641

ð

C'S & A

<sup>†</sup> Scientific Council for Africa South of the Sahara Conseil Scientifique pour l'Afrique au Sud du Sahara

# STORED FOOD PRODUCTS LES PRODUITS ALIMENTAIRES EMMAGASINÉS

SALISBURY 1957



# ORGANIZATION OF AFRICAN UNITY CULTURAL & SCHENTIFIC DEPARTMENT LINCALY ENTRY NO 393 DATE 17/0/05 67 ADDIS ABABA

٠

#### COMMISSION DE COOPERATION TECHNIQUE EN AFRIQUE AU SUD DU SAHARA

Créée en Janvier 1950, la Commission de Coopération Technique en Afrique au Sufi da Sahara (C.C.T.A.) a fait l'objet d'une Convention Intergouvernementale signée à Londres le 18 Janvier 1954. Elle se compose, à l'heure actuelle, des Gouvernements suivants Belgique, Fédération de la Rhodésie et du Nyassaland France, Ghana, Liberia, Portugal, Royaume-Uni, Union de l'Afrique du Sud.

OBJECTUP Assurer la coopération technique entre les territoires dont les Gouvernements Membres sont responsables en Afrique au Sud du Salura.

## ATTRIBUTIONS

1) Traiter de tout sujet concernant la coopération technique entre les Gouvernements Membres et leurs territoires dans le cadre de la compétence territoriale de la C.C.T.A.

2) Recommander aux Gouvernements Membres toutes mesures tendant à la mise en œuvre de cette coopération.

3) Convoquer les conférences techniques que les Gouvernements Membres ont décidé de tenir.

4) Contrôler du point de vue général et du point de vue financier l'activité des organismesplacés sous son égide et présenter autoponvernements Membres toutes recommandations y afférentes.

5) Présenter des recommandations aux Guvennements Membres en vue de la création de nouveaux organismes ou la révision des dispositions existantes pour la coopération technique, dans le cadre de la compétence territoriale de la C.Q.T.A.

6) Présenter des recommandations aux Gouvernments Membres on vue de formuler des demandes conjointes d'assistance technique aux organisations internationales.

7) Présenter des avis sur toutes questions concernant la coopération technique que lui soumettront les Gouvernements Membres.

8) Administrer le Fonds Interafricain de la Recherche et la Fondation pour l'Assistance Mutuelle en Afrique au Sud du Sahara.

#### BUDGET

Alimenté par les contributions des Gouvernements Membres.

#### ORGANISATION

1) La C.C.T.A. se réunit au moins une fois chaque année. Ses recommandations et conclusions sont portées à la connaissance des Gouvernements Membres en vue de leur adoption à l'unanimité ainsi que de leur mise en œuvre dans les territoires intéressés.

2) Le Conseil Scientifique pour l'Afrique au Sud du Sahara (C.S.A.), Conseiller Scientifique de la C.C.T.A., a été créé en Novembre 1950, comme suite à la Conférence Scientifique de Johannesbourg (1949), en vue de favoriser l'application de la science à la solution des problèmes africains. Il est composé de personnalités éminentes, choisies de telle sorte que les principales disciplines scientifiques importantes au stade actuel du développement de l'Afrique soient représentées. En tant que membres du Conseil ces personnalités n'agissent pas sur instructions de leurs Gouvernements respectifs mais sont responsables individuellement devant le Conseil.

3) Des Bureaux et Comités techniques traitent chacun un aspect particulier de la coopération régionale et interterritoriale en Afrique au Sud du Sahara.

4) La C.C.T.A. et le C.S.A. disposent d'un Secrétariat Conjoint. Celui-ci comporte deux sièges, l'un en Europe (Londres), l'autre en Afrique (Bukavu). Il est dirigé par un Secrétaire-Général assisté à Londres par un Secrétaire-Général Adjoint et à Bukavu par un Secrétaire Scientifique. Un secrétaire pour la F.A.M.A. lui est également adjoint.

#### PUBLICATIONS

Des brochures traitant de problèmes scientifiques et techniques, dont les données sont habituellement rassemblées en Afrique par le C.S.A., sont publiées à Londres. Toute demande d'information devra être adressée au siège de Londres du Secrétariat Conjoint, à l'attention du fonctionnaire chargé des Publications et de l'Information.

## COMMISSION FOR TECHNICAL CO-OPERATION IN AFRICA SOUTH OF THE SAHARA

Established in January, 1950, the Commission for Technical Co-operation in Africa South of the Sahara (C.C.T.A.) was the subject of an Inter-governmental Agreement signed in London on 18th January, 1954. It consists now of the following Governments: Belgium, Federation & Phodesia and Nyasaland, France, Ghana, Liberia, Portugal, Union of South Africa, United Ringdom.

#### OBJECT

To ensure technical co-operation between territories for which Member Governments are responsible in Africa South of the Sahara.

#### FUNCTIONS

(1) To concern itself with all matters affecting technical co-operation between the Member Governments and their territories within the territorial scope of C.C.T.A.

(2) To recommend to Member Governments measures for achieving such co-operation.

(3) To convene technical conferences as agreed by Member Governments.

(4) To supervise, from the financial and general points of view, the work of the organisations placed under its ægis and make recommendations thereon to the Member Governments.

(5) To make recommendations to the Member Governments for the setting up of new organisations or the revision of existing arrangements for securing technical co-operation within the territofial scope of C.C.T.A.

(6) To make recommendations to the Member Governments with a view to the formulation of joint requests for technical assistance from international organisations.

(7) To advise Member Overnments on any other subject in the field of technical co-operation which the Member Governments may bring to its notice.

(8) To administer the Inter-African Research Fund and the Foundation for Mutual Assistance in Africa South of the Sphara.

#### FINANCE

Contributions from Member Governments.

#### ORGANISATION

(a), C.C.T.A. meets at least one a year. Its recommendations and conclusions are submitted to Member, Governments for unanimous approval and for implementation in the territories concerned

(2) The Scientific Gouncil for Africa South of the Sahara (C.S.A.), Scientific Adviser to C.C.T.A., was established in November, 1930, following the Johannesburg Scientific Conference (1940) to further the application of dicience to the solution of African problems. Its members and eminent scientists chosen in such a manner that the main scientific disciplines important at the present stige of the development of Africa shall be represented. As members of the Council they do not receive instructions from Governments but are responsible individually to the Council.

(3) Technical Bureavix and Committees deal with specific aspects of regional and interterritorial co-operation in Africa South of the Sahara.

(4) A Joint Screetariat serves C.C. P.A. and C.S.A. It has two seats, one in Europe (London) and one in Africa (Bukavu). It is administered by a Secretary-General and a Secretary for BA.M.A.; and in Bukavu by a Scientific Secretary.

#### PUBLICATIONS

Rublications dealing with scientific and technical problems, the data of which are usually collected in Africa by C.S.A., are issued in London. Inquiries should be addressed to the London seat of the Joint Secretariat, for the attention of the Publications and Information Officer.

# MEETING OF SPECIALISTS ON STORED FOOD PRODUCTS

# RÉUNION DE SPÉCIALISTES POUR L'ÉTUDE DU PROBLÉME DE LA CONSERVATION DES PRODUITS ALIMENTAIRES EMMAGASINÉS

SALISBURY 1957

## CONTENTS

# TABLE DES MATIÈRES

.

·			Pa	ge
			English	French
List of Participants			5	
Liste des Participants	•			5
Agenda			7	
Ordre du Jour	•			8
RECOMMENDATIONS			9	
RECOMMANDATIONS			-	13
Documents Présentés				Ţ
Note sur les appareils de dosage du degré d'hu présentée par la Division de normalisation tech et répression des fraudes, Centre Technique culture Tropicale (Orstom) France.	umić nolo d'Ag	lité gie gri-		19
A preliminary study of methods of impregnation o kernels in preparation for photography by X-ra	f ma iys	ize •	21	
Bruchus obtectus say ou bruche des haricots .	•	•		25
Mealie Industry Control Board, Pretoria: Spra fumigated maize stacks	ying	of	29	
Situation actuelle de l'organisation Portuguaise de la phyto-sanitaire des produits emmagasinés	défe	nse •		31
Description of the Aspindale Silo, Salisbury, and F tion Plant	umi	ga-	33	
Studies on <i>Trogoderma granarium</i> everts (Dermo coleoptera):	estid	ae-		
(i) Its importance as a pest of stored maize Federation of Rhodesia and Nyasaland	in d	the	35	
(ii) Numbers, distribution and activity of <i>Trog</i> granarium in the fabric of a Cape-steel stora	<i>oder</i> ge sl	<i>ma</i> ned	51	
Insect infestation of West African produce import Britain	ed in	nto	59	
Lutte contre les maladies et les parasites attaqu arachides emmagasinées	ant	les	57	61
Rice infestation control research scheme, Sierra Some notes on work carried out by the So	Leo	ne. ific		
Officer, January, 1955, to July, 1956 .	•	•	67	
Maize Storage in Ashanti	•		71	

# Page English French

Current Problems in Grain Storage in Southern Rhodesia	77	
The Fumigation of Railway Grain Elevators for Maize Insects	83	
Grain Storage Problems in Southern Nigeria	97	
Note sur les pertes causées aux denrées stockées en Afrique occidentale durant leur conservation		103
La société cooperative des produits agricoles "SOCOPA"		105
The Control of Stored Product Insects in Kenva	107	105
Spray Desidues	107	
Lutte contro los portes oubies por los produits esticolos	117	
après récolte dans les territoires tropicaux de l'Union		
Française		121
Traitement au four infra rouge des semences de mais		
envahies par Sitophilus oryzae L		131
Un nouveau procédé de lutte contre les déprédateurs des grains		135
Pest Infestation Laboratory, D.S.I.R.	143	
Contribution à la protection des denrées alimentaires par		140
Contribution à un avant-project de législation sur la		149
désinsectisation des vivres		155
Listes des insectes des denrées trouvés au Congo Belge		161
Résultats d'une enquête sur la conservation des denrées au		
Congo Belge		165
Protection de l'arachide au Sénégal contre les insectes		
nuisibles		173
La désinsectisation du poisson séché en Afrique occidentale		
française		177
Catalogue des principaux insectes nuisibles aux denrées alimentaires emmagasinées en Afrique occidentale		
française		181
La désinsectisation des noix de kola en Afrique occidentale		189
L'équipement de l'Afrique Noire française en stations des		
désinsectisation sous vide partiel		195

.

