulgarisation qui sont responsables devant le superviseur de la préfecture. Ces agents sont ceux qui sont plus en contact avec les agriculteurs. Mais à cause du manque de transport et de motivation, le suivi périodique des parasites n'est pas bien documenté.

Le tableau qui suit indique la structure de la division de la protection des végétaux en Guinée:

Ministère de l'Agriculture et Ressources Animales (MARA)

Direction Générale de l'Agriculture - DGA

Division de la Protection des Végétaux — DPV

Contrôle et législation phytosanitaire

Protection des végétaux et procédures d'enregistrement

Inventaire et suivi des ennemis des cultures

Evaluation des pertes après récolte et en entrepôt

Province (Niveau régional)

Laboratoire de la protection des végétaux et des stocks à Foulaya, Kindia.

Cinq antennes du laboratoire de la protection des végétaux et des stocks: Labé, Boké, Kankan, Nzérékoré et Kissidougou

Préfectures (35 au total)

Labé, Boké, Kankan, Nzérékoré, Kissidougou, Conakry I, Conakry II, Conakry III, Tougué, Koubia, Dalaba, Mamou, Koundara, Pita, Coyah, Gaoul, Forécariah, Faranah, Lélouma, Boffa, Dabola, Mali, Kouroussa, Gueckédou, Dubréka, Siguiri, Macenta, Fria, Kindia, Mandiana, Lola, Telimélé, Kérouane, Yomou, and Beyla.

## **B. Procédures d'homologation des pesticides**

La loi L/92/028/CTRN du 6 août 1992 régleme les procédures d'homologation des pesticides (Voir annexe B). Le décret présidentiel D/94/044/PRG/SGG du 22 mars 1994, ratifie et exécute la loi d'homologation des pesticides (annexe C).

La loi d'homologation des pesticides comprend quatre titres:

Le **Titre I** contient deux sous-titres et traite d'informations générales de base (définition de termes de référence).

Le **Titre II** contient 11 sous-titres qui décrivent et définissent la politique de la lutte antiparasitaire dans le pays. Les prévisions concernent l'importation, le conditionnement, le stockage, les essais de sélection, la création d'un comité d'homologation, les altérations chimiques, physiques ou biologiques des formulations des pesticides, les intentions d'utilisation, les restrictions d'utilisations, l'emballage, la gestion des pesticides par des représentants commerciaux accrédités, etc.

Le **Titre III** contient sept sous-titres et traite des amendes et autres pénalisations pour mauvaise utilisation ou mauvaise gestion.

Le **Titre IV** avec ses deux sous-titres réaffirme les dispositions générales et établit ce document comme loi nationale.

Certains pesticides ne sont plus autorisés à pénétrer dans le pays, et leur utilisation est soit restreinte soit interdite. Le chargé de programme de la FAO à Conakry nous a donné une liste de six pesticides que la Guinée a classé comme pesticides consentis avant information, dans le cadre du Code international de conduite pour la distribution et l'utilisation des pesticides (MARA #2653/MARA/CAB; 1993):

Chlordane	Éthylène dibromide (EDB)
Chlordimeform	Heptachlore
Cyhexatin	Composés mercuriques

*Ces produits ne doivent donc pas être utilisés dans les zones du projet GRNG.*

La loi L/92/027/CTRN du 6 août 1992 (annexe A), régit la quarantaine pour le matériel végétal importé ou exporté. Cette loi prévoit l'obligation de présenter une déclaration et un certificat phytosanitaire légal affirmant que le produit (plante, fruit ou sous-produit) a été traité et est libre de toute infestation potentielle. Cette certification doit être dûment vérifiée par les inspecteurs phytosanitaires nommés par la division de la protection des végétaux. En théorie, ce contrôle s'effectue à tous les ports, aéroports et sur les routes principales aux frontières, mais lors de la visite du consultant à la division, la loi n'avait pas encore de décret d'application.





Démonstration avec participation des agriculteurs à Diaforé

### C. Pesticides utilisés ou en stock

Selon le chef d'antenne à Labé, les pesticides mentionnés ci-dessous sont ceux qui sont le plus souvent utilisés en Guinée. Ils ont reçu l'autorisation du laboratoire.

Les pesticides sont classés en catégories selon leur toxicité, généralement exprimée par la quantité de pesticide (en mg) par kg de poids de corps à laquelle une certaine population d'animaux de laboratoire doit être exposée (par voie orale, cutanée ou par inhalation) pour avoir un taux de mortalité de 50 pour cent (dose létale ou DL 50). Moins il faut de pesticide, plus celui-ci est toxique, et plus basse est la catégorie dans laquelle il est classé (catégories I, II, III et IV). Le libellé sur l'étiquette dépend aussi de la catégorie dans laquelle le pesticide a été classé (par exemple: dangereux, attention, précaution).

**Table 1. Classification de la toxicité des pesticide par catégorie et DL50 (mg/kg)**

Cat.	Description	DL50 orale (mg/kg)		DL50 cutanée (mg/kg)	
		Solide	Liquide	Solide	Liquide
Ia	Extrêmement dangereux	> 5	< 20	10	< 40
Ib	Très dangereux	5-50	20-200	10-100	40-400
II	Attention	50-500	200-2000	100-1000	400-4000
III	Précaution	> 500	> 2000	> 1000	> 4000

Source: Wilma Arendse et al. Agrodok-séries n° 29. Agromisa. CTA. 1989.

**Table 2. Estimation de la dose létale pour les humains, en fonction des valeurs DL50**

DL50 Oral (mg/kg)	Dose létale estimée
< 50	Quelques gouttes ou la pointe d'un couteau
5-50	De quelques gouttes à une cuillerée à café (5 ml)
50-500	D'une cuillère à café à 2 cuillères à soupe (5-30 ml)
500-5000	de 30 ml à 0.5 l

Source: Wilma Arendse et al. Agrodok-séries n° 29. Agromisa. CTA. 1989.

Dans la préfecture de Labé, lors d'une visite à l'unité de stockage et d'un entretien avec les agents de la protection des végétaux, on a pu dresser l'inventaire des produits antiparasitaires suivants:

*Sumithion 50 CE (Fenitrothion)*: Insecticide organo-phosphoré à grand champ d'action utilisé contre les parasites des cultures en plein champ, les criquets, les sauterelles et les termites.

*Ofunack 40 CE (Pyridaphenthion)*: Insecticide organo-phosphoré à grand champ d'action et à faible toxicité envers les mammifères, homologué pour le riz, le coton, les haricots, les pommes de terre, le maïs, les fruits et les jardins. Il est compatible avec la plupart des insecticides et fongicides. Don du Japon et fabriqué par Mitsui Toatsu Chemicals Inc., il n'est pas en vente aux États-Unis et ne figure pas dans le *Rainbow Report* (Rapport Arc-en-ciel) de l'Agence des États-Unis pour la protection de l'environnement (EPA) sur le statut des pesticides homologués et soumis à un examen spécial. Aussi le projet GRNG ne doit pas l'utiliser.

*Oftanol 5G (Isofenphos)*: Hautement toxique (catégorie I). Insecticide organo-phosphoré à grand champ d'action. Pas recommandé.

*Basudine 60 CE et 10G (Diazinon)*: Insecticide organo-phosphoré à grand champ d'action, classé catégorie II (rats, voie orale), III (cutanée et inhalation), IV (irritation). Il est dangereux pour les poissons et la faune. Cependant le "rapport arc-en-ciel", de mars 1992, autorise son utilisation en attendant d'avoir plus de données. Il est utilisé dans la lutte contre les termites par le laboratoire de la protection des végétaux, à raison de 200-350 ml/termitière pour la formule 60 CE, et 200-350g/termitière pour la formule 10 G avec un succès égal. La quantité utilisée variait selon la dimension de la termitière.

*Folidol E. 605. Parathion. A ne pas utiliser pour le projet GRNG.*

*Dursban (Chlorpyrifos et Chlorpyrifos-méthyle)*: Insecticide organo-phosphoré à grand champ d'action homologué pour utilisation sur les cultures de grains, les produits stockés, les entrepôts vides, les habitations, les structures en terre, en application directe sur les eaux stagnantes, les volailles, les moutons et les chiens, le bétail à viande, les fruits et légumes, etc. La forme méthyle est moins toxique: 1.530 mg/kg par voie orale ou plus de 2.000 mg/kg par voie cutanée (catégorie III). Il existe sous forme de concentré émulsifiable ou de poudre. Pour les termitières ouvertes et refermées après traitement, utiliser de préférence la formule en granulés à raison de 200 à 400 g/termitière, selon sa dimension. La formule en poudre est préférable à la formule CE.

*Actellic 2 pour cent (Pirimiphos-méthyle)*: Insecticide organo-phosphoré très utilisé contre les parasites des stocks, avec une toxicité de 2,050 mg/kg par voie orale (catégorie III) et de 1,505mg/kg par voie cutanée (catégorie II), et irritation (catégorie III). Il est toxique envers les poissons et la faune. Homologué pour le maïs, le riz, le blé et le sorgho en stocks. Il a des effets adverses chroniques prouvés et n'a aucune tolérance domestique; il est proposé pour encourager l'utilisation des grains traités. Il est largement utilisé dans plusieurs pays d'Afrique de l'ouest, y compris la Guinée.

*Super Homai 70 pour cent, poudre mouillable (Kitazin)*: Il s'agit d'un fongicide et insecticide composé de 35 pour cent de méthylthiophanate, 20 pour cent de Thirame, et 15 pour cent de Diazinon. Aucune information additionnelle n'était disponible; cependant, il semble prometteur pour le traitement des semences mais pas pour les produits alimentaires. C'était un don de la Nippon Soda Co. Ltd., Tokyo, Japon. Son utilisation peut être recommandée parce qu'il est homologué et est en bonne position auprès de l'EPA.

Parmi les autres pesticides:

*Diphacinone 0.005 pour cent (Yasodion)*: Raticide à action anticoagulante. Cadeau de Ohtsuka Chemical Industrial Co. Ltd, Japon.

*Dithane M.45 à 80 pour cent (Mancozeb)*: Fongicide. De la société Rohm & Haas.

*Jet VP 30 pour cent (Dichlorvos)*: Fumigant. De Nippon Soda Co. Ltd.

*Cyhalothrin 100 G/L CE (Cyhalone 10CE)*: Insecticide dérivé du pyréthre.

*Cyfluthrine EC 050*: Insecticide dérivé du pyrèthre

#### D. Autres pesticides ou méthodes de lutte non chimiques

Dans ce paragraphe nous nous pencherons sur les insecticides botaniques, les pesticides biologiques, les pesticides synthétiques appliqués à des doses réduites, les méthodes innovatrices d'application des pesticides et la rotation des pesticides pour éviter que les parasites ne deviennent résistants.

Les insecticides botaniques sont des insecticides dérivés de matériel végétal. Les agriculteurs les ont utilisés pendant des siècles avec un certain succès, et les scientifiques modernes les redécouvrent comme un moyen d'éviter les pesticides synthétiques. Un autre avantage est qu'on peut les produire à bas prix, dans de petites exploitations, à partir de fleurs, de feuilles, de tiges et de racines, ou bien de façon industrielle. A la mi 1993, les insecticides naturels suivants ont été homologués par l'EPA aux États-Unis, et la plupart d'entre eux se trouvent dans le commerce. Il s'agit de **l'azadirachtine** (ingrédient insecticide primaire extrait du Neem), **la capsaïcine** (extraite des piments forts), **l'ail**, **l'huile de sésame**, **le roténone**, **le pyrèthre**, **la ryania** et **la sabadilla**. Certaines caractéristiques de leur homologation (par l'EPA aux États-Unis), les dérivés, la catégorie de toxicité et les valeurs de la DL50 par voie orale et cutanée sont résumés dans la table 3 à la page suivante. Leur toxicité est relativement faible, et on peut donc penser à les utiliser en Guinée, mais seulement après des tests suffisants. *Des insecticides dérivés de plantes et non homologués aux États-Unis par l'EPA ne peuvent pas être recommandés aux agriculteurs ou faire l'objet d'une promotion commerciale lorsque les fonds engagés proviennent des USA. Toutefois, une utilisation expérimentale sur moins de 4 hectares est autorisée.*

La table 3 présente les produits d'origine botanique actuellement homologués par l'EPA.

Doses d'applications réduites. Il arrive parfois que des doses de pesticides synthétiques inférieures aux doses recommandées ont un effet satisfaisant contre les insectes. Par exemple, les essais de lutte contre les termites financés par la FAO dans la région de Labé ont montré qu'il n'y avait pas de différence dans l'éradication des termites, entre 200 g et 400 g de Basudin par termitière. On doit donc choisir la dose la plus faible.

Les pesticides biologiques. Il s'agit des virus, bactéries, champignons et protozoaires et de produits chimiques analogues aux produits biochimiques qui apparaissent naturellement, tels que l'ivermectine. Les pesticides biologiques qui ont le potentiel le plus immédiat en Guinée sont les champignons *Beauveria* et *Metarhizium*. Certains agents pathogènes se sont révélés très prometteurs comme agents de lutte contre les sauterelles.

#### Autres méthodes pour la lutte antiparasitaire

- Lutte biologique: conservation, augmentation, inoculation et manipulation de l'habitat avec des parasites, prédateurs et agents pathogènes

**Table 3. Caractéristiques des insecticides botaniques homologués par l'EPA**

Nom de l'insecticide	Plante d'origine	Homologation	Catégorie de toxicité	DL50 Orale/cutanée (mg/kg)
Azadirachtine	<i>Azadirachta indica</i>	sur fruits, légumes, racines, tubercules	IV	> 5000/ > 2000
Capsaïcine	<i>Capsicum frutescens</i>	'sauce piquante' éloigne les animaux	III	- / -
Ail	<i>Allium sativum</i>	'barrière d'ail' légumes, agrumes	-	- / -
Sesame oil	<i>Sesamum indicum</i>	'Sesamex' produit en synergie avec le pyrèthre	III	2000-2270/ -
Pyrèthre	<i>Chrysanthemum cinerariaefolium</i>	Nombreux produits alimentaires, stocks, grains, et animaux de maison	III	1500/ > 1800
Ryania	<i>Ryania speciosa</i>	Nombreux produits, thrips des agrumes borer du maïs, chenilles des fruits	III	1200/ -
Sabadilla	<i>Schoenocaulon sp.</i>	- -	III	- / -
Rotenone	<i>Derris, Tephrosia, Lonchocarpus</i>	Nombreux produits, poussières des jardins, tiques	III I	132-1500/ - formulation EC

Note: le trait d'union indique qu'on n'a pas de données. L'étiquette de la "barrière d'ail" est marqué du signe "AVEC PRÉCAUTIONS" et recommande d'éviter le contact avec les yeux, et s'il y a eu contact de rincer abondamment avec de l'eau. Le récipient vide et bien rincé peut être évacué avec les ordures ménagères.

- Résistance des plantes (naturelles, et acquise dans des programmes de sélection)
- Manipulation de l'environnement: écartements des semis, cultures intercalaires, dates de semis et de récolte, rotation des cultures, gestion de l'eau, gestion des engrais, préparation du sol, désinfection, cultures pièges
- Lutte physique et mécanique: écrans, pièges, emballages protecteurs, barrières, traitement à la flamme et brûlage, ramassage à la main
- Produits d'attraction ou de répulsion

#### **E. Compagnie de fabrication de pesticides ou représentation et manutention**

A l'heure actuelle, la Guinée n'a pas d'usine de fabrication ou de reformulation et d'emballage pour les pesticides. Selon le chef d'antenne de Labé, la plupart des pesticides dans le pays sont des cadeaux de pays donateurs comme le Japon. Tous les stocks de pesticides sont entreposés au siège national ou dans les entrepôts des préfectures. Les pesticides sont délivrés sur requête d'un agent de la protection des végétaux avec l'approbation d'un de ses supérieurs.

Des fabricants tels qu'ALM International (qui se trouve dans plus de 26 pays africains) sont représentés en Guinée par SAREF International, à Conakry. Selon M. Aref Talal, le directeur des produits chimiques, la SAREF fournit des produits phytosanitaires, vétérinaires et pharmaceutiques de plusieurs compagnies auxquelles elle est liée (Bayer, Sanoufi, ICI, Marubeni, 30 pour cent de Dow-Elanco). Actellic est aussi vendu par la compagnie ainsi que l'équipement de protection (applicateurs, habits, gants, lunettes, masques, etc.). La SAREF vend à la fois au gouvernement et aux utilisateurs privés (propriétaires de maisons, agriculteurs) et fournit une assistance technique par l'intermédiaire de son système d'appui dirigé par un agronome/spécialiste des pesticides. Il existe des registres pour les divers produits.

Nous n'avons pas pu visiter les entrepôts de la SAREF parce que c'était le dimanche, mais M. Talal nous a dit que les pesticides étaient stockés dans un dépôt adjacent au siège de la société. Comme la compagnie se trouve au centre de Conakry, ceci représente un sérieux danger qui doit être évité. Lorsque nous avons posé la question de l'évacuation des pesticides après la date d'expiration, il nous a été répondu que la compagnie n'avait pas ce problème, parce qu'elle évite d'avoir des excédents en stock en passant séparément chaque commande autorisée avec livraison dans les deux semaines. Les auteurs du présent rapport en ont conclu que la compagnie n'avait pas de site d'évacuation ou de décharge ni de stratégie de gestion des déchets imprévus.

D'autres compagnies, telles que Ciba Geigy et Rhône-Poulenc seraient représentées en Guinée, mais nous n'avons pas pu le vérifier et les localiser.

## **F. Visite à l'entrepôt des pesticides de la préfecture de Labé**

L'entrepôt des pesticides de la préfecture de Labé est construit avec des blocs de béton, et muni de serrures solides. L'aération est insuffisante. Les pesticides sont entreposés en fûts de 200 ou de 20 litres pour les formules liquides, et dans les boîtes d'origine et des sacs en papier ou en plastique pour les poudres et les granulés. Deux récipients en plastique d'huile végétale étaient utilisés pour stocker des restes d'Ofunack 40 CE provenant d'une utilisation antérieure. Les produits de fumigation étaient maintenus dans leurs récipients métalliques d'origine. Un nouveau pulvérisateur de grande taille était encore dans son emballage d'origine. Il n'y avait pas de source d'eau ni dans l'entrepôt ni autour du bâtiment pour des douches d'urgence.

Le bâtiment est assez grand pour devenir un entrepôt amélioré. Il n'y a pas d'étagères pour y placer les pesticides et ceux-ci partagent le même bâtiment avec d'autres matériaux tels que du contreplaqué, du ciment et autres produits sans rapport, ce qui pourrait entraîner des empoisonnements. Le plancher de ciment doit être nettoyé et sans poussière parce que la circulation pourrait la soulever et la faire respirer. Il n'y avait aucun panneau d'avertissement sur la porte ou autour du bâtiment, mais l'entrée était bien protégée. Un panneau portant un avertissement (Attention! Danger!) devrait être installé. L'entrepôt doit aussi être entouré d'une clôture pour écarter le bétail errant et les enfants.

On nous a dit que certains produits étaient expirés, mais n'avaient pas pu être évacués et étaient restés dans l'entrepôt. Lorsque nous avons posé la question des décharges, les agents nous ont répondu qu'il n'y avait ni politique ni installation pour évacuer les déchets. Ce problème n'est pas unique à la Guinée, et une activité ou un projet de gestion environnementale devrait s'en occuper, et organiser en même temps des cours de formation sur les pesticides pour les techniciens locaux.

NB: Au cours de l'entretien avec l'équipe de la préfecture de Labé, entretien qui a duré près de trois heures, il s'est avéré que deux agents sur les trois agents présents (le chef de l'antenne protection des végétaux était absent) n'avaient pas de connaissances adéquates sur les parasites et la lutte antiparasitaire. C'est là un sujet de préoccupation sérieux qui doit être résolu avant de leur confier des tâches de supervision dans les campagnes de lutte antiparasitaire à grande échelle. En fait, ils ont demandé à recevoir une meilleure formation et des habits de protection (que l'on n'a trouvé ni dans les bureaux de la province ni dans ceux des préfectures).

---

## SECTION VI

### DISCUSSION ET RECOMMANDATIONS

---

#### A. Discussion

En général, les agriculteurs interrogés hésitaient tout d'abord à décrire les divers moyens de lutte contre les parasites qu'ils mentionnaient. Ceci n'était pas surprenant, des rumeurs couraient d'une aide possible en utilisant des produits chimiques. Puis il devenait clair que la gravité de la situation des parasites dans les trois bassins versants varie selon l'écologie de la zone, la disponibilité des terres et les pratiques de la gestion des terres et de la lutte antiparasitaire.

Le bassin de Dissa semble être le moins affecté par les termites, même si leur présence était évidente. Les agriculteurs se souciaient beaucoup plus des attaques sporadiques de sauterelles dans les jardins potagers et les pépinières de manioc, et des charançons dans le maïs et le manioc entreposés. On pouvait lutter contre les sauterelles non adultes en piégeant celles qui se trouvaient à l'extrémité du champ en plantant des rangées pour les empêcher de progresser plus avant. Il serait plus sûr d'utiliser le Diazinon ou le Fénitrothion sous forme d'appâts plutôt que sous forme de concentrés émulsifiables. L'agriculteur peut aussi briser le sol pour empêcher les sauterelles femelles de déposer leurs oeufs et détruire les dépôts d'oeufs déjà existants, ce qui exige que l'on connaisse leurs habitudes de ponte. Dans les habitations, on peut utiliser des méthodes physiques et mécaniques pour lutter contre les termites. Ces approches sont décrites ci-dessous.

Les techniques de stockage peuvent être améliorées en appliquant quelques mesures de précautions simples. La plupart des produits dans les maisons étaient stockés à même le sol en boue ou dans des cages ("miradors") de bambou, qui portent eux-mêmes des trous de sortie des charançons xylophages. Il faut inspecter les lieux pour déceler les infestations avant de stocker. La sélection des graines alimentaires et des semences à stocker doit se faire dans le champ.

Dans le bassin versant de Koundou, on pouvait noter l'activité de charançons, de vers des fruits et de fourmis sur les agrumes et les manguiers. Il y avait des termites, mais elles ne semblaient pas poser de sérieux problèmes. Les jardins collectifs constituent des sites idéaux pour la formation. Les femmes sont très intéressées et pour la plupart d'entre elles le jardin potager est une activité nouvelle. Le compostage, l'épandage de cendres et le suivi plus fréquent des insectes nuisibles et utiles dans le jardin constitue de bonnes pratiques. Comme c'était la saison sèche, le jardinage n'était pas suffisant pour évaluer pleinement le problème des parasites, mais voir les fourmis attaquer les termites et la présence des mouches tachines (mouches dont les larves attaquent d'autres insectes) était une excellente occasion de présenter aux femmes le concept de la lutte biologique.



Dans le bassin versant de Diaforé, les termites—ainsi que la pénurie d'eau—étaient le principal sujet de préoccupation. Le manque de terre arable et la surexploitation (par réduction de la jachère) des champs extérieurs ont poussé l'homme et le parasite à se concurrencer directement pour les cultures. Les villages de cette zone sont déjà très pauvres. Dans le passé ils s'appuyaient sur les ventes des oranges vers le Sénégal pour leur revenu et utilisaient le manioc, le maïs, l'arachide et les légumes pour leur propre nourriture. Avec la gravité des attaques des termites et de *Cleptophlebia leucotreta* (larve de papillon qui attaque les oranges), on a enregistré une chute dramatique tant du revenu que des réserves alimentaires disponibles.



Chambre de la reine des termites, Diaforé

Faire l'analyse de la rentabilité du traitement sur les cultures de subsistance est superflue parce qu'on ne peut chiffrer la valeur d'une activité non lucrative. L'infestation de la zone n'est pas suffisamment sévère pour justifier le recours au traitement chimique dans toute la zone; cependant on peut conseiller un traitement ponctuel de certaines termitières importantes bien choisies. Ceci viendrait en complément d'activités antérieures réalisées par d'autres projets (PNUD/FAO en 1989). La grande campagne de lutte contre les termites, financée par l'IFAD en 1992 n'a pas couvert le bassin versant de Diaforé, sauf pour la partie située dans la préfecture de Tougué. Aucune information supplémentaire n'a pu être obtenue sur ce sujet.

D'une façon générale, chaque bassin versant peut faire des stocks de semences plus en sécurité en utilisant les techniques de stockage améliorées qui existent déjà dans la région. De plus l'utilisation sur les produits non alimentaires (semences). des traitements suivants d'habitude réservés aux semences:

- Actellic à 1 ou 2 pour cent au taux figurant sur l'étiquette pour les produits alimentaires,
- Un produit binaire (combinaison de fongicide et d'insecticide) tels que Super Homai (qui se trouve déjà en stock)

améliorerait la viabilité et la stabilité des stocks.

## **B. Recommandations pour un programme de lutte antiparasitaire intégré**

### **B1. Traitement des termites**

Les pesticides chimiques synthétiques et en particulier les hydrocarbures chlorés rémanents sont le moyen de lutte le plus courant contre les termites. Cependant, les dangers qu'ils présentent constituent un inconvénient majeur et il faudrait explorer des approches alternatives. Dans les pays d'Afrique, les pesticides ne sont pas bien réglementés et ne sont pas toujours disponibles ou utilisés de façon appropriée. Ce sont encore des dons de l'assistance étrangère et ils sont souvent appliqués par des agents des gouvernements avec peu de participation de la part des agriculteurs. Par contre les agriculteurs ont mis au point certaines pratiques locales et moins toxiques, qui dans certains cas ont donné des résultats surprenants.

#### **B1a. La lutte dans les champs et les tapades**

##### **B1a(1). Destruction mécanique et traitement chimique des termitières**

Il faut inspecter la termitière pour voir s'il y a des signes d'activité à l'intérieur ou tout autour. On doit pouvoir trouver des ouvriers, des gardiens et soldats près d'excavations récentes, des activités de forage à l'aube ou tard le soir, et la présence de prédateurs d'insectes autour des termitières (libellules, fourmis, oiseaux, petits reptiles, etc.). Lorsque la présence des termites a été confirmée, on ouvre la termitière en la sectionnant au premier tiers à partir du sommet et en creusant une tranchée vers le centre pour atteindre la ou les chambres de la reine. Après avoir retiré la reine, on applique 200 g de Diazinon 10G par monticule ou on pulvérise du Chlropyrifos sur le nid pour atteindre les galeries. Si on ne dispose pas de ces produits chimiques, on dépose dans le nid des extraits de Néré ou de Téli ou autres produits toxiques d'origine végétale (sous forme de solution liquide, de cendre, ou de matière broyée) avant de le refermer. Le volet agroforestier du projet doit aussi encourager l'introduction et la plantation d'arbres tels que des Neem ou *Azadirachta indica*, *Cassia siamea*, quelques espèces d'*Euphorbia*, *Acacia*, et *Terminalia*, connus pour leur aptitude à résister, repousser ou tolérer les attaques de termites. Ces plantes, en plus d'espèces indigènes telles que le Néré (*Parkia biglobosa*) et le Téli (*Erythrophleum suaveolens*), pourraient être utilisés pour le reboisement et le traitement des termitières. La termitière traitée doit être marquée en utilisant des panneaux, des branches et autres moyens pour tenir les humains et les animaux à l'écart. Il faut aussi faire un suivi régulier pour déceler tout phénomène lié au traitement appliqué et pour évaluer son efficacité.

### **B1a(2). Utilisation comme source d'aliments**

Après que la termitière active ait été ouverte et que la reine ait été enlevée et tuée, on la laisse exposée aux éléments et aux prédateurs. Les termites sont parfois recueillies par les enfants ou les adultes et sont considérées comme une délicatesse dans certaines régions. Par exemple, les adultes ailés grillés se vendaient au marché de Diaforé à 50 FG la portion. Ceci peut constituer une bonne source de supplément protéique dans les zones qui connaissent de graves pénuries alimentaires en période de soudure, (juillet-août). On peut aussi tuer les termites en les exposant au soleil pour les dessécher.

### **B1a(3). Protection des semences et des jeunes plants**

Dans les tapades on peut appliquer plusieurs méthodes de prévention:

- Traiter la terre des pots avec une formule binaire fongicide et insecticide (telle que le Super Homai) avant de les planter pour minimiser les attaques de termites, parce qu'elles pourraient se trouver dans le sol avant la mise en pot. L'utilisation du produit est soumise à l'approbation de l'EPA et ne doit pas être considérée comme recommandée par les auteurs.
- Choisir des espèces vigoureuses et résistantes pour les haies vives. Plusieurs plantes sont connues pour leur propagation rapide. La plupart des Euphorbiacées, des Hypericacées telles que le Kiidi (*Jatropha curcas*), et les Fabacées telles que l'indigo (*Indigofera tinctoria*) existent sur place.
- Eviter de couper les racines si ce n'est pas nécessaire et laisser assez de temps pour que les plants puissent se remettre après l'opération. Ceci permettra aux jeunes plants de cicatriser les tissus endommagés et de les rendre moins vulnérables aux attaques des termites.
- On peut traiter les semences avec des cendres des espèces mentionnées ci-dessus, et toute autre cendre pourrait être utile. On peut alors appliquer du Diazinon ou tout autre traitement de semences en supplément.
- Arroser les jeunes plants en pépinière avant la plantation, pour réduire le stress du transfert en plein champ.
- Choisir une période judicieuse pour transplanter les plants. Commencer à planter peu après que la première culture annuelle ait été semée, lorsque le sol a une bonne capacité de rétention, sur une profondeur de 20 à 30 cm.
- Planter des plants en excès, pour prévenir des pertes éventuelles dues aux termites. Les ex-édents pourront être éclaircis plus tard si nécessaire.
- Utiliser des pots en plastique remplis de terre traitée. Pendant la plantation, la terre creusée doit être mélangée avec des cendres ou avec un produit chimique

recommandé. Le manchon de plastique doit être conservé pour contenir la terre du pot et dépasser de 3 à 5 cm au dessus du sol.

- Construire un piédestal ou un support élevé en bois ou en béton pour y placer les jeunes plants. Dans les zones où on trouve des palmiers, on recommande les plants de Ronier (*Borassus ethiopium*, Palmées) qui sont résistants aux termites.
- Fournir aux termites une source alimentaire alternative pour les attirer loin des plants. Ceci se fait en évitant de nettoyer entièrement les débris de sol ou de déraciner les adventices, mais plutôt de les éclaircir autour des plants. Ou encore, on peut planter une rangée de pseudo-troncs de bananiers coupés autour de la pépinière. Cependant, il faut s'attendre à certains inconvénients, comme la multiplication des termites en ces endroits.
- Aucune action: apprendre à vivre avec les termites si leur présence ne constitue pas une menace; il faut alors établir un seuil de réaction si elles commencent à poser des problèmes.



Dégâts causés par les termites sur des racines de manguiers, Diaforé

### B1b. La lutte dans les habitations

Dans la lutte contre les termites dans le sous-sol des zones infestées, on porte de plus en plus l'attention sur des approches nouvelles non chimiques—mécaniques/physiques et biologiques. Compte tenu des conditions dans les bassins versants, on recommande les mesures mécaniques et physiques. On peut mettre en place des barrières physiques pour

exclure les termites des habitations. Les approches décrites ci-dessous peuvent être durables dans les bassins versants.

### **B1b(1). Les barrières de sable**

La technique d'Ebeling (DAAR 1990) consiste à construire une barrière de sable autour de la maison afin de la protéger. Ceci a été testé dans les pays développés depuis les années 50 et s'est révélé être très efficace dans certaines circonstances. Le principe est simple: la barrière de sable constitue un bouclier physique contre les termites. Une barrière de sable ou de gravier de 4 mm, de 50 cm de large et continue est placée le long des murs de fondations à la surface du sol ou dans une tranchée. Cette technique exige une barrière de 5 cm de profondeur le long du mur, et s'amincissant à 1,30 cm à l'extrémité extérieure. **Mais cette technique doit être l'objet d'un travail de recherche appliquée avant d'être adoptée.** En attendant on recommande une tranchée plus profonde, de 20 à 50 cm selon la gravité du problème.

L'exploitation du sable est une activité courante dans les bassins versants. Le sable se compose essentiellement de cristaux tranchants de silice ou autres roches dures. Lorsque les termites essayent de forer à travers la barrière, le sable provoque l'abrasion de la cuticule qui recouvre la tête des termites, ce qui entraîne leur dessiccation ou l'invasion par des micro-organismes et la mort. Dans les zones où il y a peu de sable, on peut utiliser du gravier fin de latérite, que l'on trouve presque partout dans les bassins versants. Il faut faire des vérifications fréquentes et détruire toutes les galeries et toute présence des termites. Enfin il faut utiliser des matériaux de construction solides pour augmenter les chances de succès des méthodes de lutte quelles qu'elles soient.

### **B1b(2). Utilisation d'huile usée de moteur ou de transmission pour traiter les poteaux des clôtures et les matériaux de construction**

On peut se procurer de l'huile de moteur ou de transmission usée dans les zones urbaines ou dans les villages. On peut tremper les poteaux des barrières dans l'huile avant de les installer et épandre une couche d'huile le long de la clôture jusqu'à 20 à 40 cm de hauteur. L'huile contenue dans le bois peut être un bon moyen d'écarter les termites. Si la clôture est permanente, on peut aussi mélanger l'huile avec le sol en dessous. On peut aussi traiter les matériaux de construction de cette façon, et traiter même le toit de la maison; ceci réduira en même temps le besoin d'évacuation des huiles usées. Au total, un autre sujet de recherche appliquée.

### **B1b(3). La bouse de vache comme revêtement des murs et des clôtures**

On peut recueillir la bouse de vache et la diluer pour en faire un liquide épais auquel on peut aussi ajouter des cendres de divers produits d'origine végétale pour en badigeonner les murs. Cette technique est courante dans certaines zones rurales du Sénégal; ici aussi un autre sujet de recherche appliquée.

#### **B1b(4). Utilisation du béton pour les murs et les planchers**

Les maisons dont les murs et les planchers sont faits en béton n'étaient pas attaqués par les termites, ou beaucoup moins.

#### **B1b(5) Les gousses de Néré sur les toits des huttes**

Des gousses de Néré ou de Téli peuvent être recueillies et placées sur les toits en paille. L'exsudat qui s'écoule, graduellement lessivé par les eaux de pluie donnera à la paille une couleur brunâtre, et la toxicité ou l'action répulsive de l'extrait gardera les termites à distance. On peut aussi attacher les gousses sur les manguiers et autres arbres fruitiers pour les protéger. On peut répandre des cendres sur les branches et le long des clôtures ce qui écarterait les serpents. Il faut aussi envisager l'utilisation d'extraits végétaux riches en roténone (*Derris*, *Lonchocarpus*, etc.) si on peut se les procurer. Encore un sujet de recherche appliquée.

#### **B2. Lutte contre les parasites des stocks**

On peut obtenir des résultats satisfaisants en combinant plusieurs bonnes pratiques de stockage. On recommande d'utiliser l'Actellic 2 pour cent au taux de 10g/20kg de grains, mais seulement après que d'autres mesures aient été prises avant le stockage:

- **Choisir avec soin des semences de bonne qualité**, en écartant les graines fendues, infestées ou non à maturité. Chercher les débris et corps étrangers (insectes morts, etc.).
- **Eviter les excès d'humidité avant le stockage.** Une humidité supérieure à 12 pour cent favorise la détérioration des semences.
- **La désinfection des lieux est indispensable.** Les bâtiments doivent être nettoyés et désinfectés; on peut utiliser l'Actellic avant le stockage.
- **Combiner plusieurs techniques pour minimiser l'utilisation et l'exposition aux pesticides.** Quelques exemples:
  - Exposer les semences au soleil pour obliger les insectes à sortir ou les tuer par dessiccation. Ceci réduira aussi l'humidité en excédent des semences.
  - Huile végétale: l'addition d'une petite quantité d'huile dans le produit à stocker et sur les sacs peut protéger les grains contre l'attaque de plusieurs parasites des stocks (Raqib et al, non daté; Dunkel, 1992)
  - Cendre: mélanger les grains avec de la cendre de bois avant le stockage
  - Mélanger de la poudre de piment fort ou d'ail avec les grains (Rodale, 1992)

- Faire bouillir le grain ou les tubercules peut améliorer leur résistance aux attaques de parasites
- Le sable: l'effet abrasif de la silice et autres particules tranchantes réduit le mouvement des insectes dans le produit stocké
- Perturbation: retourner périodiquement le fût, la jarre ou tout autre récipient hermétiquement fermé empêchera les insectes de se nourrir ou de pondre des oeufs
- Fermeture hermétique: une fermeture imperméable à l'air provoquera la raréfaction de l'oxygène dans le récipient et entraînera l'asphyxie et la mort des insectes.
- Écolter à temps, tout-de-suite après la maturation physiologique
- Lutte biologique: utiliser la *Beauveria bassiana* et le *Bacillus thuringiensis*
- Construire des cages à l'épreuve des rats et des insectes
- Bien connaître les insectes parasites et utiles
- Utilisation prudente d'extraits botaniques: huile de neem, néré, etc.