•

# LIST OF PARTICIPANTS - LISTE DES PARTICIPANTS

. .

		Président — Chairman
Dr. G. R. Bates .	•	Chief Botanist and Plant Pathologist, Department of Research and Specialist Services, P.O. Box 8100, Causeway, Salisbury, Southern Rhodesia.
	DÉI	LÉGUÉS — DELEGATES
		BELGIQUE
Dr. E. BUYCKX .	•	Chef de la Division de Phytopathologie et d'entomo- logie agricole, I.N.E.A.C., Yangambi, Congo Belge.
		FRANCE
M. A. Mallamaire	•	Chef de la Protection des végétaux, Gouvernement- Général, Dakar, A.O.F., Vice-Chairman — Vice- Président.
		PORTUGAL
A. J. Duarte, Esq	•	Official Entomologist in Angola, C.P. 243, Nova Lisboa, Angola.
	UN	ION OF SOUTH AFRICA
Dr. B. Smit	•	Assistant Chief, Division of Entomology, Department of Agriculture, P.O. Box 513, Pretoria, South Africa.
		UNITED KINGDOM
G. V. B. HERFORD, Esq.	•	Pest Infestation Laboratory, Department of Scientific and Industrial Research, Slough (Bucks), England.
OI	BSE	RVERS — OBSERVATEURS
		BELGIQUE
V. A. Degroor, Esq.	•	Directeur du Laboratoire de Chimie du Gouverne- ment-Général, Institut de Médecine Tropicale, Léopoldville, Congo Belge.
FEDERAT	rior	N OF RHODESIA AND NYASALAND
Prof. E. B. EDNEY .	•	Professor of Zoology, Zoology Department, Univer-
D. A. ROBINSON, Esq.	•	Department of Native Agriculture, Salisbury, Southern Rhodesia.
D. J. W. Rose, Esq.	•	Government Entomologist, P.O. Box 187, Gatooma, Southern Rhodesia.
Dr. K. F. SALMOND .	•	Stored Products Research Entomologist, P.O. Box 842, Lusaka, Northern Rhodesia.
J. A. WHELLAN, Esq.	•	Chief Entomologist, Ministry of Agriculture, P.O. Box 8100, Causeway, Salisbury, Southern Rhodesia.

## STORED FOOD PRODUCTS

## PORTUGAL

J. P. Amaro, Esq	. Ingénieur Agronome, Instituto Superior de Agro- nomia, Lisboa, Portugal.
J. P. CANCELA DA FONSECA Esq.	, Ingénieur Agronome, Brigada Fitos — sanitaria — Largo de Santos, 3 — 3°D — Lisboa, Portugal.
· τ	JNION OF SOUTH AFRICA
Dr. F. BRUNNEKREEFT	. Department of Agriculture, 8 Hamilton Avenue, Arcadia, Pretoria, South Africa.
M. C. Nolte, Esq	. Chief Chemist of the Maize Control Board, P.O. Box 669, Pretoria, Union of South Africa.
Dr. A. Joffe	. Research worker, Department of Agriculture, Plant Physiological Research Institute, University of Pretoria. South Africa.
Dr. V. S. Andersen	. c/o Agro-Chem., P.O. Box 1366, Johannesburg, South Africa.
UNITI	ED KINGDOM — ROYAUME-UNI
	Gold Coast
J. Bowden, Esq	Assistant Director of Agriculture, Department of Agriculture, P.O. Box 299, Accra, Gold Coast.
	Uganda
J. C. DAVIES, Esq	Entomologist, Kawanda Research Station, P.O. Box 265, Kampala, Uganda.
	Nigeria
L. A. W. HAYWARD, Esq.	. Officer in charge, West African Stored Products Research Unit, Marketing and Exports, Lagos, Nigeria.
	Kenya
S. P. L. Коским, Esq.	. Stored Products Inspector, P.O. Box 2748, Nairobi, Kenya.
	Sierra Leone
P. F. Prevett, Esq.	Scientific Officer, Rice Infestation Control Research Scheme, Department of Commerce and Industry, Freetown, Sierra Leone.
3	SECRETARIAT
F. L. HENDRICKX, Esq.	. Scientific Secretary/Secrétaire Scientifique, C.S.A., B.B. 640, Bukany, Congo Balge
Miss M. Stallmaster	. C.S.A., Bukavu,
Madame M. ARGANI	. Salisbury.
Mrs. E. van den Bergh	. Salisbury.
	Interpreter — Interprète
Mrs. M. Petzall	Johannesburg.

## AGENDA

#### A. GENERAL

1. Organisation of pest control work (e.g. by the Government or by specialised servicing companies).

2. Legislation (e.g. for standards of purity; use of dangerous fumigants; quarantine).

3. Recruitment and training of specialised staff.

4. Assessment of losses due to infestation.

#### **B. TECHNICAL**

1. Storage techniques (e.g. long- and short-term storage ; design of buildings to facilitate hygiene and control).

2. Fumigation (e.g. in silos; under gas-proof sheets; use of phostoxin).

3. Contact insecticides (e.g. toxic life in tropics ; effectiveness against different insect species; contamination of foodstuffs; insecticidal resins).

 New problems (e.g. the spread of *Trogoderma*).
Techniques (e.g. drying of grain, etc., moisture estimation; application of insecticides ; gas sampling).

# C. RESEARCH

1. Work in progress in Africa.

· · · · · · · ·

2. Facilities for exchange of information on (1); collaboration in order to avoid duplication of effort.

.

. .

3. Outstanding problems needing investigation.

••,••

#### **ORDRE DU JOUR**

#### A. GENERAL

1. Organisation de la lutte contre les ennemis des denrées emmagasinées (par exemple par le Gouvernement ou par des firmes spécialisées).

2. Législation (concernant par exemple les degrés de pureté; l'utilisation de fumigants dangereux; la quarantaine).

3. Recrutement et formation de personnel spécialisé.

4. Evaluation des pertes causés par les ennemis des denrées emmagasinées.

#### **B. TECHNIQUE**

1. Technique d'emmagasinage (par exemple emmagasinage à long et à court terme ; établissement des plans d'installations d'entreposage en vue de faciliter les mesures d'hygiène et de contrôle).

2. Fumigation (par exemple en silos; sous bâches étanches; emploi de la phostoxine).

3. Insecticides de contact (par exemple effet résiduel sous les tropiques; efficacité contre différentes espèces d'insectes; contamination des denrées alimentaires; résines insecticides).

4. Problèmes nouveaux (par exemple propagation de Trogoderma).

5. Techniques (par exemple séchage du grain, etc., estimation de l'humidité ; application des insecticides ; prélèvement du gaz etc.).

#### **C. RECHERCHE**

1. Travaux en cours en Afrique.

2. Facilités pour l'échange d'informations en ce qui concerne (1); collaboration en vue d'éviter une duplication des efforts.

3. Problèmes primordiaux nécessitant une étude approfondie.

## RECOMMENDATIONS

.

.

#### PREAMBLE

The Meeting WISHES TO EXPRESS its appreciation to C.S.A. for taking the initiative in organising the First Specialist Meeting on Stored Food Products.

It also WISHES TO THANK the Government of the Federation of Rhodesia and Nyasaland for providing such excellent facilities for the meeting and in making all the necessary preparatory arrangements.

\_\_\_\_\_.

## 1. Need for Trained Personnel

The Meeting IS CONVINCED of the magnitude of the losses in stored food products caused by the activities of pests and STRESSES the importance of reducing them.

It RECOMMENDS that, as an essential part of such reduction, adequate trained personnel should be provided both for research in the field and in the laboratory and also for advice and supervision of the practical work of control.

## 2. Assessment of Losses

The Meeting IS DISTURBED by the lack of scientific method of assessing the very heavy losses to stored food products due to the activity of pests.

It RECOMMENDS that all Member countries should collaborate in developing such methods with the intention of securing a degree of standardisation. Only in such a way will a true assessment of losses and the evaluation of control measures become possible.

#### 3. Design of Storage Buildings

In view of the difficulty of controlling pests in unsuitable storage buildings the Meeting WISHES to STRESS the necessity for consultation between entomologists and engineers when new storage structures are being planned.

## 4. New Pests

The Meeting RECOMMENDS that when outbreaks of new pests, and particularly *Trogoderma granarium* occur, the campaign for their suppression should be pursued with the utmost vigour and with no delay whatsoever. The cost of such a campaign should be regarded not only in

#### STORED FOOD PRODUCTS

terms of the immediate saving of produce, but as an insurance for the future. Governments should therefore be prepared to finance control measures in order to check the spread of new pests or to achieve their extermination.

## 5. Spread of Infestation

The Meeting RECOMMENDS that ships, railway trucks and lorries carrying food found by the official services to be infested by pests should be compulsorily disinfested before being authorised to reload foodstuffs.

The Meeting further RECOMMENDS that for this purpose suitable installations shall be established so that insecticidal treatments can be carried out with the least possible delay.

#### 6. African Storage Methods

The Meeting RECOMMENDS that a general inquiry concerning the local conservation of foodstuffs and seeds be carried out in each territory and that the results be distributed to all Member Governments. In this connection also the Meeting WISHES TO EMPHASISE the prime importance of extension work directed to the improvement of native methods of food storage.