Si l'on veut que les activités agricoles réussissent, il est indispensable *de sensibiliser* les agriculteurs et les agents de la vulgarisation et de leur *enseigner* la biologie des insectes, comment les reconnaître et comment lutter contre les parasites. On peut par exemple organiser une semaine ou un mois de conscientisation sur les termites. La formation, la sensibilisation et la démonstration sont des moyens de communication efficaces, et l'implication des agriculteurs par une approche à participation est un excellent véhicule. Ceci nécessite une bonne formation des agents de la protection des végétaux. Par exemple, M. Baldé pourrait tirer bénéfice d'une visite de courte durée à un centre de recherche sur les termites, tel que le *National Research Institute* en Angleterre, ou ailleurs en Europe ou en Afrique. Il possède déjà dix années d'expérience dans la lutte contre les termites et avec une formation complémentaire il deviendra un technicien de grande valeur. Il possède déjà une formation satisfaisante dans la lutte antiparasitaire; il est très motivé pour en apprendre plus et pourrait devenir un spécialiste efficace des termites, parce qu'il est de la région et travaille déjà sur place.

---

**SECTION VII**  
**LES PESTICIDES DANS LE CADRE DU PROJET GRNG, PROCÉDURES**  
**RELATIVES A L'ENVIRONNEMENT ET AUX PESTICIDES,**  
**ET DESCRIPTION DES TACHES**

---

Les recommandations relatives aux pesticides à utiliser sont faites pour assurer que le projet GRN de Guinée respecte pleinement les directives de l'agence américaine pour la protection de l'environnement (EPA). Les pesticides proposés sont justifiés ci-dessous.

**A. Homologation auprès de l'EPA**

La liste révisée des produits chimiques proposée par le projet GRN de Guinée, à savoir le Diazinon, le Chlorpyrifos, le Pirimiphos-méthyle ainsi que ceux qui sont proposés par la présente évaluation, le malathion, Bacillus thurengiensis, le produit ternaire méthylthiophanate + Thiram + Diazinon sont tous homologués et approuvés par l'EPA.

**B. Existence et efficacité d'autres produits ou méthodes de lutte non chimiques**

Au niveau de l'agriculteur, la lutte contre les parasites se limite à des méthodes empiriques appliquées de façon irrégulière. Aucune d'entre elles n'a été testée entièrement et de façon concluante (les méthodes de lutte botaniques par exemple) et toutes méritent que l'on fasse des études plus poussées. Des pesticides autres que ceux supervisés par le service de protection des végétaux sont achetés sur le marché et importés illégalement des pays voisins. Ces produits sont soit adultérés soit utilisés de façon incorrecte (sur la mauvaise culture ou sur le mauvais parasite). Lorsque l'application est faite directement ou sous la supervision du service de protection des végétaux, on a observé des résultats meilleurs. Les pesticides proposés sont aussi à la disposition des agents de la protection des végétaux.

**C. Utilisation judicieuse des pesticides dans le cadre d'un programme de lutte antiparasitaire intégré**

L'utilisation des pesticides recommandés fera partie d'une approche systématique. Les pratiques actuelles et autres méthodes de lutte pertinentes (méthodes culturales, mécaniques, physiques et biologiques) seront pleinement appliquées. Les quantités et le type de formulation seront choisis avec soin afin de réduire au minimum les risques de mauvaise utilisation, l'exposition aux produits et la contamination, sans toutefois réduire l'efficacité des opérations. Les mesures de précaution seront respectées au maximum (instructions données sur les étiquettes, etc.)

**D. Méthodes proposées pour l'application des pesticides**

Les formulations en granulés seront utilisées chaque fois que possible, spécialement dans le traitement des termitières, avec toutes les mesures de protection nécessaires. Parmi



ces mesures (et la liste n'est pas limitative): les habits, les lunettes, les masques, les gants, une source d'eau abondante en cas de produits renversés, des antidotes tels que l'atropine, et le choix de la meilleure heure pour le traitement (tôt le matin ou tard dans la soirée) pour minimiser le contact avec les organismes non visés, tels que le bétail, les abeilles ou les enfants.

#### **E. Dangers graves et dangers à longue échéance**

Le respect des mesures ci-dessus réduira au minimum les dangers pour l'homme et l'environnement. Les produits chimiques qui seront utilisés sont relativement sûrs lorsqu'on les manipule correctement; la plupart d'entre eux appartiennent aux catégories III et IV (voir la classification à la page 27).

#### **F. Compatibilité des pesticides proposés avec les organismes visés et non visés**

Dans le cas des termitières, le fait de placer le produit chimique à l'intérieur de la termitière ouverte et de la refermer gardera le pesticide dans la zone traitée et à proximité de sa cible. Pour le traitement des semences, les risques que le produit soit entraîné par le vent seront réduits du fait que les traitements seront faits par ou sous la supervision des agents de la protection des végétaux qui auront reçu la formation nécessaire.

#### **G. Prévisions pour la formation des utilisateurs et agents applicateurs**

Toutes les opérations seront exécutées par des agents formés par le laboratoire de la protection des végétaux. Ils suivront des séminaires et ateliers de formations et de recyclage sur les bonnes pratiques d'application. On leur remettra des fiches de données concernant la sécurité des produits et de leur application. Enfin les agriculteurs bénéficiant de ces services devront aussi recevoir une formation sur la gestion des pesticides et pour distinguer les insectes nuisibles des insectes utiles.

#### **H. Prévisions pour le suivi de l'utilisation et de l'efficacité des pesticides**

Des visites périodiques seront prévues pour faire les évaluations après traitement. Ceci inclura l'enregistrement de tout événement inhabituel autour de la zone ou du produit traité, des visites aux agriculteurs pour évaluer l'impact de la formation et la mesure dans laquelle les méthodes recommandées sont acceptées, l'inventaire et le testage des mesures antiparasitaires alternatives. Pour que tout ceci soit possible, il faut prévoir un appui logistique sous forme de moyens de transport et d'incitations.

**Table 4. Responsabilités générales de l'employeur pour l'utilisation des pesticides**

Responsabilités générales de l'employeur décrites dans les normes de protection des travailleurs de l'EPA	Utilisa- teur	Projet GRNG
<p>1. <b>EPP</b>—Utilisation de l'équipement personnel de protection (EPP) durant la manipulation et l'application des pesticides. L'étiquette du pesticide spécifiera l'équipement à porter pour protéger:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* le corps</li> <li>* les mains</li> <li>* les yeux et le visage</li> <li>* l'appareil respiratoire</li> </ul> <p>Faire le nettoyage et l'entretien de l'EPP Veiller à ce que l'EPP ne provoque pas de coup de chaleur</p>	<p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p>	<p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p>
<p>2. <b>IPZR</b>—Veiller à ce que l'intervalle de pénétration dans la zone restreinte soit respecté selon les prescriptions de l'étiquette. Cet intervalle sera au minimum de 12 heures et peut aller jusqu'à 72 heures pour des pesticides hautement toxiques dans certains climats</p>	<p>X</p>	<p>X</p>
<p>3. <b>NOTIFICATION</b>—Notification des employés des applications de pesticides susceptibles de les affecter, y compris l'affichage des notices d'application par les techniciens des compagnies privées</p>		<p>X</p> <p>X</p>
<p>4. <b>DÉCONTAMINATION</b>—Prévoir des sites de décontamination sur le terrain pour les employés pendant 30 jours au moins après la dernière application de pesticide</p>		<p>X</p>
<p>5. <b>URGENCE MÉDICALE</b>—Au cas où on pense avoir un empoisonnement par un pesticide l'employeur fournit aux employés le transport vers un dispensaire</p>		<p>X</p>
<p>6. <b>FORMATION</b>—Les employeurs doivent avoir un programme de formation sur la sécurité des pesticides</p>		<p>X</p>
<p>7. <b>CENTRE D'INFORMATION</b>—Certaines informations destinées à tous les employés doivent être affichées en un lieu central</p>		<p>X</p>

Source: *Texas Agriculture*, Bureau d'agriculture du Texas, Edition du sud, 15 avril 1994.

ANNEXE A

---

**LOI L/92/027/CTRN INSTITUANT LE CONTROLE PHYTOSANITAIRE  
DES VEGETAUX A L'IMPORTATION ET A L'EXPORTATION**

ML ( ) IL/92/ 027 /CTRNINSTITUANT LE CONTROLE PHYTOSANITAIRE  
DES VEGETAUX A L'IMPORTATION ET A  
L'EXPORTATION.

LE CONSEIL TRANSITOIRE DE REDRESSSEMENT NATIONAL A DELIBERE ET ADOPTE ;

LE PRESIDENT DE LA REPUBLIQUE DE GUINEE PROMULGUE LA LOI DONT LA  
TENEUR SUIT :CHAPITRE I /- DEFINITIONARTICLE 1ER / - Le terme " Végétaux " désigne les plantes et parties de  
plantes vivantes (y compris les semences) dont l'Etat juge nécessaire de  
contrôler l'importation ou de certifier l'état phytosanitaire.ARTICLE 2 / - Le terme " Produits végétaux " désigne les produits non  
manufacturés d'origine végétale (y compris les semences non visées par la  
définition du terme végétaux) ainsi que les produits manufacturés qui,  
étant donné leur nature ou celle de leur transformation, peuvent constituer  
un risque de diffusion des ennemis des végétaux et produits végétaux.ARTICLE 3 / - Le terme "ennemis" désigne toute forme de vie végétale ou  
animale, ainsi que tout agent pathogène, nuisible ou potentiellement nuisible  
aux végétaux ou aux produits végétaux.CHAPITRE II /- OBJET ET OBLIGATIONSARTICLE 4 / - Il est institué en République de Guinée le Contrôle  
phytosanitaire obligatoire des végétaux et produits végétaux à l'importation  
à l'exportation.ARTICLE 5 / - Le contrôle phytosanitaire est assuré par les Inspecteurs  
phytosanitaires du service de la Protection des Végétaux.ARTICLE 6 / - Il est créé au niveau des Ports, Aéroports Internationaux et  
des principales frontières terrestres des Postes de Contrôle Phytosanitaire  
ayant pour tâche essentielle d'éviter l'introduction et la dissémination  
à l'intérieur du Territoire National d'organismes dangereux pour les  
végétaux et produits végétaux.

ARTICLE 7 / - L'introduction en République de Guinée des produits végétaux, parties de végétaux, terre, fumier, compost et tous les emballages, véhicules et conteneurs servant à leur transport est subordonnée à la présentation d'un certificat phytosanitaire délivré par le service de la Protection des végétaux du pays d'origine.

ARTICLE 8 / - Les végétaux et les produits végétaux à l'exportation doivent obligatoirement être accompagnés d'un certificat phytosanitaire attestant que l'envoi est estimé conforme aux réglementations phytosanitaires en vigueur dans les pays importateurs.

ARTICLE 9 / - Les personnes physiques ou morales exportatrices seront tenues de soumettre au contrôle des Inspecteurs phytosanitaires, leurs produits et matières ; un certificat phytosanitaire leur sera délivré pour attester l'origine et l'état sanitaire de leurs produits et matières.

ARTICLE 10 / - L'Inspecteur Phytosanitaire pourra effectuer pour examen, les prélèvements d'échantillons qu'il jugera nécessaires suivant les modalités de prélèvement définies par un Arrêté du Ministère de l'Agriculture et des Ressources Animales.

ARTICLE 11 / - Le Contrôle s'effectuera au choix de l'Inspecteur phytosanitaire :

\* Pour l'importation à bord des navires ou sur les quais et entrepôts immédiatement après déchargement au port ; à l'Aéroport ou aux différents postes frontaliers.

\* Pour l'exportation en entrepôt ou dans les véhicules avant ou après déchargement, au port, à l'Aéroport ou aux différents postes frontaliers.

ARTICLE 12 / - Les végétaux et les produits végétaux déjà inspectés dans leur pays d'origine, accompagnés d'un certificat phytosanitaire, sont également contrôlés aux différents postes frontaliers de la République de Guinée avant d'être introduits à l'intérieur du Territoire National.

ARTICLE 13 / - Le contrôle par les Inspecteurs phytosanitaires, des végétaux ou produits végétaux importés doit s'effectuer dans un délai maximum de 72 heures tenant compte de la nature périssable de ces derniers après leur arrivée.

ARTICLE 14 / - L'Inspecteur phytosanitaire est le seul mandaté pour décider de l'admission, du refoulement, de la mise en quarantaine, de la destruction ou de la désinfection des produits et matières importés ou destinés à l'exportation.

ARTICLE 15 / - Il sera effectué le traitement de tous les produits contaminés et un certificat de désinfection sera délivré aux importateurs et aux exportateurs pour tous les produits qui auront été désinfectés.

ARTICLE 16 / - Si des végétaux ou produits végétaux à l'importation sont reconnus non conformes, ou s'ils doivent être détruits en totalité ou en partie, un procès-verbal officiel devra être transmis sans délai à l'Organisation de la Protection des végétaux du pays exportateur.

ARTICLE 17 / - Les mesures de refoulement, ou de destruction ordonnées par les Inspecteurs phytosanitaires sont exécutées en présence d'un ou de plusieurs agents de l'Administration des Douanes.

ARTICLE 18 / - Le traitement ou la destruction des végétaux ou produits végétaux non conformes est à la charge des importateurs ou des exportateurs qui seuls sont responsables de l'Etat sanitaire de leurs produits.

ARTICLE 19 / - La matière de reproduction importée doit faire l'objet de mesures particulières et ne doit être mise à la disposition des utilisateurs pour vulgarisation que si son immunité est reconnue.

ARTICLE 20 / - Cependant le matériel destiné aux travaux de Recherche sera exceptionnellement exempté des mesures envisagées à l'Article 19, à condition que leur utilisation soit strictement limitée dans l'espace.

### CHAPITRE III/- INFRACTIONS ET PENALITES

ARTICLE 21 / - Les agents assermentés du service de la Protection des végétaux visés à l'article 5 sont autorisés à effectuer tout contrôle aux Ports, dans les magasins et entrepôts aux postes frontaliers et aux Aéroports internationaux.

Tous ceux qui feront obstacles à l'exercice de leurs fonctions sont passibles de peines prévues par les lois et règlements en vigueur en République de Guinée.

ARTICLE 22 / - Sont passibles d'une amende de 200.000 à 500.000 FC toutes les infractions aux dispositions des articles 7 et 8 Ci-dessus.

CHAPITRE IV / - DISPOSITIONS FINALES

ARTICLE 23 / - Le Ministre de l'Agriculture et des Ressources Animales, en collaboration avec tous les Départements concernés, est chargé de l'exécution de la présente Loi.

ARTICLE 24 / - La présente Loi qui abroge toutes dispositions contraires sera enregistrée et publiée au Journal Officiel de la République de Guinée et exécutée comme Loi de l'Etat.

CONAKRY, LE 6 AOÛT 1972



- GENERAL LANSANA CONTE -

BEST AVAILABLE COPY

**ANNEXE B**

---

**LOI L/92/028/CTRN INSTITUANT LA LEGISLATION SUR LES PESTICIDES**





L/92/028 /CTRN

INSTITUANT LA LEGISLATION  
SUR LES PESTICIDES

LE CONSEIL TRANSITOIRE DE REDRESSEMENT NATIONAL A DELIBERE  
ET ADOPTE ;

LE PRESIDENT DE LA REPUBLIQUE PROMULQUE LA LOI, DONT LA  
TENUEUR SUIT :

T I T R E I - DES GENERALITES

ARTICLE 1er/. La présente LOI a pour objet la mise en oeuvre  
d'une politique nationale à l'égard des Pesticides et, notam-  
ment, le contrôle de l'importation, de la mise sur le marché,  
de l'étiquetage, de l'utilisation, de l'expérimentation, du  
stockage et de l'élimination des produits périmés ainsi que  
de la fabrication, de la formation du conditionnement ou du  
reconditionnement et du transport desdits pesticides.

Ne sont pas concernés par cette présente LOI les  
produits destinés exclusivement à l'exportation et ont été  
préparés et conditionnés conformément aux spécifications et  
instructions de l'acheteur.

ARTICLE 2 /.- Au sens de la présente LOI, on entend par :

PESTICIDES : Les substances actives et les préparations  
contenant une ou plusieurs substances actives qui sont destinés  
à :

- \* Combattre les organismes nuisibles aux végétaux et pro-  
duits végétaux ou à prévenir leur action ;
- \* exercer une action sur les processus vitaux des végé-  
taux pour autant qu'il ne s'agit de substances nutri-  
tives ;
- \* assurer la conservation des produits végétaux stockés ;

- \* détruire les végétaux indésirables ;
- \* prévenir une croissance indésirable des végétaux.

VEGETAUX : Les plantes vivantes et parties vivantes de plantes y compris les semences au sens botanique du terme destinées à être plantées.

PRODUITS VEGETAUX : Les produits d'origine végétale non transformés ou ayant fait l'objet d'une préparation simple telle que mouture, séchage, décorticage ou pression, pour autant qu'il ne s'agit de végétaux tels qu'ils sont définis à la rubrique précédente, y compris les graines destinées à la consommation non visées par la définition du terme "VEGETAUX".

MISE SUR LE MARCHE : Toute distribution à titre onéreux ou gratuit

ORGANISME NUISIBLE : Les ennemis des végétaux ou des parties des végétaux appartenant au règne animal ou végétal ou se présentant sous forme de virus, mycoplasme ou autre agent pathogène

AUTORISATION D'EMPLOI : L'autorisation délivrée par les autorités Nationales d'utiliser un pesticide dans certaines conditions déterminées dans le but de recueillir les renseignements nécessaires pour envisager l'homologation.

AUTORISATION PROVISOIRE DE VENTE : Autorisation délivrée par les autorités Nationales pour les produits ne présentant pas de risque excessifs pour la santé humaine, animale et pour l'environnement et pour lesquels la plupart des données biologiques requises ont pu être fournies.

HOMOLOGATION : Processus par lequel les Autorités Nationales approuvent la mise sur le marché d'un pesticide après examen des données scientifiques complètes montrant que le produit est efficace pour les usages prévus et ne présente pas de risque excessifs pour la santé humaine, animale ou pour l'environnement.

.../...

T I T R E      II      -      DE LA DECISION DES PESTICIDES

ARTICLE 3/.- Il est interdit d'importer, de fabriquer, de formuler, le conditionner ou de reconditionner, de stocker, d'expérimenter, d'utiliser ou de mettre sur le marché tout pesticide non homologué ou autorisé.

ARTICLE 4/.- Le Ministre de l'Agriculture et des Ressources animales sur avis du Comité des pesticides, ci-après dénommé le "Comité," procède à l'homologation des pesticides.

La composition, les attributions et le fonctionnement du Comité sont fixés par Décret.

ARTICLE 5/.- La procédure d'homologation, dont les modalités sont fixées par Décret prévoit :

- \* Le refus ou l'ajournement de la Décision pour complément d'information,
- \* L'autorisation d'expérimentation,
- \* L'autorisation provisoire de vente,
- \* L'homologation.

Les autorisations et l'homologation peuvent être modifiées ou retirées sur Décision de l'Autorité Ministérielle chargée de l'Agriculture et des Ressources Animales après avis du Comité.

ARTICLE 6/.- Toute modification de la composition Chimique, biologique ou physique du produit, ainsi que tout changement dans la destination pour laquelle le produit a été autorisé ou homologué doit être soumis à l'examen de l'Autorité Ministérielle chargée de l'Agriculture et des Ressources Animales qui, sur avis du Comité, décide si une nouvelle d'autorisation ou d'homologation doit être présentée.

ARTICLE 7/.- Les règles d'emballage, d'étiquetage, d'utilisation, d'expérimentation, de stockage et d'élimination des pesticides, ainsi que la procédure pour l'analyse des produits saisis, sont fixées par voie D'Arrêtés.

ARTICLE 8/.- Toute publicité pour un pesticide est interdite sauf s'il bénéficie d'une autorisation provisoire de vente ou d'une homologation.

54

La publicité ne peut mentionner que les indications contenues dans l'autorisation ou l'homologation et doit être conforme aux lois et Règlements en vigueur.

ARTICLE 9/.- Des dérogations aux dispositions relatives à la procédure d'homologation peuvent être accordées par l'autorité Ministérielle chargée de l'Agriculture et des Ressources Animales et sous son contrôle, pour les besoins de la Recherche et de l'expérimentation..

ARTICLE 10 /.- Toute activité de fabrication, de formation, de conditionnement ou de reconditionnement des pesticides est soumise au respect des dispositions du Code de l'Environnement et des textes pris pour son application.

Une licence est requise par l'Autorité Ministérielle chargée de l'Agriculture et des Ressources Animales, sur proposition du comité, pour toute personne qui procède à la mise sur le marché de pesticides.

Un Décret fixe les conditions de délivrance des Licences.

ARTICLE 11/.- Les titulaires d'autorisation et d'homologation doivent tenir un registre de gestion des pesticides. Ce registre doit :

- \* Etre tenu pendant trois ans à compter de la date d'échéance des autorisations ou d'homologation

- \* Etre à la disposition des autorités chargées des contrôles

ARTICLE 12/.- Le Ministère chargé de l'Agriculture et des Ressources Animales édicte les conditions et les modalités d'utilisation des pesticides

ARTICLE 13/.- Les personnes physiques ayant accès, dans le cadre de leur fonction aux dossiers d'homologation sont tenues au secret professionnel sauf à l'égard des Autorités Judiciaires.

.../...

TITRE III - DES INFRACTIONS ET DES PENALITES

ARTICLE 14/.- Les agents assermentés de l'Autorité Ministérielle chargée de l'Agriculture et de l'autorité Ministérielle chargée de la Santé, les Agents du Service de l'Environnement, ainsi que les agents habilités en matière de repression des fraudes (ci-après dénommés "les agents"), recherchent et constatent par procès-verbal les infractions à la présente Ordonnance et aux textes pris pour son application.

ARTICLE 15/.- Les agents peuvent s'introduire à toute heure raisonnable, accompagnés au besoin d'un représentant de la force Publique et à l'exception des locaux à usage d'habitation dans tout bien immeuble, fond, local, quai, véhicule, gare et aérogare où est exercée toute activité d'importation, de fabrication, de formulation, de conditionnement ou de reconditionnement, de stockage de transport ou de mise sur le marché de pesticides.

Les Agents peuvent :

- \* examiner toute licence, agrément ou registre
- \* prélever des échantillons de pesticides à des fins de contrôle
- \* saisir tout pesticide reconnu non conforme aux conditions d'autorisation ou d'homologation.

ARTICLE 16/.- Tout produit saisi aux termes de l'Article 15 de la présente LOI sera éliminé par les agents des Services de l'Environnement et de la Protection des végétaux aux frais de l'auteur de l'infraction.

ARTICLE 17/.- Les complices des auteurs des infractions visées au présent titre seront punis dans les conditions prévues par le Code Pénal.

ARTICLE 18/.- Quiconque, ayant été condamné pour avoir commis des infractions visées au présent titre, commettrait la même infraction dans un délai de Douze mois à compter de la première est possible de peines d'amendes et d'emprisonnement pouvant atteindre le double du maximum fixé aux articles précédents pour cette infraction.

ARTICLE 19/.- Les taux des amendes visées au présent titre sont révisés par une LOI.

ARTICLE 20/.- Les agents peuvent transiger avant ou après jugement définitif sur les infractions à la présente LOI et à ses textes d'application ;

- \* Avant jugement la transaction éteint l'action publique
- \* Après jugement la transaction n'a d'effet que sur les peines pécuniaires..

Le montant des transactions consenties doit être acquitté dans un délai fixé dans l'acte de transaction, faute de quoi, il est procédé à la poursuite.

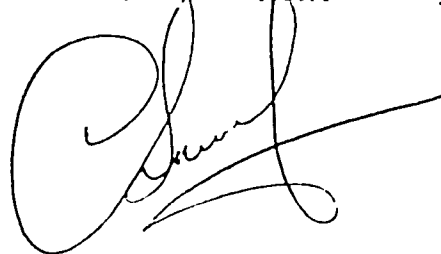
Le barème de transaction est fixé par voie réglementaire.

#### TITRE IV - DES DISPOSITIONS GENERALES

ARTICLE 21/.- Les conditions d'application des dispositions de la présente LOI sont fixées par des textes d'application du Ministre de l'Agriculture et des Ressources Animales pris en tant que de besoin, conjointement avec les Ministres intéressés.

ARTICLE 22/.- La présente Loi qui abroge toutes dispositions contraires sera enregistrée et publiée au Journal Officiel de la République de Guinée et exécutée comme LOI de l'Etat.

CONAKRY, LE 6 AOÛT 1992



--

GENERAL LANSANA CONTE

ANNEXE C

---

DECRET D/94/044/PRG/SGG PORTANT APPLICATION DE LA LOI L/92/028/CTRN

REPUBLIQUE DE GUINEE

  ) E C R E T

-----  
AVAIL - JUSTICE - SOLIDARITE  
-----

PRESIDENCE DE LA REPUBLIQUE

D/94/ 044 /PRG/SGG

ETAT IAT GENERAL DU GOUVERNEMENT  
-----

PORTANT APPLICATION DE LA LOI  
L/92/028/CTRN DU 6 AOUT 1992  
PORTANT LEGISLATION SUR LES  
PESTICIDES.

LE PRESIDENT DE LA REPUBLIQUE ,

VU La Loi Fondamentale,

VU La Loi L/93/028/CTRN du 6 Aout 1992 portant Législa-  
tion sur les Pesticides;

VU Le Décret D/92/036/PRG/SGG du 6 Février 1992 portant  
nomination des Membres du Gouvernement ;

VU Le Décret D/92/213/PRG/SGG du 3 Septembre 1992 portant  
attributions et organisation du Ministère de l'Agricul-  
ture et des Ressources Animales ;

Le Conseil des Ministres entendu en sa Séance Ordinaire  
du 27 Mars 1994.

---   ) E C R E T ---

BEST AVAILABLE COPY



## DU SERVICE DE LA PROTECTION DES VEGETAUX

ARTICLE 1ER.- Le service de la Protection des Végétaux, en collaboration avec l'Autorité Ministérielle chargée de la Santé, la Direction Nationale de l'Environnement et le service de la Repression des Fraudes, est chargé du contrôle des Pesticides sur toute l'étendue du territoire de la République de Guinée.

### - DE L'AGREMENT DES PESTICIDES

ARTICLE 2.- Tout Pesticide doit faire l'objet d'un agrément ou bénéficier d'une Autorisation Provisoire de vente préalablement à son importation ou à sa fabrication en République de Guinée.

ARTICLE 3.- L'Agrément et l'Autorisation Provisoire de vente ne sont accordés que par le Ministre chargé de l'Agriculture sur proposition d'un Comité dit " Comité des pesticides ".  
Cependant, pour les pesticides destinés à des fins de recherches, une autorisation peut être délivrée par le Directeur du service chargé de la protection des végétaux.

### ARTICLE 4.- LE COMITE DES PESTICIDES

- 1 - Propose les principes et les orientations générales de la réglementation des Produits ;
- 2 - Examine les risques de toxicité à l'égard de l'homme, des animaux et de l'environnement des produits visés à l'Article 2 de la loi n°L/02/028/CTRN du 6 Août 1992 ;
- 3 - Propose éventuellement au Ministre chargé de l'Agriculture une liste de Pesticides d'emploi interdit ou limité compte tenu des risques évoqués à l'alinéa précédent ;
- 4 - Propose au Ministre chargé de l'Agriculture toutes les mesures susceptibles de contribuer à la normalisation, à la définition et à l'établissement des conditions et modalités d'emploi des Pesticides concernés par la Loi n°L/02/028/CTRN du 6 Août 1992 en regard à leur efficacité et à leurs inconvénients de tous ordres.

BEST AVAILABLE COPY .../...

- 5 - Définit les méthodes de contrôle de la composition et de la qualité des produits soumis autorisation ou à homologation et procède à leur évaluation.
- 6 - Reçoit, examine et tient les demandes d'autorisation et d'homologation
- 7 - Emet un avis sur les demandes de licences mentionnés à l'Article 10 de la Loi n°L/92/028/CTRN du 6 Août 1992 ;
- 8 - Recourt le cas échéant, à des expertises réalisées par des laboratoires agréés par le ministre chargé de l'Agriculture.
- 9 - Donne son avis sur toutes les questions que lui soumettent les Ministres intéressés ;

ARTICLE 5.- LE COMITE DES PESTICIDES COMPREND :

- Le Représentant du ministre chargé de l'Agriculture et des Ressources Animales - Président
- Un Représentant de la Direction Nationale de l'Environnement - Vice-Président.

M E M B R E S :

- Le Chef Service de la Protection des végétaux Responsable de l'instruction des Dossiers - Secrétaire Permanent
- Un Représentant de la Direction Nationale des Forêts et Chasse ;
- Un Représentant de la Direction de l'Institut de Recherche Agronomique de Guinée.
- Un Représentant de la Direction Nationale de l'Elevage ;
- Un Représentant du Ministère de la Santé -
- Un Représentant du Ministère de l'Industrie/Petite et Moyenne Entreprise.

- Un Représentant du Ministère de la Justice ;
- Un Représentant du Ministère du Plan et des Finances
- Un Représentant du Ministère du Commerce - Transport et Tourisme
- Un Représentant du Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique ;

En cas de nécessité, les membres du Comité peuvent se faire remplacer par un représentant compétent en la matière. Des Experts ayant ou non la qualité d'agent public, peuvent, en raison de leur compétence, être appelés par le Président du Comité à participer aux travaux du Comité avec voix consultative.

ARTICLE 6.- Le Comité peut, chaque fois qu'il estime nécessaire solliciter le Concours des organismes Officiels de Recherches, des services compétents des Ministères membres du comité et des laboratoires Etrangers, pour effectuer tout travail d'expérimentation et de contrôle nécessaire à l'appréciation des dossiers présentés et ultérieurement, au suivi des Produits agréés. Ce travail d'expérimentation ou de contrôle est effectué aux frais du bénéficiaire de l'Agrément.

ARTICLE 7.- Le Comité se réunit à la demande de son Président ou d'un tiers de ses membres.

Les réunions du Comité requièrent la présence de la majorité des membres.

L'avis du Comité est pris à la majorité des présents. En cas de partage des voix, la voix du Président est Prépondérante.

ARTICLE 8.- Tout dossier de demande d'Agrément ou d'Autorisation provisoire de vente d'un Pesticide est adressé au ministre chargé de l'Agriculture qui le transmet au comité des Pesticides pour avis.

ARTICLE 9.- Sans préjudice des articles précédents, le comité fixe sa propre procédure.

.../...

DE LA PROCEDURE D'HOMOLOGATION

ARTICLE 10. - Le Dossier d'homologation adressé au Ministre de l'Agriculture sera accompagné d'une demande d'homologation établie sur un formulaire simple comportant les rubriques suivantes :

- Numéro et date d'enregistrement
- Nom et Adresse du requérant
- Nom et Adresse du formulateur
- Nom et Adresse du propriétaire de la Marque
- Nom Commercial
- Usage (organismes nuisibles visés, modes d'emploi, doses d'emploi et contre indication).

ARTICLE 11. - La demande établie en deux (2) exemplaires comprend :

- a) - Un formulaire prévu à cet effet et délivré par le Ministre de l'Agriculture ;
  - b) - Un dossier concernant l'homologation proprement dit et comprenant toutes les informations sur l'identification et les propriétés physico - chimiques du produit et de la matière active, la toxicologie, les effets sur l'environnement, les résidus ainsi que tout ce qui concerne la sécurité d'emploi du produit ;
  - c) - un dossier concernant l'effet biologique du produit ; l'efficacité, la phytotoxicité etc... et comprenant les données sur les essais faits localement et/ou dans les pays ayant des conditions climatiques et agronomiques similaires ;
  - d) - Un spécimen de l'étiquetage ;
  - e) - Une note sur la description des méthodes d'analyse permettant le contrôle de la matière active.
- Le contenu des pièces à joindre à la demande d'homologation est fixé par Arrêté du Ministre de l'Agriculture.
- Des échantillons de la spécialité, destinés à l'étude des propriétés physiques, biologiques ou chimiques du produit sont, en tant que de besoin, exigés après enregistrement de la demande.

.../...



ARTICLE 12. - Après examen du Dossier de demande d'autorisation ou d'agrément, le comité des Pesticides propose au Ministre de l'Agriculture et des Ressources Animales l'une des mesures suivantes :

1 - Un avis favorable d'Autorisation d'expérimentation, d'Autorisation provisoire de vente ( A. P. V. ) ou d'homologation, assorti le cas échéant, de conditions particulières.

2 - Un refus d'agrément (impliquant obligatoirement le retrait d'une éventuelle autorisation provisoire de vente préalablement accordée).

La décision du Comité est transmise au Ministre de l'Agriculture qui prend la Décision finale et la notifie au demandeur.

ARTICLE 13. - L'Autorisation d'expérimentation est accordée pour une durée d'un an renouvelable sous réserve que le demandeur fournisse les justifications nécessaires.

L'Autorisation provisoire de vente est accordée pour une durée de quatre (4) ans, sauf reconduction exceptionnelle pour un délai maximum de deux (2) ans.

L'Homologation est accordée pour une durée de dix (10) ans, renouvelable, une seule fois, pour une période de même durée.

Pour certains pesticides à usage limité et d'utilisation dangereuse l'agrément ou l'A.P.V. peut être assorti de la désignation limitative des utilisateurs.

Les Arrêtés d'agrément ou d'Autorisation provisoire de vente, (A.P.V.) sont susceptibles, à tout moment, de modification, suspension ou retrait si le comité l'estime nécessaire.

Mais la décision doit toujours être motivée.

ARTICLE 14. - L'indemnité des frais d'expérimentation de pesticides non encore agréés et n'ayant pas fait l'objet d'une A.P.V. est réservée aux Instituts de recherche ou au laboratoire du Ministère de l'Agriculture et des Ressources Animales. Le comité des pesticides pourra éventuellement ordonner la destruction des cultures ayant servi de champs d'expérimentation.

L'importation à des fins d'expérimentation de pesticides non agréés ou autorisés provisoirement est soumise à autorisation préalable.

du ministre chargé de l'Agriculture sur proposition du Comité des Pesticides.

### DES OBLIGATIONS

ARTICLE 15.- L'autorisation d'expérimentation est assortie des conditions suivantes :

1 - Programme d'essais placé sous la surveillance et le contrôle conjoint du ministre chargé de l'Agriculture, du ministre chargé de la santé et du ministre chargé de l'Environnement, chacun en ce qui le concerne.

2 - Interdiction de toute publicité ;

3 - Etiquetage conforme au modèle type défini par arrêté du ministre chargé de l'Agriculture.

4 - Possession d'un matériel approprié et suffisant pour la protection du personnel contre l'exposition aux pesticides lors de leur dilution, de leur application de leur transport et de leur stockage ;

5 - Présentation d'une note d'usage médical sur les traitements en cas d'intoxication ;

6 - engagement à faire subir des examens médicaux périodiques au personnel ;

7 - Interdiction d'utiliser les produits récoltés pour la consommation humaine sans autorisation ministérielle.

ARTICLE 16.- Règles de l'application de Pesticides :

- Les emballages vides sont rendus inapte à tout usage ;

- Les résidus des pesticides doivent être détruits avec toutes les précautions d'usage.

ARTICLE 17.- L'autorisation provisoire de vente et d'homologation sont assorties des conditions suivantes :

.../...



1 - Engagement à respecter la réglementation phytosanitaire en vigueur et, notamment, à ne faire usage que de produits régulièrement autorisés à la commercialisation.

2 - Elimination de tout risque de contamination par les Pesticides destinés à la Commercialisation pendant le transport de ces derniers.