## 7. Exchange of Information

The Meeting RECOGNISES the need for a full and frequent exchange of information between territories in Africa and for this purpose RECOM-MENDS that each territory should appoint a stored food products liaison officer whose duty it will be to send progress reports to all liaison officers and to C.S.A. twice yearly (say March and September) or more often if necessary.

The Meeting further RECOMMENDS that specialist meetings on stored food products should be held at three-year intervals.

The Meeting TAKES NOTE of the suggestion that supplementary regional conferences to study particular problems should be arranged according to need.

The Meeting DRAWS THE ATTENTION of the Member Governments to the following points :

- (i) the importance of the possible contamination of foodstuffs by contact insecticides;
- (ii) the need for standardising methods used for the assessment of grain water content;
- (iii) the need for further study into the subject of grain sampling methods.

II

### RECOMMANDATIONS

.

.

.

## PREAMBULE

La Réunion REMERCIE le C.S.A. d'avoir convoqué la Première Réunion de Spécialistes pour l'étude du problème de la conservation des produits alimentaires emmagasinés.

Elle EXPRIME également sa gratitude au Gouvernement de la Fédération de la Rhodésie et du Nyassaland pour les facilités accordées ainsi que pour l'organisation préparatoire de cette réunion.

\_\_\_\_\_

## 1. Besoins en Personnel Qualifié

La Réunion EST CONVAINCUE de l'importance des pertes occasionnées par les ennemis des produits alimentaires emmagasinés.

Elle RECOMMANDE, comme facteur essentiel d'une réduction de ces pertes, l'emploi d'un personnel spécialisé, d'une part, pour les recherches sur le terrain et en laboratoire et, d'autre part, pour la vulgarisation et le contrôle des méthodes de lutte.

## 2. Evaluation des dégâts

La Réunion EST PREOCCUPEE par le manque de méthodes scientifiques pour l'évaluation des pertes causées par les ennemis des produits alimentaires emmagasinés.

Par conséquent elle RECOMMANDE que tous les pays membres collaborent à la mise au point de telles méthodes afin d'atteindre un certain degré de standardisation et considère que c'est le seul moyen de chiffrer correctement les pertes et d'apprécier l'efficacité des mesures de lutte.

## 3. Construction d'installations d'entreposage

Considérant les difficultés de la lutte contre les ennemis des produits dans des installations impropres à cet usage, la Réunion SOULIGNE la nécessité d'une collaboration étroite entre entomologistes et constructeurs pour l'établissement des projets de nouvelles installations d'entreposage.

#### 4. Lutte contre les ennemis nouveaux

La Réunion RECOMMANDE, lorsque des foyers de nouveaux ennemis apparaissent et en particulier de *Trogoderma granarium* qu'une campagne de lutte devrait être entreprise avec la plus grande vigueur et dans le plus bref délai. Le coût d'une telle campagne devrait être considéré non seulement en vue de la sauvegarde immédiate des produits, mais encore comme une assurance pour l'avenir. En conséquence, il serait souhaitable que les Gouvernements soient disposés à financer les mesures de lutte afin d'enrayer la propagation de nouveaux ennemis ou de les exterminer.

#### 5. Propagation de l'infestation

La Réunion RECOMMANDE que les bateaux, les wagons et les camions transportant des denrées alimentaires reconnues par les services officiels comme étant infestés soient obligatoirement désinsectisés avant d'être autorisés à charger de nouveau des denrées alimentaires.

La Réunion RECOMMANDE en outre que dans ce but les installations nécessaires soient prévues afin que les traitements insecticides appropriés puissent être exécutés dans les délais les plus brefs.

## 6. Enquête sur la Conservation des Produits Alimentaires par les Africains

La Réunion RECOMMANDE qu'une enquête généralisée concernant les moyens locaux de conservation des denrées alimentaires et des semences, employés par les Africains, soit réalisée dans chaque territoire et que les résultats en soient diffusés auprès de tous les Gouvernements Membres. Egalement dans ce but la Réunion DESIRE SOULIGNER l'importance primordiale qu'elle attache à la vulgarisation de l'amélioration des méthodes de conservation des denrées alimentaires dans un milieu rural.

#### 7. Echange d'information

La Réunion RECONNAIT la nécessité d'un échange d'informations fréquent et complet entre les territoires de l'Afrique et dans ce but RECOMMANDE que chaque territoire désigne un correspondant spécialiste dans l'entreposage des denrées alimentaires. Ce dernier serait chargé d'adresser à tous les autres correspondants et au C.S.A. deux fois par an (par exemple en mars et en septembre) et plus souvent si nécessaire, des rapports sur les recherches en cours.

La Réunion RECOMMANDE en outre que des conférences de spécialistes sur les denrées alimentaires emmagasinées se tiennent tous les trois ans.

La Réunion PREND NOTE de la suggestion de réunir des conférences régionales supplémentaires chaque fois que l'étude d'un problème particulier se présentera.

La Réunion ATTIRE L'ATTENTION des Gouvernements Membres sur les questions suivantes :

- i) l'importance d'une contamination possible des denrées par des insecticides de contact ;
- ii) la nécessité de standardiser les méthodes de mesure de l'humidité des grains ;
- iii) la nécessité d'un complément d'étude sur des méthodes d'échantillonage des grains.

# **DOCUMENTS PRÉSENTÉS**

# NOTE SUR LES APPAREILS DE DOSAGE DU DEGRÉ D'HUMIDITÉ PRÉSENTÉE PAR LA DIVISION DE NORMALISATION, TECHNOLOGIE et RÉPRESSION DES FRAUDES.

# CENTRE TECHNIQUE D'AGRICULTRE TROPICALE (ORSTOM) FRANCE

1.— La connaissance de la teneur absolue en eau des matières végétales (et animales) est très délicate par suite de la complexité des phénomènes physico-chimiques de l'eau dite "liée " et de la très grande difficulté d'obtenir une siccité totale ainsi que du temps considérable que cela exige.

2. — C'est pourquoi, la teneur en eau de ces matières est définie par l'emploi des méthodes de séchage de laboratoire :

a) Etuve à air libre ou à circulation d'air à 100-105° C. en général (cette température pouvant varier de 75 à 130° suivant la stabilité physicochimique du produit analysé) jusqu'à poids constant.

b) Méthode dite " au xylène ", par entraînement de l'eau en vapeur, jusqu'à volume constant de cette eau recueillie.

c) Méthode chimique de KARL FISCHER.

Suivant les produits envisagés et les circonstances, on choisit l'une de ces trois méthodes.

Appliqués à un même produit, les résultats sont assez voisins pour être interchangeables, dans la plupart des cas, sauf si l'on veut obtenir des précisions élevées.

3. — Pour le séchage et la conservation des denrées alimentaires, la précision nécessaire à la mesure de l'humidité ne dépasse pas 0,2-0,3% (du poids initial); les méthodes ci-dessus donnent des précisions supérieures, mais présentent l'inconvénient d'être longues, de nécessiter des appareillages de laboratoire ou d'être d'un maniement délicat.

Aussi a-t-on cherché à leur substituer des procédés rapides, simples et suffisamment précis. De nombreux appareils ont été conçus et construits qui répondent plus ou moins bien aux buts désirés, après étalonnage au moyen des méthodes ci-dessus.

Le Service de Normalisation, de Technologie et de Répression des Fraudes a entrepris une étude qui vise à rassembler une documentation sur le maximum d'appareils dont il a pu avoir connaissance.

4. — L'examen de 40 appareillages, environ, qui sont à l'étude, a permis d'établir un classement basé sur les principes de fonctionnement.

On peut ainsi considérer :

a) Les appareils à mesure directe (sans échantillonnage préalable), dans les sacs ou les tas, utilisant :

- soit l'hygromètre à cheveu (Lambrecht, Quicktest).

- soit la mesure de la conductibilité électrique (Scotmex, KPM, Electropsychromètre, Weston, etc.).

b) Les appareils à mesure de propriétés électriques utilisant :

- soit la mesure de la conductibilité (ou résistivité) électrique Electropsychromètre, Marconi, Weston, Universal, Aqua-part, etc.).

— soit la mesure de constantes diélectriques (Weston, Moisture register, Hygromètre HYB 11, Lerring, Wiking 111, Bouchet, Kappa, etc.).

c) Les appareils thermiques utilisant :

— soit le chauffage rapide dans des étuves spécialement conçues (Buhler, Brabender, Chopin, Simon, etc.).

— soit le chauffage par lampe infra-rouge (Infradior, Pisani, Gallia, AGAT, Nourylande, etc.).

d) Les appareils à réaction chimique utilisant l'action du carbure de calcium sur l'eau (Chopin, Speedy).

5. — Parmi tous ces appareils, plusieurs ont été expérimentés par les services de contrôle du conditionnement de certains territoires.

Ceux-ci ont donc, sur les appareils essayés, une opinion confirmée par la pratique, en connaissant les avantages et inconvénients pour la mesure de l'humidité de divers produits (cacao, café, riz en particulier).

Selon les renseignements recueillis par le Service de Normalisation, de Technologie et de Répression des Fraudes, les services de contrôle du conditionnement ont étudié et employé les appareillages suivants :

a) Madagascar — Infradior (infra-rouge) et Aquapart (résistivité électrique) pour le riz.

b) Cameroun — Lambrecht (hygromètre à cheveu) KPM et Electropsychromètre PF 51 (résistivité électrique) pour la mesure directe de l'humidité des cafés et cacaos en sacs.

--- Wiking 111 (constante diélectrique) pour les mêmes produits.

c) Côte d'Ivoire — Quicktest hygrometer (hygromètre à cheveu) pour la mesure directe de l'humidité des cafés et cacaos en sacs.

- Weston dielectric (constante diélectrique) pour les mêmes produits.

6. — Il est difficile d'établir un classement de qualité entre les divers appareils pour plusieurs raisons : prix, emploi limité ou non à des catégories de produits, maniabilité, précision, rapidité et simplicité des mesures. Cependant, à condition d'en surveiller l'étalonnage, il semble que les appareils utilisant les méthodes électriques soient, en général, préfèrables aux autres.

## A PRELIMINARY STUDY OF METHODS OF IMPREGNATION OF MAIZE KERNELS IN PREPARATION FOR PHOTOGRAPHY BY X-RAYS

#### By F. BRUNNEKREEFT

Entomologist Department of Agriculture, Division of Entomology

## INTRODUCTION

In connection with the very important problem of infestation with insects in any stored product, there are two aspects to be considered.

Firstly :

Every sample taken shows us the condition of the product and also the number of insects in it. We have found on numerous occasions that these two conditions are independent of each other.

One can compare two other data, namely, the total number of insects in a bag and the damage done in a sample drawn from the same bag. The independency in this latter case is often almost certain.

So there are certain difficulties to overcome to find the exact correlation between insects and their damage and the standard to be chosen for getting the interpretation of the words "weevily" and "beginning infestation". Besides there are influences of different factors such as the climate and the origin of the sample.

Secondly :

For our own sake and in our opinion one should be more inclined to lay stress on research for hidden infestation.

The internal infestation gives a "standard" which is more rigid and reliable, and independent of various conditions except the biological developments of insects and their spreading in the product. One can predict more or less the percentages in offspring, while the sampling error is probably distinctly smaller than in the above-mentioned sampling conditions.

It is for this reason that the necessity for good X-ray photographs is stressed; by studying the techniques in this research field one meets several difficulties.

The following is a presentation of variations that occur in the usual X-ray technique as proposed by Simak, M. (1956, p. 7).

## METHODS

As opposed to common methods of X-raying of seeds, one often can improve this method by chemical and physical means, e.g., by impregnating the seeds with chemical substances : 40 gram samples of white maize (W.D. 2) were impregnated with 50 c.c. fluid, and dried afterwards.

Then X-raying followed with a Watson medical X-ray apparatus provided with a Tungsten or Cobalt window and under the following conditions: 35 k.V., 35-40 milli-amp., 56 seconds. The film used was a Dupont 506.

Thirteen photographs were taken as double checks on five experiments.

The X-ray results are as follows : Plates 1-6 give an insight in the comparison of these, with different solutions, treated batches, whereas Plates 7-13 give the comparison of the different sequences of impregnation with the same solutions.

**Plate 1** gives the illustration of that part of Exp. I whereby the kernels were soaked in the three salt-solutions (two different concentrations).

Here we see that only the highest concentrations of lead-acetate shows up very clearly whereby the sound kernels seem to be more sharply defined than the unsound, where one cannot see the bright outline of the kernel.

The other batches do not show distinct differences as compared to the controls.

Plate 2 gives the illustration of that part of Exp. I, whereby the kernels were soaked in the two solutions (two different concentrations of each). No definite difference is to be seen.

**Plate 3** gives the illustration of Exp. II where we have got the different insoluble salts within the kernels in the shell.

We see that the highest concentrations (of I N) are clearly visible.

It appears that the "lead-sulphate kernels" are brighter than the "silver-chloride kernels" and these again brighter than the "bariumsulphate-kernels".

It seems that during impregnation the solution rather penetrates through any accidentally formed damage in the shell of the kernel than through obvious openings made by damaging insects.

Plate 4 gives the illustration of Exp. III where the same differences are to be seen. The half-hour longer penetration of acids does not show up better.

Plate 5 gives the illustration of Exp. IV where the first impregnation was done with acid-solution whereafter the salt-solutions were added.

It looks as if here the last impregnation of salt-solutions gives us the sites of insect-damages. Sometimes it seems that the insect-damage does not show up at all so clearly as with untreated seeds.

Plate 6 gives the illustration of Exp. V with the same results as just mentioned.

Plate 7–13 serve as double check to show the differences in the sequence of treatments for each salt-solution or salt-residue. Here we only find our results arranged in another sequence.

#### DISCUSSION

In comparing the results of a visual inspection of the different impregnated kernels one would expect many more differences than our X-ray photographs really show.

These radiographs told us quite other stories.

Nevertheless it only proves that we must not be too optimistic about this technique.

While the differences of vitality in the kernels of the maize are really showing up clearly at the concentration of normal, the insect-damages do not show up better.

Possibly it would be advisable in our next experiments to pay attention to the following :

(a) Air inside damaged kernels.

We have to evacuate each batch of kernels to be sure of the impregnation.

(b) Each impregnation must be followed by a drying process before we start another soaking.

(c) The duration and number of soakings have to be varied considerably.

(d) It seems that the surfaces of internal channels to a certain extent resist wetting by aqueous solutions.

Ultimately it seems to be of utmost importance to try to find a suitable method for the definition of :

(a) Live and dead larvae in kernels with sharp lines.

(b) The damaging effects of different species of insects.

### ACKNOWLEDGMENT

We wish to thank :

The Staff of the Bureau of Standards for their kind co-operation in preparing the radiographs (A. Snyman and B. K. Louw).

The Chemical Services of the Department of Agriculture (T. Spence).

The Staff of the Division of Entomology Department of Agriculture, Section Stored Grain Insects (J. M. Vermaak, L. S. Ras, P. Moolman, and Students of the University of Pretoria).

## LITERATURE

SIMAK, MILAN, AKE GUSTAFSSON, and GUNNAR GRANSTRÖM, Die Roentgendiagnose in der Samenkontrolle, International Seed Testing Convention 1956 (reprint 34).

## **RÉSUMÉ** .

Dans une comparaison effectuée entre des lots de grains de mais imprégnés avec différentes solutions salines nous n'avons pas pu obtenir des résultats définitifs.

Cette technique d'imprégnation telle que préconisée par M. Simak (1956) ne peut pas donner de résultats définitifs dans nos propres conditions d'expérimentation.

Les meilleurs résultats ont été obtenus avec la solution d'acétate de plomb, tandis que les différents modes de préparation des lots de grains de maïs nous ont donné une vue superficielle sur le mécanisme de pénétration.

Nous savons à présent que les sels insolubles peuvent être préparés de préférence par un premier trempage des semences dans des sels solubles. Ensuite les semences sont traitées avec une solution acide appropriée.

Les autres moyens nous indiquent les points de pénétration dans le revêtement des semences et les altérations de l'enveloppe des grains.

En améliorant notre technique nous espérons établir les deux principes suivants :

a) mise en evidence par des rayons-X des larves d'insectes vivantes ou mortes.

b) actions nuisibles des différentes espèces d'insectes et comment ils apparaissent aux rayons-X.

## **BRUCHUS OBTECTUS SAY ou BRUCHE DES HARICOTS**

## par P. C. LEFÈVRE

#### Extrait de Publication I.N.E.A.C., série scientifique No. 48, p.46-49, 1950

Au Kivu, les indigènes consomment les graines de *Phaseolus vulgaris L*. lorsque ces dernières, après avoir été cuites à l'eau et au feu doux, restent encore entières. S'il s'agit de graines préalablement enrobées par un produit à base de D.D.T. une partie de ce dernier sera entrainée par la vapeur et une certaine quantité de D.D.T. passera dans l'eau de cuisson, qui n'est pas consommée. Il en résulte donc qu'un pourcentage du D.D.T. préalablement mélangé aux graines, sera ingéré par le consommateur. En ce qui concerne l'évaluation de ce dernier point, nous reproduirons, ci-dessous, de larges extraits d'un rapport de recherches établi par la firme Geigy. (Bâle, Suisse).\*

#### **TECHNIQUE SUIVIE**

Huits lots de 500 g. de graines blanches de *P. vulgaris* ont été mélangés chacun avec 0,5 g. de Geigy 33, ce qui correspond à 50 mg. de D.D.T., et soumis ensuite à la cuisson.

#### ESSAI

Ce dernier comprenait 8 objets :

a) Cuisson pendant  $1\frac{1}{2}$  heure dans un récipient en aluminium noncouvert.

b) Cuisson pendant trois heures dans un récipient en aluminium non-couvert.

c) Cuisson pendant  $1\frac{1}{2}$  heure dans un récipient en aluminium couvert.

d) Cuisson pendant 3 heures dans un récipient en aluminium couvert.

e) Cuisson pendant  $1\frac{1}{2}$  heure dans un récipient en fer non-couvert.

f) Cuisson pendant 3 heures dans un récipient en fer non-couvert.

g) Cuisson pendant  $1\frac{1}{2}$  heure dans un récipient en fer couvert.

h) Cuisson pendant 3 heures dans un récipient en fer couvert.

On a employé à cet effet :

Quatre litres d'eau pour les essais de  $1\frac{1}{2}$  heure en récipient non couvert, 3 litres d'eau pour les essais de  $1\frac{1}{2}$  heure en récipient couvert, 6 litres d'eau pour les essais de 3 heures en récipient non couvert et 4 litres d'eau pour les essais de 3 heures en récipient couvert.

Ces quantités d'eau ont été ajoutées progressivement pendant la cuisson de sorte que les graines de *P. vulgaris* ont toujours été sous l'eau. Après cuisson on a isolé les haricots et l'on a déterminé les quantités de

• Nous exprimons à la maison Geigy toute notre gratitude.

D.D.T. se trouvant d'une part dans les graines et d'autre part dans l'eau de cuisson.

#### **MÉTHODE D'ANALYSE**

Les matières grasses et le D.D.T. ont été extraits des haricots et de l'eau respectivement au moyen d'acétone et d'éther.

L'extraction du D.D.T. des matières grasses a été effectué par application de la méthode à acide sulphurique et la présence du D.D.T. a été décelée par la méthode colorimétrique selon Schechter et Haller avec le photomètre de Pulfrich.