3 - Engagement de se mettre sur le marché, sous le nom Commercial indiqué, qu'une spécialité définie par :

- son nom Commercial
- Le nom du détenteur de la marque
- Le numéro d'autorisation ou d'homologation délivré par le Comité
- La composition de la spécialité.

ARTICLE 18.- Lorsqu'un produit fait l'objet d'un retrait ou d'un refus de renouvellement d'autorisation Provisoire de vente ou d'homologation pour des considérations autres que celles de santé Publique ou animale, d'environnement ou de toxicité à l'égard des cultures, la mise sur le marché de ce produit et sa distribution doivent cesser deux (2) ans après la date de notification de retrait ou du refus de renouvellement.

Si le retrait ou le refus de renouvellement d'un produit est justifié par des considérations de santé Publique ou Animale, d'environnement ou de toxicité à l'égard des cultures, la mise sur le marché ainsi que toute distribution doivent cesser immédiatement après la notification de la décision.

#### DES INFRACTIONS ET DES PENALITES

ARTICLE 19.- En application de l'article 14 de la loi n°L/92/026/CTM du 6 Août 1992, les Agents chargés de l'application de ladite Loi et de ses textes d'application sont munis d'une carte de service qu'ils doivent présenter dans le cadre de l'exercice de leur fonction de contrôle.

La carte doit être restituée à la cessation de Fonction.

ARTICLE 20.- En application de l'Article 14 de la Loi L/92/028/CTRN du 6 Août 1992, toute infraction aux dispositions de la Loi et à ses textes d'application est constatés par un procès verbal rédigé en trois (3) exemplaires.

ARTICLE 21.- En application de l'article 15 de la loi L/92/028/CTRN du 6 Août 1992, les Agents remettent un récépissé en cas de saisie ou de prélèvement d'échantillon.

ARTICLE 22.- Toute infraction aux articles 13 et 15, notamment la vente ou la distribution de produits non homologués ou non autorisés, en vrac, périmés, falsifiés et l'usage d'emballage ou d'étiquettes non conformes aux modèles autorisés entraîne la saisie immédiate des stocks en cause sans préjudice des autres sanctions prévues par le code pénale.


ARTICLE 23.- Toute infraction aux articles 16, 17 et 18 constatée entraîne la fermeture de l'établissement ou la saisie des véhicules concernés sans préjudice des autres sanctions administratives et pénales prévues par les textes en vigueur.

ARTICLE 24.- Toute autre infraction au présent Décret est passible des peines prévues par la réglementation en vigueur.

#### DISPOSITIONS FINALES

ARTICLE 25.- Le Ministre de l'Agriculture et des Ressources Animales en collaboration avec tous les Départements concernés est chargé de l'exécution du présent Décret.

ARTICLE 26.- Le présent Décret qui abroge toutes dispositions contraire sera enregistré et publié au Journal Officiel de la République de Guinée./.-

CONAKRY, le 22 MARS 1994  
  
LANSSANA CONTE -



**ANNEXE D**

---

**CONTROLE DES TERMITES (ISOPTERA) EN AGRICULTURE  
ET FORESTERIE PAR DES METHODES NON CHIMIQUES: UNE REVISION**

33<sup>u</sup>  
30<sup>8</sup>  
2

# Termite (Isoptera) control in agriculture and forestry by non-chemical methods: a review

James W.M. Logan, Robert H. Cowie and T.G. Wood  
Natural Resources Institute, Chatham Maritime, Kent, UK

## Abstract

Non-chemical control of termites in agriculture and forestry is attracting renewed interest following increasing restrictions on the use of persistent organochlorine (cyclodiene) insecticides. Non-chemical control involves methods which attempt, without using commercial pesticides, to (i) prevent termite access to the plants, (ii) reduce termite numbers in the vicinity of the plants or (iii) reduce susceptibility/increase resistance of the plants themselves. There have been few adequate trials of any of these methods. Numerous cultural procedures have been suggested, including measures to enhance plant vigour, to manipulate termite numbers and behaviour, and others whose mode of action is unclear. Many are simply part of good agricultural/silvicultural practice and to be recommended. Biological control by predators or pathogens is unlikely to be successful due to the termites' social structure and behavioural responses to infected individuals and to loss of individuals to predators. The use of 'natural' insecticides from locally available plant products may be effective in some cases but, as they are not subject to the same rigorous safety and environmental evaluation as commercial pesticides, their use cannot be sanctioned unconditionally. Other locally available products, e.g. wood ash, have not been adequately evaluated. Removal of reproductives from the nest and construction of physical barriers may have limited applications, but resistant species and varieties, combined with appropriate cultural methods and, perhaps, minimal use of modern pesticides in an integrated approach, offer the greatest potential for a long term solution. The lack of critical scientific evaluation of non-chemical control makes it a field wide open for research.

## Introduction

Termite attack on field and tree crops and on forestry trees, especially in the semi-arid and sub-humid tropics, causes significant yield losses (Harris, 1971; Johnson *et al.*, 1981; Wood *et al.*, 1980a) and is often a major constraint on reforestation (Cowie *et al.*, 1989). Control in agriculture and forestry has relied almost exclusively on persistent organochlorine (cyclodiene) insecticides since their development in the 1940's (Harris, 1971; Sands,

1973a, 1977; Sen-Sarma, 1986). These chemicals, when placed as a barrier in the soil (e.g. seed dressing, planting hole or furrow treatments), can provide protection throughout the growing season for annual crops or longer for perennial and tree crops and forestry. Prior to the use of cyclodienes, highly toxic chemicals such as Paris Green and arsenates were used (Beeson, 1941; Harris 1971). Increasing concern over damage to human health and the environment has now resulted in the banning or severe restriction of cyclodienes in many countries. Research to develop alternative chemical methods has centered on newer, less persistent insecticides (Wood *et al.*, 1987), controlled release formulations of non-persistent insecticides (May, 1986) and baiting

Correspondence: Mr J.W.M. Logan, Natural Resources Institute, Central Avenue, Chatham Maritime, Chatham, Kent ME4 4TB, UK.

techniques (El Bakri *et al.*, 1989; Logan & Abood, 1990). Only controlled release formulations have so far shown significant potential in the field but they are not yet widely registered and their current high cost would be prohibitive for small scale rural farmers in developing countries. Consequently, and because of increased environmental awareness demanding reduction in the use of commercial pesticides (Hansen, 1987), there is renewed interest in non-chemical control of termites. In this review we include the use of locally produced plant derivatives, defining non-chemical control as those measures which do not use commercially produced pesticides.

Published information on non-chemical control is widely scattered in the literature, much of it anecdotal. There have been few adequate trials and there are conflicting views on the efficacy of the various techniques, which are often based on long established local practice (Cowie *et al.*, 1989; Epila & Ruyooka, 1988; Malaka, 1972; Malaret & Ngoiru, 1989; Stoll, 1986; Wardell, 1987). This review brings together much of this information and assesses the potential of the various methods.

#### Termite diversity

Of the approximately 2500 species in the order Isoptera, about 300, spread across all families, have been recorded as pests (including those damaging buildings). However, measures to control them frequently ignore the diversity in ecology and behaviour manifested by the group. It would be unthinkable to consider control of, say, all Lepidoptera in such a way, yet 'termite control' is often considered by non termite specialists as if a single pest were to be dealt with. A basic understanding of termite diversity and biology is a prerequisite for adequate pest management. Appropriate background is available in a number of general texts (Grassé, 1982, 1984, 1986; Harris, 1971; Krishna & Weesner, 1969, 1970; Lee & Wood, 1971), but the essential relevant information is summarised here.

Termites are social insects living in colonies usually comprising a reproductive pair (king and queen) and numerous sterile workers and soldiers whose tasks include foraging, nest building and maintenance, care of eggs and young, and defence. All species maintain symbiotic relationships with micro-organisms which are essential to digestion (see below). Few species build the often spectacular mounds for which these insects are renowned. There are major differences in distribution, biology and pest status among the seven conventionally recognized families; these are outlined below. The seven families are subdivided to include 15 subfamilies as follows:

Mastotermitidae

Kalotermitidae

Termopsidae

Termopsinae

Porotermitinae

Stolotermitinae

Hodotermitidae

Cretatermitinae (fossil)

Hodotermitinae

Rhinotermitidae

Psammotermitinae

Heterotermitinae

Stylotermitinae

Coptotermitinae

Termitogetoninae

Rhinotermitinae

Serritermitidae

Termitidae

Termitinae

Apicotermitinae

Nasutitermitinae

Macrotermitinae

The Mastotermitidae contain only a single extant species, *Mastotermes darwiniensis* Froggatt, confined to northern Australia and New Guinea. It lives in subterranean colonies, often associated with wood, and is locally a pest in sugarcane and forestry (Sands, 1973b). More seriously, it can cause dramatic damage to buildings.

The Kalotermitidae, commonly known as dry-wood termites, are generally scarce but widely distributed especially in coastal and other humid regions in the tropics. They live in small colonies of a few hundred to a few thousand individuals, which excavate in wood (usually dead), generally maintaining no contact with the soil as a moisture source or dispersal medium. Some species, notably *Cryptotermes brevis* (Walker), cause serious damage to buildings, but in agriculture and forestry they are relatively minor pests, with significant damage confined, in general, to the humid tropics and to certain tree and bush crops (e.g. tea), in which excavations in dead branches may extend into living wood (Sands, 1973a, 1973b).

The Termopsidae, a small family of termites living in damp, rotten wood, partially or wholly buried underground, have a scattered, essentially temperate distribution and are rarely pests.

The Hodotermitidae (harvester termites) are locally distributed in dry and semi-desert parts of the Old World. They build subterranean nests and forage in the open, predominantly on grass and grass litter. They damage pasture (Coaton, 1954; Nel & Hewitt, 1969) but may only be serious pests where there is excessive grazing by stock (Lee & Wood, 1971; Sands, 1977). They may occasionally damage crops (Sands, 1973a, 1973b).

The Rhinotermitidae include some widespread and frequently common termites. They generally nest underground, often associated with dead wood. Some species build mounds. Two genera, *Reticulitermes* and *Coptotermes*, include important building-damaging species. *Coptotermes* spp. are major pests of mature forestry trees and tree crops, particularly in Australia and south-east Asia, often attacking trees through the roots deep in the ground and eventually excavating the trunk (Cowie, *et al.*, 1989).

The Serritermitidae contains a single South American species which is not a pest.

The above six families, known as 'lower termites', are largely wood-feeders and their symbiotic intestinal microbiota is dominated by cellulolytic protozoa (comprising up to one third of the total body weight) and considerable numbers of facultative and obligate anaero-

bic bacteria. The remaining family, Termitidae, known as 'higher termites', lack the cellulolytic protozoa and, with the exception of the Macrotermitinae, bacteria are the dominant gut microbes, with the addition of actinomycetes in some soil-feeding Termitinae and Apicotermiinae. The Termitidae include about 75% of termite species, divided among four subfamilies.

Termitinae are the most diverse and widespread subfamily of the Termitidae. Most have subterranean nests or nest in wood and are either dead wood or soil and/or dung feeders; some construct small mounds. Although many species cause minor damage to trees or buildings, a few, e.g. *Amitermes evuncifer* Silvestri which attacks yams in west Africa (Wood *et al.*, 1980b), are economically important.

The Apicotermiinae build diffuse subterranean nests and are often found in the mounds of other species. They are frequently encountered around crop roots but, since they are almost exclusively soil feeders, do not cause any damage.

The Nasutitermitinae have characteristic soldiers with heads extended anteriorly into a tube which secretes or squirts a sticky defensive repellent. They feed on dead grass, leaves or woody material, and some build mounds (Araujo, 1970; Sands, 1961, 1965). With some exceptions, particularly in South America, they are of minor economic importance (Sands, 1973a, 1973b).

The Macrotermitinae, fungus-growers, are widely distributed throughout the Old World except at high altitudes and in desert areas. They maintain an obligate exosymbiosis with the fungus *Termitomyces* spp. which they cultivate within the nest on fungus 'combs' constructed from faecal material (Martin, 1987; Wood & Thomas, 1989). The fungus is cellulolytic and is responsible for external 'digestion', while there are also bacteria and protozoa in the gut which may or may not be symbiotic. They are the commonest termites of Africa and a major component of the Asian and Oriental faunas. Most feed on dead plant material but some also feed on living plants, causing serious and widespread damage, particularly in semi-arid Africa and India. They attack a wide range of crops (Sands, 1973a, 1973b, 1977) and are major pests of exotic forestry (Cowie *et al.*, 1989). Those most frequently causing damage belong to the genera *Macrotermes*, *Microtermes* and to a lesser extent *Odontotermes* and *Ancistrotermes* in Africa, and predominantly to *Microtermes* and *Odontotermes* in the Indian subcontinent. These genera differ characteristically in their biology and mode of attack. *Macrotermes* spp. build large epigeal nests (mounds) from which they forage outwards for distances up to 50 m in galleries/runways either just below or on the soil surface (Darlington, 1982a). They attack plants at the base of the stem, ring-barking or cutting them through completely (Cowie & Wood, 1989; Sands, 1973a). *Odontotermes* spp. build both subterranean and, especially in India, epigeal nests. Damage is due to either foraging under soil sheeting on the outer surface of the plants, sometimes leading to severance of the stem (Cowie & Wood, 1989; Sands, 1973a), or attack on the roots (Mitchell *et al.*, 1987; Nair & Varma, 1985). *Microtermes* spp. and *Ancistrotermes* spp. have diffuse subterranean nests (Wood & Johnson, 1978) and attack plants from below ground by entering the root system and tunnelling up into the stem, hollowing it out and frequently

filling it with soil (Cowie & Wood, 1989; Sands, 1973a, 1973b; Wood *et al.*, 1987). These characteristic modes of attack grade into each other and one genus may adopt more than one of them. Within a genus, different species may be more or less important as pests.

### Principles of Damage and Control

A number of generalizations can be made about severity of attack. In general, attack is more severe on introduced or exotic plant species or varieties than on indigenous or local ones, presumably because the latter have evolved some level of resistance. Attack is more severe on stressed than unstressed plants, stress being due to disease, physical damage, lack of or too much water, etc. Crops planted in lowland areas are more likely to be attacked than those in highland areas, simply because termite distributions are often limited by altitude. In general, with some notable exceptions, termites cause more severe damage in drier savanna than in wet forest agriculture. These generalisations apply to considerations of potential ways of reducing plant susceptibility or of manipulating termite numbers and behaviour without resort to commercial pesticides.

The first principle of control is to decide whether control is both desirable and economically feasible (Cowie *et al.*, 1989; Horn, 1988). For the latter, yield loss estimates are essential but have been assessed in detail only rarely (Johnson *et al.*, 1981; Wood *et al.*, 1980a); damage levels may be only poor indicators of ultimate yield loss (Wood & Cowie, 1988). For instance, in maize, compensatory growth by surviving plants following early season attack, harvest of cobs on the ground from plants lodged late in the season, and damage to vegetative parts occurring after cob formation will result collectively in over-estimates of yield loss if they are based only on attack or damage scores.

Control measures differ depending on the type of termites involved. Conventionally, damage to plants by subterranean termites has been prevented by persistent insecticidal barriers in the soil around the roots, preventing termite access to the crop/tree; mound-building termites can be controlled to a limited extent by destroying or poisoning the mound and/or queen; and dry-wood termites, although considerably less important, have proved extremely difficult to control chemically but a combination of cultural and chemical control may be effective against them in some instances (Cowie *et al.*, 1989; Sands, 1973a, 1973b, 1977). Control measures can be divided broadly into those which attempt to (i) prevent termites gaining access to the plants, (ii) reduce termite numbers in the vicinity of the plants, and (iii) render the plants themselves less susceptible to attack by the termites. Non-chemical techniques include a range of cultural procedures, biological control, queen removal, use of resistant crops/trees and a number of other measures and fall into all three categories.

### Cultural methods

Healthy plants may sometimes be damaged by termites, but unhealthy, stressed plants are generally more susceptible (Cowie *et al.*, 1989; Sands, 1973a, 1973b, 1977; Sen-Sarma, 1986). Drought, disease, weeds, lack of ferti-

lizer, transplant shock, mechanical and fire damage and general neglect may all increase the likelihood of attack (Abd el Nour, 1975; Brown, 1962; Coaton, 1950; Harris, 1971; Kashyap *et al.*, 1984; Logan & El Bakri, 1990; Mercer, 1978; Misari & Raheja, 1976; Nair & Varma, 1985; Ripper & George, 1965). Crops and trees are increasingly planted on marginal land, resulting in greater stress and hence liability to attack (Sands, 1977; Wessels, 1984). Cultural control therefore includes those procedures which help to maintain or enhance plant vigour and which generally are good agricultural/silvicultural practice. Other cultural procedures aim to reduce termite numbers or modify their behaviour. In some cases, these are also part of good standard practice. Various other techniques and procedures have been noticed as influencing termite attack but the underlying reasons can only be guessed at.

#### *Maintenance of plant vigour*

*Good quality seed, healthy seedlings, appropriate transplanting procedure.* Good quality seed is more likely to produce healthy plants. Sound nursery practice followed by selection of vigorously growing seedlings should ensure that only healthy stock is planted out; careful handling and planting may also be important (Beeson, 1941; Brown, 1962; Harris, 1971; Snyder, 1926; Wardell, 1987). In Uganda, for instance, tea seedlings planted with the tap root bent suffered greater damage than those planted correctly (Harris, 1971). The use in forestry of polythene planting tubes, which keep the root ball together and moist until planting out, reduced planting shock and consequent susceptibility to termites (Harris, 1971).

*Water stress.* Levels of rainfall and irrigation may be related to termite attack on plants because (i) levels of termite foraging activity are frequently related to soil moisture levels, and, more importantly, (ii) deficiency or excess of water may stress plants and encourage attack.

In India, termite attack on tea is greater during the rainy season (Srivastava & Butani, 1987) and attack on maize and groundnuts was greater in parts of experimental fields with higher soil moisture levels where termite foraging activity was greater (Reddy & Sammaiah, 1988). Fuller (1912) found that 'mild' watering of fruit trees in the dry season in South Africa stimulated foraging and led to increased termite attack. Limiting the water supply may be of value in specific cases but an adequate supply to maintain plant vigour is nevertheless essential. Termite attack on *Eucalyptus* spp. has been shown, in Senegal, to be negatively correlated with sap pressure (Gueye & Lepage, 1988). In general, attack on crops and trees, e.g. *Eucalyptus* spp., cotton and groundnuts in Africa, is greater in drier areas and during dry periods. Overall annual rainfall is important but the temporal distribution of rainfall through the growing season may be more significant (Abd el Nour, 1975; Brown, 1962; Johnson *et al.*, 1981; Pearson, 1958; Ripper & George, 1965). However, attack on *Eucalyptus* spp. was considered by Nair & Varma (1981, 1985) to be unrelated to rainfall. Other factors, for instance differences among termite species in moisture-related foraging patterns (Roonwal,

1979, p. 29), may be more significant in some regions.

Various measures may reduce attack in circumstances where plants are subject to water stress. Watering of nursery stock just prior to planting out provides an immediate supply of water in the event of an unexpected dry period and ensures cohesion of the soil-root ball. Planting at the correct time so that crops/trees are not subject to drought also helps to ensure plant vigour (Harris, 1971; Wardell, 1987). In rainfed crops and forestry, small-scale water trapping techniques to channel and retain water (Greenfield, 1989; Moldenhauer & Hudson, 1988) may help reduce attack. Burying water-filled earthenware pitchers alongside trees has also been suggested (Wardell, 1987). In Nigeria, Johnson *et al.* (1981) suggested the use of short season varieties of groundnuts and early planting to avoid lack of rain towards harvest.

In irrigated areas regular irrigation will limit periods of water stress. Frequent irrigation may therefore reduce attack (Fuller, 1912; Kumarasinghe & Ranasinghe, 1988), for example, irrigated wheat in Ethiopia suffered greater damage the longer the intervals between irrigation (Cowie & Wood, 1989), and more frequent irrigation reduced attack by *Microtermes obesi* Holmgren in experiments on wheat in India (Verma, 1980). Lack of irrigation has been suggested as one of a number of possible factors influencing levels of termite attack on date palms in Sudan (Logan & El Bakri, 1990) and sugar cane in Sri Lanka (Kumarasinghe & Ranasinghe, 1988). The timing and amount of irrigation may be important. Heavy irrigation three months before cotton sowing in Sudan stimulated termite activity and resulted in increased root damage but irrigation at or just after sowing had no effect on termite attack (Crowther & Barlow, 1943). Waterlogging may weaken plants, enhancing their susceptibility. Even distribution of irrigation throughout a crop to ensure no areas remain dry or waterlogged is clearly also important and may necessitate careful levelling of fields prior to planting (Kakde, 1985; Krishnamoorthy & Ramasubbiah, 1962).

*Crop rotation.* Intensive cropping, especially monocropping, for long periods reduces soil fertility and structure. Under such conditions crops will be less vigorous and therefore more susceptible to attack. This has been suggested as a factor influencing *Hodotermes mossambicus* (Hagen) attack on cotton in southern Africa (Pearson, 1958) and may be a contributing factor to the high levels of termite (Macrotermitinae) damage to maize in western Ethiopia (Cowie & Wood, 1989). Crop rotation, especially including fallow periods, to reduce detrimental effects on soil fertility and structure is, in principle, to be recommended. However, under long-term cultivation the build up of some termite species and the decrease of others may well be more important; negative effects of rotation (e.g. Crowther & Barlow, 1943) are probably not related to effects on plant vigour but to fundamental changes in the make-up of the termite fauna (see below).

*Damage to plants.* Both dry-wood and subterranean termites frequently gain access to living plant tissue in plantation crops and forestry trees through wounds or fire damage (Browne, 1968; Harris, 1969, 1971; Kashyap *et al.*, 1984; McCaw, 1984; Perry *et al.*, 1985; Sands, 1977). In

plantation crops many authors have recommended that dead wood be removed and cut back to the living tissue and pruning be carried out carefully with clean cuts and in a manner to avoid dieback (Harris, 1971; Sands, 1977; Sivapalan *et al.*, 1977). Pruning cuts and accidental wounds should be treated with paint or tar (Kashyap *et al.*, 1984) or perhaps with various plant gums (Beeson, 1941). Such procedures are labour-intensive; they may be cost-effective in plantation crops such as tea but not in forestry (Sen-Sarma, 1986).

Chamsama & Hall (1987) showed that root pruning of forestry seedlings in Tanzania, prior to transplanting reduced planting shock, enhanced drought hardiness and improved post-transplanting survival. Such treatment may therefore lead to healthier plants more capable of withstanding termite attack. However, poor root pruning, leading to breaks, splits and bruises, may encourage attack (Beeson, 1941), particularly if insufficient time is allowed for healing before planting out (Wardell, 1987).

In Sudan, and elsewhere in Africa, cotton suffers heavier termite attack if the roots are damaged by careless thinning, cultivation (including hoeing) or fungal disease (Pearson, 1958; Ripper & George, 1965). Similar damage to tea also leads to increased attack (Harris, 1971). Often, termite attack and microbial infection are seen together (Perry *et al.*, 1985; Ripper & George, 1965) but it is rarely clear which came first.

**Weeding.** Weeds competing with crops/trees, especially young ones, for nutrients, light and water may lead to stress and hence increased susceptibility to termite attack. As suggested for forestry trees in Sudan by Abdel Nour (1975), Abbas & Ahmad (1984) indicated high levels of damage in neglected fields of various crops in Pakistan; Ripper & George (1965) noted higher incidence of termite attack on cotton in Sudan in areas where the sedge *Cyperus rotundus* was abundant. Hoeing or hand weeding may then be recommended although other factors, both positive and negative, such as potential damage to root systems (see above), effects on termite numbers and activity (see below) and effects on soil water evaporation and erosion may be more important. Parry (1959) indicated that clear-weeding of *Eucalyptus* spp. led to increased termite attack during the first six months but to subsequent heightened resistance. The explanation for this was not clear.

**Inorganic fertilizer.** Fertilizers enhance plant vigour and should therefore reduce susceptibility to termite attack. Fuller (1912) reported that fertilizer (kainite) gave good protection from termite attack on trees in Australia, but there have been few subsequent studies specifically addressing this question and the little information available indicates only minor effects or none at all (Barnett, 1986; Brown, 1962; Crowther & Barlow, 1943). However, Sivapalan *et al.* (1977) showed that excessive use of nitrogenous fertilizer in tea encouraged fast growing soft tissue particularly susceptible to attack by the dry-wood termite *Glyptotermes dilatatus* (Bugnion & Popoff).

#### *Manipulating termite numbers and behaviour*

**Crop rotation.** When natural vegetation is cleared and the

land cultivated, the nests of mound-building termite species and those with shallow subterranean nests are destroyed; and species dependent on trees and woody litter eventually disappear. Species with deep subterranean nests, and with the ability to survive on particular living crops and crop residues, remain and increase (Black & Wood, 1989; Kooyman & Onck, 1987; Wood *et al.*, 1977). Crop rotation, and fallow periods, should prevent the rapid build up of these species to high levels. Tree crops (e.g. rubber) may not be seriously attacked by termites dependent on wood for nests and food (e.g. *Coptotermes* spp.) if planted on land previously used for several years for annual non-woody crops (Harris, 1971; Snyder, 1926). However, in a number of cases, rotation seems to have led to greater levels of attack. Short-term rotations led to higher attack than longer rotations in cotton in Sudan (Tarr, 1960). Cotton in rotation following lubia (hyacinth bean) or dura (sorghum) in Sudan suffered heavier tap root damage than when it followed fallow, but this was considered probably due to the remaining crop residues from the previous year allowing build up of pest termites (see below) rather than due to the direct effects of the rotation (Crowther & Barlow, 1943). Support for this suggestion came from the observation that there was less damage in continuous cotton since residues, including roots (which were pulled up), were burnt after harvest.

**Inter-cropping.** In some cases establishment of monoculture forestry plantations can lead to a similar build up of numbers of certain termite species (e.g. *Coptotermes* spp. in south-east Asia) capable of surviving on the particular tree, while less adaptable termite species disappear (Sands, 1977; Tho, 1974). Under-planting with other tree species has been suggested as a means of retaining the range of termite species naturally present (Tho, 1974). However, in single species stands of *Eucalyptus* spp., attack by *Macrotermes* sp. ceases after canopy closure; and seedlings planted in an area in which *Eucalyptus* spp. have been grown previously are not attacked (ICFR, 1986). These facts suggest that the damaging *Macrotermes* populations disappear under mature monoculture *Eucalyptus* plantations. In Australia, *Nasutitermes exitiosus* (Hill) disappears when *Pinus* spp. are planted either as a monoculture or mixed with *Eucalyptus* spp. although *Coptotermes lacteus* (Froggatt) is unaffected (Lee & Wood, 1971).

Certain grasses are grown in West Africa to repel termites (see below) (Malaka, 1972; Sands, 1961) but otherwise the effects of inter-cropping on termite damage in field crops are unknown.

**Crop residues and other organic matter.** The addition or removal of organic matter from the field have both been suggested as methods of reducing levels of attack. Essentially, the conflicting principles are (i) that removal of residues and other debris from the field will reduce potential termite food supplies and hence lead to a reduction in termite numbers and subsequent attack; and (ii) that leaving residues in the field or adding further organic matter will provide alternative food to which the termites will be attracted, thereby reducing levels of attack. The respective counter-arguments are (i) that removal of alternative food sources will concentrate

termite activity on the crops/trees, leading to increased damage; and (ii) that leaving residues and other food sources in the field will provide extra resources and allow termite populations to build up, again leading to increased damage. This conflict of ideas has been recognized for some time (Brown, 1962; Pearson, 1958). There is evidence supporting both views and a generalization may not be possible, different methods being appropriate in different places with different termite species and different crops/trees.

Many authors have recommended clearing and destruction of woody debris from new land before planting forest or plantation crops in order to reduce subsequent termite damage (Beeson, 1941; Harris, 1971; Sands, 1977; Snyder, 1926; Srivastava & Butani, 1987; Tho, 1974; Wood, 1968). In established plantations, the removal and destruction of dead wood and, particularly, termite infested trees is recommended as a control measure (K. W. Dammerman, quoted by Kashyap *et al.*, 1984; Harris, 1971; Srivastava & Butani, 1987) and should be done before the next rainy season to prevent release of large numbers of alates (Kalshoven, 1954). These practices should be effective for the control of dry-wood termites (Kalotermitidae) and others such as *Coptotermes* spp., but may be less successful for control of Macrotermitinae. The former use the wood both as nest sites and as food so clearing debris will remove existing colonies and most potential nest sites. Leaving it allows the build up of populations and encourages alate pairs to settle and establish further colonies; when these food sources are exhausted, which can coincide with the maturation of the plantation, heavy attack by an enhanced population occurs (Sands, 1977). Macrotermitinae, on the other hand, build their nests in the soil and are not dependent on wood for nest sites. Existing colonies and nest sites are not then directly affected by removal of debris and, since the termites can survive on the food stored in their fungus combs when other food is not available (Wood & Johnson, 1978), they may be able to persist for some time following land clearance. Consequently, removal of debris, e.g. by burning (Sudheendrakumar & Chacko, 1986), may not have a significant effect. In fact, Coaton (1950) found that termite attack in fruit and forestry plantations was reduced to negligible levels, even in areas with normally high levels of damage, by leaving organic debris from land clearance and by cutting but not removing weeds. Experience in forestry plantations in Tanzania prompted Wardell (1987) to recommend leaving as much debris as possible on the site after clearing, to ring-weed rather than clear-weed young stands and to use dried out stoloniferous and rhizomatous material from planting holes as a mulch. Similarly, mulching crops with various items including hay, manure, wood shavings or threshed maize cobs was said to dramatically reduce attack by small species of Macrotermitinae (*Microtermes* spp., *Ancistrotermes* spp., *Allodotermites* spp.) in South Africa, although it had much less effect on attack by larger species (*Macrotermes* spp., *Odontotermes* spp.) (Coaton, 1950). In Uganda, Dawkins (1949) found that repeated mulching of tree nurseries with grass, over a period of a year, greatly reduced termite, probably Macrotermitinae, foraging. Tree trunks, branches and woody remnants are used in rice fields in the Philippines and Sierra Leone to reduce termite attack (Litsinger *et al.*,

1978; Raymundo, 1986) and cuttings of the savanna tree *Vitex doniana*, buried alongside cassava cuttings in Uganda, attracted termites away from the cassava, reduced termite attack on it and led to increased sprouting (Epila & Ruyooka, 1988). Other authors, however, suggest that thinnings and other debris left in the field in areas where Macrotermitinae are the pest problem lead to increased termite numbers and subsequent attack (Beeson, 1941; Ripper & George, 1965). Clearly, the type of debris may be important; not all debris will be similarly palatable to all termite species. The different seasonal patterns of foraging of different termite species may also be important. Furthermore, mulches have significant effects on soil physical and chemical properties (Lal, 1987), especially moisture availability, which may influence both termite activity and plant growth.

Maintenance of high levels of organic matter in the soil, as well as on the soil surface, may also have significant effects on damage. Undecomposed organic matter in the soil, including ploughed in weeds, green manure and crop residues, has been considered a cause of attack on cotton in Malawi and Sudan (Agricultural Research Council of Malawi, 1971; Matthews, 1989; Ripper & George, 1965) and maize in the USA (Snyder, 1926), although Coaton (1950) considered ploughing in green manure or crop residues alleviated even severe attack in South Africa. Wardell (1987) recommended use of organic manures in planting holes. Timing of manuring may be critical: organic matter or green manures applied immediately before sowing protected young cotton plants in Sudan, possibly by providing an alternative food source for the termites, but if applied earlier (up to 2 years before sowing) resulted in increased damage by allowing termite numbers to build up (Crowther & Barlow, 1943). Again, the type of manure/mulch/debris will be important, depending on the preferences of the local termite species, but the effects on plant vigour (see above), resulting in heightened resistance to attack, may be more significant.

*Adjacent plants.* An extension of the idea of providing alternative food sources within the crop is to use other plants as trap hosts for infesting termites. Thus Sivapalan *et al.* (1977, 1980) found that the presence of shade trees around highly susceptible clones of tea in Sri Lanka was correlated with reduced attack by the dry-wood termite *Glyptotermes dilatatus*, which initiated colonies in the shade trees but could not survive subsequently (see also Sands, 1977). However, an analogous counter-argument to that presented above for retaining organic debris suggests that surrounding plants may instead act as a further source of food or nest sites and lead to increased termite populations and higher levels of attack, as implied by Smith (1985) in cocoa surrounded by shade trees and attacked by *Neotermes* sp. in Papua New Guinea.

*Weeding.* Ripper & George (1965) indicated greater damage to cotton in Sudan in fields in which *Cyperus rotundus* was abundant (see above). Whether this was a result of the weed attracting termites and/or providing a plentiful source of food and allowing termite numbers to build up, or a result of competition with the weed reducing cotton plant vigour (above), was unknown. In an

analogous way to the clearing or otherwise of debris, etc. (see above), the results of weeding would depend on the balance between these factors. Hoe-weeding would also destroy some termite galleries (see below).

*Breaking up termite galleries.* Termite damage is not generally a problem in crops planted on deep cracking soils because the frequent cracking prevents adequate building and maintenance of mounds, runways and galleries (Lee & Wood, 1971). Artificial breaking up of the soil may have a similar effect, reducing termite foraging activity. Deep ploughing is common practice in India, at least in part for this reason (Kakde, 1985), and a similar practice has been recommended in South Africa (Otto, 1951) and the USA (Snyder, 1926). Beeson (1941) suggested that repeated digging of forest nursery soil beds would reduce termite attack. Regular cultivation around plants to break up termite passages in the soil is effective against shallow-nesting species (Fuller, 1912) but may only have a temporary effect (Coaton, 1950).

#### Other practices

*High density sowing.* Many farmers sow seed at a higher rate than recommended in order to offset anticipated losses due to termites; surviving plants may then be thinned to the appropriate number (Crowther & Barlow, 1943; Harris, 1971; Matthews *et al.*, 1972; Pearson, 1958; Wardell, 1987; Wood & Cowie, 1988). Small gaps may be filled by compensatory growth of unattacked plants (Matthews *et al.*, 1972; Wood & Cowie, 1988) but the frequently patchy nature of termite attack may still lead to some large areas losing all plants, and unless thinning is carried out rigorously, yield may be reduced by inter-plant competition (Cowie *et al.*, 1989; Pearson, 1958; Wood & Cowie, 1988).

*Spacing.* Widely-spaced cotton (Crowther & Barlow, 1943) and groundnuts (Mercer, 1978) are more liable to attack but the reasons are not clear.

*Time of harvesting.* Crops are often more seriously damaged towards harvest than earlier in the season (Sands, 1977) although this depends on the species of termite involved (Wood & Cowie, 1988). Prompt harvest may therefore reduce yield loss (Amin *et al.*, 1985; Harris, 1971). Delays in harvesting can also lead to yield loss through lodging (e.g. in maize and sunflower) or pod/peg damage in groundnuts (El Amin *et al.*, 1983; Harris, 1971; Wood *et al.*, 1980a).

#### Biological control

Biological control aims to manipulate other organisms (predators and pathogens/parasites) in an attempt to reduce pest numbers to economically acceptable levels (Horn, 1988). Termites are eaten by a wide range of vertebrate and invertebrate predators whose natural influence on termite numbers and population dynamics is partially understood in a small number of cases (Wood & Johnson, 1986). However, the natural role of their pathogens and other associated non-symbiotic micro-organisms is largely obscure (Grassé, 1986; Wood & Sands, 1978).

Biological control can be effected in three ways: (i) by introducing exotic natural enemies/pathogens to pests of exotic origin—this is not applicable here as almost all termite pests of agriculture and forestry are indigenous; (ii) by enhancing the effects of natural predators or pathogens by habitat modification or mass release; and (iii) by the release of particular strains, for instance of insecticide resistant predators or specifically toxic pathogens.

#### Predators

The predation hazards confronting termites are enormous. They are preyed upon by a wide range of predators, specialist or opportunistic. Attack is mainly upon individuals outside the nest, foraging neuter casts or alate reproductives leaving the nest to found new colonies. Reviews are included in Araujo (1970), Deligne *et al.* (1981), Grassé (1986), Hegh (1922), Krishna & Weesner (1970), Snyder (1956, 1961, 1968) and Wood & Sands (1978).