La présence du D.D.E. (Dicolorophényl dichloroéthylène) a été recherchée au moyen de la méthode colorimétrique à l'aniline.

Etant donné que l'on n'a pas pu déceler la présence du D.D.E., il faut admettre qu'il n'y en avait que très peu ou pas du tout.

Quant au D.D.T. disparu, on a prouvé, par les deux expériences sigalées ci-dessous, qu'il a été entrainé par la vapeur.

**Premier essai:** quatre litres d'eau contenant 50 mg. de D.D.T. p, p' pur ou 1-trichlore-2,2 bis (parachlorophényle)-éthane ont été soumis à la distillation. Après 8 heures, 3 litres d'eau distillée ont été retirés et analysés. Il en a été de même pour la partie non distillée.

Les résultats suivants ont été obtenus :

Quantité de D.D.T. dans les 3 litres d'eau distillée	••	••	••	26 mg.
Quantité de D.D.T. dans la partie non distillée	••	••	••	21 mg.
		Total		47 mg.

Deuxième essai: Dix litres d'eau contenant 0,5 g. de Geigy 33 ont été soumis à la distillation. Celle-ci a été complète après 18 h.

Ci-après les résultats obtenus :

Quantité de D.D.T. dans l'eau distillée Quantité de D.D.T. dans le résidu de distillation	••	••	•••	44,8 mg. 2,8 mg.
		Total	••	47,6 mg.

Le tableau suivant reprend les résultats d'analyses obtenus pour les 8 objets cités précédemment :

	Haricots cuits			Eau	D.D.T.		
Objets	Poids g	D.D.T. (mg.)	D.D.T. mg./kg.	Poids g	D.D.T. (mg.)	D.D.T. (mg./kg.)	par la vapeur (mg.)
abcdef gh	1.064 993 1.065 1.135 1.170 1.205 1.055 1.109	7,9 9,8 6,0 4,7 12,0 8,4 2,8 2,1	7,4 10,3 5,6 4,1 10,2 6,9 2,7 1,9	-336 926 -446 1.175 770 315 595 440	4,5 1,0 0,5 0,2 1,7 0,2 0,5 0,4	I,I2 I,I I,I 0,2 2,2 0,6 0,8 I,0	37,6 39,2 43,5 45,1 36,3 41,4 46,7 47,5

#### CONCLUSIONS

1. - A l'exception de l'essai " b " les haricots cuits pendant 3 heures contenaient moins de D.D.T. que ceux ayant subi une cuisson de  $1\frac{1}{2}$  heure.

2. — Une plus grande quantité de D.D.T. a été entrainée par la vapeur dans les objets "Récipients couverts " que dans les autres. Cela peut probablement être attribué au fait que la concentration de la vapeur en D.D.T. augmente au fur et à mesure que sa température s'élève.

3. — Dans les 8 objets étudiés, la concentration de D.D.T. varie de 1,9 à 10,3 mg. par kg. de haricots cuits. Dans la pratique cette quantité sera probablement encore plus petite, car tout le Geigy 33 n'adhère pas aux haricots et on peut admettre que les échantillons prélevés dans des lots de graines de *P. vulgaris* emmagasinées contiennent moins de 0,1% de Geigy 33.

4. — Les chiffres signalés dans le tableau précédent rentrent pratiquement dans le cadre des limites autorisées par les législations anglaise et américaine. Il semble donc qu'au point de vue toxicologique rien ne s'oppose à l'utilisation du D.D.T. pour la conservation des graines de haricots pour autant que la quantité d'insecticide, contenant au maximum 10% de D.D.T., n'excède pas 1 kg. par tonne de haricots.

Si, durant une certaine période de l'année, les indigènes vivant en milieu coutumier ne consommaient que des haricots traités au Geigy 33, dans la proportion de 1 g. de cet insecticide par kg. de graines de *P. vulgaris*, les quantités de D.D.T. ingérées ne dépasseraient pas celles tolérées par les législations dont il est question ci-dessus. Lorqu'il s'agit d'indigènes ayant une alimentation contrôlée, la quantité de D.D.T. consommée est bien inférieure.

Conformément à la formule de ration hebdomadaire suivante, conseillée par E. de Wildeman :

- 15 kg. de bananes ou de patates douces ;

- 500 g. de viande ou de poisson sec ;

- 400 g. d'huile ;

- 5 kg. de vivres secs (mais, manioc, haricots, bananes séchées),

et dans d'éventualité où les vivres secs seraient constitués uniquement de haricots, le travailleur indigène consommerait, en 7 jours, un maximum d'environ 103 mg. de D.D.T. et ce dans le cas le plus défavorable ("b" du tableau précédent) soit, sur un total de 20,900 kg. de vivres approximativement 4,8 parties de D.D.T. par million.

Bien que de nombreuses sociétés congolaises mélangent les vivres secs, destinés au ravitaillement de leur personnel indigène, avec des insecticides à base de D.D.T. aucun trouble alimentaire n'a été signalé jusqu'à présent.

# MEALIE INDUSTRY CONTROL BOARD, PRETORIA SPRAYING OF FUMIGATED MAIZE STACKS

I. In view of the costs and trouble involved in the fumigation of weevil infested maize, agents are hereby instructed to spread each fumigated stack of maize according to the directions set out hereunder immediately after the fumigating sheets have been removed in order to safeguard the fumigated stacks against reinfestation.

An emulsion of wettable powder containing gamma-BHC shall be used for spraving. The emulsion or powder shall be mixed with water in such proportion that the final spraying liquid will contain 0.5% gamma-BHC, i.e.,  $\frac{1}{2}$  lb. gamma-BHC per 10 gallons. The spray shall be applied directly against the sides and on the top of the stack so that all exposed bags will be covered with a layer of the insecticide. A suitable type of spraying pump capable of producing a medium fine spray shall be used in order to ensure that the spraying liquid will be evenly distributed. The area to be sprayed shall be calculated in advance according to the length and height of the sides and the length and width of the roof of the stack, and approximately 3-4 gallons of spraying liquid shall be applied to each 1,000 sq. ft. of stack surface. In this regard you are also referred to paragraphs 20, 56, 57, 59 and 60 of the Board's circular letter regarding the control of grain insect which was issued in the form of a booklet in May 1955. As regards paragraph 19 of the said circular letter, which warns against the direct application of insecticides on bags, it may now be stated that the Department of Health has been satisfied in the meantime that the use of BHC preparations on bags of maize, if applied in the form of a spray, is permissible provided it is not applied in heavier doses than the one prescribed above. It is further recommended that Lindane preparations manufactured from pure gamma-BHC should be used and that the use of crude BHC preparations should be avoided as far as possible. The higher cost of Lindane preparations is justified by the fact that these preparations do not contaminate the maize with the pungent musty odour of crude BHC. Cretain other harmful components of crude BHC have also been removed from Lindane with the result that preparations of the latter are definitely safer than those of the former.

The spraying of fumigated stacks as outlined above is essential, since each maize depot has always had more than one stack of weevil-infested maize during the past number of years. As soon as the fumigating sheets have been removed from the stacks, the fumigated maize is once more as subject to weevil infestation from outside as before. Consequently it is not surprising that even properly fumigated stacks, sooner or later, again reveal signs of weevil infestation. Proper spraying of stacks with gamma-BHC will contribute much towards preventing reinfestation. In cases where maize has to be stored for long periods after fumigation, it will probably be necessary again to spray the stacks after three months (during the summer). During winter a second spraying may be postponed as long as six months.

Unless fumigated stacks are safeguarded in this manner against reinfestation, the Board's Inspector, who has to approve maize for export from time to time, will be compelled to reject such fumigated but unsprayed stacks for purposes of export. The result will be that the agent concerned will have to fumigate the stacks again or will forfeit the remuneration payable on fumigated export maize.

2. In the light of what has been said above, agents will realise that maize of the new crop is as subject to infestation as fumigated maize. In the colder parts of the maize area a considerable percentage of the crop is probably received uninfested at the depots. Further delivery takes place during the coldest months when weevils and confused flour beetles are less active and this enables agents to safeguard stacks of new season's maize against infestation from outside before weevils and confused flour beetles reach the flying stage and can infest the new stacks.

It is therefore strongly recommended that agents ensure, when receiving new maize, that each stack which is completed and which is not likely to be loaded away within a period of one or two or three months is immediately sprayed with BHC preparations in the manner recommended above for fumigated stacks. Your attention is further drawn to the fact that sprayed stacks should not be left uncovered in the sun since direct sunlight causes the thin layer of gamma-BHC to lose its efficacy fairly soon. In order to derive the full benefit from spraying with BHC, agents should therefore cover their outside stacks with tarpaulins within one or two days after spraying (done in cold winter months).

3. Naturally spraying of stacks cannot take the place of the application of general store hygiene. It is essential that close attention should always be given to store hygiene as set out, *inter alia*, in paragraphs 4-13 of the said circular letter of May 1955. If this is not done, not much will be achieved by spraying stacks.

# SITUATION ACTUELLE DE L'ORGANISATION PORTUGAISE DE LA DÉFENSE PHYTO-SANITAIRE DES PRODUITS EMMAGASINÉS

## (Métropole et Territoires d'Outre-Mer) (Résumé)

## par C. M. BAETA NEVES, J. P. CANCELA DA FONSECA et J. P. P. AMARO

C'est seulement en 1951 qu'on a commencé au Portugal les études de la défense phyto-sanitaire des produits emmagasinés, en se basant sur l'organisation anglaise (Pest infestation Laboratory).

Le premier problème étudié a été le problème de l'arachide en Guinée Portugaise. Suivirent d'autres travaux sur des problèmes également importants, mais principalement sur les produits coloniaux.

La similitude des problèmes de la Métropole et des Territoires d'Outre-Mer a permis au Ministère de l'Economie de s'intéresser aux travaux. De cette facon, ce Ministère subventionne, depuis 1954, le laboratoire déjà existant.

Actuellement il existe deux laboratoires travaillant en collaboration étroite, sous la seule direction du Professeur C. M. Baeta Neves (La Brigade d'Etudes de la Défense Phyto-sanitaire des Produits d'Outre-Mer, Ministère d'Outre-Mer, et le Laboratoire de la Défense Phyto-sanitaire des Produits Emmagasinés du Ministère de l'Economie).

Dans ces laboratoires on peut distinguer trois sections :

a) Systématique, Biologie, Ecologie et Emmagasinage.

b) Moyens de Lutte et biochimie.

c) Inspection et Fiscalisation.

Dans ces laboratoires on effectue des travaux de recherche et d'expérimentation dans le domaine de la Biologie, de l'Ecologie et des Moyens de lutte; des inspections des magasins, des bateaux, etc., et, quelquefois aussi, de l'assistance technique.

On y prépare aussi le personnel de laboratoire et scientifique nécessaire.

Périodiquement des membres du personnel de la Brigade font dans les Territoires d'Outre-Mer des voyages d'études qui ont pour but d'aider à résoudre ces problèmes de la façon la plus objective possible.

De 1951 à 1956 de nombreux travaux ont été rédigés : environ 83 (rapports, articles et conférences). On a fait des inspections dans des entrepôts divers, des usines et des bateaux, ce qui a permis de faire un inventaire plus ou moins complet de la faune des produits emmagasinés.

On a étudié 26 espèces du point de vue systématique, biologique et écologique.

La technique d'inspection et d'échantillonnage qui sert de base à la détermination des pertes, des degrés d'infestation et l'étude de l'efficacité des traitements ont mérité l'attention du laboratoire. De même, pour l'étude de l'action des fumigants et des poudres insecticides dans des essais en laboratoires ou essais pratiques dans des greniers, entrepôts et silos ; pour l'arachide, le maïs, le blé, les haricots, les figues sèches, etc.

On a déterminé les pertes dûes aux insectes et champignons (moisissures) dans l'arachide en Guinée Portugaise et le coprah de S. Tomé et Mozambique, importés au Portugal en 1951 et 1952. On a estimé respectivement ces pertes de 20% et 6%.

Les conditions écologiques des entrepôts ; variations de la température et de l'humidité relative et leurs relations avec le cycle de vie des insectes, est actuellement à l'étude en ce qui concerne la Métropole, la Guinée et l'Angola.

Après 5 ans de travail on peut définir un peu plus concrètement le programme suivant :

1. — Organisation et installation définitives des Laboratoires de Lisbonne. Séparation des Sections Emmagasinage et Biochimie.

2. — Intensification des permanences de techniques portugaises en laboratoires similaires à l'étranger.

3. — Création de noyaux de techniciens spécialisés en chacun des Territoires d'Outre-Mer, travaillant en collaboration avec les organisations déjà existantes.

4. — Intensification de la collaboration scientifique et technique avec les territoires voisins de nos Territoires d'Outre-Mer.

#### DESCRIPTION OF THE ASPINDALE SILO, SALISBURY

and

### FUMIGATION PLANT

Aspindale Silo consists, in addition to a working house and office, of a block of 36 circular bins in four rows of nine with 24 interspace bins. The bins have eccentric coned bottoms and are approximately 100 ft. deep to the grain outlet which, in the main bins, is close to one wall. The circular bins are 24 ft. in diameter with a capacity of around 860 tons. The dimensions of the interspace bins vary.

Each bin has one or two circular manhole openings through which the grain is introduced from one or other of three conveyor bands running the length of the gallery. Below the bins are two main tunnels running longitudinally, each containing a converter band on to which the bins discharge through chutes. These tunnels are linked by four cross-channels containing short-conveyors to take the deliveries from the centre line of interspace bins.

The fumigation plant provides for treatment in all the bins. A movable circulation unit is provided on the top floor which can be linked by flexible hoses to any bin top and to one of the four " downpipes " which lead into the cross-channels below the bins in the tunnel region. The direction of circulation is, as usual, up through the bins. Each of the branch pipes which run along the main tunnels can be connected by a short flexible pipe to any of the three bins. The interspace bins on the centre line are each served by a fixed pipe connection carrying its individual stopcock. These actually branch off the main pipes in the cross-tunnels. The main pipes in the longitudinal tunnel each terminate in the east end of the silo (i.e., the end furthest away from the working house) in an open vertical section of about 8 ft. up the side of the silo block. All the main pipelines including the "down-pipes" are 9 in. in diameter and the main cocks controlling circulation and ventilation are also 9 in. Branch pipes, cocks and flexible connections below the bins are all 6 in. in diameter. The flexible pipes used on the top gallery are 9 in. in diameter. Cocks are simple gate valves allowing straight through flow when open. All pipe connections are by bolted flanges with rubber gaskets fixed with adhesive when permanent. At the east end of each main tunnel a large axial flow fan is provided for exhausting any gas which may leak into the tunnels.

Connection to the bin top is made by using a specially modified bin cover having a 6 in. flanged pipe outlet and a wheel operated movable arm for clamping down on a rubber gasket. The second manhole opening when present, is also sealed by a special clamped cover. The special manhole covers are only used for fumigation. After fumigation they are removed and replaced by a more simplified type of metal bin cover, each with clamps and rubber gaskets attached. The outlet at the bin bottom is sealed by removing part of the slide and part of the trunking and bolting in their place special metal plates with rubber gaskets.

Gas distribution at the bottom of each main bin is effected through a series of louvres.

Below the ashcrete filling of the cone in each bin a channel was made by folding sheets of corrugated metal and laying them on a concrete slab which may or may not, depending on the position of the bin alone, effect a floor to the channel, otherwise earth made up the floor. The channels, which are in the form of a very wide V, link up with the entry pipe in the tunnel region at one end and give rise to 4 in. branch pipes which lead from this channel vertically into the centre of each of the louvres. The original design allowed for a brick/concrete channel with cement slabs top and base in the cone region of each bin. In order to save expenses, corrugated was chosen instead as it was considered that the cement filling in the cone would render the channel sufficiently gas tight. The filling on the cone region is composed of 12% cement and the remainder of sand and ash. Again in the original plan a " no fines " filling was supposed to be used, but to save expense ashcrete was substituted.

During experiments pieces of ashcrete were examined and found to crumble easily which would indicate that this material could not be regarded as gas-tight compound.

In addition to the entry points in each louvre region there is a standpipe at the highest point of the cone.

Distribution at the bottom of each interspace bin is through five hooded standpipes.

The circular unit consists of a massive trolley carrying a high pressure fan rated to deliver 1,000 c.f.m. against a pressure of 20-in. water gauge. It is driven by a 10 h.p. motor. To the inlet side of the fan is connected an expansion chamber approximately 5 ft. long and 3 ft. in diameter. Methyl bromide is introduced through a coarse nozzle at the inlet end of the chamber and a set of louvres is designed to prevent liquid fumigant spray entering the fan. The chamber is provided with a gasketed inspection plate and a drain-plug. The trolley carries a scale upon which a 140-lb. cylinder of fumigant can be weighted as well as a small compressor for pressurising the fumigant in the cylinder. Connections between the fumigant cylinder and the expansion chamber are the same as those recommended for use in fumigation under gas proof sheets with the exception that the filter is not used although it was supplied with the original fumigation equipment.

# STUDIES ON TROGODERMA GRANARIUM EVERTS (DERMESTIDAE-COLEOPTERA)

By DR. K. F. SALMOND, B.SC., PH.D., D.I.C., F.R.E.S. Department of Agriculture, Lusaka, Northern Rhodesia

# I. ITS IMPORTANCE AS A PEST OF STORED MAIZE IN THE FEDERATION OF RHODESIA AND NYASALAND

## INTRODUCTION

This paper, the first of a series dealing with *Trogoderma granarium* infestation in stored maize in Northern Rhodesia, has been written with four main objects in view : firstly to summarise information available on the distribution of this pest in Africa in general and in the Federal area in particular; secondly to give an assessment and appreciation of the relative importance of the various factors which appear to influence the establishment, increase and spread of the beetle within the Rhodesias; thirdly to consider the economic importance of this pest compared with other known pests of stored grain; and fourthly to suggest possible lines of action which might be adopted by the appropriate authorities to combat, within economic limits, the loss and depreciation suffered as a result of attack by *Trogoderma granarium*, and to prevent as far as possible the spread of this pest within the three territories as well as to neighbouring territories.

## **ORIGIN AND DISTRIBUTION**

Trogoderma granarium Everts, commonly referred to as the Khapra beetle, is considered by Hinton (1945) to be a native of India, Ceylon and Malaya. The date of its introduction into the continent of Africa is not known. The distribution of this beetle on the African continent appears, at present, to be very patchy. North of the equator, all the countries bordering the Sahara are considered to be climatically suitable for the maintenance and propagation of this insect. As early as 1935 Zacher records its occurrence as a pest in Egypt. According to Howe and Freeman (1955) the first record of Trogoderma granarium on groundnut cargoes imported into the United Kingdom from West Africa was in the year 1943. In June of that same year Trogoderma granarium was also reported on Nigerian groundnuts. The earliest record from Nigeria itself was in 1948 (Howe 1952) when it appeared in an enormous outbreak on stored groundnuts. Since then this insect has remained one of the most serious pests of stored groundnuts in Nigeria. Risbec and Mallamaire (1949) record it as a pest of stored rice

in the Niger Valley area of French West Africa but state it does little damage. Darling (1951) records Trogoderma granarium as a pest of stored sorghum in Sudan. South of the equator, particularly in Northern and Southern Rhodesia, a situation has occurred very similar in trend to that which occurred in Nigeria except that the commodity involved is maize and not groundnuts. Trogoderma granarium was scarcely heard of as a pest of stored maize until it suddenly appeared in large numbers at several storage centres in both Northern and Southern Rhodesia during the storage seasons of 1954 and 1955. Previously in Nyasaland the author had collected single specimens during maize and groundnut surveys (Salmond 1056) over a period from 1052 to 1055. Despite the presence of Trogoderma granarium in Nyasaland, there has been no major outbreak of infestation and thus it remains a potential pest. It is possible that chemical control measures first begun in 1953 (particularly fumigation with methyl bromide) have been effective in holding this pest in check at storage centres where bagged maize may remain in store at least seven to eight months. It must be noted, however, that it is not the practice of the Agricultural Production and Marketing Board in Nyasaland to carry over the purchased maize crop from the storage season to another at centralised storage depots. Carry-over within the territory occurs mainly in the villages where each family has one or more storage container made of bamboo, branches or grass, and the maize is stored as cobs complete with sheath.