*Predation of alate reproductive colony-founding swarms.* This is entirely opportunistic since the alate flights are seasonal and short-lived and cannot provide a regular food supply. Arthropod predators include scorpions, solpugids, spiders, centipedes, dragonflies, cockroaches, mantids, crickets, beetles, flies, ants and wasps (Wood & Sands, 1978). It is likely that ants account for a significant proportion of the probable near-100% mortality of swarming alates. Even when pairs have successfully dug into the soil they are liable to predation by several specialist predators (see below). Vertebrate predators of alate swarms include fish, reptiles, amphibians, birds and mammals including man (Hegh, 1922; Nutting, 1969; Snyder, 1956, 1961, 1968). Of these, birds are the best documented. De Bont (1964) believed that survival of insectivorous Palaearctic migrants may depend on flights of alate termites; some birds take 10–30% of some swarms (Thiollay, 1970). High production of alates (30–170% of standing crop biomass—Wood & Sands, 1978) is anticipatory of large losses to predators and it is inconceivable that predation on alates could be enhanced artificially to influence levels of subsequent termite populations.

*Opportunistic predation of foraging sterile castes.* These predators include all those groups which attack alates, although the relative importance differs, birds being much less important than ants. In Zambia, the main opportunist ant predators of surface foraging species of *Hodotermes*, *Trinervitermes* and *Macrotermite* spp. were *Myrmecaria eumenoides* Gerstaecker and *Pheidole megacephala* Fabricius (Sheppe, 1970). Bouillon (1970) noted that in South Africa the grass-harvesting *Hodotermes* spp. and *Microhodotermes* spp. are attacked by *Anoplolepis custodiens* (F. Smith) and *Iridomyrmex humilis* (Mayr), respectively to such effect that foraging is limited to an hour or two in any one location. Ohiagu & Wood (1976) observed surface predation by *Crematogaster* sp. on grass-harvesting *Trinervitermes* spp. Among vertebrate opportunists, birds and mammals are best documented. Milstein (1964) recorded the bird, korhaans (*Afrotis* spp.) with 1500–1900 *Hodotermes* workers in their stomachs and Steyn (1967) found 5100 in one Guinea fowl. Smithers (1971) found termites in the guts of over 15 species of



mammals in Botswana; over half the individuals of some species had eaten termites.

Clearly, surface-foraging termites, such as harvester termites which feed in the open, or those Macrotermitinae which feed under thin surface sheets of soil or occasionally in the open, suffer most from opportunistic predation, whether this is by ants, birds or mammals. There are no quantitative estimates of consumption on which to base attempts to enhance predation, although Beeson (1941) claimed that transplanting *Solenopsis* sp. to nurseries of tree seedlings in India controlled termites. Burying 'gur' (unrefined sugar) near trees to attract ants which prey on termites has also been suggested (Anon., 1898).

*Specialized predation on foraging sterile castes.* The more constantly available food supply, represented by the non-reproductive castes has led to the evolution of behavioural and morphological adaptations of predators which exploit the two main concentrations of termite activity, foraging parties and the brood centre ('hive'). The latter involves the need for excavation of protective nest walls and both require resistance to defence mechanisms of the termites. Hive predators tend to be nomadic since their feeding is commonly destructive, whereas predators on foraging parties need the ability to harvest rapidly a sufficient amount of food before the rest flees underground, or aggressive or distasteful soldiers become too numerous.

Specialized invertebrate predators of foraging termites seem to be confined to a few species of ponerine and myrmicine ants. Emerson (1945) recorded raids by *Termitopone commutata* (Roger) on foraging columns of *Syntermes* spp. in south America where parties of over 100 ants carried off one or two termites each. The African ponerine *Megaponera foetens* (Fabricius) exclusively preyed on foraging Macrotermitinae in Nigeria (Longhurst *et al.*, 1978), the main prey species being *Macrotermes bellicosus* (Smeathman) (141 termites  $m^{-2}/yr$ ) and other species (52  $m^{-2}/yr$ ). Predation on *M. bellicosus* was equivalent to the standing crop population and 1/7th of the total annual production (Collins, 1981). *Decamorium uelense* (Santschi) preys on small termites which feed inside their food sources of roots and plant debris (Longhurst *et al.*, 1979); *Microtermes* spp. comprised 99.5% and were consumed at the rate of 632 termites  $m^{-2}/yr$  which is equivalent to 74% of the standing population and approximately one-eighth of the total annual production.

The aardwolf (*Proteles cristatus*) preys almost entirely on *Trinervitermes* spp. (Kruuk & Sands, 1972). Wood & Sands (1978) estimated that a modest *Trinervitermes* population would supply 20-50 times the annual metabolic needs of a single aardwolf; enhancing aardwolf, and indeed other vertebrate populations, to a level capable of controlling termite numbers is, therefore, inconceivable.

Habitat modification in perennial crops (Majer, 1986) has, in a few instances, effectively reduced pest ant populations by increasing the favourability of the habitat for predatory ants. A similar approach, or transplanting ant nests to specific locations, could have two effects on termites: (i) reduction in numbers—this is unlikely as loss of neuter castes is rapidly countered by increased egg laying and social regulation of caste ratios; and (ii) reduc-

tion in foraging activity due to interference (see Bouillon, 1970), a possibility perhaps worth exploring.

*Specialized predation on colony brood centres.* Specialized predation by invertebrates on the hive has only been perfected on a large scale by the burrowing doryline ants. These have subterranean raiding columns and appear to bivouac in the nest systems of the termites on which they prey. The reaction of termite colonies invaded by *Dorylus* spp. varies: *Macrotermes* spp. and *Cubitermes* spp. seem to remain and fight to a finish, while *Trinervitermes* spp., *Pseudacanthotermes* spp. and some soldierless genera such as *Alyscotermes* may leave and migrate to the surface where the ants rarely follow. Bodot (1961, 1967) noted that approximately 26% of *M. bellicosus* nests were attacked each year by dorylines in the Ivory Coast. In environments disturbed by clearing for cultivation, these attacks resulted in extinction, which could reflect the lowered vitality of the termite colonies resulting from food shortage. In contrast, in a stable environment in East Africa where most colonies of *Macrotermes michaelsoni* (Sjöstedt) were mature, although 80% of colony mortality was caused by dorylines, it only amounted to a few per cent annually. Recolonization of areas artificially cleared of mounds, or following natural high mortality, is rapid (Darlington, 1982b; Pomeroy, 1983).

Specialized vertebrate predators of the hive are all mammalian, with typical 'ant-eater' adaptations. They include pangolins in Africa and India, the armadillo of Africa, the armadillo in Texas, ant-eaters in South America, the sloth bear in India and the numbat and echidna in Australia (Wood & Sands, 1978).

There are no quantitative data on the consumption of termites by colony-raiding predators on which to base attempts to enhance predation.

### Pathogens

The distinction between naturally occurring microbial symbionts, commensals, parasites and pathogens, including bacteria, fungi, protozoans, viruses and nematodes, is difficult without knowledge of the ecology of the termites. Many of the micro-organisms that have been found in association with termites (Grassé, 1986; Johnson & Gumel, 1981) are not significant pathogens and hence not potentially useful as biological control agents; some are obligate symbionts (Breznak, 1982; O'Brien & Slaytor, 1982). Few proven pathogens have been isolated from termites. Nevertheless, termites have been considered as good candidates for pathogenic control because they live in a conducive environment—humid, crowded and intimate (Burgess & Hussey, 1971, p. 708). But despite the laboratory testing of hundreds of known insect pathogens against termites (Lund, 1971), few have been tested in the field and none has proved effective. Successful control may be unlikely in general because of the well-known termite behaviour of isolating infected colony members in walled off parts of the nest (Logan & Abood, 1990; Pearce, 1987; Reese, 1971; Su *et al.*, 1982; Wood & Sands, 1978), thus preventing spread of the pathogen through the colony. However, in some cases, termites may consume dead and diseased individuals and hence spread the disease through the colony (Page, 1967), although in others they do not (Grassé,

1986). Considerable problems in developing formulations and application methods are likely (Sands, 1973b) and decisions about appropriate strategies to adopt, either stimulation of the endemic tendencies of natural pathogens or introduction of artificial inocula (Ferron, 1978; Nickle, 1984), would be premature. Much background information is available in Burges (1981), Burges & Hussey (1971) and Ferron (1978).

**Viruses.** Pathogenic virus-like particles have been isolated from termites (Gibbs *et al.*, 1970) and the pathogenicity to termites of nuclear polyhedrosis virus from the moth *Spodoptera littoralis* Boisduval and of an iridovirus from the mole cricket *Scapteriscus borellii* Giglio-Tos have been experimentally demonstrated (Al Fazairy & Hassan, 1988; Fowler, 1989). However, the potential of viruses as control agents has not been further evaluated.

**Bacteria.** The mutualistic association between termites and their dense and diverse bacterial gut flora (e.g. Yara *et al.*, 1989) is well-known (see above) but only rarely have pathogenic bacteria been isolated from termites. Khan *et al.* (1977a) isolated a naturally occurring termite strain of *Bacillus thuringiensis* Berliner (Bt) from *Bifiditermes besoni* (Gardner) and demonstrated its pathogenicity to other termite species. Other studies of Bt have demonstrated the pathogenicity to various termites of commercially produced strains not derived from termites (Farghal *et al.*, 1987; Khan *et al.*, 1978, 1985; Smythe & Coppel, 1965). It can be passed between individual termites by trophallaxis (Khan *et al.*, 1981) and live termites can pick up infection from treated cadavers (Farghal *et al.*, 1987). There are differences in susceptibility among termite species (Farghal *et al.*, 1987). However, only Kakaliyev & Saparliyev (1975) have assessed its efficacy in the field, concluding that it held little promise as a control agent. In general, Bt may not be a good candidate for soil insect control because of its poor survival in the soil (Burges, 1981).

Various other bacteria, notably *Serratia marcescens*, are pathogenic to a number of termite species and can be transferred by trophallaxis (Khan *et al.*, 1977b; Khan *et al.*, 1981; Lund, 1971). Page (1967) combined both *B. thuringiensis* and other bacteria with fungi, suggesting a synergistic effect, but presented no field results.

**Fungi.** Biological control of insects with fungi has been broadly reviewed by Ferron (1978) although with few specific references to termites. Termites are natural hosts for at least 20 species of obligate ectoparasitic fungi (Blackwell & Rossi, 1986), while many other fungal species are associated more generally with them (Grassé, 1986; Johnson & Gumel, 1981; Sands, 1969; Thomas, 1987a). The infectivity and pathogenicity of some of these and other fungi has been demonstrated in the laboratory (Bao & Yendol, 1971; Sands, 1969; Smythe & Coppel, 1966; Yendol & Rosario, 1972) but their ecological significance remains unknown (Grassé, 1986); they are probably rarely encountered in the field at the laboratory concentrations tested. However, Hanel & Watson (1983 and references therein) have attempted to control *Nasutitermes exitiosus* (Hill), which damages forest trees in Australia, by dusting/spraying individual termites with *Metarhizium anisopliae*. Although the fungus spread

through the colony and survived for up to 15 weeks in some cases, the results for colony mortality were unconvincing. It is possible that either other micro-organisms in the colony inhibit the fungus or the termites themselves produce a fungistatic secretion. Inhibition of fungi, other than the obligate symbiont *Termitomyces* spp. in colonies of Macrotermitinae (fungus-growing termites), is well established, although the mechanism is not clear (Thomas, 1987b; Wood & Thomas, 1989).

**Protozoa.** Protozoa are important symbionts of lower termites (Honigberg, 1970; Yamin, 1980) but reports of protozoan pathogens infecting termites are few (Jafri *et al.*, 1976). They have not been considered as biological control agents.

**Nematodes.** Nickle (1984) gives much general information on nematode infection of insects and Poinar (1979) gives basic data on species with potential as pest control agents, but neither author specifically mentions biological control of termites. Poinar (1975) listed the termite species (13) in which natural nematode infections, frequently due to *Rhabditis* spp., had been recorded. Nematodes enter their insect hosts both via natural openings (mouth, anus, spiracles) and by active penetration of the cuticle and intersegmental membranes (Bedding & Molyneux, 1982). Their pathogenic action is at least partly due to infection of the insect by bacteria associated with the nematodes (Danthanarayana & Vitarana, 1987; Fujii, 1975; Georgis *et al.*, 1982). They have been tested against a number of soil pests in the field but the results have not been consistent (Georgis & Poinar, 1983; Poinar, 1979); and although they have been commercially marketed in the USA for prevention of subterranean termite damage to buildings (Weidner, 1983), rigorous field trials involving application of high concentrations of nematodes to the soil to act as a barrier to termites have not convincingly demonstrated their efficacy (Mix, 1985, 1986). Mix (1985) indicated that termites were able to move through treated soil, while Epsky & Capinera (1988) suggested that they could detect and avoid the treated area, readily circumvent or find gaps in it and that protection only lasted for two to three weeks. Efficacy probably depends on precise temperature and humidity requirements and on protection from sunlight (Gaugler & Boush, 1979; Georgis & Hague, 1981; Mix, 1986; Schmiedege, 1963). These may be the main reasons why control of subterranean termites with nematodes has not yet met with success despite the pathogenicity of the nematodes to the termites.

In contrast, application of a suspension of *Heterorhabditis* sp. to individual branches of tea bushes, infested with the dry-wood termite *Glyptotermes dilatatus* in Sri Lanka, suggested that infection could spread through the colony and give effective and economic control (Danthanarayana & Vitarana, 1987). However, control of dry-wood termites in less valuable crops or in forestry trees, by this time-consuming and labour-intensive method, is unlikely to be appropriate or cost-effective.

#### Queen removal

Removal of the queen and/or destruction of the nest have been advocated frequently for the control of

mound-building termites, especially the fungus-growing Macrotermitinae (e.g. Dawkins, 1949; Kakde, 1985; MacGregor, 1950; Rajagopal, 1982). The nest is readily identified and the royal chamber easy to locate. However, if nymphs or alates are present at the time of de-queening, replacement reproductives may develop (Coaton, 1949; Darlington, 1985; Fuller, 1912; Sieber, 1985; Wilkinson, 1940), although this is frequently not appreciated with regard to the Termitidae. However, Wilkinson (1940) considered that, if the fungus combs as well as the queen were removed, the colony did not recover. Dawkins (1949) advised lighting a fire in the mound after queen removal. Consequently, success of the technique varies. However, foraging activity may be reduced even if de-queened colonies do not die since they remain inactive for 12-18 months until new queens become established (Coaton, 1949). In addition, termite colonies are totally subterranean for their first few years and so, even if mature colonies are killed, immature colonies are overlooked and may spread to take over the area previously foraged by the de-queened colony (Cowie *et al.*, 1989). Nevertheless, reduction in foraging activity may be for a sufficient period to allow young trees to become established or offer short term protection to crops, but only in the rare cases where mound-building species are the only serious termite pests.

Control of *Coptotermes curvignathus* Holmgren by queen removal has been attempted, but reproductives of lower termites are replaced even more readily than those of higher termites (Wood, 1968); and in forestry it is mature trees which are attacked, which would necessitate continuous destruction as mounds appear (Cowie *et al.*, 1989).

#### Plant insecticides, wood ash and other toxic/repellent materials

Locally available parts of plants, plant extracts and other substances have frequently been claimed to be effective in termite control, although they have received little rigorous assessment in the field.

##### Plant insecticides

A wide range of plants is toxic or repellent to insects or have antifeedant properties (Harborne, 1988). Many have been considered for use as insecticides (Gerrits & van Latum, 1988; Stoll, 1986). Ideally, plant insecticides should come from readily available local plants or those which are easy to grow, preferably on poor quality land so that they do not compete with food or cash crops. The active ingredient should be available with little or no preparation and the plants should not develop into weeds or act as hosts for crop pests. In addition they should have low toxicity to non-target organisms, especially beneficial insects and humans.

Laboratory studies have identified a number of plants containing material toxic to termites. Most research has concentrated on chemicals in timber which confer resistance to attack (see below). Many timbers contain chemicals or complex mixtures of chemicals that repel or kill termites or interfere with their gut fauna (Adams *et al.*, 1988; Beal *et al.*, 1974; Carter & Mauldin, 1981; Lin & Wang, 1988; Rudman & Gay, 1967) but these

chemicals are difficult to extract (Carter & de Camargo, 1983). Consequently, they are unlikely to be useful as insecticides in their own right, particularly as most of the toxic chemicals in timber are avoided by termites except in no-choice tests (Carter & de Camargo, 1983; Carter & Smythe, 1974). However, waste sawdust or wood chips from trees containing repellent chemicals may provide some protection if incorporated into soil or used as a mulch round crops or trees, but this has yet to be tested.

Herbaceous plants or the leaves and fruit of trees are more likely to be effective; they are easily crushed and usually can be used without complex extraction procedures. Laboratory experiments have found numerous materials repellent or toxic to termites in such plant material (Table 1) but in very few of these studies was their effectiveness tested in the field.

Nevertheless, there are many reports of plant materials or extracts being used in the field (Table 1). Some authors make recommendations on the basis of personal experience; others report local practices which may or may not be effective. The simplest method of application is as a mulch. Several mulches using leaves or berries of the plant or oil cake (the residue after oil such as neem or castor has been extracted) are reported to be effective. Whether this was due to toxic effects or to effects of the mulch *per se* on soil physical and chemical properties (Lal, 1987), which in turn affected plant vigour and susceptibility to termite attack, is unknown. Water extracts of plants have been mixed with irrigation water, sprayed on to plants or mixed with the soil to protect trees and crops. Further details and references are given in Table 1.

Beeson (1941) gave recipes for mixtures of plant extracts which prevented termite foraging on trees and attack on wound or fire damage in India. As the original paper is difficult to obtain these are described here. 'Gambir mixture' made from the leaves of *Uncaria gambir* (Nauclaceae) or the dried aqueous extract of *Acacia catechu* (Leguminosae) mixed with oil from *Canarium strictum* (Burseraceae), *Hopea* sp. (Diptocarpaceae) or *Shorea* sp. painted on wounds or fire damage to trees prevents invasion by termites. 'Gondal fluid' (castor oil cake mixed with plant extracts from *Gardenia gummifera* (or *G. lucida*) (Rubiaceae), *Ferula jaeschkeana* (Umbelliferae) and aloes (Agavaceae) (*Agave vera*, *A. cantela* or *A. angustifolia*) and soaked for two weeks) painted round the base of a tree gives protection against termite foraging for about eight months. Giridhar *et al.* (1988) showed that *Calotropis* (Asclepiadaceae) latex protected wooden pegs for four months.

Some grasses are actively avoided by termites (Sands, 1961) and are planted by farmers to keep termites from farms and gardens in Nigeria (Malaka, 1972).

##### Wood ash and other materials

Wood ash heaped around the base of the trunk has been recorded as preventing termite infestation of coffee bushes (Khashyap *et al.*, 1984) and is said to repel them from date palms (Popenoe, 1973). It is said also to be effective in protecting tree seedlings if mixed into forestry nursery beds or applied as a layer below polythene planting tubes (Beeson, 1941; C. Holding (CARE, Sudan) pers. comm.) and to protect stored yams, wooden posts and stacks of hay and maize straw (Jack, 1913; Malaka,

Table 1. Plant species\* reported to be toxic or repellent to termites.

Plant	Method/Use	Country	Author
<b>ACANTHACEAE</b>			
<i>Adhatoda vasica</i>	infusion used against termites	India	Secoy & Smith, 1983(A)
<b>AGAVACEAE</b>			
<i>Agave americana</i>	water extract (leaves) to protect paper	India	Dastur, 1954(TA)
<i>Agave angustifolia</i> (aloe) <sup>1</sup>	water extract as paint for tree wounds	India	Beeson, 1941(TB)
<i>Agave vera</i> (aloe) <sup>1</sup>	water extract as paint for tree wounds	India	Beeson, 1941(TB)
<i>Agave cantela</i> (aloe) <sup>1</sup>	water extract as paint for tree wounds	India	Beeson, 1941(TB)
<i>Sansevieria libericum</i>	water extract to protect crops	Nigeria	Malaka, 1972(TA)
<b>ANACARDIACEAE</b>			
<i>Anacardium occidentale</i> (cashew)	seed oil/stem gum to protect timber	?	Usher, 1974(TA)
<b>ARALIACEAE</b>			
<i>Hedera helix</i>	saponins in leaves inhibit feeding	-	Tschesche <i>et al.</i> , 1970(L)
<b>ASCLEPIADACEAE</b>			
<i>Calotropis procera</i>	latex from stem to protect timber	India	Giridhar <i>et al.</i> , 1988(E)
<i>Sarcostemma acidum</i>	decoction with salt as termite repellent	India	Secoy & Smith 1983(A)
<i>Sarcostemma brevistigma</i>	plants/salt bag hung in irrigation water	India	McIndoo, 1945(A)
	decoction with salt as termite repellent	India	Secoy & Smith, 1983(A)
<b>BURSERACEAE</b>			
<i>Boswellia dalzielii</i>	gum to protect wood	?	Jacobson, 1975(TA)
<i>Canarium strictum</i> <sup>2</sup>	gum from leaves to paint for tree wounds	India	Beeson, 1941(TB)
<i>Commiphora africana</i>	water extract in tree nursery irrigation	Malawi	Wardell, 1987(A)
	resin used as termite repellent	W. Africa	Jacobson, 1975(T)
<b>CARICACEAE</b>			
<i>Carica papaya</i> (papaya)	immature fruit juice toxic	-	Yaga, 1973(L)
<b>CARYOPHYLLACEAE</b>			
<i>Gypsophila paniculata</i>	saponins in roots inhibit feeding	-	Tschesche <i>et al.</i> , 1970(L)
<b>COMPOSITAE</b>			
<i>Chrysocoma tenuifolia</i>	oil from leaves/flowers toxic/repellent	-	Hewitt & Nel, 1969(L)
<i>Parthenium hysterophorus</i>	extract of leaves toxic	-	Tilak, 1977(L)
<i>Tagetes minuta</i>	water extract in tree nursery irrigation	Malawi	Wardell, 1987(A)
<i>Tagetes sp.</i>	water extract in tree nursery irrigation	Zimbabwe	S. Page, pers. comm.(A)
<b>CONVOLVULACEAE</b>			
<i>Ipomoea fistulosa</i>	mulch to protect drying groundnuts	India	C.S. Gold, pers. comm.(E)
<b>CUPRESSACEAE</b>			
<i>Chamaecyparis formosensis</i>	?	?	Grainge & Ahmed, 1988(?)
<i>Juniperus sp.</i>	extract of leaves toxic	-	Adams <i>et al.</i> , 1988(L)
<b>DIPTOCARPACEAE</b>			
<i>Hopea sp.</i> <sup>2</sup>	oil used as paint for tree wounds	India	Beeson, 1941(TB)
<i>Shorea sp.</i> <sup>2</sup>	oil used as paint for tree wounds	India	Beeson, 1941(TB)
<b>EUPHORBIACEAE</b>			
<i>Euphorbia tirucalli</i>	planting hole to protect <i>Eucalyptus</i>	Tanzania	Wardell, 1987(B)
<i>Euphorbia continifolia</i>	planted as repellent	Africa	Secoy & Smith, 1983(?)
<i>Ricinus communis</i> (castor)	oil cake mulch in tree nursery	India	Beeson, 1941(TB)
	oil cake as paint for tree wounds	India	Beeson, 1941(TB)
	oil cake mulch in sugar cane fields	India	Anon., 1898(B)
<b>FABACEAE</b>			
<i>Daniellia oliveri</i>	resin as termite repellent	Africa	Secoy & Smith, 1983(?)
<b>GRAMINEAE</b>			
<i>Cymbopogon citratus</i>	planted to protect crops	?	Sands, 1961(TA)
<i>Cymbopogon schoenanthus</i>	planted to protect crops	Nigeria	Malaka, 1972(TA)
<i>Digitaria sp</i>	planted to protect crops	Nigeria	Malaka, 1972(TA)
<i>Pennisetum purpureum</i>	planted to protect crops	Nigeria	Malaka, 1972(TA)

Table 1. Continued

Plant	Method/Use	Country	Author
<b>HIPPOCASTANACEAE</b>			
<i>Aesculus hippocastanum</i>	saponins in fruit toxic; inhibit feeding	-	Tschesche <i>et al.</i> , 1970(L)
<b>LABIATEAE</b>			
<i>Hyptis spicigera</i> <i>Ocimum basilicum</i> (basil) <i>Ocimum canum</i> <i>Ocimum urticifolium</i>	whole plant laid below stored millet water extract as seed dressing for yam water extract in tree nursery irrigation water extract in tree nursery irrigation	W. Africa Nigeria Malawi Malawi	Dalziel, 1937(T) Malaka, 1972(TA) Wardell, 1987(A) Wardell, 1987(A)
<b>LEGUMINOSAE</b>			
<i>Acacia catechu</i> <sup>2</sup> <i>Albizia anthelmintica</i> <i>Cassia siamea</i> <i>Glycyrrhiza glabra</i> <i>Hardwickia manii</i> <i>Leucaena leucocephala</i> <i>Parkia clappertoniana</i> <i>Pterocarpus erinaceus</i> <i>Robinia pseudacacia</i> <i>Swarztzia madagascariensis</i>	leaves/gum as paint for tree wounds saponins in roots toxic, inhibit feeding leaf mulch in tree nursery saponins in roots toxic, inhibit feeding stem and branches toxic leaf mulch in tree nursery water extract to protect crops leaves used to protect millet granaries wood shavings repellent powdered fruit toxic powdered pods to protect stored grain	India - Kenya - ? Kenya Nigeria ? ? ? Africa	Beeson, 1941(TB) Tschesche <i>et al.</i> , 1970(L) Wardell, 1987(A) Tschesche <i>et al.</i> , 1970(L) Grainge & Ahmed, 1988(A) Wardell, 1987(A) Malaka, 1972(TA) Booth & Wickens, 1988(A) Jacobson, 1975(L) Jacobson, 1975(TA) Drummond & Palgrave, 1973(TA)
<b>LILIACEAE</b>			
<i>Aloe graminicola</i>	water extract for <i>Eucalyptus</i> irrigation	Tanzania	Wardell, 1987(B)
<b>MELIACEAE</b>			
<i>Azadirachta indica</i> (neem)  <i>Melia azedarach</i>	oil cake mulch in <i>Eucalyptus</i> nursery leaf mulch in tree nursery mulch to protect drying grounds seed extract (methanol) leaf/berry mulch/extract in tree nursery soil treatment with leaves protects wheat bark, seed, leaf and fruit extracts	India Kenya India - Kenya India -	Beeson, 1941(TB) Wardell, 1987(A) C.S. Gold, pers. comm.(E) Jacobson, 1982(L) Wardell, 1987(A) McIndoo, 1945(E) Lin & Wang, 1988(L)
<b>MORACEAE</b>			
<i>Ficus carica</i>	sap used to destroy termite mounds	Africa	Secoy & Smith, 1983(A)
<b>NAUCLEACEAE</b>			
<i>Uncaria gambir</i> <sup>2</sup>	leaves/gum as paint for tree wounds	India	Beeson, 1941(TB)
<b>PALMAE</b>			
<i>Elais guineensis</i> (oil palm)	oil from fruit as seed dressing, yam	Nigeria	Malaka, 1972(TA)
<b>PAPAVERACEAE</b>			
<i>Argemone mexicana</i>	oil from seed juice from plant	Nigeria Nigeria	Dalziel, 1937(T); McIndoo, 1945(T) Dalziel, 1937(T)
<b>PINACEAE</b>			
<i>Pinus roxburgii</i>	needle extract repellent	-	Zaheer <i>et al.</i> , 1987(L)
<b>PRIMULACEAE</b>			
<i>Cyclamen europaeum</i> <i>Primula elatior</i>	saponins in tuber toxic, inhibit feeding saponins in roots toxic, inhibit feeding	- -	Tschesche <i>et al.</i> , 1970(L) Tschesche <i>et al.</i> , 1970(L)
<b>ROSACEAE</b>			
<i>Quillaja saponaria</i>	saponins in bark inhibit feeding	-	Tschesche <i>et al.</i> , 1970(L)
<b>RUBIACEAE</b>			
<i>Gardenia gummifera</i> <sup>1</sup> <i>Gardenia lucida</i> <sup>1</sup>	water extract to protect trees water extract as paint for tree wounds	India India	Tryon, 1903(T); Beeson, 1941(TB) Beeson, 1941(TB)
<b>SAPOTACEAE</b>			
<i>Butyrospermum parkii</i> <i>Chrysophyllum albidum</i>	water extract of kernels repellent fruit exocarp to protect crops	W. Africa Nigeria	Dalziel, 1937(TA) Malaka, 1972(TA)

Table 1. Continued

Plant	Method/Use	Country	Author
<b>SCROPHULARIACEAE</b>			
<i>Digitalis purpurea</i>	saponins in seeds toxic, inhibit feeding.	-	Tschesche <i>et al.</i> , 1970(L)
<i>Digitalis lanata</i>	saponins in seeds toxic	-	Tschesche <i>et al.</i> , 1970(L)
<b>SIMAROUBACEAE</b>			
<i>Quassia indica</i>	water extract of leaves	Indonesia	Usher, 1974(TA)
<b>SMILACACEAE</b>			
<i>Smilax aristolochiaefolia</i>	saponins in roots toxic, inhibit feeding	-	Tschesche <i>et al.</i> , 1970(L)
<b>SOLANACEAE</b>			
<i>Nicotiana tabacum</i> (tobacco)	water extract in tree nursery irrigation water extract in crop irrigation water extract in tree irrigation dust to protect trees	India India Zimbabwe Zimbabwe	Beeson, 1941(TB) Roonwal, 1979(TB) Jack, 1913(B) Jack, 1913(B)
<i>Solanum</i> spp.	saponins inhibit feeding, some toxicity	-	Tschesche <i>et al.</i> , 1970(L)
<b>THEACEAE</b>			
<i>Thea sinensis</i> (tea)	saponins in fruit toxic	-	Tschesche <i>et al.</i> , 1970(L)
<b>UMBELLIFERAE</b>			
<i>Ferula laeschkeana</i> <sup>1</sup>	water extract—tree band	India	Beeson, 1941(TB)
<i>Ferula assafoetida</i>	reduced attack on wheat	India	McIndoo, 1945(A)
<b>VERBENACEAE</b>			
<i>Lippia javanica</i>	water extract in tree nursery	Malawi	Wardell, 1987(A)
<i>Acorus calamus</i>	water extract to protect crops water extract to dip sugar cane setts	India India	Roonwal, 1979(B) Butani, 1967(TE); Roonwal, 1979(B)
<b>VITIDACEAE</b>			
<i>Cissus quadrangularis</i>	planted as termite repellent	Africa	Dalziel, 1937(T)

\*Plant names are those given by authors; family names from Willis (1973).

<sup>1</sup> mixed together to give Gondal fluid; <sup>2</sup> mixed together to make Gambir mixture.

?—information not given; T—traditional; L—laboratory study; E—formal experimental field trials;

A—reported to the author as effective, hearsay; B—reported by the author as effective, first hand knowledge.

1972). Use of wood ash is a common practice which demands proper evaluation.

Nigerian farmers bury dead animals or fish viscera to reduce termite attack but the rationale behind this is not clear (Malaka, 1972). In India, water containing decomposed fish, tobacco and salt, or the washings from a bear skin (!) were reputed to keep termites from mango trees (Anon., 1898). Kerosene, diesel and crude oil have been recommended to prevent attack on timber and on tree bark (Beeson 1941; Giridhar *et al.*, 1988; Logan & El Bakri, 1990; Malaka, 1972). The addition of crude, fuel or fish oil emulsion to irrigation water is reputed to reduce damage to tree seedlings and sugar cane (Beeson, 1941; Butani, 1967; Rao, 1951; Roonwal, 1979). Snyder (1926) recommended an emulsion of kerosene and fish oil soap applied to a layer of sand or ashes under pots in horticultural nurseries in the USA. Coal tar, traditionally used to protect the cut ends of sugar cane setts in India is ineffective as termites attack unprotected buds (Butani, 1967; Rao, 1951) but, painted round the trunks of fruit trees, it can prevent foraging on bark and subsequent ring-barking (Giridhar *et al.*, 1988; Jack, 1913) and applied to pruning cuts prevents termite access (Snyder, 1926). Swathing the base of young trees in sheep dung or a

mixture of cow dung and aloe juice, or burying soap near the roots, have been suggested (Fuller, 1912).

#### Plant resistance

Resistance functions either by inhibition of pest attack or by the ability of plants to produce normal yields despite attack (Horn, 1988). Generally, however, the possibility of using termite resistant varieties or species of crops and trees has been ignored. The ready availability and high efficacy of organochlorine insecticides has, until recently, obviated the need for research on resistance. Even now, with the widespread concern over the environmental effects of these compounds, most research focuses on the use of new and safer insecticides rather than on the use of resistant species or varieties.

#### Resistant crops

In general crops showing resistance or tolerance are indigenous while the susceptible crops are exotic. For instance, in Africa sorghum and millet are more resistant to termites than maize (Cowie & Wood, 1989); and cowpea and bambara nuts are not attacked while

groundnuts suffer serious damage (Johnson *et al.*, 1981). Presumably indigenous crops have evolved defence mechanisms against the local termite species. Nevertheless, some exotic plants, such as mango, avocado and citrus in South Africa, are resistant to termites (Fuller, 1912). Where there are major losses to termites, resistant crops could provide options by way of rotations or intercropping but the over-riding factors are likely to be socio-economic. Grafting susceptible fruit trees on to root stocks of resistant species has been practiced successfully (Fuller, 1912).

Cultivars of a particular crop may also differ in susceptibility (Amin *et al.*, 1985; Johnson *et al.*, 1981; Kumarasinghe & Ranasinghe, 1988; Mercer, 1978; Parihar, 1985; Singla *et al.*, 1988). Amin *et al.* (1985) screened over 500 groundnut cultivars and found a wide range of resistance to pod scarification by termites (0 to 44% pods scarified). Mortality of groundnuts due to termites also varies among cultivars (Mercer, 1978; Sithanatham, in press). Variation in susceptibility between cultivars has also been recorded for tea and sugarcane (Kumarasinghe & Ranasinghe, 1988; Sands, 1976; Singla *et al.*, 1988; Sivapalan *et al.*, 1977). Local varieties of groundnuts in Nigeria and castor and cotton in India, presumably selected by farmers over many years, knowingly or otherwise, are more resistant to termite attack than introduced cultivars (Johnson *et al.*, 1981; Parihar, 1985; Roonwal, 1979). Poorer quality, hybrid date palms in northern Sudan are reported to be more resistant to termite attack than named varieties (Logan & El Bakri, 1990). Variation in susceptibility between cultivars has also been recorded for tea (Sands, 1976; Sivapalan *et al.*, 1977) and sugar cane (Kumarasinghe & Ranasinghe, 1988; Singla *et al.*, 1988).

#### Resistant forestry trees

There is far more information on resistance of trees to termites, although few trials have been established specifically to identify resistant species. Exceptions are the trials on a range of species by Mitchell *et al.* (1986, 1987) in Zimbabwe and Midgley & Weerawardane (1986) in Sri Lanka and trials on *Eucalyptus* spp. and *Leucaena* cultivars in India by Rajagopal (1982) and Chander *et al.* (1984), respectively. Much of the information on tree resistance is based on casual observation and is scattered through the literature, often as minor comments in reports and papers. In some cases neither the termite species nor the country are given and the information therefore has only limited usefulness (e.g. Webb *et al.*, 1984).

On the other hand, there is a vast amount of information on resistance of timber to attack by termites (e.g. Bampton *et al.*, 1966; Harris, 1971; Wigg, 1946). Although this has some relevance to the susceptibility of the living tree, changes in chemistry due to seasoning, drying and ageing after felling may alter the timber's palatability to termites (Jones, 1985; Ratcliffe & Cummins, 1939; Wigg, 1946).

The degree of resistance depends on tree species, tree provenance (the source of the seed), termite species and the tree's age and condition. In Africa, most indigenous trees are resistant to termite attack and, although they may be covered in soil sheeting laid down by foraging termites, attack is limited to feeding on dead bark (Cowie *et al.*, 1989; Harris, 1955; Lee & Wood, 1971).

Generally, this is the case elsewhere, although *Coptotermes* spp., especially, cause substantial damage to indigenous trees in Malaysia and several Australian termites attack native *Eucalyptus* spp. (Cowie *et al.*, 1989; Fox, 1974; Greaves, *et al.*, 1967; Tho, 1982).

It is seldom possible to define a tree species as resistant. Trees resistant to one termite species may be susceptible to others. In Australia, *Eucalyptus marginata* is resistant to a range of termite species but is attacked by *Nasutitermes exitiosus* (Hill), while *Pinus* spp., susceptible to many Australian termites, and *Araucaria cunninghamii*, attacked by *Coptotermes* sp., are both resistant to *Nasutitermes* (Lee & Wood, 1971; Wood, 1978). Similarly, trees recorded as resistant in one country may be susceptible in another. *Pinus* spp. tend to be relatively resistant to African termites (FAO, 1985; Wardell, 1987) but are extremely susceptible to those in Malaysia (Tho, 1974).

Some *Eucalyptus* and other exotic tree species in Africa and India develop resistance to attack by Macrotermitinae two to five years after transplanting to the field (Cowie *et al.*, 1989 and other references therein). Conversely, many *Eucalyptus* spp. in Australia suffer no attack from termites as saplings but are heavily attacked when mature; they also become more susceptible at the onset of senescence (Fox, 1974; Harris, 1971).

#### Mechanisms of resistance

Plant resistance has been classified as non-preference (the insect does not feed on the plant); antibiosis (the plant possesses physical or chemical characters that exert a negative effect on pest survivorship; or tolerance (the ability of the plant to withstand insect damage and to continue to yield at productive levels). In addition, plants may exhibit pseudo-resistance (the plant passes through susceptible stages quickly or while the pest populations are low) or induced resistance (when resistance is due to environmental conditions, rainfall, soil fertility etc., (Painter, 1951)). Although there has been little research into the mechanisms of plant resistance to termites in crops or trees there are indications that they are very varied and involve all of the above categories.

**Non-preference.** Termites appear to prefer soft material to hard. Chemical analysis of pods of 21 groundnut cultivars showed that resistance was inversely related to their crude fibre, lignin and manganese contents. Resistance was probably related to shell hardness (Rasheedunisa, 1986). The degree of attack by *Glyptotermes dilatatus* on different tea varieties was inversely related to the hardness of the wood. Hardwood tea varieties are also less susceptible to pruning damage and die-back than softwood varieties, resulting in more potential entry sites for termites (Sands, 1976; Sivapalan *et al.*, 1977). In trees, resistance may be due to the hardness of the timber or, more commonly, to chemicals in the wood which may be repellent to the termites (e.g. Rudman & Gay, 1967; Saeki *et al.*, 1973; Sivapalan *et al.*, 1977; Williams, 1965). For instance, resistance of *Pinus* sp. to *Nasutitermes exitiosus* in Australia may be due to pinenes in the timber, which are major constituents of the termites' alarm pheromones (Moore, 1965).

**Antibiosis.** Bald cypress contains chemicals toxic to the

gut protozoa of *Coptotermes formosanus* Shiraki (Waller & La Fage, 1987).

**Tolerance.** Resistance of some *Eucalyptus* seedlings was believed to be due to an ability to tolerate considerable termite damage to the roots rather than having mechanisms to prevent attack. Similarly, increased resistance of *Eucalyptus* to termite attack in Africa with age may be due to tolerance induced by the greater volume of root available (Brown, 1962).

**Pseudo-resistance.** In sugarcane (Singla *et al.*, 1988), where termite attack was confined to the cuttings before sprouting, resistance was associated with rapid germination which reduced the time available for attack.

**Induced resistance.** Resistance, in relation to tree health and vigour have been discussed above (see Cultural control); the healthier the tree or crop the more likely it will be that it can withstand attack. Drought stress, in particular, reduces the resistance of plants to termites.

### Physical barriers

Ebeling & Pence (1957) suggested the use of fine mineral particles (sand or crushed volcanic cinders) as a barrier to subterranean termites (*Reticulitermes hesperus* Spencer). Limited testing suggests that it has some potential (Ebeling & Forbes, 1988). Tamashiro *et al.* (1987a, 1987b) have further developed the technique using basaltic particles against *Coptotermes formosanus*. The barrier is impenetrable because the particles are too large and heavy for the termites to carry away yet are small enough so that in packing they create no continuous passages through which the termites can move. Particle size is the crucial factor and must be between about 1.7 and 2.4 mm. The particles are also too hard for the termites to chew through.

The technique may have potential as a preventive measure in control of subterranean termites in buildings but its applications in agriculture and forestry are clearly limited. A layer of sand under forestry or tree crop nursery beds, for instance, might provide some protection. Germinating coconuts are said to be protected by this method or by covering them with sand rather than soil (Harris, 1971; C. M. John quoted by Kashyap *et al.*, 1984). However, wider applications in the field are unlikely, particularly if a range of termite species of widely differing sizes (e.g. *Macrotermes* spp. and *Microtermes* spp.) are involved.

Wardell (1987) suggested that the plastic bag in which seedling trees are grown in the nursery be retained on transplanting to the field to act as a physical barrier but this was felt unlikely to be effective by Cowie *et al.* (1989), especially in view of the fact that termites are capable of destroying much more durable plastic (Edwards & Mill, 1986). The plastic may also restrict lateral root growth, reducing tree stability (Brown, 1962).

Beeson (1941) suggested digging a deep trench around tree nurseries. This may provide some protection from species with large colonies and long surface or near-surface foraging galleries (e.g. *Macrotermes* spp.) but will not affect attack by species foraging from deep in the soil below the nursery beds (e.g. *Microtermes*).

### Quarantine

A number of termite species have been introduced accidentally to various countries where they have subsequently become pests. Notable examples are mainly species damaging buildings such as *Cryptotermes brevis* and *Coptotermes formosanus*; but there are a few instances (e.g. Brown, 1981) in which introduced termites have caused major problems in agriculture or forestry. Legislation (Anon., 1957) and strict quarantine procedures (Wylie & Peters, 1987) have been implemented in order to prevent further introductions or restrict spread of infestations.

### Discussion

Agronomists, field workers and other non-specialists involved in 'termite control' are often not aware of the major distinctions between dry-wood termites, subterranean termites, mound-building termites, harvester termites, soil-feeding termites, surface-foraging termites, etc., etc., despite such basic knowledge being crucial to the design and success of control measures and even to the initial evaluation of the need for control. Clearly, it may not always be necessary to distinguish individual species. For instance, the conventional but now unacceptable application of broad spectrum persistent organochlorine insecticides as barriers in the soil preventing termite access to crops, trees or buildings, is in general equally effective against all subterranean termites. Non-chemical control, however, will often demand greater understanding of the biology of particular genera and species. Resolving the debate over removal of debris, crop residues, etc. or the addition of extra organic material in fields of crops and in tree plantations depends on basic knowledge of the termites' population dynamics, foraging patterns, preferred food sources and nest sites. Use of resistant species and varieties of crops and trees depends crucially on the match between the plant's resistance mechanisms and the local termites' ability to circumvent them, both of which have evolved differently in different regions.

The lack of careful scientific evaluation of the many suggested methods of non-chemical termite control makes assessment of their relative potential difficult. Only rarely has a link between plant physiology and termite damage been explicitly demonstrated (Gueye & Lepage, 1988), although the frequently described correlations between termite damage and factors presumed to lead to plant stress are strongly suggestive. Many of the cultural measures discussed in this review are aimed at reducing plant stress; they are therefore part of good agricultural/silvicultural practice and so are always to be recommended. Other cultural measures depend on greater knowledge of the local situation, including the biology of the local termite species, and general recommendations cannot be made. While the most widely applied conventional techniques involving persistent insecticide barriers in the soil can often give almost complete protection, cultural techniques seem unlikely to achieve this level of success. Nevertheless, they generally cost little and if they achieve some reduction in damage, particularly in regions where more sophisticated measures are unavailable or too expensive, they should be implemented.



Biological control has received little attention and seems unlikely to be generally successful. Manipulation of predators, either local or introduced, will have little effect if only foraging worker termites are killed, while the possibility of manipulating predators which seek out the king and queen seems remote. Many micro-organisms are pathogenic to termites, but few have received more than cursory attention. This, combined with the termites' behavioural mechanisms for combatting infection of the colony, means that successful and widely applicable microbial control is a long way off.

It is widely believed that 'natural' plant-based pesticides are invariably safer to humans, livestock and beneficial insects and less environmentally damaging than synthetic pesticides (Stoll, 1986). This may be so in some cases but many of these substances (e.g. nicotine) are highly toxic to Man and other non-target species. Pyrethrum and derris are highly toxic to fish and should not be used near water. Locally-produced plant based pesticides seldom undergo the rigorous testing for toxic, sub-lethal and environmental hazards which are required for synthetic commercial pesticides. Consequently great care is required in their use until these properties have been assessed.

Most plant based insecticides break down rapidly in the soil and so should not present long term environmental problems. For the same reason, they do not give the prolonged protection to crops and trees required to control termite attack. Possible exceptions are *Caleiropis procera* latex and Gondal fluid (see above). Research into the use of plant extracts for termite control so far suggests that they may have considerable potential in providing a cheap locally available method of control. However, much more requires to be done.

Queen removal and construction of physical barriers may be worthwhile in specific cases. However, the use of resistant species and varieties, now a well established concept in tropical agriculture and forestry, almost certainly offers the most widely appropriate, non-chemical, possibility of reducing losses due to termites. Termite resistant crop species are often already known and should be promoted if other social and economic constraints allow, but development or identification of varieties resistant to termites has not received the attention it deserves. More is known of resistance of tree species but insufficient acknowledgement of local and regional differences has meant that much of the literature is of little specific value. Identification of appropriate resistant species/varieties demands that field trials be carried out in the area to be planted to ensure that the trees are resistant to the local termites, prior to large scale planting. Use of resistant plants requires no development or implementation of new techniques once the appropriate species/variety is identified and seems especially suitable in developing countries where other methods are difficult to justify economically (Horn, 1988).

Recommendations to use any control measure must take into account local socio-economic needs. For instance, the increased labour involved in some simple cultural measures, such as careful manual pruning of tea (Sivapalan *et al.*, 1977) and removal of debris from forestry plantations (Wood, 1968) may not be cost-effective or may take the initial cost beyond the reach of local people. The timing of appropriate measures may com-

cide with other demands for labour, preventing adequate implementation of termite control.

Implementation of control measures must also be environmentally sound. Techniques which reduce termite numbers may well have detrimental effects on soil aeration and water infiltration, with concomitant influences on soil fertility, plant community structure and in some cases may lead to increased rates of soil erosion (McMahan, 1986). But almost nothing is known of the inter-relationships of these phenomena. If biological control ever becomes possible, its implementation must depend on the results of stringent assessments of its wider effects. The use of locally available substances as control agents must be carefully monitored since some may be more dangerous than many commercial products.

Non-chemical control of termites is in its infancy but is a field ripe for rigorous evaluation. The virtually complete protection provided, at least from subterranean termite attack, by the persistent organochlorines may well be beyond our grasp. Current research on other insecticides and formulations may provide a partial solution to the problem in specific cases, but in the long term, and with an aim to reduce dependency on insecticides and to provide cheap, locally available alternatives for small farmers/foresters, appropriate cultural methods, combined with the harnessing of resistance and the minimal use of modern or plant based insecticides and formulations in an integrated approach, will provide the best answer.

#### Acknowledgements

We thank Mr H. Khader Khan for identifying the plants mentioned only by common names in Beeson (1941).

#### References

- Abbas, H.M. & Ahmad, F.U. (1984) Insect pests of pulses in Pakistan. pp. 184-207. In Ahmad, F.U. (Ed.) *Insect Pests of Important Crops in Pakistan*. Karachi, Pakistan Ministry of Food, Agriculture and Cooperatives.
- Abd el Nour, H.O. (1975) Drought and termites: a threat to *Cupressus lusitanica* plantations in Jebel Marra—Sudan. *Sudan Silva* 3(20), 12-17.
- Adams, R.P., McDaniel, C.A. & Carter, F.L. (1988) Termiticidal activities in the heartwood, bark/sapwood and leaves of *Juniperus* species from the United States. *Biochemical Systematics and Ecology* 16, 453-456.
- Agricultural Research Council of Malawi (1971) *Cotton handbook of Malawi*. 82 pp. Zomba, Malawi, Ministry of Agriculture and Natural Resources.
- Al Fazairy, A.A. & Hassan, F.A. (1988) Infection of termites by *Spodoptera littoralis*: nuclear polyhedrosis virus. *Insect Science and its Application* 9, 37-39.
- Amin, P.W., Singh, K.N., Dwivedi, S.L. & Rao, V.R. (1985) Sources of resistance to the jassid (*Empoasca kerri* Pruthi), thrips (*Frankliniella schultzei* (Trybom)) and termites (*Odonotermes* sp.) in groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *Peanut Science* 12, 58-60.
- Anon. (1898) White ants as a pest of agriculture—a note by the Settlement Officer of Balaghat, Central Provinces, prefixed by certain passages reprinted from the Indian Museum

- Notes on termites in relation to crops etc. *Entomological series No. 7. The Agricultural Ledger 1897 No. 18*, 434. Calcutta, Office of the Superintendent, Government Printing.
- Anon. (1957) An ordinance for the control of the spread of infestation by termites or white ants. *St. Helena Ordinance No. 3 of 1957*, 4 pp.
- Araujo, R.L. (1970) Termites of the Neotropical Region. pp. 527–576 in Krishna, K. & Weesner, F.M. (Eds.) *Biology of termites, Volume II*. London, Academic Press.
- Bampton, S.S., Butterworth, D. & MacNulty, B.J. (1966) Testing materials for resistance to termite attack. Part 2. The resistance of some Nigerian timbers to attack by subterranean termites. *Material und Organismen* 1, 185–199.
- Bao, L.-L. & Yendol, W.G. (1971) Infection of the Eastern Subterranean Termite, *Reticulitermes flavipes* (Kollar) with the fungus *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuill. *Entomophaga* 16, 343–352.
- Barnett, D.W. (1986) Summary of results from termite control trials 1972–1985. FRIM Report 86003. 9pp. Forestry Research Institute of Malawi; Zomba, Malawi.
- Beal, R.H., Carter, F.L. & Southwell, C.R. (1974) Survival and feeding of subterranean termites on tropical woods. *Forest Products Journal* 24(8), 44–48.
- Bedding, R.A. & Molyneux, A.S. (1982) Penetration of insect cuticle by infective juveniles of *Heterorhabditis* spp. (Heterorhabditidae: Nematoda). *Nematologica* 28, 354–359.
- Beeson, C.F.C. (1941) A guide to the control of termites for forest officers. *Indian Forest Records (New Series), Entomology* 4, 44–90.
- Black, H.I.J. & Wood, T.G. (1989) The effects of cultivation on the vertical distribution of *Microtermes* spp. (Isoptera: Termitidae: Macrotermitinae) in soil at Mokwa, Nigeria. *Sociobiology* 15, 133–138.
- Blackwell, M. & Rossi, W. (1986) Biogeography of fungal ectoparasites of termites. *Mycotaxon* 25, 581–601.
- Bodot, P. (1961) La destruction des termitières de *Bellicositermes natalensis* par une fourmi: *Dorylus (Typhlopone) dentifrons* (Wasmann). *Comptes Rendus Hebdomadaires des Seances de l'Académie des Sciences, Paris* 253, 3053.
- Bodot, P. (1967) Etude écologique des termites des savanes de basse Côte-d'Ivoire. *Insectes Sociaux* 14, 229–258.
- Booth, F.E.M. & Wickens, G.E. (1988) Non-timber uses of selected and zone trees and shrubs in Africa. *FAO Conservation Guide No. 19*, 176 pp.
- Bouillon, A. (1970) Termites of the Ethiopian region. pp. 153–280 in Krishna, K. & Weesner, F.M. (Eds.) *Biology of termites, Volume II*. London, Academic Press.
- Breznak, J.A. (1982) Intestinal microbiota of termites and other xylophagous insects. *Annual Review of Microbiology* 36, 323–343.
- Brown, K.W. (1962) *Termite control research in Uganda with particular reference to control of attacks in Eucalyptus plantations*. 9 pp. Eighth British Commonwealth Forestry Conference. Entebbe, Government publication, Uganda Protectorate.
- Brown, L.C. (1981) *Land resources and agro-forestral development of St Helena. Volume 2. The resources*. 204 pp. Surbiton, UK, Land Resources Development Centre.
- Browne, F.G. (1968) *Pests and diseases of forest plantation trees*. 1330 pp. Oxford, Clarendon Press.
- Burges, H.D. (1981) *Microbial control of pests and plant diseases 1970–1980*. 949 pp. London, Academic Press.
- Burges, H.D. & Hursey, N.W. (1971) *Microbial control of insects and mites*. 861 pp. London, Academic Press.
- Butani, D.K. (1967) Sugarcane termites—a resume. *Indian Sugar* 17, 543–549.
- Carter, F.L. & de Camargo, C.R. (1983) Testing antitermitic properties of Brazilian woods and their extracts. *Wood and Fiber Science* 15, 350–357.
- Carter, F.C. & Mauldin, J.K. (1981) Responses of *Reticulitermes flavipes* to extracts from nine antitermitic hardwoods. *Material und Organismen* 16, 175–188.
- Carter, F.L. & Smythe, R.V. (1974) Feeding and survival responses of *Reticulitermes flavipes* (Kollar) to extractives of wood from 11 coniferous genera. *Holzforschung* 28, 41–45.
- Chamsama, S.A.O. & Hall, J.B. (1987) Effects of nursery treatments on *Eucalyptus camaldulensis* field establishment and early growth at Mahiga, Morogoro, Tanzania. *Forest Ecology and Management* 21, 91–108.
- Chander, S., Brar, D.S., Shamet, G.S. & Chandi, K.S. (1984) Growth performance of *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit in relation to termite damage in Kandi Area. *Journal of Tree Science* 3, 129–130.
- Coaton, W.G.H. (1949) Queen removal in termite control. *Farming in South Africa* 24, 335–344.
- Coaton, W.G.H. (1950) Termites and their control in cultivated areas in South Africa. *Bulletin of the Department of Agriculture, Union of South Africa*, No. 305, 28 pp.
- Coaton, W.G.H. (1954) Veld reclamation and harvester termite control. *Farming in South Africa* 29, 243–248.
- Collins, N.M. (1981) Populations, age structure and survivorship of colonies of *Macrotermes bellicosus* (Isoptera: Macrotermitinae). *Journal of Animal Ecology* 50, 293–311.
- Cowie, R.H., Logan, J.W.M. & Wood, T.G. (1989) Termite (Isoptera) damage and control in tropical forestry with special reference to Africa and Indo-Malaysia: a review. *Bulletin of Entomological Research* 79, 173–184.
- Cowie, R.H. & Wood, T.G. (1989) Damage to crops, forestry and rangeland by fungus-growing termites (Termitidae: Macrotermitinae) in Ethiopia. *Sociobiology* 15, 139–153.
- Crowther, F. & Barlow, H.W.B. (1943) Tap-root damage of cotton, ascribed to termites, in the Sudan Gezira. *Empire Journal of Experimental Agriculture* 11, 99–112.
- Dalziel, J.M. (1937) *The useful plants of west tropical Africa being an appendix to the flora of west tropical Africa*. 612 pp. London, Crown Agents for the Colonies.
- Danthanarayana, W. & Vitarana, S.I. (1987) Control of the live-wood tea termite *Glyptotermes dilatatus* using *Heterorhabditis* sp. (Nemat.). *Agriculture, Ecosystems and Environment* 19, 333–342.
- Darlington, J.P.E.C. (1952a) The underground passages and storage pits used in foraging by a nest of the termite *Macrotermes michaelseni* in Kajiado, Kenya. *Journal of Zoology* 198, 237–247.
- Darlington, J.P.E.C. (1982b) Population dynamics in an African fungus-growing termite. pp. 54–58 in Breed, M.D., Michener, C.D. & Evans, H.E. (Eds.) *The biology of social insects*. Boulder, Westview Press.
- Darlington, J.P.E.C. (1985) Multiple primary reproductives in the termite *Macrotermes michaelseni* (Sjostedt). pp. 187–200 in Watson, J.A.L., Okot-Kotber, B.M. & Noirot, C. (Eds.) *Caste differentiation in social insects*. Oxford, Pergamon Press.
- Dastur, J.F. (1954) *Useful plants of India and Pakistan*. 260 pp. Bombay, Taraporevala Sons and Co. Ltd.
- Dawkins, H.C. (1949) Timber planting in the *Terminalia* woodland of northern Uganda. *Empire Forestry Review* 28, 226–247.

- De Bont, A.-F. (1964) Termites et densité d'oiseaux. pp. 273-283 in Bouillon, A. (Ed.) *Etudes sur les termites Africains*. Léopoldville, Editions de l'Université.
- Deligne, J., Quennedy, A. & Blum, M.S. (1981) The enemies and defense mechanisms of termites. pp. 1-76 in Hermann, H.R. (Ed.) *Social Insects. Volume II*. London, Academic Press.
- Drummond, R.B. & Palgrave, K.C. (1973) *Common trees of the highveld*. Harare, Longman Zimbabwe. 99pp.
- Ebeling, W. & Forbes, C.F. (1988) Sand barriers for subterranean termite control. *The IPM Practitioner* 10(5), 1-6.
- Ebeling, W. & Pence, R.J. (1957) Relation of particle size to the penetration of subterranean termites through barriers of sand or cinders. *Journal of Economic Entomology* 50, 690-692.
- Edwards, R. & Mill, A.E. (1986) *Termites in Buildings*. 261 pp. East Grinstead, Rentokil.
- El Amin, E.M., Ishag, H.M. & Burhan, H.O. (1983) Important factors affecting the yield of groundnuts (*Arachis hypogaea* L.) in the Sudan. *Zeitschrift für Angewandte Zoologie* 70, 39-55.
- El Bakri, A., Eldein, N., Kambal, M.A., Thomas, R.J. & Wood, T.G. (1989) Effect of fungicide-impregnated food on the viability of fungus combs and colonies of *Microtermes* sp. nr. *albopartitus* (Isoptera: Macrotermitinae). *Sociobiology* 15, 175-180.
- Emerson, A.E. (1945) The neotropical genus *Syntermes* (Isoptera: Termitidae). *Bulletin of the American Museum of Natural History* 83, 427-471.
- Epila, J.S.O. & Ruyooka, D.B.A. (1988) Cultural method of controlling termite attacks on cassava (*Manihot esculenta*) with *Vitex doniana*: a preliminary study. *Sociobiology* 14, 291-297.
- Epsky, N.D. & Capinera, J.L. (1988) Efficacy of the entomogenous nematode *Steinernema feltiae* against a subterranean termite, *Reticulitermes tibialis* (Isoptera: Rhinotermitidae). *Journal of Economic Entomology* 81, 1313-1317.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (1985) Methods of termite control in exotic forestry plantations on the Fouta Djallon, Guinea Republic. 15pp. *FAO Technical Report FO:DP/GU/82/003*.
- Farghal, A.I., Darwish, Y.A. & Abdel Galil, F.A. (1987) Relative susceptibility of four insect species to some bacterial insecticides. *Assiut Journal of Agricultural Sciences* 18, 21-30.
- Ferron, P. (1978) Biological control of insect pests by entomogenous fungi. *Annual Review of Entomology* 23, 409-442.
- Fowler, H.G. (1989) An epizootic indovirus of Orthoptera (Grylotalpidae: *Scapteriscus borellii*) and its pathogenicity to termites (Isoptera: *Cryptotermes*). *Revista de Microbiologia* 20, 115-120.
- Fox, R.E. (1974) Check list of tree species of known susceptibility to termite attack in the Darwin region of the Northern Territory. *Technical Note, Forestry & Timber Bureau, Canberra*. No. 9, 21 pp.
- Fuller, C. (1912) *White ants in Natal*. 13 pp. Pretoria, Union of South Africa Department of Agriculture.
- Fujii, J.K. (1975) Effects of an entomogenous nematode, *Neoaeplectana carpocapsae* Weiser, on the Formosan subterranean termite, *Coptotermes formosanus* Shiraki, with ecological and biological studies on *C. formosanus*. 179 pp. PhD Thesis, University of Hawaii.
- Gaugler, R. & Boush, G.M. (1979) Laboratory tests on ultraviolet protectants of an entomogenous nematode. *Environmental Entomology* 8, 810-813.
- Georgis, R. & Hague, N.G.M. (1981) A neoaeplectanid nematode in the larch sawfly *Cephalia lariciphila* (Hymenoptera: Pamphiliidae). *Annals of Applied Biology* 99, 171-177.
- Georgis, R. & Poinar, G.O. (1983) Effect of soil texture on the distribution and infectivity of *Neoaeplectana glaseri* (Nematoda: Steinernematidae). *Journal of Nematology* 15, 329-332.
- Georgis, R., Poinar, G.O. & Wilson, A.P. (1982) Susceptibility of damp-wood termites and soil and wood-dwelling termites to the entomogenous nematode *Neoaeplectana carpocapsae*. *IRCS Medical Science: Biochemistry; Biomedical Technology; Environmental Biology and Medicine; Experimental Animals; Microbiology, Parasitology and Infectious Diseases* 10, 563.
- Gerrits, R. & van Latum, E.B.J. (1988) *Plant-derived pesticides in developing countries—possibilities and research needs*. 104 pp. The Hague, Netherlands' Ministry of Housing, Physical Planning and Environment.
- Giridhar, G., Vasudevan, S. & Vasudevan, P. (1988) Antitermite properties of *Calotropis* latex. *Pesticides* 22(1), 31-33.
- Gibbs, A.J., Gay, F.J. & Wetherly, A.H. (1970) A possible paralysis virus of termites. *Virology* 40, 1063-1065.
- Grainge, M. & Ahmed, S. (1988) *Handbook of plants with pest-control properties*. 470 pp. New York, Wiley.
- Grassé, P.-P. 1982. *Termitologia, Volume I*. 676 pp. Paris, Masson.
- Grassé, P.-P. 1984. *Termitologia, Volume II*. 613 pp. Paris, Masson.
- Grassé, P.-P. 1986. *Termitologia, Volume III*. 715 pp. Paris, Masson.
- Greaves, T., Armstrong, G.F., McInnes, R.S. & Dowse, J.E. (1967) Timber losses caused by termites, decay, and fire in two coastal forests in New South Wales. *Technical Paper Division of Entomology, C.S.I.R.O., Australia* No. 7, 4-18.
- Greenfield, J.C. (1989) Moisture conservation in rainfed agriculture in developing countries. *Rural Development in Practice* 1, 5-6.
- Gueye, N. & Lepage, M. (1988) Role des termites dans de jeunes plantations d'*Eucalyptus* du Cap-Vert (Senegal). *Actes des Colloques Insectes Sociaux* 4, 345-352.
- Hanel, H. & Watson, J.A.L. (1983) Preliminary field tests on the use of *Metarhizium anisopliae* for the control of *Nasutitermes exitiosus* (Hill) (Isoptera: Termitidae). *Bulletin of Entomological Research* 73, 305-313.
- Hansen, M. (1987) *Escape from the pesticidal treadmill: alternatives to pesticides in developing countries*. 185pp. New York, Institute for Consumer Policy.
- Harborne, J.B. (1988) *Introduction to ecological biochemistry*. Third edition. 356 pp. London, Academic Press.
- Harris, W.V. (1955) Termites and forestry. *Empire Forestry Review* 34, 160-166.
- Harris, W.V. (1969) *Termites as pests of crops and trees*. London, 41 pp. Commonwealth Institute of Entomology.
- Harris, W.V. (1971) *Termites. Their recognition and control*. Second Edition. 186 pp. London, Longmans.
- Heigh, E. (1922) *Les Termites*. 756 pp. Brussels, Imprimerie Industrielle et Financière.
- Hewitt, P.H. & Nel, J.J.C. (1969) Toxicity and repellancy of *Chrysocoma tenuifolia* (Berg) (Compositae) to the harvester termite *Hodotermes mossambicus* (Hagen) (Hodotermitidae). *Journal of the Entomological Society of Southern Africa* 32, 133-136.
- Honigberg, B.M. (1970) Protozoa associated with termites and their role in digestion. pp. 1-36 in Krishna, K. & Weesner, F.M. (Eds) *Biology of Termites, Volume II*. London, Academic Press.
- Horn, D.J. (1988) *Ecological approach to pest management*. 285 pp. London, Elsevier.
- ICFR (Institute of Commercial Forestry Research) (1986) Studies on the incidence and control of termites in plantations. pp. 72-74 in *Forest Protection, the 1986 Annual Report of the Insti-*

- tute of Commercial Forestry Research*. Pretoria, Institute of Commercial Forestry Research.
- Jack, R.W. (1913) Termites or "white ants". *Bulletin of the Rhodesia Department of Agriculture*, No. 139, 16 pp.
- Jacobson, M. (1975) *Insecticides from plants. A review of the literature, 1954-1971*. 138pp. Handbook of the United States Department of Agriculture No. 461, 138 pp.
- Jacobson, M. (1982) Neem research in the US Department of Agriculture: chemical, biological and cultural aspects. pp. 33-42 in Schmutterer, H., Ascher, K.R.S. & Rembold, H. (Eds) *Natural pesticides from the neem tree* (*Azadirachta indica* A. Juss). Eschborn, Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit.
- Jafri, R.H., Ahmad, M. & Idrees, K. (1976) Microsporidian infection in the workers of termite, *Microcerotermes championi*. *Pakistan Journal of Zoology* 8, 234-236.
- Johnson, R.A. & Gumel, M.H. (1981) Termite damage and crop loss studies in Nigeria—the incidence of termite-scarified groundnut pods and resulting kernel contamination of field and market samples. *Tropical Pest Management* 27, 343-350.
- Johnson, R.A., Lamb, R.W. & Wood, T.G. (1981) Termite damage and crop loss studies in Nigeria—a survey of damage to groundnuts. *Tropical Pest Management* 27, 325-342.
- Jones, T. (1985) Forest pests and diseases. pp. 249-272 in Haskell, P.T. (Ed.) *Pesticide application: principles and practice*. Oxford, Clarendon press.
- Kakaliyev, K. & Saparliyev, K. (1975) [Research in pathogenicity of entobacteriae for controlling termites in nature.] *Izvestiya Akademii Nauk Turkmenstkoj SSR (Seriya Biologicheskikh Nauk)* 6, 39-41. (in Russian).
- Kakde, J.R. (1985) *Sugarcane production*. 384 pp. New Delhi, Metropolitan.
- Kalshoven, L.G.E. (1954) Survival of *Neotermes* colonies in infested teak trunks after girdling or felling of the trees (second communication). *Tectona* 43, 59-74.
- Kashyap, R.K., Verma, A.N. & Bhanot, J.P. (1984) Termites of plantation crops, their damage and control. *Journal of Plantation Crops* 12, 1-10.
- Khan, K.I., Fazal, Q. & Jafri, R.H. (1977a) Pathogenicity of locally discovered *Bacillus thuringiensis* strain to the termites: *Heterotermes indicola* (Wassman) and *Microcerotermes championi* (Snyder). *Pakistan Journal of Scientific Research* 29, 12-13.
- Khan, K.I., Fazal, Q., Jafri, R.H. & Ahmad, M. (1977b) Susceptibility of various species of termites to a pathogen, *Serratia marcescens*. *Pakistan Journal of Scientific Research* 29, 46-47.
- Khan, K.I., Fazal, Q. & Jafri, R.H. (1978) Development of *Bacillus thuringiensis* in a termite, *Heterotermes indicola* (Wassman). *Pakistan Journal of Science* 30, 117-119.
- Khan, K.I., Jafri, R.H. & Ahmad, M. (1981) Role of trophallaxis in the dispersal of radioactive <sup>1131</sup>I and of bacterial infections in the termite, *Bifiditermes besoni*. *Material und Organismen* 16, 189-197.
- Khan, K.I., Jafri, R.H. & Ahmad, M. (1985) The pathogenicity and development of *Bacillus thuringiensis* in termites. *Pakistan Journal of Zoology* 17, 201-209.
- Kooyman, C. & Onck, R.F.M. (1987) Distribution of termite (Isoptera) species in southwestern Kenya in relation to land use and the morphology of their galleries. *Biology and Fertility of Soils* 3, 69-73.
- Krishna, K. & Weesner, F.M. (1969) *Biology of termites. Volume I*. 598 pp. London, Academic Press;
- Krishna, K. & Weesner, F.M. (1970) *Biology of termites. Volume II*. 643 pp. London, Academic Press.
- Krishnamoorthy, C. & Ramasubbiah, K. (1962) Termites affecting cultivated crops in Andhra Pradesh and their control: retrospect and prospect. pp. 243-245 in *Termites in the humid tropics*. Paris, UNESCO.
- Kruuk, H. & Sands, W.A. (1972) The aardwolf (*Proteles cristatus* Sparrman, 1783) as predator of termites. *East African Wildlife Journal* 10, 211-227.
- Kumarasinghe, N.C. & Ranasinghe, M.A.S.K. (1988) Incidence of termite damage in sugar cane grown in Sri Lanka. *Beiträge zur Tropischen Landwirtschaft und Veterinärmedizin* 26, 303-307.
- Lal, R. (1987) *Tropical ecology and physical edaphology*. 732 pp. Chichester, Wiley.
- Lee, K.E. & Wood, T.G. (1971) *Termites and soils*. 251 pp. London, Academic Press.
- Lin, T.-S. & Wang, C.-L. (1988) The anti-termite properties of extracts from *Melia azedarach* Linn. *Bulletin of the Taiwan Forestry Research Institute, New Series* 3, 255-261.
- Litsinger, J.A., Price, E.C. & Herrera, R.T. (1978) Filipino farmer use of plant parts to control rice insect pests. *International Rice Research Newsletter* 3(5), 15-16.
- Logan, J.W.M. & Abood, F. (1990) Laboratory trials on the toxicity of hydramethylnon (Amdro; AC 217,300) to *Reticulitermes santonensis* Feytaud (Isoptera: Rhinotermitidae) and *Microtermes lepidus* Sjöstedt (Isoptera: Termitidae). *Bulletin of Entomological Research* 80, 19-26.
- Logan, J.W.M. & El Bakri, A. (1990) Termite damage to date palms (*Phoenix dactylifera* L.) in northern Sudan with particular reference to the Dongola district. *Tropical Science* 30, 95-108.
- Longhurst, C., Johnson, R.A. & Wood, T.G. (1978) Predation by *Megaponera foetens* (Fabr.) (Hymenoptera: Formicidae) on termites in the Nigerian southern Guinea savanna. *Oecologia* 32, 101-107.
- Longhurst, C., Johnson, R.A. & Wood, T.G. (1979) Foraging, recruitment and predation by *Decamorium uelense* (Santschi) (Formicidae: Myrmicinae) on termites in southern Guinea savanna, Nigeria. *Oecologia* 38, 83-91.
- Lund, A.E. (1971) Microbial control of termites. pp. 385-386 in Burgess, H.D. & Hussey, N.W. (Eds) *Microbial control of insects and mites*. London, Academic Press.
- McCaw, W.L. (1984) Wood defect associated with fire scars on jarrah *Eucalyptus marginata*. *Australian Forest Research* 13, 261-266.
- MacGregor, W.D. (1950) Termites, soil and vegetation. *Forestry Abstracts* 12, 1-6.
- Majer, J.D. (1986) Utilizing economically beneficial ants. pp. 1-68 in Vinson, S.B. (Ed.) *Economic impact and control of social insects*. New York, Praeger.
- McIndoo, N.E. (1945) *Plants of possible insecticidal value. A review of the literature up to 1941*. 286 pp. Washington, United States Department of Agriculture.
- McMahan, E.A. (1986) Beneficial aspects of termites. pp. 144-164 in Vinson, S.B. (Ed.) *Economic impact and control of social insects*. New York, Praeger.
- Malaka, S.L.O. (1972) Some measures applied in the control of termites in parts of Nigeria. *Nigerian Entomologists' Magazine* 2, 137-141.
- Malaret, L. & Ngoru, F.N. (1989) Ethno-ecology: a tool for community based pest management. Farmer knowledge of termites in Machakos District, Kenya. *Sociobiology* 15, 197-211.