The date of introduction of *Trogoderma granarium* into Rhodesia remains obscure, and tentative suggestions only may be put forward to explain its appearance so sporadically at different storage centres within an apparently short period of time. We shall never know whether it was introduced into Northern and Southern Rhodesia simultaneously, or whether it was introduced into one of these two territories and carried to the other by road or rail. Table 1 gives a list of surrounding territories from which Northern Rhodesia has imported maize since 1939. From this table one could suggest that Southern Rhodesia, Nyasaland, and South Africa are countries from which *Trogoderma granarium* might have been imported. *Trogoderma granarium* has recently been reported as a pest of stored maize in parts of South Africa. So far *Trogoderma granarium* has not been reported as a pest of maize in Angola, Belgian Congo, Mozambique or Bechuanaland.

It must be borne in mind that when present in small numbers, *Trogoderma granarium* infestation may remain undetected for a number of years. Only this current year has *Trogoderma granarium* been reported as a pest of stored beans in Zanzibar. This outbreak has caused Tanganyika, which to date appears to be free of this pest, to legislate against the importation of foodstuffs and other goods from Zanzibar unless adequate fumigation treatment with methyl bromide has first taken place, either at the point of departure or the port of arrival, within a certain number of
#### STORED FOOD PRODUCTS

Year	Country of origin	Number of bags imported
1030-40	Union of South Africa	129.678
	Belgian Congo	8,835
1040-41	Belgian Congo	72.947
1041-42	Belgian Congo	146.635
<i>/</i>	Union of South Africa	149.551
1042-43	Belgian Congo	128.631
- 15	Nyasaland	20,527
	Angola	34.030
1043-44	Belgian Congo	66.601
- 773 77	Angola	66.030
	Southern Rhodesia	76.607
	Portuguese East Africa	21.430
	Union of South Africa (seed maize)	500
1044-45	Southern Rhodesia	201.713
-977 75 1045-46	Angola	8,000
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	Southern Rhodesia	2 800
047-48	South African maize (ex S Rhodesia)	121.666
947-40	Belgian Congo	27 161
	South Africa	250.010
048-40	Belgian Congo	
940 49	South Africa (er S. Bhodesia)	120 427
040-50	IIS A	1 39,437
1949 30	South Africa	62 140
1050-51	Belgian Congo	2,422
051~52	South Africa	5,443
931-34	Portumiere Fast Africa	12 240
	Belgian Congo	60,202
1052-52	South Africa and Southern Phodesia	65.067
1952-53	Bostumiene Feet Africa	8,660
	Numerica d	84,000
	Poloine Conne	210,094
1953-54	Portuguese Fast Africa	5,995
	Southern Rhodesia	321,300
	Nyasaland J	
1954-55	Nil	
1955-56	Nil	
1016-17	NU	

# Table 1.—Countries of origin of maize imported in Northern Rhodesia from 1939-54

days. Howe (1952) records that the Commonwealth Institute of Entomology in 25 years has received only one specimen of *Trogoderma granarium* from Kenya.

Inside Northern and Southern Rhodesia Trogoderma granarium is, at present, principally established in storage depots situated along the lineof-rail, but not all such depots are infested. Diagram I shows the places where Trogoderma granarium is known to be established. As entomological surveys proceed no doubt other places, including farm premises and maize mills, will be found to be infested. Records of Trogoderma granarium on commodities other than maize in the Rhodesias are few. Hall (1954) records this pest on cowpeas at Chesikesi, but oddly enough this is one of the few line-of-rail depots in which Trogoderma granarium is conspicious by its absence. Twelve miles away at Pemba depot the outbreak was and still is heavy. This particular depot has been utilised for observations on *Trogoderma granarium* infestation in maize which will be reported on fully in the next paper published on this subject. During April 1954 the author visited Lusaka at the request of the Maize Control Board of Northern Rhodesia. In one of the sheds of Lusaka depot, *Trogoderma granarium* was noted infesting beans. Adjacent to the bags of beans were bales of new sacks. It is possible that considerable cross-infestation occurred, and that these sacks were distributed to different areas for purchasing the 1954 maize crop, and carried with them larvae of *Trogoderma granarium*. The position in Southern Rhodesia is very much akin to that in Northern Rhodesia, and the factors involved in the establishment, increase and spread of this pest are common to both territories and will now be dealt with in Section No. 3.

## FACTORS INFLUENCING THE ESTABLISHMENT, INCREASE AND SPREAD OF *TROGODERMA GRANARIUM* IN THE RHODESIAS

Storage conditions for maize in Southern Rhodesia are very similar to those in Northern Rhodesia. Most of the information recorded in this section has been worked out from data obtained in Northern Rhodesia but it applies almost equally well to Southern Rhodesia. Both territories have silo storage as well as line-of-rail storage depots where large quantities of maize are stored for varying lengths of time ranging from four to twelve months, sometimes longer. In neither territory are the storage facilities yet adequate so that it is necessary each storage season to build stacks on plinths or dunnage in the open. Normally the purchasing and storage of the new crop maize commences in July and continues until the end of September in Northern Rhodesia, but in Southern Rhodesia maize, I understand, may be purchased from farms and traders at any time during the year, though much comes in for storage during the period July to October of each year. A restriction is placed on the amount of moisture allowed in the maize at the date of buying. This figure is now 12.5% but used to be 13.5% in Northern Rhodesia. It is normal practice to spray or dust each layer of bags in a stack as the stack is being built. Insecticides in common use are 20% Lindane, 20 or 50% wettable D.D.T. and Gammatox -plus stock dip. During the rainy season from December to March outside stacks are covered with tarpaulins in Northern Rhodesia and roofed over with corrugated metal sheets in Southern Rhodesia. These outside stacks remain undisturbed during the rainy season and often well into the dry season depending on the amount of carry-over and rate of consumption in the territory concerned.

A combination of several factors appear to have contributed to the

establishment, increase and spread of *Trogoderma granarium* within the Rhodesias. These may be designated as storage, environmental, entomological and human factors. Considering first the storage factor concerned, this relates to the lengthy periods involved, particularly in respect of the enormous carry-over of old crop maize into the next and subsequent storage seasons. In general this may be considered to be a consequence of the rapid expansion of the mining industry and other industries in the Federation which has resulted in a large influx of Africans into towns, those Africans who once produced their own food now need to be fed. This increased consumption has been met by increased local production from both African and European sources.



DIAGRAM 1.—Graph showing the amounts of maize purchased by the Maize Control Board of Northern Rhodesia from 1949 to 1956.

Diagram 1 figured on the previous page gives details of the increase in production as judged by the amounts of maize purchased within Northern Rhodesia from 1949 up to the present. Favourable weather conditions, increased application of fertilizer, and subsidized prices have all contributed to the marked increase in production. Nearly all the maize produced is white dent though a small proportion of hard yellow maize is also bought. This is in contrast to Nyasaland where the maize produced is largely flint or semi-flint in type.

Consumption has risen steadily within the Rhodesias so that it has become essential to conserve at least half a million bags of maize as a reserve in case of crop failure. To illustrate the extent of the carry-over from one season into the next Diagram 3 has been drawn up.



DIAGRAM 2.-Carry-over of bags of maize stocks from one storage season to the next season.

From Diagram 2 it may be noted that during storage season 1954 the carry-over was the largest ever experienced in the history of storage in Northern Rhodesia. In fact a considerable quantity of this maize has remained in store until 1956, and it is this particular lot of maize that has suffered heavy attack by *Trogoderma granarium*. Some of the 1955 crop became infested with *Trogoderma granarium*, mostly as a result of cross infestation.

Only examination of environmental conditions, particularly within a stack of maize, helps to explain why lengthy storage periods are favourable to the establishment and increase of *Trogoderma granarium* infestation.

Experience has taught us not to regard a stack of maize as being free of Trogoderma granarium because we could not find any larvae or adults in the outer layers of bags. It appears to be a habit of *Trogoderma granarium* larvae and adults to penetrate deep inside a stack; and unless the stack is broken down it is not until large numbers of larvae are present, literally oozing from the bags on to the ground, that one realises that infestation has taken place. This is one of the reasons for my pressing for routine methyl bromide fumigation of all stacks of maize as soon as they have been built.

#### **Environmental** conditions

Howe (1952) and Hadaway (1955) are in agreement that *Trogoderma* granarium is little affected by relative humidity. The optimum relative humidity appears to be about 80%. Temperature however is an important factor in the build-up of an infestation of *Trogoderma granarium* in stored maize. Opinions differ slightly on the range of optimum temperatures necessary for development of this species. Table 2 gives the range as quoted by three separate research workers.

# Table 2.—Optimum temperatures recorded for development of Trogoderma granarium in stored produce

Authority		Range in degs. Cent.	Range in degs. Fah.
Hinton (1945)	••	32°-36° C.	90°– 97° F.
Howe (1952)	••	35°-40° C.	95°-104° F.
Hadaway (1955)	••	30°-40° C.	86°–104° F.