- Martin, M.M. (1987) *Invertebrate-microbial interactions* 148 pp Ithaca, Cornell University Press.
- Matthews, G.A. (1989) *Cotton insect pests and their management*. 199 pp Longman; Harlow, UK.
- Matthews, G.A., Rowell, J.G. & Beeden, P. (1972) Yield and plant development of reduced cotton stands in Malawi. *Experimental Agriculture* 8, 33-48.
- May, P.D. (1986) Controlled release pesticides control termites. *Australian Centre for International Agricultural Research, Forestry Newsletter* 2, 4.
- Mercer, P.C. (1978) Pests and diseases of groundnuts in Malawi. III. Wilts, post-harvest, physiological and minor disorders. *Oléagineux* 33, 619-624.
- Midgley, S.J. & Weerawardane, N.D.R. (1986) Termite control in Sri Lanka. *Australian Centre for International Agricultural Research, Forestry Newsletter* 2, 3-4.
- Milstein, P. & Le G. (1964) Birds and agriculture. *Lantern* 14, 40-44.
- Misari, S.M. & Raheja, A.K. (1976) Note on field pests of groundnuts in Northern Nigeria. pp. 57-69 in *Minutes of the International Symposium on Field Pests of Groundnut and Millet*. Kaolack, Senegal 21-23 April 1976. Lagos, African Groundnut Council.
- Mitchell, M.R., Gwaze, D.P. & Stewart, H.T.L. (1986) Termite susceptibility of Australian trees in Zimbabwe. *Australian Centre for International Agricultural Research, Forestry Newsletter* 2, 2.
- Mitchell, M.R., Gwaze, D.P. & Stewart, H.T.L. (1987) Survival and early growth of Australian tree species planted at a termite-infested site in Zimbabwe. *East African Agricultural and Forestry Journal* 54, 251-259.
- Mix, J. (1985) Beal's research shows nematodes don't control subterranean termites. *Pest Control* 53(2), 22-23.
- Mix, J. (1986) Nematodes flunk again. *Pest Control* 54(3), 48-54.
- Moldenhauer, W.C. & Hudson, N.W. (1988) *Conservation farming on steep lands*. 296 pp. Ankeny, Iowa, Soil and Water Conservation Society.
- Moore, B.P. (1965) Pheromones and insect control. *Australian Journal of Science* 28, 243-245.
- Nair, K.S.S. & Varma, R.V. (1981) Termite control in eucalypt plantations. *Kerala Forest Research Institute, Research Report* No. 6, 48 pp.
- Nair, K.S.S. & Varma, R.V. (1985) Some ecological aspects of the termite problem in young eucalypt plantations in Kerala, India. *Forest Ecology and Management* 12, 287-303.
- Nel, J.C.C. & Hewitt, P.H. (1969) A study of the food eaten by a field population of the harvester termite, *Hodotermes mossambicus* (Hagen) (Isoptera, Hodotermitidae), and its relation to population density. *Journal of the Entomological Society of Southern Africa* 32, 123-131.
- Nickle, W.R. (1984) *Plant and insect nematodes*. 925 pp. New York, Marcel Dekker.
- Nutting, W.L. (1969) Flight and colony foundation. pp. 233-282 in Krishna, K. & Weesner, F.M. (Eds) *Biology of termites*. Volume 1. London, Academic Press.
- O'Brien, R.W. & Slaytor, M. (1982) Role of microorganisms in the metabolism of termites. *Australian Journal of Biological Science* 35, 239-262.
- Ohagu, C.E. & Wood, T.G. (1976) A method for measuring rate of grass-harvesting by *Trinervitermes geminatus* (Wasmann) (Isoptera, Nasutitermitinae) and observation on its foraging behaviour in southern Guinea savanna, Nigeria. *Journal of Applied Ecology* 13, 705-713.
- Otto, H. (1951) Harvester ants don't like water. Simple control method discovered on Free State farm. *The Farmer's Weekly* April 25, 1951, 10-13.
- Page, R.Z. (1967) Termite control by induced epizootics of entomophagous microorganisms. *United States Patent Office* Number 3, 337, 395. 3 pp.
- Painter, R.H. (1951) *Insect resistance in crop plants*. 520 pp. New York, Macmillan.
- Parihar, D.R. (1985) Crop termite damage in Indian desert and its control in castor. *Zeitschrift für Angewandte Zoologie* 72, 309-315.
- Parry, M.S. (1959) Control of termites in *Eucalyptus* plantations. *Empire Forestry Review* 38, 287-292.
- Pearce, M.J. (1987) Seals, tombs, mummies, and tunnelling in the drywood termite *Cryptotermes* (Isoptera: Kalotermitidae). *Sociobiology* 13, 217-226.
- Pearson, E.O. (1958) *The insect pests of cotton in tropical Africa*. 355 pp. London, Empire Cotton Growing Corporation and Commonwealth Institute of Entomology.
- Perry, D.F., Lenz, M. & Watson, J.A.L. (1985) Relationships between fire, fungal rots and termite damage in Australian forest trees. *Australian Forestry* 48, 46-53.
- Poinar, G.O. (1975) *Entomogenous nematodes*. 317 pp. Leiden, Brill.
- Poinar, G.O. (1979) *Nematodes for biological control of insects*. 277 pp. Boca Raton, Florida, CRC press.
- Pomeroy, D.E. (1983) A striking increase in a population of termite mounds in eastern Kenya. *Kenya Journal of Science and Technology Series B* 4, 89-96.
- Popenoe, P. (1973) *The date palm*. 247 pp. Miami, Field Research Projects.
- Rajagopal, D. (1982) Relative incidence of termites on exotic species of *Eucalyptus* in Karnataka. *Myforest* 18, 9-13.
- Rao, G.N. (1951) Control of termites in sugarcane. *Current Science* 20, 330-331.
- Rasheedunisa (1986) Preliminary investigations on some chemical constituents of pod shell in relation to resistance of groundnut cultivars against termites. *Journal of Oilseeds Research* 3, 195-200.
- Ratcliffe, F.N. & Cummins, J.E. (1939) Termite (white ant) research in Australia. *Empire Forestry Journal* 18, 221-228.
- Raymundo, S.A. (1986) Traditional pest control practices in West Africa. *IRRI Newsletter*, 11(1), 24.
- Reddy, M.V. & Sammaiah, C. (1988) *Odontotermes brunneus* (Hagen) (Termitidae: Isoptera) as a new pest of maize and groundnut. *Entomon* 13, 47-50.
- Reese, K.M. (1971) Navy fights Formosan termite in Hawaii. *Chemical and Engineering News* 49, 52.
- Ripper, E.E. & George, L. (1965) *Cotton pests of the Sudan*. 345 pp. Oxford, Blackwell.
- Roonwal, M.L. (1979) *Termite life and termite control in tropical south Asia*. 177 pp. Jodhpur, Scientific Publishers.
- Rudman, P. & Gay, F.J. (1967) The causes of natural durability in timber. Pt. XXI The anti-termite activity of some fatty acids, esters and alcohols. *Holzforchung* 21, 24-26.
- Sarki, I., Sumimoto, M. & Kondo, T. (1973) The termiticidal substances from the wood of *Chamaecyparis pisifera* D. Don. *Holzforchung* 27, 93-96.
- Sands, W.A. (1961) Foraging behaviour and feeding habits in five species of *Trinervitermes* in West Africa. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 4, 277-288.
- Sands, W.A. (1965) A revision of the termite subfamily Nasutitermitinae (Isoptera, Termitidae) from the Ethiopian region. *Bulletin of the British Museum (Natural History) Entomology, Supplement* 4, 172 pp.

- Sands, W.A. (1969) The association of termites and fungi pp. 405-524 in Krishna, K. & Weesner, F.M. (Eds) *Biology of termites. Volume I*. London, Academic Press.
- Sands, W.A. (1973a) Termites as pests of tropical food crops. *Pest Articles and News Summaries* 19, 167-177.
- Sands, W.A. (1973b) Termites as tree and crop pests. *Mededelingen Fakulteit Landbouwwetenschappen, Gent* 38, 817-830.
- Sands, W.A. (1976) Visit to Sri Lanka to study termite (Kalotermitidae) damage to tea 12-18 October 1975. *Report No. CVR 76/1 27 pp*. London, Centre for Overseas Pest Research.
- Sands, W.A. (1977) The role of termites in tropical agriculture. *Outlook on Agriculture* 9, 136-143.
- Schmiege, D.C. (1963) The feasibility of using a neoplectanid nematode for control of some forest insect pests. *Journal of Economic Entomology* 56, 427-431.
- Secoy, D.M. & Smith, A.E. (1953) Use of plants in control of agricultural and domestic pests. *Economic Botany* 37, 28-57.
- Sen-Sarma, P.K. (1986) Economically important termites and their management in the Oriental region. pp. 69-102 in Vinson, S.B. (Ed.) *Economic impact and control of social insects*. New York, Praeger.
- Sheppe, W. (1970) Invertebrate predation on termites of the African savanna. *Insectes Sociaux* 17, 205-218.
- Sieber, R. (1985) Replacement of reproductives in Macrotermitinae (Isoptera, Termitidae). pp. 201-207 in Watson, J.A.L., Okot-Kotber, B.M. & Noirot, C. (Eds) *Caste differentiation in social insects*. Oxford, Pergamon Press.
- Singla, M.L., Duhra, M.S. & Aulakh, M.S. (1988) Varietal resistance in sugarcane to *Scirpophaga excerptalis* Wlk. and *Odonotermes* spp. *Journal of Insect Science* 1, 99-101.
- Sithanatham, S. (in press) Studies on soil pests associated with groundnuts in Zambia. *Proceedings of the 10th International Soil Zoology Colloquium, Bangalore, 7-13 August, 1988*.
- Sivapalan, P., Senaratne, K.A.D.W. & Karunaratne, A.A.C. (1977) Observations on the occurrence and behaviour of live-wood termites (*Glyptotermes dilatatus*) in low-country tea fields. *Pest Articles and News Summaries* 23, 5-8.
- Sivapalan, P., Karunaratne, A.A.C. & Jayatilleke, D.G.S. (1980) Clonal susceptibility and the influence of shade trees on the incidence of *Glyptotermes dilatatus* (Bugnion & Popoff) (Isoptera: Kalotermitidae) in tea. *Bulletin of Entomological Research* 70, 145-149.
- Smith, E.S.C. (1985) A review of relationships between shade types and cocoa pest and disease problems in Papua New Guinea. *Papua New Guinea Journal of Agriculture, Forestry and Fisheries* 33, 79-88.
- Smithers, R.H.N. (1971) *The mammals of Botswana*. Museum memoir No. 4. 340 pp. National Museums of Rhodesia; Salisbury.
- Smythe, R.V. & Coppel, H.C. (1965) The susceptibility of *Reticulitermes flavipes* (Kollar) and other termite species to an experimental preparation of *Bacillus thuringiensis* Berliner. *Journal of Invertebrate Pathology* 7, 423-426.
- Smythe, R.V. & Coppel, H.C. (1966) Pathogenicity of externally occurring fungi to *Reticulitermes flavipes*. *Journal of Invertebrate Pathology* 8, 266-267.
- Snyder, T.E. (1926) *Preventing damage by termites or white ants*. Farmers' Bulletin No. 1472. 22 pp. United States Department of Agriculture, Washington.
- Snyder, T.E. (1956) Annotated, subject-heading bibliography of termites 1350 B.C. to A.D. 1954. *Smithsonian Miscellaneous Collections* 130, 1-305.
- Snyder, T.E. (1961) Supplement to the annotated, subject-heading bibliography of termites 1955 to 1960. *Smithsonian Miscellaneous Collections* 143(3), 1-137.
- Snyder, T.E. (1968) Second supplement to the annotated, subject-heading bibliography of termites 1961 to 1965. *Smithsonian Miscellaneous Collections* 152(2), 1-188.
- Srivastava, K.P. & Butani, D.K. (1987) Insect pests of tea in India and their control. *Pesticides* 21(2), 16-21.
- Steyn, P. (1967) Crop content of crowned Guinea-fowl *Numida meleagris*. *Ostrich* 38, 286.
- Stoll, G. (1986) Natural crop protection. 188 pp. Langen, West Germany, Josef Margraf.
- Su, N.-Y., Tamashiro, M., Yates, J.R. & Havery, M.I. (1982) Effect of behaviour on the evaluation of insecticides for prevention of or remedial control of the formosan subterranean termite. *Journal of Economic Entomology* 75, 188-195.
- Sudheendrakumar, V.V. & Chacko, K.C. (1986) Effect of site preparation on incidence of termites in *Eucalyptus* plantations. pp. 364-366 in Sharma, J.K., Nair, C.T.S., Kedhar-nath, S. & Kondas, S. (Eds) *Eucalyptus in India: past, present and future*. Peechi, India, Kerala Forest Research Institute.
- Tamashiro, M., Yates, J.R. & Ebesu, R.H. (1987a) The Formosan subterranean termite in Hawaii: problems and control. pp. 15-22 in Tamashiro, M. & Su, N.-Y. (Eds) *Biology and control of the Formosan subterranean termite*. Honolulu, Hawaii Institute of Tropical Agriculture and Human Resources.
- Tamashiro, M., Yates, J.R., Ebesu, R.H. & Yamamoto, R.T. (1987b) The Formosan termite: Hawaii's most damaging insect. *Hawaii Architect* 16(12), 12-14, 40.
- Tarr, S.A.J. (1960) The effects of fungicide-insecticide seed treatments on emergence, growth and yield of irrigated cotton in the Sudan Gezira. *Annals of Applied Biology* 48, 591-600.
- Thiollay, J.-M. (1970) L'exploitation par les oiseaux des essaimages de fourmis et termites dans une zone de contact savane-foret en Côte-d'Ivoire. *Alauda* 38, 255-273.
- Tho, Y.P. (1974) The termite problem in plantation-forestry in Peninsular Malaysia. *Malaysian Forester* 37, 278-283.
- Tho, Y.P. (1982) Gap formation by the termite *Microcerotermes dubius* in lowland forests of Peninsular Malaysia. *Malaysian Forester* 45, 184-192.
- Thomas, R.J. (1987a) Distribution of *Termitomyces* and other fungi in the nests and major workers of several Nigerian Macrotermitinae. *Soil Biology and Biochemistry* 19, 335-344.
- Thomas, R.J. (1987b) Factors affecting the distribution and activity of fungi in the nests of Macrotermitinae (Isoptera). *Soil Biology and Biochemistry* 19, 343-349.
- Tilak, B.D. (1977) Pest control strategy in India. pp. 99-109 in McFarlane, N.R. (Ed.) *Crop protection agents—their biological evaluation*. London, Academic Press.
- Tryon, H. (1903) White ants. *Queensland Agricultural Journal*, 13, 284-285.
- Tschesche, R., Wulff, G., Weber, A. & Schmidt, H. (1970) Frass-hemmende Wirkung von Saponinen auf Termiten (Isoptera, *Reticulitermes*). *Zeitschrift für Naturforschung* 25, 999-1001.
- Usher, G. (1974) *A dictionary of plants used by man*. 619 pp. London, Constable.
- Verma, A.N. (1980) Effect of number of irrigations on termite damage in wheat crop. *Haryana Agricultural University Journal of Research* 10, 564-565.
- Waller, D.A. & LaFage, J.P. (1987) Food quality and foraging response by the subterranean termite *Coptotermes formosanus* Shiraki (Isoptera: Rhinotermitidae). *Bulletin of Entomological Research* 77, 417-424.
- Wardell, D.A. (1987) Control of termites in nurseries and young

- plantations in Africa established practices and alternative courses of action. *Commonwealth Forestry Review* 66, 77-89.
- Webb, D.B., Wood, P.J., Smith, J.P. & Henman, G.S. (1984) *A guide to species selection for tropical and sub tropical plantations*. Tropical Forest Papers Number 15 (2nd edition). 256 pp. Oxford, Commonwealth Forestry Institute.
- Weidner, T. (1983) Spear termiticide: a new era in biological warfare. *Pest Control* 51(11), 72-80.
- Wessels, N.O. (1984) Afforestation of marginal land for commercial timber production in South Africa. *South African Forestry Journal* 130, 54-58.
- Wigg, L.T. (1946) Durability of some East African timbers. *East African Agricultural Journal* 12, 90-100.
- Wilkinson, H. (1940) Termites in East Africa. II. The biology and control of termites damaging grassland. *East African Agricultural Journal* 6, 67-72.
- Williams, R.M.C. (1965) Infestation of *Pinus caribaea* by the termite *Coptotermes niger* Snyder. 12th International Congress of Entomology, London, 8-16 July, 1964. 675-676.
- Willis, J.C. (1973) *A dictionary of the flowering plants and ferns*. Eighth edition. 1245 pp. Cambridge, Cambridge University Press.
- Wood, B.J. (1968) *Pests of oil palms in Malaysia and their control*. 204 pp. Kuala Lumpur, The Incorporated Society of Planters.
- Wood, T.G. (1978) Food and feeding habits of termites. pp. 55-80 in Brian, M.V. (Ed.) *Production ecology of ants and termites*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Wood, T.G., Bednarszik, M. & Aden, H. (1987) Damage to crops by *Microtermes najdensis* (Isoptera, Macrotermitinae) in irrigated semi-desert areas of the Red Sea coast. 1. The Tihama region of the Yemen Arab Republic. *Tropical Pest Management* 33, 142-150.
- Wood, T.G. & Cowie, R.H. (1988) Assessment of on-farm losses in cereals in Africa due to soil insects. *Insect Science and its Application* 9, 709-716.
- Wood, T.G. & Johnson, R.A. (1978) Abundance and vertical distribution in soil of *Microtermes* (Isoptera, Termitidae) in savanna woodland and agricultural ecosystems at Mokwa, Nigeria. *Memorabilia Zoologica* 29, 201-213.
- Wood, T.G. & Johnson, R.A. (1986) The biology, physiology, and ecology of termites. pp 1-68. in Vinson, S.B. (Ed.) *Economic impact and control of social insects*. New York, Praeger.
- Wood, T.G. & Sands, W.A. (1978) The role of termites in ecosystems. pp. 245-292 in Brian, M.V. (Ed.) *Production ecology of ants and termites*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Wood, T.G. & Thomas, R.J. (1989) The mutualistic association between Macrotermitinae and *Termitomyces*. pp. 69-92 in Wilding, N., Collins, N.M., Hammond, P.M. & Webber, J.F. (Eds) *Insect-fungus interactions*. London, Academic Press.
- Wood, T.G., Johnson, R.A. & Ohiagu, C.E. (1977) Populations of termites (Isoptera) in natural and agricultural ecosystems in southern Guinea savanna near Mokwa, Nigeria. *Geo-Eco-Trop* 1, 139-148.
- Wood, T.G., Johnson, R.A. & Ohiagu, C.E. (1980a) Termite damage and crop loss studies in Nigeria—a review of termite (Isoptera) damage to maize and estimation of damage, loss in yield and termite (*Microtermes*) abundance at Mokwa. *Tropical Pest Management* 26, 251-253.
- Wood, T.G., Smith, R.W., Johnson, R.A. & Komolafe, P.O. (1980b) Termite damage and crop loss studies in Nigeria—pre-harvest losses to yams due to termites and other soil pests. *Tropical Pest Management* 26, 355-370.
- Wylie, F.R. & Peters, B.C. (1987) Development of contingency plans for use against exotic pests and diseases of trees and timber. 2. Problems with the detection and identification of pest insect introductions into Australia, with special reference to Queensland. *Australian Forestry* 50, 16-23.
- Yamin, M.A. (1980) Cellulose metabolism by the termite flagellate *Trichomitopsis termopsidis*. *Applied and Environmental Microbiology* 39, 854-863.
- Yaga, S. (1973) Termiticidal activity of immature fruit juice from papaya. *Mokuzai Gakkaishi* 19, 349-350.
- Yara, K., Jahana, K. & Hayashi, H. (1989) In situ morphology of the gut microbiota of the fungus-growing termite *Odontotermes formosanus* (Termitidae: Macrotermitinae). *Sociobiology* 15, 247-260.
- Yendol, W.G. & Rosario, S.B. (1972) Laboratory evaluation of methods for inoculating termites with entomophthoraceous fungi. *Journal of Economic Entomology* 65, 1027-1029.
- Zaheer, K., Iqbal, H. & Reisman, L. (1987) Isolation and characterisation of termite repellents from the needle of *Pinus roxburgii*. *International Pest Control* 29(4), 87-89.

**ANNEXE E**

---

**EXAMEN INITIAL DE L'ENVIRONNEMENT  
OU EXCLUSION CATEGORIQUE**



---

**ETUDE ENVIRONNEMENTALE INITIALE  
OU  
EXCLUSION CATEGORIQUE**

---

**Pays hôte:** République de Guinée (Conakry)

**Titre du projet  
et de l'activité:** Projet de gestion des ressources naturelles (675-0219; utilisation des pesticides et interventions phytosanitaires)

**Durée et  
financement:** Exercices 1991-1995, coût maximum estimé à 50.000 dollars EU,  
(projet-parent, 12 millions)

**Etude environnementale initiale  
(EEI) préparée par:** Walter I. Knausenberger, USAID/AFR/ARTS/FARA and  
Wayne McDonald, USAID/REDSO/WCA

**Action recommandée pour l'environnement:**

Détermination positive	_____
Détermination négative	___ <b>x</b> _____
Exclusion catégorique	_____
Action Différée	___ <b>x</b> _____

**Révision des études environnementales précédentes:**

Le projet de gestion des ressources naturelles de Guinée (GRNG) est un projet de développement rural intégré conçu en vue d'améliorer la gestion des ressources naturelles pour atteindre une production agricole rentable et viable dans trois bassins versants situés sur les hauteurs du Fouta Djallon dans la Moyenne-Guinée. Ce projet est complémentaire du projet de développement rural intégré du massif du Fouta Djallon, lui-même financé par plusieurs bailleurs de fonds.

La première étude environnementale initiale (EEI) faite pour le projet GNRG recommandait de différer le transfert de technologie du projet et la composante de recherche appliquée jusqu'à ce que l'on ait identifié des activités spécifiques. Les composantes d'assistance technique, de formation, de suivi et de gestion ont fait l'objet d'une exclusion catégorique qui a été approuvée.

Basée sur le plan de travail de la première année, lequel identifiait 26 interventions dans trois composantes de transfert de technologie, une seconde EEI était faite pour les composantes de transfert de technologie et de recherche appliquée, qui comprenait toutes les

interventions proposées sauf la lutte contre les ennemis des cultures. La troisième EEI, l'EEI actuelle vise les interventions proposées pour la lutte contre les ennemis des cultures.

### **Résumé des observations:**

Conformément aux procédures de l'USAID sur les pesticides (22 CFR 216.3(b)), une évaluation de l'utilisation prévue des pesticides a été réalisée dans le cadre du projet. Cette EEI indique qu'à l'échelle à laquelle les pesticides seront utilisés, la lutte contre les ennemis des cultures ne présente aucun risque potentiel démesuré. On recommande donc une détermination négative avec conditions pour l'utilisation des pesticides dans les projets pilotes de lutte contre les ennemis des cultures pour les quatre combinaisons de sites/insectes parasites suivantes:

#### **Termites dans et autour des champs et jardins et dans les pépinières d'arbres fruitiers:**

- diazinon (par ex. Basudine 60% CE<sup>1</sup> et/ou Basudine 10% granulés)
- chlropyriphos (par ex. Dursban granulés 5 % et 10%)

#### **Insectes des stocks dans les grains de consommation:**

- pyrimiphos-méthyle (par ex. Arctellic 2% granulés ou 50% CE)
- chlropyriphos (par ex. Dursban CE, à diverses concentrations)

#### **Traitement des semences (pour semis seulement):**

- thiophanate-méthyle + thiram + diazinon (Super Homai 70% poudre mouillable)

#### **Sauterelle *Zonocerus variegatus* ("criquet puant") dans les parcelles horticoles en culture irriguée et pluviale:**

- diazinon (par ex. Basudine 60% CE)
- chlropyriphos (par ex. Dursban CE)
- fenitrothion (par ex. Sumithion 50 CE)

Les conditions qui s'appliquent dans ce cas de détermination négative sont les suivantes:

- Seuls le service national de la protection des végétaux, les agents du laboratoire, et les agents du projet GRNG formés à cet effet, sont habilités à stocker, manipuler et utiliser les pesticides fournis.

---

<sup>1</sup> Concentré émulsifiable

- Le personnel du Laboratoire de la protection des végétaux (LPV) fera la préparation et le suivi des protocoles de traitement pour y inclure l'éventail maximum de techniques alternatives pour minimiser le besoin de pesticides.
- Le LPV et le personnel du projet GRNG établiront un système de suivi simple mais fiable pour suivre l'efficacité des traitements et identifier et atténuer tout effet néfaste inattendu (sur des organismes non visés ou des humains) et qui pourrait être liés à ces traitements.
- L'USAID encouragera des essais de recherche appliquée sur la gestion phytosanitaire intégrée par le moyen des dons pour le développement de la technologie.
- Aucun pesticide ne sera mis directement à la disposition des villageois.
- Les entrepôts de Labé seront modernisés comme il est décrit plus haut, si on veut pouvoir les utiliser pour les produits chimiques du projet; de même, les entrepôts dans les "cités" devront être améliorés et atteindre un standard minimum.
- Une évaluation indépendante du niveau d'exécution des activités du projet sera faite régulièrement par une personne compétente et au minimum une fois par an.

Une **détermination négative** est recommandée pour les activités de recherche appliquée visant à intégrer l'utilisation de pesticides chimiques avec les pesticides non-chimiques et autres méthodes de lutte contre les ennemis des cultures, tout en veillant à ce que la superficie globale des parcelles d'essais soit inférieure à 4 hectares (10 *acres*) et que toutes les précautions nécessaires soient prises pour éviter que les pesticides n'aient des effets indésirables.

Un **différé** est recommandé pour toute stratégie de traitement qui comprend des pesticides contre:

- **Le ver des oranges.** On sait trop peu de choses sur cette espèce pour recommander des approches particulières pour la lutte contre ce ravageur.
- **La lutte contre les termites dans les habitations et tout autour.** Les risques provenant de l'utilisation des pesticides autour des habitations sont plus grands que dans le cas de la lutte contre les termitières dans les champs extérieurs.
- **Toute autre combinaison plante hôte/parasite** qui pourrait en avoir besoin.

On recommande aussi une **action différée** pour toute activité liée à un enseignement systématique de l'utilisation des pesticides aux villageois.

**Autorisation:**

Directeur de la Mission  
Wilbur Thomas

\_\_\_\_\_ DATE: \_\_\_\_\_

Fonctionnaire chargé de  
l'environnement:  
S.K. Reddy

\_\_\_\_\_ DATE: \_\_\_\_\_

Fonctionnaire régional  
chargé de l'environnement:  
W. McDonald

\_\_\_\_\_ DATE: \_\_\_\_\_

**Approbation:**

Fonctionnaire chargé de  
l'environnement au siège:  
John G. Gaudet, AFR/ARTS/FARA

APPROUVE \_\_\_\_\_

REJETE \_\_\_\_\_

DATE \_\_\_\_\_

**Autorisation:**

Conseiller général  
Bureau de l'Afrique:  
Mary Alice Kleinjan

\_\_\_\_\_ DATE \_\_\_\_\_

---

**ETUDE ENVIRONNEMENTALE INITIALE**  
**PROJET DE GESTION DES RESSOURCES NATURELLES DE GUINEE (675-0219)**  
**UTILISATION DES PESTICIDES ET INTERVENTIONS PHYTOSANITAIRES**

---

### **Evaluation des risques et bénéfices**

Ce document présente une évaluation des risques et bénéfices relatifs aux interventions phytosanitaires proposées pour le projet de gestion des ressources naturelles de Guinée, conformément aux exigences de l'USAID sur les procédures concernant les pesticides (22 CFR 216.3(b)). Il est basé sur une évaluation environnementale de la situation phytosanitaire de la zone du projet, faite par Faye et Knausenberger en 1994.

### **Table des matières**

- 1.0 Cadre général et description du projet
- 2.0 Information sur le pays et l'environnement
- 3.0 Evaluation de l'utilisation des pesticides et leur impact potentiel sur l'environnement.
  - 3.1 Enregistrement par l'EPA des pesticides qui figurent dans la requête
  - 3.2 Critères pour le choix des pesticides proposés
  - 3.3 Utilisation proposée des pesticides et programme de gestion phytosanitaire intégrée
  - 3.4 Méthodes d'application et mesures de sécurité proposées
  - 3.5 Comment éviter les dangers de toxicité aiguë et à long terme
  - 3.6 Compatibilité des pesticides proposés avec les écosystèmes visés et non visés.
  - 3.7 Capacité de la Guinée de réglementer ou de contrôler la distribution, le stockage, l'utilisation et l'élimination des pesticides inclus dans la requête
  - 3.8 Prévisions faites pour la formation des utilisateurs et des applicateurs
- 4.0 Evaluation au départ et information disponible
- 5.0 Problèmes généraux, atténuation des impacts prévus et recommandations pour les mesures à prendre par le projet
- 6.0 Le suivi
- 7.0 Les déterminations environnementales

## **1.0 Cadre général et description du projet**

Le projet de gestion des ressources naturelles de Guinée (GRNG) est un projet de développement rural intégré conçu en vue d'améliorer la gestion des ressources naturelles pour obtenir une production agricole rentable et viable dans trois bassins versants situés sur les hauteurs du Fouta Djallon en Moyenne-Guinée. Ce projet est complémentaire du projet de développement rural intégré du massif du Fouta Djallon, lui-même financé par plusieurs bailleurs de fonds.

### **1.1 Etudes environnementales initiales précédentes**

L'EEI actuelle était nécessaire parce que l'EEI originale (datée du 3/9/1991), faite pour le document de projet du GRNG recommandait de différer la composante de transfert de technologie et de recherche appliquée, jusqu'à ce que les activités de recherche aient été définies de façon plus complète. Cette même EEI, qui avait été approuvée, recommandait une exclusion catégorique pour les composantes du projet relatives à l'assistance technique, au suivi, à la formation et à la gestion.

Puis, en se basant sur le premier plan de travail annuel du projet (1993), une seconde EEI était préparée en octobre 1993, acceptée par le conseiller juridique régional et approuvée par le directeur de la mission de l'USAID à Conakry le 1er décembre 1993. Cette EEI recommandait une détermination négative pour 25 interventions de transfert de technologie et une exclusion catégorique pour une intervention. Un différé était recommandé pour une série d'activités de transfert de technologie et de recherche appliquée: les interventions proposées pour la lutte contre les ennemis des cultures. La recommandation reposait sur le fait qu'au moment de l'identification des interventions individuelles de transfert de technologie, la préparation des procédures concernant les pesticides telles qu'exigées dans le code des règlements fédéraux 22 CFR 216.3 (b), sur lesdites procédures, n'était pas achevée.

Ainsi donc, la présente étude environnementale initiale (la troisième de la série pour le projet GRNG) porte sur les interventions de lutte contre les ennemis des cultures de la composante de recherche appliquée du projet. De nombreux éléments de cette composante sont financés par des fonds en monnaie locale produits par le PL 480, mais la mission de l'USAID a exercé un contrôle budgétaire strict sur ces fonds. Il faudra aussi adhérer aux principes des procédures environnementales des Etats-Unis en cette matière.

### **1.2 Pertinence de l'utilisation des pesticides et de la lutte contre les ennemis des cultures dans le projet GRNG**

Compte tenu du fait que la planification du projet se fait avec la participation des intéressés, les activités de recherche appliquée et de transfert de technologie ne pouvaient être identifiées qu'après que les bénéficiaires aient été consultés sur les interventions nécessaires. En se basant sur ce processus de consultation, le projet a préparé un plan de travail pour la première année qui identifie les interventions particulières au niveau du terrain et les activités de recherche appliquée qui seront exécutées dans la composante de recherche et de transfert de technologie. Aucune intervention du projet, ni avance de fonds pour les

interventions du projet et en appui à la lutte contre les ennemis des cultures n'ont été entreprises qui seraient sujettes à l'approbation de la présente étude environnementale initiale et à l'accord du fonctionnaire chargé de l'environnement et du conseiller général du Bureau pour l'Afrique.

Les activités du projet sont exécutées dans 3 bassins versants sur les 12 bassins identifiés dans le projet de développement rural intégré du massif du Fouta Djallon, qui regroupe plusieurs bailleurs de fonds. Les trois bassins versants couverts par le projet GRNG et qui sont géographiquement plus ou moins centrés sur Labé sont:

Koundou:	16 villages, environ 8.000 habitants et 95 km <sup>2</sup>
Diaforé:	12 villages, environ 2.000 habitants et 60 km <sup>2</sup>
Dissa:	8 villages, environ 2.000 habitants et 50 km <sup>2</sup>

Le projet en général et la zone du projet ont été bien décrits dans le document de projet et le plan de travail, et résumés dans les EEI précédents. Nous nous limiteront ici à décrire les activités proposées pour la lutte contre les ennemis des cultures.

L'"évaluation rurale rapide" des bassins versants pilotes faite en 1993 par une équipe MARA/DNFC/USAID pour le projet GRNG a trouvé que les hommes et les femmes des trois bassins versants citent les insectes comme étant un des trois problèmes les plus fréquents de la production agricole. Ce fait a été confirmé par le service et le laboratoire de la protection des végétaux. Le projet traite donc ce problème comme étant une des contraintes principales qui s'oppose à une production agricole viable dans sa zone d'intervention, et un domaine dans lequel le projet devrait pouvoir avoir un impact rapide.

### 1.3 Interventions proposées au projet GRNG pour la lutte contre les ennemis des cultures

En se basant sur les observations du personnel du projet, observations confirmées par une évaluation de la lutte antiparasitaire et de l'environnement dans les bassins versants faite indépendamment en 1994 par Faye et Knausenberger, les insectes suivants ont été identifiés comme étant des parasites importants auxquels il faut accorder la priorité. Le projet GRNG prévoit de collaborer avec les spécialistes du laboratoire national de la protection des végétaux pour des activités de terrain limitées, y compris l'utilisation de pesticides pour s'attaquer aux problèmes suivants:

- Une espèce au moins, de termites (probablement *Macrotermes*) qui attaque et consomme les cultures dans les champs; (on pense que des douzaines d'espèces appartenant à plusieurs genres sont présents dans la zone, mais on n'a pu obtenir que peu d'information).<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Note: Les termites qui affectent les habitations ne constitueront pas une cible primaire des interventions de gestion du projet, mais les options disponibles pour la lutte contre les dommages provoqués par les termites dans les édifices seront néanmoins encouragées par les interventions dans les champs.

11

- Les charançons et autres ennemis des stocks (coléoptères et larves de papillons) qui attaquent les stocks de grains, de racines et de semences.
- Les sauterelles *Zonocerus variegatus* dans les jardins et les champs extérieurs.
- Un ver des fruits qui attaque les oranges.
- Divers parasites qui attaquent toute une série de cultures légumières et fruitières, le coton et d'autres cultures de rente actuelles ou potentielles.

Il existe d'autres problèmes de parasites plus ou moins significatifs et qui limitent la productivité agricole dans les bassins versants; il s'agit en particulier des mauvaises herbes, de toute une série d'insectes et de maladies des cultures horticoles et industrielles (par exemple le coton), ainsi que les rongeurs et les oiseaux granivores. Comme l'USAID/Guinée met l'accent sur la promotion de la commercialisation agricole, le projet GRNG devra sans doute s'occuper d'autres parasites. Mais cependant, ces parasites ne sont pas couverts par la présente EEI.

Un sujet de préoccupation particulier dans la zone du projet provient de l'espèce de termites qui attaque les cultures vivrières. Cette espèce cause aussi des dégâts sérieux aux habitations dans les villages, dans les planchers où les termites établissent leurs nids, les murs qui contiennent des éléments ligneux, et le plus souvent les toitures qui sont faites en lattes de bois et en paille. Ce problème est particulièrement dominant dans le bassin versant de Diaforé. Les cadres de la protection des végétaux et les agriculteurs estiment que les pertes dans les cultures vont jusqu'à 60% de la récolte. Les agriculteurs ont cessé de planter des cultures de racines, les orangers et autres cultures fruitières en pépinières ne peuvent pas survivre normalement et la pratique traditionnelle du paillage pour améliorer la fertilité du sol et la conservation de l'eau dans le sol est devenue problématique à cause de la présence croissante des termites. Les dégâts causés aux cultures par les seules termites constituent une des causes principales de la malnutrition et de la famine qui sévissent entre le moment où les stocks de la dernière récolte sont épuisés et celui où la première récolte de la nouvelle saison arrive, au total une période d'environ deux mois.

Le service national de la protection des végétaux, avec l'aide de la FAO, du PNUD et du FIDA, a fait plusieurs études contrôlées de lutte contre les termites dans la zone du projet (la préfecture de Labé) de 1988 à 1991. Ces essais de lutte par des moyens mécaniques et chimiques ont donné d'excellents résultats et les termites ont pratiquement été éliminées des zones traitées. A la suite des premiers traitements en 1989, les termites étaient absentes de la zone traitée pendant trois ans.

Le projet propose de lancer des activités pilotes de gestion phytosanitaire intégrée avec les agriculteurs locaux, activités qui combineront les moyens de lutte mécaniques avec des applications limitées d'insecticides chimiques dans des sites spécifiques.

Ces activités pilotes consisteront à: (1) établir un protocole avec le service national de la protection des végétaux pour fournir l'assistance technique et la formation; (2)

11



enseigner la lutte contre les ennemis des cultures et la façon de manipuler, de stocker et d'appliquer sans danger des pesticides aux agents du service national de la protection des végétaux et à des agriculteurs sélectionnés; (3) faire des applications contrôlées de pesticides au niveau de la ferme et introduire des méthodes de lutte mécaniques pour réduire les dégâts causés aux cultures vivrières par les termites et les charançons; et enfin, (4) mener une campagne de vulgarisation pour sensibiliser les agriculteurs au concept et à l'adoption des méthodes de la gestion phytosanitaire intégrée.

L'investissement total à faire pour cette phase pilote des interventions pour la lutte contre les ennemis des cultures est estimé à un total de 50.000 dollars EU pour le reste du projet. Ceci inclut la dépense pour le temps du personnel, la formation, l'appui à la recherche appliquée et tous les matériaux et équipements nécessaires.

## **2.0 Information sur le pays et l'environnement**

Voici un bref aperçu des conditions dans lesquelles les pesticides doivent être utilisés. Le projet exécutera des activités pilotes de lutte contre les ennemis des cultures dans les trois bassins versants du Fouta Djallon cités plus haut.

Le massif et les plateaux du Fouta Djallon sont situés en Moyenne-Guinée et couvrent plus de 60.000 km<sup>2</sup>, soit à peu près le quart des terres de la Guinée. Presque toute cette région est montagneuse et le quart environ (13.000 km<sup>2</sup>) se trouve à plus de 900 mètres au dessus du niveau de la mer. Le massif traverse la région en direction nord-sud, avec des pentes abruptes à l'ouest et une pente douce à l'est. Environ un tiers de la population de la Guinée vit dans le Fouta Djallon, et les deux tiers de cette population sont des Peuhls.

Il existe de nombreux types de terres et de sols dans le Fouta Djallon. Les agriculteurs ont classé les types de sols de façon indépendante selon un concept de chaîne qui décrit les sols rencontrés dans un même paysage depuis les crêtes des collines jusqu'aux vallées.

Dans les fonds des bassins versants on trouve des plaines alluviales inondées. Un grand nombre de ces plaines reçoivent annuellement des dépôts d'argiles et de sable fins, et avec le temps, le sol s'est constitué sur ces dépôts. Ces sols sont appelés localement dunkiré et ils sont régulièrement cultivés. Dans les zones plus basses des plaines alluviales on trouve des sols à texture fine, d'argile lourde et hydromorphes. Leur nom vernaculaire est hollande. Ces sols sont utilisés pour des cultures pastorales et un peu de jardinage.

Le Fouta Djallon est une zone de grande diversité d'espèces végétales et un important centre d'endémie. La végétation est classée comme une combinaison de forêts, de savane forestière ouverte, de forêts arbustives et légères et de savane arbustive légèrement boisée. Cependant, la plus grande partie des forêts naturelles a été remplacée par la mise en culture, la végétation secondaire, la jachère et les pâturages.

Les galeries forestières constituent une zone tampon traditionnelle de forêt naturelle qu'on a gardé autour des sources et des cours d'eau. Cette zone tampon permet de maintenir

la qualité de l'eau par réduction de l'évaporation, augmentation de l'infiltration et diminution de l'érosion et de la sédimentation. La tradition de laisser des galeries intactes n'est pas toujours respectée, et certains agriculteurs défrichent maintenant la terre jusqu'aux rives des cours d'eau. Les galeries forestières ont une flore et une faune d'une riche diversité biologique et fournissent des produits artisanaux non ligneux et médicinaux. On trouve des "îlots forestiers" isolés sur divers types de sols. Ils indiquent d'habitude une source d'eau, un "bois sacré" ou un cimetière.

### **3.0 Evaluation de l'utilisation des pesticides et leur impact potentiel sur l'environnement**

Les procédures de l'USAID relatives aux pesticides<sup>3</sup> s'appliquent à tous les projets ou activités proposées qui "incluent une assistance pour l'acquisition et/ou l'utilisation de pesticides enregistrés par l'Agence des Etats-Unis pour la protection de l'environnement (EPA) et pour une utilisation similaire sans restrictions". Dans le cas présent, l'étude environnementale initiale (EEI) faite pour le projet comprendra une section séparée qui évaluera les risques et bénéfices économiques, sociaux et environnementaux de l'utilisation prévue du pesticide pour déterminer quel sera son impact sur l'environnement. La discussion qui suit passe en revue les facteurs qui devront être examinés dans une telle évaluation.

#### **3.1 Enregistrement par l'EPA des pesticides qui figurent dans la requête**

Les insectes parasites suivants sont considérés comme prioritaires pour la lutte phytosanitaire et les pesticides proposés pour le projet sont les suivants:

##### **Pour les termites dans et autour des champs et des jardins:**

- diazinon (par ex. Basudine 60% CE et/ou Basudine 10% granulés)
- chlropyriphos (par ex. Dursban granulés 5% et 10%)

##### **Pour les insectes des stocks dans les grains de consommation:**

- pyrimiphos-méthyle (par ex. Arctellic 2% granulés ou 50% CE)
- chlropyriphos (par ex. Dursban CE en plusieurs concentrations)

##### **Pour le traitement des semences (pour semis seulement):**

- thiophanate-méthyle + thiram + diazinon (Super Homai 70% poudre mouillable)

##### **Pour la sauterelle *Zonocerus variegatus*:**

- diazinon (par ex. Basudine 60% CE)
- chlropyriphos (par ex. Dursban CE)
- Fenitrothion (par ex. Sumithion 50% CE)

---

<sup>3</sup> 22 CFR 216.3(b)(1)(i)

## Pour le ver des oranges:

- Au cours de ces dernières années, le "ver des oranges" aurait provoqué une baisse importante des rendements et l'abandon des plantations d'agrumes. Bien que ce parasite ait été identifié comme un problème prioritaire qui exige toute l'attention (Baldé 1990, Faye et Knausenberger 1994), on n'a pas encore mis au point des stratégies de lutte sur place; en effet, on en sait trop peu sur cette espèce pour pouvoir recommander des approches phytosanitaires particulières. On pense que l'espèce en question est la larve d'un papillon du genre *Cryptophlebia*. Si la transformation des larves en nymphes se fait dans le sol comme on le pense, ceci peut offrir des approches utiles pour lutter contre ce parasite. On peut aussi penser à des appâts traités au malathion.

Lorsqu'on veut utiliser des pesticides dans les projets de l'USAID, la politique de l'USAID consiste à encourager l'utilisation, chaque fois que c'est possible, de produits classés par l'EPA comme "pesticides à usage général". Aux Etats-Unis les pesticides à usage général (PUG) peuvent être achetés et utilisés sans restrictions parce que l'EPA a trouvé que lorsqu'ils sont utilisés conformément aux instructions imprimées sur l'étiquette, ils ne présentent qu'un risque minime envers les personnes et l'environnement. Par contre, les pesticides à usage restreint (PUR) ne peuvent être acquis et utilisés que par des utilisateurs agréés, ou des personnes qu'ils supervisent directement. Les PUR sont généralement très toxiques et on considère qu'ils sont trop dangereux pour des personnes qui n'ont pas reçu une formation spéciale pour les utiliser. Les PUR ne conviennent généralement pas à l'application par les agriculteurs dans les projets de l'USAID et ils ne seront utilisés ni par le personnel du LPV, ni par le personnel du projet GRNG.

Les tables 1-3 présentent les pesticides et l'utilisation spécifique recommandés pour approbation pour le projet GRNG. Tous ont été enregistrés par l'EPA et n'ont aucune mention de révision spéciale ou d'intention d'annulation temporaire ou permanente. Les produits suivants: diazinon, malathion, pirimiphos-méthyle, thiophanate-méthyle et thiram sont des pesticides à usage général. Le chlorpyrifos et le fenitrothion sont des pesticides à usage restreint, et sont soumis à des exigences plus strictes (telles que décrites ci-dessous).

**Table 1.** Pesticides acceptables par le projet GRNG de l'USAID/Guinée pour l'utilisation sur les **céréales, racines et tubercules**. Un X dans la colonne de la culture signifie que le pesticide a été enregistré par l'EPA pour le traitement de cette culture. Les cultures sont les suivantes: MAI = maïs, SOR = sorgho, MIL = millet, RIZ, MAN = manioc, PAT = patate douce, PDT = pomme de terre

Utilisation autorisée par l'EPA							
Nom commun du pesticide	MAI	SOR	MIL	RIZ	MAN	PAT	PDT
<b>Insecticides:</b>							
Chlorpyrifos <sup>1/</sup>	X	X					X
Diazinon	X	X		X <sup>4,5/</sup>	X	X	X
Malathion	X	X <sup>2/</sup>	X	X <sup>2/</sup>		X	X
Pirimiphos-méthyle	X <sup>3/</sup>	X <sup>3/</sup>					
<b>Fongicides:</b>							
Thiophanate-méthyle	X						
Thiram		X	X	X	X		

Notes pour la table 1:

- 1/ Certaines formulations ont un usage restrictif
- 2/ Applications avant et après récolte
- 3/ Application après récolte
- 4/ Tolérance obtenue dans le Codex Alimentarius de la FAO - Résidus de pesticides dans les produits alimentaires, seconde édition, 1993.
- 5/ Tolérance pour le riz poli (c.a.d. après récolte)

101

**Table 2.** Pesticides acceptables par le projet GRNG de l'USAID/Guinée pour l'utilisation sur certaines cultures légumières et fruitières. Un X dans la colonne de la culture signifie que le pesticide a été enregistré par l'EPA pour traitement de cette culture. Les cultures sont les suivantes: TOM = tomate, AUB = aubergine, GOM = gombo, MEL = melon, CONC = concombre, COUR = courgette, AGR = agrumes et MAN = manguier.

Utilisation autorisée sur fruits et légumes								
Nom commun du pesticide	TOM	AUB	GOM	MEL	CONC	COUR	AGR	MAN
<b>Insecticides:</b>								
Chlorpyrifos <sup>1/</sup>	X			X		X		
Diazinon	X		X	X	X	X		
Malathion	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>Fongicides:</b>								
Thiophanate-méthyle	X <sup>2/</sup>							
Thiram	X	X	X	X	X	X		

1/ Certaines formulations ont un usage restrictif

2/ Tolérance obtenue dans le Codex Alimentarius de la FAO - Résidus de pesticides dans les produits alimentaires, seconde édition, 1993.

**Table 3.** Pesticides acceptables par le projet GRNG de l'USAID/Guinée pour l'utilisation contre les termites souterraines dans les champs et les parcelles agroforestières, les parasites des stocks et les sauterelles *Zonocerus variegatus*. Le choix du pesticide dépend de la formulation et de la combinaison des insectes visés.

Utilisation autorisée par l'EPA contre les insectes ci-dessous			
Nom commun de l'insecticide	Termites dans les champs & jardins	Parasites des stocks	Sauterelles
Chlorpyriphos <sup>1/</sup>	X	X	X
Diazinon	X	X	X
Fenitrothion <sup>1/</sup>			X
Malathion	X	X	
Pirimiphos-méthyle		X	

1/ Pesticide à usage restrictif

### 3.2 Critères pour le choix des pesticides proposés

Les pesticides proposés ont été choisis pour les raisons suivantes: (1) ils se sont révélés efficaces contre les termites, les parasites des stocks (charançons et autres coléoptères, et larves des papillons des céréales) et les sauterelles *Zonocerus variegatus*, dans des essais menés depuis 1986 par le LPV avec l'aide de la FAO, du PNUD et du FIDA (Faye et Knausenberger, 1994); (2) ils sont disponibles au LPV dans la préfecture de Labé; (3) ils se sont révélés à la fois sans danger et efficaces dans des pays dont les conditions des agro-écosystèmes, des cultures et des parasites sont semblables à celles de la Guinée (par exemple au Mali et Sénégal) lorsqu'on les utilise conformément aux instructions imprimées sur l'étiquette; et (4) à l'exception du fenitrothion et de certaines formulations du diazinon, ils sont classés par l'EPA comme des pesticides à usage général et ont donc une toxicité relativement faible.

#### 3.2.1 L'efficacité des pesticides inclus dans la requête pour les usages proposés

L'efficacité suppose que le pesticide a été appliqué au bon moment, à la dose voulue, avec un équipement et une technique d'application appropriés et seulement quand et où il était nécessaire. Ainsi, l'efficacité est dans une large mesure le résultat d'une utilisation correcte et rationnelle.

**Les termites.** En Moyenne-Guinée il a été prouvé que l'on pouvait lutter efficacement contre les termites avec une combinaison de méthodes mécaniques et chimiques: l'excavation de la termitière (jusqu'à 1,5 m en profondeur) et la destruction de la ou des reines, combinée avec un traitement chimique. La lutte mécanique peut être relativement efficace si la reine est localisée et détruite. Mais les faits sur place montrent que les

102

termitières peuvent se régénérer même après que la reine ait été détruite. Il y a souvent deux reines dans la même termitière et en creusant à la main pour localiser la reine on risque souvent de manquer la seconde reine. De plus, certaines espèces de termites peuvent produire une nouvelle reine à partir de nymphes pré-royales; cela dépend de la structure de la population de la termitière au moment de l'intervention. Une intervention mécanique sur une jeune termitière peut être efficace avant que les termites ne soient devenues très nombreuses. Sur des termitières plus âgées, les deux interventions combinées, mécanique et chimique, peuvent éradiquer efficacement les termites pour une longue période, au moins trois ans.

Les études faites avec l'aide de la FAO en Moyenne-Guinée montrent que pour éliminer les termites pendant longtemps, il faut utiliser des produits chimiques. Des traitements expérimentaux ont été effectués par le personnel du LPV à Labé pendant les quelques dernières années et, selon les rapports, ils ont été très efficaces (rapport annuel LPV 1988-1990). En 1988, 1364 termitières étaient traitées dans les préfectures de Labé, Pita, Dalaba et Mamou, et 1318 étaient totalement inactivées, soit un taux de destruction de 97% (Seni & Camara 1989). D'autres campagnes de lutte contre les termites menées par le personnel du laboratoire en Moyenne-Guinée avec l'aide de la FAO et du FIDA auraient obtenu des résultats similaires.

**Les parasites des stocks.** En ce qui concerne les produits stockés (essentiellement le maïs et le manioc), la lutte contre les ennemis des cultures est rarement appliquée au niveau de l'agriculteur, par manque d'options valables. Les quelques mesures prises consistent à mélanger de la cendre ou du piment rouge en poudre avec les grains stockés. Le manioc est parfois traité en le faisant bouillir et sécher avant le stockage. Des moyens de lutte chimiques ont été testés avec succès par le laboratoire de protection des végétaux en utilisant de l'Actellic en poudre à 2% d'ingrédient actif, ou de l'Actellic 50 en concentré émulsifiable. En 1989, 200 tonnes au total de maïs, de manioc, d'arachide, de niébé et de riz ont été traités pour 420 agriculteurs en utilisant 122 kg d'Actellic en poudre à 2% et 44 litres d'Actellic 50 CE. Les traitements ont été faits dans les préfectures de Labé, Pita, Dalaba et Mamou. Le rapport a indiqué une éradication satisfaisante de *Sitophilus zeamais*, *Sitophilus cereallela* et *Prostephanus truncatus*.

**Le traitement des semences.** Le traitement des semences est une procédure à la fois indispensable et efficace pour la protection des semences pour le semis, pendant le stockage et après le semis. On utilise souvent des formulations combinées pour fournir une protection contre les champignons parasites et les insectes. Au moins un de ces produits combinés est utilisé à l'heure actuelle par le personnel de la protection des végétaux de Labé: le Super Homai, qui contient 15% de diazinon, 20% thiram et 35% de thiophanate-méthyle. Il est produit par la firme japonaise Nippon Soda. Le thiram et le thiophanate-méthyle (par ex. Fungo, Topsin-M) ont été autorisés pour de nombreuses utilisations alimentaires et sont des produits courants pour le traitement des semences.

**Les sauterelles.** Le personnel du LPV à Labé a acquis une expérience considérable dans la lutte contre les sauterelles *Zonocerus variegatus*, en utilisant essentiellement les produits qui ont été apportés durant la campagne contre les criquets du désert lors de

l'invasion de la Guinée en 1988-1989. Selon le rapport annuel de 1990 du LPV de Labé, les traitements au fenitrothion (Sumithion 33 CE) ont donné de bons résultats. Dans certaines zones, il a fallu traiter une fois par mois.

Le chlorpyrifos et le fenitrothion étaient les seuls produits disponibles pour la lutte contre les sauterelles à Labé. Les deux sont des pesticides à usage restrictif et sont parmi les neuf insecticides approuvés par l'USAID pour la lutte contre les criquets et les sauterelles en Afrique et en Asie dans son évaluation programmatique de l'environnement de 1989<sup>4</sup>. Il faut prendre toutes les précautions nécessaires pour garantir que ces produits à usage restrictif ne soient utilisés que dans des conditions conformes à celles qui sont décrites plus haut dans cette même section (c'est-à-dire appliqués par un technicien formé et expérimenté). Le malathion est un pesticide à usage non restrictif que l'on recommande de prendre comme alternative au cas où il faudrait acheter des quantités supplémentaires de pesticides. Les conditions d'utilisation et les précautions pour la lutte contre les sauterelles sont décrites en détail dans l'évaluation programmatique de l'environnement (TAMS, 1989).

### 3.2.2 Pesticides que le projet GRNG doit rejeter

A part les produits présentés et décrits ci-dessus, aucun autre pesticide n'est recommandé pour approbation dans le cadre de cette EEI. Un grand nombre des pesticides qui se trouvent à Labé en ce moment (Faye et Knausenberger, 1994) sont des pesticides à usage restrictif (PUR) et ne doivent en aucun cas être fournis aux agriculteurs. En particulier, deux pesticides qui avaient initialement été considérés par le personnel du projet GRNG pour être inclus dans cette EEI ne peuvent pas être recommandés: il s'agit de l'Oftanol (isofenphos) et de l'Ofunack (pyradiphenthion). L'Oftanol parce que c'est un pesticide à usage restrictif particulièrement toxique, et l'OFUNACK, parce qu'il n'est enregistré ni en Guinée, ni aux Etats-Unis. Un autre pesticide qui a été utilisé dans la lutte contre les termites dans la région de Labé mais qui ne doit pas être recommandé par le projet est le Folidol (parathion). Le folidol (parathion) est un des pesticides les plus toxiques connus, et en plus, il n'a aucun avantage si on le compare aux alternatives proposées ci-dessus.

Cependant, et avec l'aide de cadres formés du gouvernement et du projet GRNG, on pourra utiliser certains autres pesticides à l'avenir sur une base très limitée dans des parcelles de recherche et de démonstration, dans des parcelles de multiplication de semences, pour enseigner comment utiliser les pesticides sans danger, ou encore dans des programmes phytosanitaires à petite échelle. Une telle utilisation serait faite strictement par ou sous le contrôle rigoureux du LPV et éventuellement avec des techniciens du projet GRNG, de certaines OVP et du Corps de la paix, qui auraient reçu la formation nécessaire. Ou encore, dans des situations d'urgence dans lesquelles les pesticides approuvés seraient inefficaces ou encore si les cultures risquaient de subir des pertes substantielles si on n'utilisait pas un

---

<sup>4</sup> Les sept autres produits sont: acéphate, bendiocarb, carbaryl, diazinon, lambda-cyhalothrine, malathion et tralométhrine. Tous ces produits chimiques sont actuellement enregistrés à l'EPA ou ses équivalents dans les autres pays. Parmi ces 9 insecticides, 5 sont des pesticides à usage restrictif aux Etats-Unis: bendiocarb, chlorpyrifos, fenitrothion, lambda-cyhalothrine, et tralométhrine.



pesticide à usage restrictif, l'USAID et le Gouvernement de la République de Guinée agissant de concert pourraient faire une exception pour sauver la récolte. Cette utilisation restrictive doit inclure une formation adéquate, décrite plus loin, et ne pas laisser des résidus des pesticides illégaux.

### 3.2.3 Existence et efficacité d'autres pesticides ou méthodes de lutte non chimiques

Par autres pesticides et méthodes de lutte il faut entendre: les insecticides botaniques, les pesticides biologiques, les pesticides synthétiques à doses réduites, les méthodes innovatrices pour l'application de pesticides et la rotation des pesticides pour éviter que les parasites n'acquière une certaine résistance.

**Les insecticides botaniques.** Les insecticides botaniques sont des insecticides dérivés de matériel végétal. Ils ont été utilisés pendant des siècles et avec succès dans les systèmes d'exploitation traditionnels et aujourd'hui, dans l'agriculture moderne, ils regagnent de l'importance parce que de nombreux agriculteurs se détournent des pesticides synthétiques. Les pesticides botaniques peuvent être préparés dans les petites fermes à partir de fleurs, de feuilles, de tiges et de racines ou encore être produits par l'industrie à partir d'extraits plus raffinés. A la mi-1993, aux Etats-Unis, les insecticides naturels suivants étaient enregistrés par l'EPA et la plupart d'entre eux vendus sur le marché: l'azadirachtine (le produit insecticide primaire qui provient des *neem*), la capsaïcine (extraite des piments forts), l'ail, l'huile de sésame, la roténone, le pyrèthre, la ryanya et la sabatilla. Certaines des caractéristiques enregistrées par l'EPA, comme la dérivation, la catégorie de toxicité et les valeurs de la DL 50 orale et cutanée se trouvent dans la table 3 dans le rapport intitulé "Etude sur la situation des ennemis des cultures dans le projet GRNG". Il convient de noter que tous ces produits ont une toxicité relativement faible et qu'ils valent la peine d'être considérés pour être utilisés en Guinée, **mais seulement après** avoir été suffisamment testés. *Des pesticides dérivés de plantes non enregistrés par l'EPA ne peuvent pas être recommandés aux agriculteurs ou faire l'objet d'une promotion commerciale, lorsque des fonds américains sont engagés. Cependant, une utilisation expérimentale sur moins de 0,4 hectares peut être autorisée.*

L'annexe B présente une liste de produits d'origine botanique qui sont actuellement enregistrés par l'EPA.

**Doses d'application réduites.** Il est parfois possible d'utiliser certains pesticides à des doses inférieures à celle qui sont recommandées et obtenir des résultats phytosanitaires satisfaisants. Par exemple, les essais d'éradication des termites financés par la FAO dans la région de Labé ont établi qu'il n'y avait pas de différence dans les résultats entre des applications de 200g et de 400 g de Basudine par termitière. Il faut donc choisir la dose la plus faible.

Les pesticides biologiques comprennent les virus, bactéries champignons parasites et protozoaires ainsi que des produits biochimiques produits naturellement tels que l'avermectine. Les candidats les plus plausibles parmi les pesticides biologiques ayant un

potentiel immédiat en Guinée sont les champignons *Beauveria* et *Metarhizium*. Ces champignons pathogènes se sont révélés très prometteurs comme agents de lutte contre les sauterelles.

#### **Autres méthodes de lutte contre les insectes**

- Lutte biologique: conservation, augmentation, inoculation et manipulation de l'habitat avec des parasites, prédateurs et agents pathogènes.
- Résistance des plantes (naturelle et acquise à la suite de programmes de sélection).
- Manipulation de l'environnement: écartement des plantes, cultures intercalaires, dates de semis et de récolte, rotation des cultures, aménagement de l'eau, gestion des engrais, préparation du sol, mesures sanitaires, cultures pièges.
- Lutte physique et mécanique: écrans, pièges, emballages protecteurs, barrières, brûlage, ramassage des insectes à la main.
- Produits d'attraction et de répulsion.

#### **3.3 Utilisation proposée des pesticides et programme de gestion phytosanitaire intégrée**

Le projet GRNG adoptera la gestion phytosanitaire intégrée (GPI) comme composante de la gestion des ressources naturelles et des cultures qui soit à la fois appropriée et viable. C'est ainsi que le travail du LPV portant sur l'utilisation de pesticides devra suivre les principes de base de la gestion phytosanitaire intégrée: utiliser autant que possible des méthodes écologiques (non-chimiques) pour la protection des plantes et réduire au minimum les apports de produits chimiques en ne les utilisant que lorsqu'ils sont économiquement justifiés et strictement "selon les besoins". De plus, le projet fera des démonstrations aux agriculteurs et leur enseignera les techniques sanitaires, culturelles et mécaniques appropriées et connues pour réduire la présence des insectes. Les démonstrations souligneront que les stratégies de bonne gestion des ressources naturelles et de conduite des cultures (par exemple la conservation de la matière organique et de la couverture végétale), et les objectifs de la lutte contre les ennemis des cultures sont complémentaires.

L'approche de gestion phytosanitaire intégrée qui sera adoptée par le projet mettra l'accent, dans les cas d'utilisation des pesticides, sur les applications spécifiques aux sites et à des doses minimales. Ceci aidera à réduire l'exposition aux pesticides des espèces non visées.

Dans le cas des termites, cela consistera à creuser la termitière et éliminer la reine. Ceci permettra de réduire la présence des termites, en particulier dans les zones dans lesquelles les termitières sont nouvelles. Le projet fera aussi une enquête exhaustive sur les méthodes de lutte traditionnelles et les plus prometteuses seront mises à l'essai.

Pour les charançons et autres insectes des stocks, le projet évaluera les techniques de stockage des produits alimentaires, et déterminera si on peut construire des installations de stockage qui résistent mieux aux attaques des insectes. Parmi ces actions, traiter la base des magasins traditionnels avec des feuilles de Neem, qui ont une propriété répulsive naturelle envers les insectes; ou encore construire des magasins dont la base est en argile laquelle offre une certaine résistance à la pénétration des insectes. Enfin, il faut encourager le stockage des semences dans des récipients qui peuvent être hermétiquement scellés.

L'évaluation faite par Faye et Knausenberger en 1994 propose quelques suggestions spécifiques pour un programme de gestion phytosanitaire intégrée dans le cadre du projet GRNG.

Les directives générales techniques et économiques à suivre sont les suivantes:

- Il faut toujours donner la préférence aux pesticides les moins toxiques et qui sont les plus spécifiques envers les insectes visés.
- Il ne faut recommander aux agriculteurs aucune utilisation de pesticide à moins que la méthode d'utilisation ait été testée et qu'elle soit économique dans les conditions locales.
- Le LPV ne recommandera aux agriculteurs l'utilisation de pesticides qu'en dernier ressort, lorsqu'une infestation substantielle aura été signalée au cours d'une inspection sur le terrain, ou que les méthodes de lutte non chimiques n'auront pas été efficaces, et qu'on aura pu prouver que la méthode d'utilisation est économique. L'utilisation du pesticide sera alors réduite au minimum nécessaire, et strictement selon les besoins.
- Pour protéger les personnes chargées de l'application et réduire au minimum les effets sur les organismes non visés, le Gouvernement de la République de Guinée et les ONG devraient se concentrer sur les pesticides les moins toxiques et les plus spécifiques. Il faut se souvenir que les règlements de l'USAID interdisent de financer la vulgarisation de composés botaniques locaux dont la sécurité n'a jamais été testée pour être enregistrés aux Etats-Unis.
- Aucun pesticide ne sera utilisé sur une base "préventive" ou selon un "calendrier de traitements".
- Pour garantir que l'utilisation des pesticides soit viable et faire acquérir aux agriculteurs des habitudes et des attitudes qui tiennent compte du coût économique réel de l'application des pesticides, aucun pesticide ne sera fourni gratuitement aux agriculteurs, et aucune subvention ne sera accordée pour le pesticide ou son application, sauf pour la recherche d'adaptation dans les parcelles des paysans et pour des démonstrations très limitées. Dans tous les autres cas, lorsque les agriculteurs voudront utiliser des pesticides ils devront les acquérir auprès de



fournisseurs commerciaux et payer le plein prix du marché. Toutefois, des exceptions pourront être autorisées en cas d'urgence.

### **3.4 Méthodes d'application et mesures de sécurité proposées**

#### **3.4.1 Equipement d'application et de sécurité**

Le projet doit exiger qu'un équipement de protection personnelle adéquat soit utilisé dans toutes les activités phytosanitaires qui impliquent l'utilisation de pesticides. "Utiliser" des pesticides signifie acheter, transporter, stocker, mesurer/mélanger/remplir, appliquer et éliminer les pesticides et les récipients après usage, et utiliser un équipement de traitement propre. De plus, pour l'USAID, l'"utilisation des pesticides" inclut la fourniture de carburant pour les véhicules de transport et d'application des pesticides. Ainsi donc, le projet exigera que le LPV adhère à des normes de sécurité qui permettront d'éviter ou de réduire au minimum tout danger pour l'environnement et la santé humaine chaque fois qu'un pesticide sera utilisé. Les budgets approuvés des contrats ou des dons devront allouer des fonds pour des habits de protection si on se propose d'utiliser un insecticide quel qu'il soit. Le personnel technique du LPV devra recevoir une formation adéquate pour garantir que les pesticides soient utilisés en toute sécurité.

**En lisant et en tenant compte des instructions imprimées sur les étiquettes, et avec un peu de bon sens, les pesticides peuvent être appliqués de manière efficace et sans danger.**

Le personnel du projet GRNG et du LPV doivent disposer de publications qui expliquent comment appliquer les pesticides de manière rationnelle et sans danger, comme par exemple les documents suivants de l'USAID: (1) Guide de l'utilisateur des pesticides (Overholt & Castleton, 1989) (en français et en anglais) et (2) Directives environnementales pour les activités de terrain des ONG/OVP en Afrique (USAID 1993).

**Table 4.** Toxicité de certains insecticides et fongicides qui se trouvent dans la préfecture de Labé

Nom commun <sup>1/</sup>	Activité <sup>2/</sup>	Toxicité aiguë DL 50 (mg/kg)		Catégorie	Indication de l'EPA
		Voie orale	Voie cutanée		
Carbaryl	I	850	-	I, II, III	D, W, C <sup>3/</sup>
Chlorpyrifos	I	96-270	2.000	II III	DANGEREUX AVEC PRUDENCE <sup>3/</sup>
Diazinon	I	300-400	3.600	II III	DANGEREUX AVEC PRUDENCE <sup>3/</sup>
Malathion	I	1.000- 2.800	4.100	III	AVEC PRUDENCE
Pirimiphos-méthyle	I	> 2.000	4.592	III	AVEC PRUDENCE
Thiophanate-méthyle	F	> 15.000	> 15.000	IV	AVEC PRUDENCE
Thiram	F	> 5.000	> 5.000	IV	AVEC PRUDENCE

Notes pour la table 4:

1/ Nom commun (ou générique) reconnu, et qui peut avoir plusieurs noms de marques

2/ I = insecticide, A = acaricide, F = fongicide, N = nématocide et H = herbicide

3/ La toxicité (et l'indication correspondante de l'EPA) dépend de la formulation. Les liquides sont généralement plus toxiques que les produits secs.

### 3.4.2 Procédures de sécurité pour l'application et l'élimination des pesticides

**Les termites.** On creusera dans les termitières jusqu'à une profondeur d'environ 1,5 m ou jusqu'à ce que le nid de la reine ait été localisé. Le nid est caractérisé par la présence d'un grand nombre de larves de couleur blanche. Si possible, la reine doit être retirée et détruite avant l'application du pesticide.

L'insecticide appliqué sera la Basudine, de préférence la formulation granulée à 10%, à la dose de 200g par termitière moyenne (mais pas plus de 350g par termitière quelle que soit sa dimension). Des essais à grande échelle faits avec l'aide du PNUD/FAO ont montré que toutes ces doses étaient efficaces.

Dans certains cas il peut sembler plus approprié d'appliquer la Basudine sous forme de concentré émulsifiable (60% CE) à raison de 350 ml à 560 ml de produit à 60%, pour 10

litres d'eau pour une termitière moyenne (c'est-à-dire respectivement 200 à 350 ml de produit actif). On pourra avoir besoin de plus ou moins d'eau selon la dimension de la termitière. La formulation ne sera faite qu'après que la termitière ait été ouverte et que la reine ait été enlevée et détruite. Ainsi, on gardera le pesticide dans son récipient d'origine jusqu'au moment de son utilisation et on le versera directement dans la termitière. On n'aura pas besoin de pulvérisateur.

Cependant, si on utilise un pulvérisateur, la dose en mélange sera versée dans un pulvérisateur à pompe tenu à la main, et un total de dix litres de produit formulé avec les doses ci-dessus sera pulvérisé avec soin et aussi uniformément que possible sur les surfaces intérieures et extérieures de la termitière et surtout à l'intérieur et autour des principales galeries. La dose appliquée dans chaque termitière variera selon la dimension du monticule, mais ne devra pas dépasser 10 litres de produit formulé ou 350 ml de produit actif.

Après la pulvérisation, le sol extrait sera broyé et utilisé pour sceller la termitière. La termitière sera entourée d'une clôture pendant au moins quatre jours pour empêcher les animaux de piétiner le site.

Tout l'équipement et les matériaux utilisés, y compris les récipients des pesticides seront placés dans un conteneur spécialement marqué et renvoyés au bureau du service de la protection des végétaux. L'équipement sera soigneusement rincé et nettoyé. Le récipient du pesticide sera percé, aplati et enterré à 50 cm de profondeur au moins et loin de toute source d'eau. Le projet aidera à installer des sites de décharge appropriés et sûrs.

Seul un agent du service de la protection des végétaux ayant reçu une bonne formation appliquera le pesticide. Lors de la préparation et de l'application du pesticide, il utilisera un équipement de protection approprié (un masque, des gants et des bottes).

**Insectes parasites des stocks.** Tous les produits à appliquer sont reconnus comme pouvant être utilisés en toute sécurité sur les grains stockés pour la consommation humaine. Dès que le site du stockage aura bien été préparé, les lieux et le produit à protéger seront traités avec de l'Artellic à 2% en poudre ou 50% CE liquide qui aura été formulé et appliqué conformément aux procédures standard établies.

Le Super Omoi (ou Homai) est un produit binaire (une combinaison de fongicide et d'insecticide) enregistré à l'EPA, et ne sert à traiter que les semences qui seront entreposées jusqu'à la prochaine saison de semis. Il sera appliqué conformément aux directives imprimées sur l'étiquette.

### **3.5 Comment éviter les dangers de toxicité aiguë et à long terme**

L'utilisation des pesticides comporte des dangers qui résultent de la combinaison de la toxicité inhérente et de l'exposition possible des personnes au produit. Certains pesticides, même si leur toxicité est faible, posent des problèmes d'exposition tels qu'une inhalation toxique ou une grave irritation des yeux et de la peau. Cependant, aucun des produits phytosanitaires proposés n'appartient à la catégorie I dans l'échelle de toxicité de l'EPA, et la

plupart sont classés dans les catégories III et IV. Si lors des interventions qui impliquent l'application de pesticides les précautions nécessaires sont prises, on peut s'attendre à ce que l'application soit pratiquement sans danger.

Les pesticides proposés, et qui sont à usage général (tables 1 à 3) sont considérés comme sûrs pour l'applicateur qui a reçu une formation suffisante et qui respecte les instructions fournies sur l'étiquette du pesticide (qui comprend des conseils sur l'utilisation d'un équipement de protection et d'habits appropriés). Lors de l'utilisation d'un pesticide, les personnes qui courent le plus grand danger d'exposition au pesticide sont celles qui mesurent, mélangent, remplissent, appliquent et nettoient l'équipement, ou qui pénètrent dans une aire traitée sans équipement ou habits de protection. Il faut prendre des précautions à tout moment pendant ces opérations. Les utilisateurs doivent aussi savoir quoi faire dans les cas d'urgence comme lorsqu'un pesticide a été renversé, ou qu'un récipient fuit, ou encore qu'un appareil défectueux se met à gicler (par un tuyau percé ou un raccord desserré).

On ne s'attend pas à ce qu'une exposition aux pesticides soit suivie d'effets à long ou à court terme, mais cependant, l'applicateur doit toujours être aux aguets et bien faire attention à éviter d'être physiquement contaminé.

En plus des mesures de sécurité à prendre durant l'application des pesticides telles qu'elles sont spécifiées dans la section 3.4. ci-dessus, on appliquera les "principes de l'utilisation prudente des pesticides" suivants:

- **Mesures de protection.** Pour toutes les opérations de mélange et d'application on utilisera des habits de protection appropriés tels que des gants et des lunettes. L'eau sera disponible en abondance au cas où le pesticide viendrait à se renverser, et il y aura toujours à proximité de l'atropine comme antidote. Il est préférable d'appliquer les traitements aux premières heures de la matinée pour minimiser le contact avec les organismes non visés.
- **Stockage.** Tout pesticide qui sera utilisé dans ce projet sera stocké dans la zone de stockage de la "Cité" (complexe central des unités d'aménagement des bassins versants), avec tout autre équipement agricole, mais dans une enceinte séparée et fermée à clef
- **Eviter d'avoir des stocks en excès.** On ne se procurera pas plus de pesticides qu'il n'en faudra pour les besoins de telle opération spécifique, besoins qui auront été déterminés dans les protocoles du LPV; on évitera ainsi les surplus.
- **Evacuation des restes.** On ne prévoit pas d'avoir des excédents de produits chimiques provenant des traitements entrepris. Quant aux récipients, ils seront rincés, percés, aplatis et enterrés comme on l'a décrit plus haut.
- **Echelle limitée des opérations.** L'intervention sera limitée à deux champs ou jardins extérieurs par village dans deux bassins versants (Koundou avec 16

villages, et Diaforé avec 12 villages). L'intervention phytosanitaire sera étendue au troisième bassin versant (Dissa) à une date ultérieure.

### **3.6 Compatibilité des pesticides proposés avec les écosystèmes visés et non visés**

Les pesticides à usage général proposés pour le projet GRNG sont pour la plupart non-persistants et ne devraient pas causer des dégâts durables à l'environnement. Il faudra toujours suivre les DIRECTIVES ENVIRONNEMENTALES inscrites sur l'étiquette du pesticide.

#### **3.6.1 Possibilités d'effets néfastes sur l'environnement**

L'utilisation des pesticides proposés dans les activités du LPV (conformément aux instructions qui se trouvent sur l'étiquette et en supposant que les applicateurs aient reçu la formation nécessaire) ne devraient avoir aucun effet néfaste significatif sur l'environnement. Il se pourrait néanmoins que des pesticides soient mal utilisés par le personnel du LPV, même sans que ce soit intentionnel, ou encore que ce personnel soit témoin d'une utilisation incorrecte faite par d'autres. Aussi, il est utile de connaître quelques uns des effets néfastes possibles sur l'environnement.

De nombreux insecticides sont dangereux pour les abeilles et autres insectes pollinisateurs. Si on ne peut se passer du traitement pendant la période de floraison des plantes à traiter, ceci devrait être fait tôt dans la matinée ou tard dans l'après-midi, ou lorsqu'il fait frais et que les abeilles ne sont pas aussi actives (moins de 19°C). La toxicité relative de certains pesticides que l'on trouve en Guinée vis-à-vis des abeilles est:

Très toxiques: le diazinon et le fenitrothion

Modérément toxique: le malathion

Parmi les autres pesticides que l'on trouve en Guinée et qui sont toxiques envers les abeilles citons le carbaryl et le pirimiphos-méthyle.

Certains pesticides proposés pour le projet GRNG, sont considérés comme toxiques envers les poissons; ce sont le diazinon, le malathion et le pirimiphos-méthyle.

Le chlorpyriphos est un pesticide toxique envers les oiseaux.

Le carbaryl est toxique pour les animaux qui mangent les poissons contaminés.

Bien que la Guinée soit dotée d'une grande biodiversité pour sa flore et sa faune, on ne prévoit pas que les pesticides utilisés par le LPV dans ses programmes de développement agricole, auront un effet néfaste sur l'environnement. Et ceci parce que l'application des pesticides par le personnel du LPV sera couplée avec de la formation (section 3.8) et un suivi (section 6.0). De plus, cette utilisation ne se fera pas dans des zones de forêts, de faune ou d'aires protégées, mais dans des zones qui ont déjà une histoire d'utilisation à des fins



agricoles. Ainsi on ne s'attend pas à ce que la biodiversité soit affectée par une utilisation limitée et strictement contrôlée des pesticides par le LPV dans ses programmes internes de recherche et de démonstration, de multiplication de semences, d'enseignement de l'utilisation sans dangers des pesticides et de production maraîchère.

Aucun pesticide synthétique ne sera recommandé aux villageois et aux agriculteurs par le projet.

### **3.6.2 Zones protégées et écologiquement sensibles**

Les habitats protégés et sensibles (par ex. les cours d'eau et les lacs avec une vie aquatique vulnérable) situés à l'intérieur ou au voisinage immédiat des zones de production végétale et animale peuvent être mis en danger par l'utilisation de pesticides. La répartition et les mouvements de la population humaine actuelle doivent être examinés pour sa proximité aux aires nationales protégées.

Lorsque les pesticides seront utilisés par le personnel du LPV, on aura grand soin d'éviter que les pesticides ne soient emportés par le vent ou ne viennent contaminer les eaux de surface et souterraines. On appliquera les procédures appropriées pour éliminer les pesticides inutilisés ou périmés, et les récipients vides.

Les personnels du projet et du LPV devront bien connaître les zones protégées et écologiquement sensibles, et si des activités phytosanitaires ont lieu dans leur voisinage, ils devront éviter de pulvériser des pesticides à moins de 100 mètres de la zone protégée.

### **3.7 Capacité de la Guinée de réglementer ou de contrôler la distribution, le stockage, l'utilisation et l'élimination des pesticides inclus dans la requête**

Le Gouvernement de la Guinée vient juste de passer une législation qui régit l'utilisation, la distribution et l'importation des pesticides. La législation guinéenne en question comprend:

- Une loi instituant des procédures d'enregistrement des pesticides (loi L/92/028/CTRN), signée le 6 août 1992.
- Un décret d'application (D/94/044/PRG/SGG) approuvé par le Conseil des Ministres le 12 octobre 1993 et signé en texte de loi le 22 mars 1994.

Mais, bien qu'une loi guinéenne ait été récemment adoptée qui prévoit une procédure d'enregistrement des pesticides, une liste officielle de produits autorisés n'a pas encore été publiée. Six pesticides ont été interdits à l'importation dans le pays (chlordane, chlormediform, cytetaxine, dibromure d'éthylène, heptachlor et composés mercuriques). Comme cette législation a été adoptée récemment, que la procédure d'enregistrement n'a pas encore été instituée et que la Guinée manque des ressources nécessaires pour faire appliquer la loi efficacement, les pratiques utilisées par le projet GRNG seront régies par les normes légales des Etats-Unis pour l'utilisation des pesticides.

Dans la zone du projet (région de Labé), le service de la protection des végétaux a un nombre suffisant d'employés avec la formation voulue pour fournir l'assistance technique nécessaire dans l'application et l'élimination des pesticides en question.

### **3.8 Prévisions faites pour la formation des utilisateurs et des applicateurs**

Dans les actions pilotes proposées pour le projet, l'application des pesticides ne sera faite que par des agents du service national de la protection des végétaux basés à Labé. De plus, dans les villages où des activités phytosanitaires seront entreprises, le projet formera des agriculteurs sélectionnés aux méthodes d'application et de traitement efficaces des termitières et zones de stockage de grains. On enseignera aussi les principes généraux de la protection des végétaux et de la bonne conduite des cultures. Il faudra mettre l'accent sur la connaissance et l'identification des ennemis naturels des parasites et sur le suivi des cultures pour identifier les problèmes dès qu'ils se posent.

### **4.0 Evaluation au départ et information disponible**

En avril 1994, l'USAID/Guinée a financé une étude intitulée "Evaluation de la situation des parasites agricoles et méthodes de lutte à la disposition du projet de gestion des ressources naturelles de Guinée: approches pour une gestion phytosanitaire intégrée", qui se concentre sur les problèmes parasitaires clés dans la zone des hauts plateaux de Guinée. Cette étude constitue la base de l'information dans cette EEI.

Cette évaluation souligne le fait surprenant que les personnes qui s'occupent de la protection des cultures dans la région connaissent assez peu la biologie et le développement spécifiques des espèces concernées. De même, peu de recherche appliquée a été faite en Guinée sur des moyens de lutte alternatifs. Ceci offre au projet GRNG une occasion idéale de s'en occuper dans le cadre de sa composante de transfert de technologie et de recherche appliquée, à savoir, encourager l'évaluation de mesures de gestion phytosanitaire intégrée qui soient à la fois efficaces et localement rentables.

### **5.0 Problèmes généraux, atténuation des impacts prévus et recommandations pour les mesures à prendre par le projet**

#### **Problème: Risque sanitaire pour les humains et l'environnement**

En se basant sur l'analyse et les mesures décrites dans la section 3 ci-dessus, il semble qu'il n'y aura aucun impact ou risque sanitaire pour les humains ou l'environnement à la suite de l'utilisation des pesticides faite avec l'appui du projet. Cette conclusion repose sur les éléments clés suivants:

- L'activité sera entreprise à une échelle très réduite, avec au début pas plus de 120 sites distincts de traitements (contre les termites, les parasites des stocks et les sauterelles) dans 28 villages. La quantité totale de pesticide qui sera utilisée sera bien inférieure à 50 kg ou litres.

- Parmi les pesticides disponibles, les pesticides approuvés sont les moins toxiques tout en restant efficaces.
- Les méthodes de lutte contre les termites combineront les pesticides avec les moyens mécaniques et auront rarement besoin d'être répétés.
- Seul le personnel du service de la protection des végétaux exécutera les traitements.
- Tous les produits, pesticides, équipements utilisés et emballages vides seront entreposés dans les "cités" ou au siège du LPV.
- Toutes les mesures de sécurité décrites ci-dessus seront prises pour protéger la santé humaine, les organismes non visés et autres éléments de valeur de l'environnement.

**Problème: Demande vraisemblablement croissante pour les pesticides et technologies de lutte contre les ennemis des cultures**

L'expérience d'autres pays en voie de développement montre que l'offre et la demande des pesticides augmente lorsque les agriculteurs de subsistance rejoignent l'économie de marché. De même, il est vraisemblable que les démonstrations proposées pour les interventions phytosanitaires, si elles sont réussies, créeront une demande croissante lorsque les agriculteurs auront plus d'argent. Il n'existe à l'heure actuelle aucun plan systématique pour s'occuper des implications à moyen terme des investissements faits dans ces démonstrations de nouvelle technologie phytosanitaire. Ceci sera plus modéré dans le cas de la lutte contre les termites parce qu'un seul traitement réussi résoudra vraisemblablement le problème pour plusieurs années sur un site déterminé. Néanmoins, il faudra penser à s'occuper systématiquement de la croissance éventuelle de la demande pour l'utilisation des pesticides.

**Recommandation.** L'USAID doit penser à faire une *évaluation programmatique de l'environnement* pour la lutte contre les ennemis des cultures et l'utilisation des pesticides dans le cadre du projet GRNG. Ceci fournirait le cadre juridique et la justification technique pour une série de réponses d'adaptation qui seraient socialement et économiquement compatibles et conformes avec les bonnes pratiques de la gestion des ressources naturelles. Un argument clé en faveur de cette approche est qu'une telle évaluation offre à la mission de l'USAID et au personnel du projet une plus grande souplesse et élimine le besoin de faire une révision ultérieure, par l'USAID/Washington, d'activités secondaires qui s'occupent de situations et résolvent les problèmes à mesure qu'ils se posent. Ceci exigera aussi la fourniture d'un équipement approprié pour enseigner aux villageois à utiliser les pesticides et appliquer les technologies alternatives en toute sécurité.

**Urgent: Améliorations nécessaires pour l'entrepôt des pesticides à la préfecture de Labé**

Comme le rapport de Faye et Knausenberger (1994) le décrit, l'entrepôt du LPV à Labé, au siège de la campagne phytosanitaire, présente des défauts importants. Il s'agit d'un bâtiment solide, en blocs de béton et bien fermé, mais mal aéré et sans étagères pour le stockage; il n'y a pas d'eau pour préparer les mélanges, nettoyer l'équipement et pour les cas d'urgence; de plus, des produits autres que les pesticides étaient entreposés avec des pesticides, ce qui n'est pas acceptable. Enfin, il n'y a aucun panneau avertisseur, ni clôtures et les planchers étaient couverts de poussière si bien que les personnes qui y pénètrent soulèvent des nuages de poussière chargée de pesticides.

**Recommandation.** Il faudra trouver les ressources nécessaires pour moderniser l'entrepôt et corriger les défauts, si on veut pouvoir l'utiliser pour les activités phytosanitaires du projet GRNG. Le stockage des matériaux dans les centres des bassins versants pilotes du projet (les *cités*) doit aussi répondre à des normes minimales, mais il faut surtout s'occuper de la modernisation de l'entrepôt du LPV à Labé.

**Urgent: Connaissances et aptitudes insuffisantes du personnel guinéen de la protection des végétaux (LPV) à Labé pour la lutte contre les ennemis des cultures.**

L'évaluation a trouvé que les connaissances de quelques uns des agents à qui ce programme sera confié n'ont pas le niveau professionnel voulu. Heureusement, le personnel de supervision semble être assez compétent. Les connaissances et l'expertise limitées du personnel pourraient compromettre sérieusement l'exécution efficace des diverses interventions contre les ennemis des cultures, surtout si on met l'accent sur la gestion phytosanitaire intégrée et ses diverses options et si on tient compte de la diversité des hôtes et des sites concernés et du besoin d'organiser des activités de formation pour les villageois.

**Recommandations:**

- Les membres du personnel interrogés ont demandé à suivre des séances de recyclage pour rafraîchir et élever leurs capacités. Ceci pourra se faire, aussitôt que possible dans les centres de formation sur la protection des végétaux au Sénégal, au Niger, au Cameroun et au Bénin.
- L'USAID doit envisager de parrainer un atelier au niveau national ou régional sur les expériences et les approches dans la lutte contre les termites, qui réunirait des cadres venus de centres africains, d'experts de la FAO et autres centres internationaux d'expertise en gestion phytosanitaire intégrée et en agroforesterie, ainsi que des représentants d'ONG locales.

**Observation: Il existe de nombreuses possibilités de promouvoir des stratégies phytosanitaires alternatives qui minimiseraient l'utilisation de pesticides chimiques synthétiques ce qui serait tout-à-fait compatible avec les objectifs de la gestion des ressources naturelles.**

Nous avons présenté plus haut (et en particulier dans la section 3.2.3) toute une série d'options pour la promotion de stratégies phytosanitaires alternatives et non chimiques. Plusieurs approches possibles à la gestion phytosanitaire intégrée et qui contiennent des technologies traditionnelles ont été examinées dans le contexte du projet GRNG par Faye et Knausenberger (1994). Une approche stratégique pour la promotion de ces options est présentée ci-dessous:

**Recommandations:**

- Le projet GRNG de l'USAID/Guinée doit formuler une politique relative à l'utilisation des pesticides et aux approches de la gestion phytosanitaire intégrée.
- Le LPV et le SPV doivent préparer des protocoles de démonstration pour la gestion phytosanitaire intégrée destinés séparément à la lutte contre les termites, les parasites des stocks et les sauterelles. Ces protocoles doivent être examinés en dehors du projet. Le Bureau de l'USAID pour l'Afrique de l'ouest est prêt à revoir ces protocoles et faire ses commentaires.
- Lors de la préparation des protocoles, le LPV devra tenir compte des options de gestion phytosanitaire intégrée présentées dans l'évaluation de la lutte contre les ennemis des cultures (Faye et Knausenberger, 1994).
- Il faut encourager le Gouvernement de la Guinée à formuler et adopter une politique nationale de gestion phytosanitaire intégrée.
- On peut encourager le LPV à faire des essais avec des insecticides botaniques, s'il ne le fait pas encore, mais **SEULEMENT DANS DES ESSAIS à PETITE ÉCHELLE**. Cependant, selon la loi américaine, les ingrédients actifs de pesticides dérivés de plantes ne peuvent ni être vulgarisés ni vendus dans le commerce.
- Le LPV et les autres agences doivent choisir à la fois les pesticides les moins toxiques, ET les formulations les moins toxiques (par exemple les granulés) de ces pesticides.
- Le LPV devrait s'adresser au Centre de la lutte phytosanitaire de l'IIAT à Cotonou, au Bénin, pour collaborer à l'évaluation des champignons *Beauveria* et *Metarhizium*. On pourrait envisager de tester ces produits contre le *Zonocerus variegatus*. Un grand programme de lutte biologique contre les *Zonocerus* est en train d'être élaboré dans la région centrale de l'Afrique Occidentale. Pour cela, il faut contacter Jeffrey Waage, c/o/ LUBILOSA, Institut international de lutte

biologique, Ascot, Berks SL5 7TA, Royaume Uni. Téléphone: 44-344-872999 et fax: 44-344-875007

## 6.0. Le suivi

### 6.1 Mesures à prendre pour le suivi de l'utilisation et de l'efficacité des traitements

Le projet, en collaboration avec le service de la protection des végétaux de Guinée préparera et exécutera un plan de suivi et d'évaluation des activités phytosanitaires.

Tous les sites traités seront repérés sur la carte, marqués et inspectés deux fois par mois pendant deux mois, puis une fois par mois pendant deux ans pour suivre les résultats de l'application des pesticides. Là où les applications seront faites, on enseignera aux villageois à observer tous les effets inhabituels provoqués par l'application des pesticides.

### 6.2 Mesures à prendre pour suivre les effets du traitement sur la santé humaine et l'environnement

L'échelle réduite des activités et la nature très limitée des impacts qui pourraient être néfastes ne justifient pas la mise sur pied d'un programme de suivi spécifique. Cependant, les cadres et le personnel du projet GRNG, le personnel du LPV et les villageois eux-mêmes seront avertis des effets auxquels il faut prêter attention. Dans certaines circonstances, le personnel du LPV qui est exposé régulièrement aux pesticides devra subir un examen pour l'inhibition de la cholinestérase dans le sang, qui est un indicateur de l'exposition aux pesticides.

## 7.0 Les déterminations environnementales

L'évaluation de la lutte contre les ennemis des cultures et l'analyse des risques et bénéfices faite dans la présente EEI montrent que les risques immédiats, directs et indirects sont minimes mais que les interventions se traduiront par des bénéfices significatifs. De même, le projet prévoit des mesures de prévention et d'atténuation adéquates. Aussi, une utilisation prudente des pesticides est acceptable et on recommande une **détermination négative avec conditions** pour l'utilisation des pesticides dans les projets pilotes de lutte contre les ennemis des cultures pour les quatre combinaisons de sites et d'insectes parasites suivantes:

### **Termites dans et autour des champs et jardins et dans les pépinières d'arbres fruitiers:**

- diazinon (par ex. Basudine 60% CE<sup>5</sup> et/ou Basudine 10% granulés)
- chlropyriphos (par ex. Dursban granulés 5 % et 10%)

---

<sup>5</sup> Concentré émulsifiable

On estime que des démonstrations seront faites par le personnel du LPV (seulement) dans environ 30 villages, pas plus que deux tapades par village et pas plus que quatre termitières par tapade. Les traitements utiliseront des combinaisons de méthodes mécaniques et chimiques comme nous l'avons souligné plus haut. Des approches alternatives seront étudiées avec l'aide de dons de recherche appliquée. On estime qu'environ 10 kg de produits pesticides suffiront pour ce sujet.

**Insectes des stocks dans les grains de consommation:**

- pyrimiphos-méthyle (par ex. Artellic 2% granulés ou 50% CE)
- chlropyriphos (par ex. Dursban CE à diverses concentrations)

Seuls les sites de démonstration seront traités, et seulement par les agents du LPV et du projet GRNG. On estime que la quantité de grains stockés pour la consommation et qui sera traitée sera de 200 kg à 500 kg par famille.

**Traitement des semences (pour les semis seulement):**

- thiophanate-méthyle + thiram + diazinon (Super Homai 70% poudre mouillable)

On traitera de l'ordre de 20 kg de grains stockés pour le semis par famille, et ceci à titre de démonstration seulement. Le mélange et l'application seront faits par les agents du LPV.

**Les sauterelles *Zonocerus variegatus*, dans les parcelles horticoles en culture irriguée et pluviale:**

- diazinon (par ex. Basudine 60% CE)
- chlropyriphos (par ex. Dursban CE)
- fenitrothion (par ex. Sumithion 50 CE)

Ces traitements seront aussi appliqués à une échelle pilote, mais il est absolument crucial que le traitement soit appliqué exclusivement par des techniciens spécialisés du LPV et du projet, parce que l'application se fera avec un pulvérisateur et les pesticides en question sont parmi les plus toxiques. Il serait préférable d'utiliser des appâts si on sait comment les appliquer efficacement.

On recommande que l'USAID/Guinée et le LPV/SPV se réfèrent à l'*Evaluation programmatique de l'environnement pour la lutte contre les criquets et les sauterelles en Afrique et en Asie*, et en particulier aux évaluations environnementales faites dans les pays voisins de la Guinée (le Mali, le Sénégal, ainsi que le Cameroun).

Les conditions qui s'appliquent dans ce cas de détermination négative sont les suivantes:

- Seuls le service national de la protection des végétaux, les agents du laboratoire, et les agents du projet GRNG formés à cet effet, sont habilités à stocker, manipuler et utiliser les pesticides fournis;

- Le personnel du laboratoire de la protection des végétaux (LPV) fera la préparation et le suivi des protocoles de traitement pour y inclure l'éventail le plus large possible de techniques alternatives en vue de réduire au minimum le besoin de faire appel aux pesticides.
- Le LPV et le personnel du projet GRNG établiront un système de suivi simple mais solide pour suivre l'efficacité des traitements et identifier et atténuer tout effet néfaste inattendu (sur des organismes non visés ou des personnes) et qui pourrait être lié à ces traitements.
- L'USAID encouragera des essais de recherche appliquée sur la gestion phytosanitaire intégrée par le moyen de ses dons pour le développement de la technologie.
- Aucun pesticide ne sera mis directement à la disposition des villageois.
- Les entrepôts de Labé seront modernisés comme décrit plus haut, si on veut pouvoir les utiliser pour les produits chimiques du projet; de même, les entrepôts dans les cités devront être améliorés pour atteindre un niveau standard minimum.
- Une évaluation du niveau d'exécution des activités du projet sera faite régulièrement par une personne extérieure, compétente et au minimum une fois par an.

Une détermination négative est recommandée pour les activités de recherche appliquée conçues de manière à intégrer l'utilisation de pesticides chimiques avec les pesticides non-chimiques et d'autres méthodes phytosanitaires, en veillant à ce que la superficie globale des parcelles d'essais soit inférieure à 4 hectares et que toutes les précautions nécessaires soient prises pour éviter les effets indésirables des pesticides.

Un différé est recommandé pour toute stratégie de traitement qui comprend des pesticides contre:

- **Le ver des oranges.** On sait trop peu de choses sur cette espèce pour recommander des approches particulières pour la lutte contre ce parasite.
- **La lutte contre les termites dans les habitations et tout autour.** Les risques provenant de l'utilisation des pesticides autour des habitations sont plus grands que dans le cas de la lutte contre les termitières dans les champs extérieurs.
- **Toute autre combinaison plante hôte/parasite** où le besoin pourrait se faire sentir.

On recommande aussi une action différée pour toute activité liée à l'enseignement systématique de l'utilisation des pesticides aux villageois.



## Recommandations finales.

**Formation des agents/amélioration des aptitudes.** En réponse à la question soulevée à la section 5.0 sous le titre Urgent, l'USAID/Guinée devrait examiner les possibilités d'amélioration des aptitudes des cadres du LPV dans la région du Fouta Djallon couverte par le projet GRNG, en les envoyant suivre des cours de perfectionnement sur la protection des plantes en Afrique occidentale francophone (voir plus haut). Ceci pourrait se faire en utilisant, par exemple, les ressources de formation du conseiller au développement des ressources humaines. Le Bureau de l'AID/Washington pour l'Afrique (USAID/AFR/W) pourrait recommander des sites de formation spécifiques dans la région.

**Saisir l'occasion pour appliquer les méthodes de lutte biologique en utilisant les pesticides biologiques.** Le Centre international de lutte biologique contre les locustes et les sauterelles (LUBILOSA), basé à l'Institut international de la lutte phytosanitaire biologique à Cotonou, lance en ce moment un programme régional de lutte contre le *Zonocerus variegatus*, avec l'appui de l'ACDI. Ils cherchent activement des collaborateurs. Les personnes intéressées peuvent contacter le Dr. Christopher Lomer à Cotonou: BP 08-0932, Cotonou, Bénin (tél.: 229-30-19-94 ou 36-01-88; fax: 229-30-14-66) ou le Dr. Waage à l'adresse donnée plus haut (fin de la section 5.0).

**Penser à faire une évaluation programmatique de l'environnement.** Comme on l'a vu dans la section 5.0 l'USAID devrait envisager de faire une évaluation programmatique de l'environnement pour la lutte contre les ennemis des cultures et l'utilisation des pesticides dans le cadre du projet GRNG. Ceci fournirait le cadre juridique et la justification technique pour une série de réponses d'adaptation qui seraient socialement et économiquement compatibles et conformes avec les bonnes pratiques de la gestion des ressources naturelles. Un argument clé en faveur de cette approche est qu'une telle évaluation offre à la mission de l'USAID et au personnel du projet une plus grande souplesse et élimine le besoin de faire une révision ultérieure, par l'USAID/Washington, d'activités secondaires qui s'occupent de situations et résolvent les problèmes à mesure qu'ils apparaissent. Ceci exigera aussi la fourniture d'un équipement approprié pour enseigner aux villageois à utiliser les pesticides et appliquer les technologies alternatives en toute sécurité.

**Trouver des moyens d'influencer la formulation d'une politique nationale de gestion phytosanitaire intégrée (GPI).** En portant l'attention sur la série plus étendue de questions de politique et d'adoption de technologie qui apparaît lorsqu'on envisage d'appliquer la gestion phytosanitaire intégrée par opposition aux options de la lutte contre les ennemis des cultures basée sur l'emploi des pesticides, on pourrait encourager un nouveau "paradigme" sur la manière de traiter le problème de la gestion phytosanitaire dans le pays. Une occasion pour poser le problème peut être offerte par le dialogue sur le plan d'action national pour l'environnement. Le Bureau de l'AID/Washington pour l'Afrique (USAID/AFR/W) pourrait offrir son appui pour défendre cette cause, si elle vaut la peine d'être poursuivie.

**ANNEXE F**

---

**CHAMP D'ACTION DE TRAVAIL**

**SCOPE OF WORK FOR TERMITE AND STORED PEST CONTROL**  
**Guinean Natural Resources Management Project**  
**(675-0129)**

The Guinea NRM Project recently completed a survey of agricultural production constraints in the Fouta Djallon Highlands. This scope of work will address two biological constraints to agricultural production in the region caused by insects.

Termites and stored product pests are identified as two of the main problems in all three watersheds surveyed. These pests destroy crop land, crop storage facilities, and wooden fences protecting fields for domestic animals which substantially increases deforestation. In the Diafore watershed the problem is the most severe.

The people in the Diafore watershed in Guinea are extremely poor. Termite activity in the area has increased insignificantly over the past eight years. People report that approximately 60 percent of their field crops are lost to termites and as a result, they have stopped planting root crop. Termite control at present in this region consists mostly of digging out the queens from the mound, as soon as termite mounds begin to appear. The species builds large mounds which simplifies the location of the nest but increases the labor required to locate the queen. Most of the men have left the villages to look for paying jobs so only women and children are available to excavate the existing mounds.

The Guinea NRM project plans to collaborate with the services of specialists from the National Laboratoire de Protection des Vegetaux (LPV) to establish a limited field evaluation of the use of BASUDINE (diazinon) and DURSBAN (chlorpyrifos), to be used in combination with a mechanical control method (locating and killing the queen) for controlling termites. LPV agents have worked with termite control in some of the project area.

These experts will work with the villagers to control termites in two house gardens in each of two villages in the Diafore watershed. This extension work will be expanded to a third village at a later date. The technicians will ask the farmers to dig up selected termite mounds to a depth of at least 50 cm and attempt to locate the queen. The technicians will then chemically treat the mound. Local farmers will be instructed to keep animals away from the treated mounds for at least four days. As always, the technicians will explain how mechanical control could be effected by the farmers themselves in the event that termites return.

In addition, as a parallel field research activity, project staff will introduce 'bitter' manioc to the most heavily infested areas to see if the natural arsenic contained in these plants will deter termite activity and infested areas. Project staff are already in communication with the International Institute for Tropical Agriculture (IITA) in this regard.

Damage of stored grains and seeds by weevils is another major problem in the target watersheds. Therefore, what little the people produce from their harvests, a significant amount is lost in storage. In addition to several sound grain storage methods, the project staff would like use, on a limited basis, ACTELLIC (pirimiphos-methyl) to reduce storage loss.

The project staff are anxious to be able to demonstrate that, if they can control the activity of the pests, using simple practical techniques, the people can begin again to produce productive root crops and once again obtain normal yields from their traditional crops, as well as maintain a secure food storage facility as were possible before the termite problems became so bad. Should these techniques prove effective will be available for use as models for replication throughout the project area as well as throughout Guinea and the Sahel.

## **II. Scope of Work**

### **A. Scope and Make-up of Team**

The chemical products that have been proposed for use in addressing the two problems identified above (termites and stored grain pest) are reasonable choices in terms of chemical control, if properly used. Also, the problems do appear to be serious and current, and for expediencies sake, the chemical approach as defined, should be cost-effective, efficient, relatively safe for the environment, and should go a long way in resolving the problems. Normally, the next step in the process would be to carry out a straight forward Cost-Benefit Analysis for the pesticides to be used as required under Reg. 16, and outlined below. However, because this project is dealing in basic area of natural resource management, and because the Bureau, the Agency (and recently the US Congress) are now much more conscious of "Sustainable Development and Environment", the project staff should make an extra effort to explore Integrated Pest Management (IPM) options, as described above.

It is therefore recommended that a short-term specialist have the expertise in the field area or the practical application of IPM and entomology, that is, a termite management specialist with research and extensions background. The specialist will work directly with Dr. Walter Knausenberger, AID/AFR/ARTS/FARA Environmental Analyst and Advisor, during his last six days of his assignment in Guinea. This complementary approach would be more productive and would serve the mission by not only allowing the project to conform to the Agency's general environmental procedures, but would also promote environmentally superior technologies for sustainable development.

As stated, the results of this assignment could be replicated throughout the country and in neighboring countries which have similar pest problems. The specialists will visit the at least two project watersheds with the Guinea NRM personnel to inspect severely infested sites, targeted for intervention.

## **B. Satisfying A.I.D. Pesticide Procedures**

When assistance involves procurement of use, or both, of pesticides registered for the same or similar uses by U.S. EPA without restriction, there must be an evaluation of the economic, social and environmental risks and benefits of the planned pesticide use to determine whether the use may result in significant environmental impact. Note that "use" is understood broadly to include, for example, facilitating storage of pesticides, or the application of pesticides by provision of fuel for transport of pesticides. In accordance with USAID's environmental procedures which require ... Initial Environmental Examination (IEE) and USAID pest management guidelines, a cost-benefit analysis will be performed.

### **1. Cost-Benefit Analysis**

**A. Cost-benefit analysis should be drawn up which will include, but not be limited to, the following:**

- The U.S. EPA registration status of the requested pesticides (s);
- The basis for selection of the requested pesticide (s);
- The extent to which the proposed pesticide use is part of an integrated pest management program;
- The proposed method or methods of application, including availability of appropriate application and safe equipment;
- Any acute and long-term toxicological hazards, either Human or environmental, associated with the proposed use and measures available to minimize such hazards;
- The effectiveness of the requested pesticides (s) for the proposed use;
- Compatibility of the proposed pesticide (s) with target and non-target ecosystems;
- The conditions under which the pesticide (s) are to be used, including climate, flora, fauna, geography, hydrology, and soils;
- The availability and effectiveness of other pesticides or non-chemical control methods;
- The requesting country's ability to regulate or control the distribution, storage, use and disposal of the requested pesticide (s);
- The provisions made for training of users and applicators; and,
- The provisions made for monitoring the use and effectiveness of the pesticide(s), especially here would be an assessment of pesticide management capacities in Guinea.

### **2. Additional List of Elements to be considered by the Team**

The following need to be elucidated:

- Registration and Development of Pesticides. Product registration and licensing define the conditions of market access for individual products;
- Procurement and supply system;
- Product Stewardship (training and infrastructure to support product and technology dissemination to the user, including follow-up);
- Pesticide Registration Process;
- Pesticide Distributor Licensing.

### **3. Extending Integrated Pest Management (IPM)**

The Guinea NRM project provides an ideal opportunity to promote the adoption of appropriate pesticide management practices and the introduction of alternative pest management technologies. How this would be best supported would need to be elaborated, but one approach could be to encourage the programmatic adoption by the GOG, and/or by PVOs, of IPM policies and principles in their extension and crop production improvement strategies. This could also involve introducing the USAID "Africa Bureau Environmental Guidelines for PVO/NGO Field Use", in which pesticide use is featured as part of PVO/NGO programs and interventions at field level. The short-term specialist should obtain a copy of the latest draft of these guidelines from AID/AFR/ARTS/FARA (Walter Knausenberger).

In any case, AID's present IPM policy stresses the use of "least toxic" pesticides, if any are needed at all. The short-term specialist, after preliminary discussions with all concerned in this activities, will provide (either at community-level meetings, or on-on-one with farm families or the LPV extension staff) information good, low-tech, least-toxic practical approaches which might be considered both of the above problems identified by the Mission. One example would be the technologies developed under the Bean-Cowpea CRSP for post-harvest control. Also, he should present and discuss local adaptation of any techniques available from IITA, and should provide suggestions on the use of techniques already identified by LPV researchers in country. The TA team will also work with the villagers to develop a sustainable practice to reducing storage loss of agricultural products.

### **4. Monitoring, Extension and Next Steps**

Given the fact that termites are among the three most important problems in all target watersheds in the Guinea NRM project, the T.A. team should provide some recommendations for the project staff on how the information and technical trials can be extended to other project areas which have similar pest problems. They should also take this as an opportunity to illustrate for project staff how this can be linked with the core purposes of the Guinea NRM project, while flagging issues related to sectors of importance to USAID, such as, Agricultural Marketing.

The short-term specialist will therefore visit at least two watersheds sites with the Guinea NRM personnel to inspect infested sites, targeted for intervention. Lastly, the specialist will work with Dr. Knausenberger to address monitoring as an issue, especially in relation to the overall NRM project.

### **III. Duration of Assignment**

The short-term specialist will provide his services beginning approximately the 1st week of April for approximately 21 work-days including three days in the United States for research, two days in Chatham, England for research on tropical termite and storage product pest management at the Natural Resources Institute (NRI), and two weeks in Guinea. A six-day work week is requested. The specialist will need a day at the beginning of his

assignment in-country assignment in Conakry for orientation and six days at the end to work with Dr. Knausenberger to combine and present their findings on termite and storage product pest management and environmental procedures required in accordance with the IEE. Three days back in the United States are requested for the short-term specialist to finalize the report and the IEE is requested.

#### **IV. Reports**

The short-term specialist will report to Dr. K.B. Paul, the Guinea NRM Chief of Party. A draft report will be submitted to the project COP and USAID/Conakry at least two days prior to departure with an oral presentation at least one day prior to departure from Guinea. The report will be finalized in the U.S., incorporating input from USAID/Conakry and AID/Washington. It will be translated into French. Ten copies of the report in French and English will be sent to USAID/Conakry by Chemonics.

#### **V. Qualifications**

##### **A. IPM Specialist**

Minimal qualifications:

M.S. entomology or environmental related science  
FSI 3/3 Level in French language  
Field experience  
Research and extension experience.

#### **VI. Logistical Support**

The short-term specialist will report to the Chief of Party who will coordinate his logistical support with the Project Management Unit (PMU). The PMU will make provisions for lodging, in-country transportation, office space and any other logistical support needed. The specialist must bring laptop computer. Printing and photocopying support will be available through the PMU. Final report production will be done in Washington, D.C.