At these temperatures Trogoderma granarium may complete its lifecycle from egg to adult in 24 or 25 days. Considering Trogoderma granarium as a pest of stored maize only, the environmental factors which are important in the build-up of infestation is the availability of foodstuffs and the temperature surrounding the insects. The former needs no comment as it is present in abundance. The latter, however, in relation to a stack of maize, is worthy of further consideration. During 1955 and early 1956 the opportunity was taken to study a large stack of new crop maize, of dimensions  $122 \times 120 \times 27$  ft. A hollow metal rod was inserted to a depth of 15 ft. in approximately the centre of the stack. The end of the rod projecting from between the bags was insulated with asbestos string, and a thermometer was installed at the 14 ft. level which was considered to be approximately the centre of the stack. Readings were made weekly (or fortnightly as safaris permitted) over a period from the third week in July 1955 to the second week in January 1956. The range of moisture content of the maize in question was 10.6-13.5%. As the stack was built each layer was sprayed with Gammatox-plus though insect infestation, which to our knowledge did not include Trogoderma granarium, was light in nature. When a maximum and minimum thermometer was available it was used to obtain readings at the surface of the stack on the west side at a level of 5 ft. above the floor. The results obtained are given in Diagram 3.

From Diagram 3 it may be seen that while the range of temperature at the surface of the stack on the west side did not vary much, undoubtedly a greater variation of temperature was experienced at the top of the stack where heat from the corrugated iron roofing influences temperature changes. However, as a stack of maize may be regarded as a large mass of poorly conducting material with little ventilation of its inner parts external temperatures do not influence internal temperatures to any extent. The rise in temperature in the centre of the stack was due principally to insect infestation (cf. Milthorpe and Robertson 1948). From the diagram it is



DIAGRAM 3.—(a) Temperature records taken at the centre of a large stack of maize over a period of 26 weeks from July 1955 to January 1956.
(b) Max. and Min. Temperatures recorded at the surface of the stack 5 ft. above ground level on the West side of the stack.

noted that this rise in temperature is gradual but once a temperature of around 105° F. is reached it remains steady and further increase would appear to be a very gradual process. This record of measurement of heating inside a stack of maize, considered in the light of our knowledge of the optimum temperatures required for rapid breeding of Trogoderma granarium, may provide a probable explanation for the outburst of Trogoderma granarium infestation which appears so abruptly at different external points of a stack of maize. If we assume that a small infestation of Trogoderma granarium is introduced with the maize initially, then by about 16 weeks after storage two generations may have been completed, and a third begun. By this time the internal temperature is well within the optimum required for life-cycles to be completed in 20-25 days. The buildup of population may then be on a grand scale. How long it takes the larvae to spread from the internal region to the exterior I don't know, nor do I know what factor or factors influence the outpouring of the larvae at various points to give a carpet of larvae on the floor area adjacent to the stack. This may possibly be a consequence of high population density.

### **Biological factors of importance**

So far we have noted that relative humidity is unimportant to the establishment and spread of Trogoderma granarium. Optimum temperature range appears to be from 30-40°C. (86-104° F.) and within this temperature internal the life cycle may be completed in 25 days. The adults do not fly or feed. The eggs, up to 50 per female, are laid loosely amongst the foodstuffs. The larval stage is bright orange in colour and hairy in appearance, and is the stage which does damage to foodstuffs. It is possible for larvae to live without food for a long period of time, which is estimated to be of the order of two to three years. During this starvation period moulting takes place more frequently than usual and the larvae shrink in size. A resting phase of up to 12 months may occur in the larvae stage for no apparent reason, at and below 20° C. So far in Central Africa this phase has not been noted in studies on Trogoderma granarium field infestations. It is well known that both adults and larvae are cryptic in habit so that cracks and crevices become filled with larvae which may remain concealed. Casual search is useless. A thorough investigation is necessary to determine whether a premise is infested or free of Trogoderma granarium. All stages of this pest are resistant to heat and dryness. Their hairy bodies give them a good measure of protection against contact insecticides, and at the same time serve to facilitate their dispersal by agencies such as wind currents, animals and man himself.

### A consideration of the human factor in the establishment and spread of Trogoderma granarium

Man's failure to appreciate the importance of *Trogoderma granarium* as an insect pest of stored produce has been very favourable to the establishment and spread of *Trogoderma granarium* within Central Africa.

New maize has been stored near *Trogoderma granarium* infested maize resulting in cross infestation taking place. Because of lack of space, bales of new sacks have been in store in sheds which subsequently showed *Trogoderma granarium* infestation. This insect infestation inevitably spread to the bales of new sacks and tarpaulins necessitating the fumigation of both sacks and tarpaulins before they could be used. Delivery of *Trogoderma granarium* infested maize to mills and farms almost certainly took place in 1954-55 before the seriousness of the position was assessed. Since 1955, however, fumigation of the infested maize has been carried out wherever it has been possible to do so. A considerable amount of rebagging of maize infested with *Trogoderma granarium* has had to be carried out. Africans have been known to sell or barter infested sacks which they were given to burn, to other Africans. Also maize sweepings set aside to be burned have been stolen by Africans. Infested trucks no doubt have played their part in distributing the pest in Central Africa. The railway trucks I have examined leave much to be desired in the way of cleanliness. Dried cattle dung is a feature which is quite common in trucks arriving for maize. This dung would be eminently suitable for the carriage of *Trogoderma* granarium larvae. African labour working on an infested stack is quite likely to carry larvae on their shoes and clothing to other stacks. Only this 1956-57 season's stored European maize, brought from farms nearby, was found to contain larvae of *Trogoderma granarium*. African maize was examined at most markets from July to September but no stages of *Trogoderma granarium* were collected. One feels, however, that it is only the matter of a season or two before its appearance is inevitable in the reserves.

## ECONOMIC IMPORTANCE OF TROGODERMA GRANARIUM AS A PEST OF STORED MAIZE

In the majority of cases insect infestation in stored maize is both introduced with the commodity and acquired from the building or the neighbourhood of the building. Cross infestation from old to new crop may occur and neglect on the part of a Depot Manager may result in heavy infestation developing in new crop maize, particularly if sweepings and old sacking are left lying in corners. Up to the date of the outburst of Trogoderma granarium infestation the most important pests infesting stored maize in the Federal area were : Calandra oryzae (The maize weevil); Sitotroga cerealella (The Angoumois grain moth); Tribolium castaneum (The red rust flour beetle); Tribolium confusum (The confused flour beetle); Latheticus oryzae (The long-headed flour beetle); Silvanus surinamensis (The saw-toothed beetle); Rhizopertha dominica (The lesser grain borer); Gnathocerus maxillosus (The slender-horned flour beetle); Tenebroides mauritanicus (The Cadelle beetle); Laemophloeus spp. (The flat grain beetle); Plodia interpunctella (The Indian meal moth); Corcyra cephalonica (The rice moth); Ephestia cautella (The dried currant moth).

An examination of *Trogoderma granarium* infested maize had indicated that unlike some of the pests listed, the *Trogoderma granarium* larvae are capable of penetrating the grain and of remaining inside until the grain is completely hollowed out. The maximum number of larvae dissected from a single dent maize grain to date has been 14 individual larvae. The area of penetration, provided the grain is undamaged, is in the hollow region where the germ is located. Both pupae and adult have been dissected from grain but the former have always been very few compared with the number of larvae collected from grains. One of the important features of *Trogoderma* granarium infestation is the fact that the larvae move in and out of infested bags, thus weakening the fibres of the sacking to such an extent that the bag bursts, and if the infestation is heavy the stack of maize may become unstable through escape of maize from the burst bags and may eventually result in the collapse of the stack. At this stage of investigation a limited amount of data is available on losses through *Trogoderma granarium* attack. I should like to point out that though *Trogoderma granarium* predominate in an infestation, they do not do so to the exclusion of all other pests listed. *Calandra oryzae* is perhaps the one which most evidently appears to succumb, but this may be partially the result of the high temperatures involved as well as the lack of availability of whole grains for egg-laying. *Tribolium* spp., *Silvanus surinamensis*, and *Laemophloeus* spp. and *Tenebroides mauritanicus* do not appear to be unduly affected by the presence of *Trogoderma granarium* larvae.

A provisional estimate of actual loss in weight in individual bags of maize which have been cleaned over an eight-inch mesh sieve may be given as ranging from 12-19% following a storage period of almost two years and with evidence of heavy attack by Trogoderma granarium and other insect pests. Now this does not take into account the quality of the maize inside the bags, nor does it include the money spent on rebagging which has been carried out. In addition it does not allow for the weight of insects still within the grains of maize. Another factor of economic importance is that of discoloration of maize, which results when internal maize stack temperatures exceed 108° F. The maize may be required to be devalued on that account alone. From this brief reference to weight losses and devaluation of maize, the reader will realise that monetary losses are bound to be heavy if maize is stored for a long period of time and becomes heavily infested with Trogoderma granarium. If the number of larva skins present in the maize and inside the bags is very heavy, careful screening may be necessary before the maize is fed to live-stock. The cost of fumigation with methyl bromide may also be included as an essential expenditure on the debit side.

## SUGGESTED LINES OF ACTIONS TO COMBAT LOSS AND DEPRECIATION OF STORED PRODUCE RESULTING FROM ATTACK BY TROGODERMA GRANARIUM

I would like first of all to impress on people that as far as Central Africa is concerned *Trogoderma granarium* may be regarded as a permanent inhabitant, and we must learn to live with it. At present it tends to be master rather than slave so to speak, and the sooner these roles are reversed the better. As will have been realised it is a very difficult insect to control, perhaps the worst of all the insect pests found on stored produce.

In order to carry out a campaign against its destructiveness, we must know where it exists. Towards this end I would like to suggest that a programme of inspection be drawn up for all premises associated with the storage and production of foodstuffs. For proper inspection trained staff is essential.

Those premises in which Trogoderma granarium is found should be

### STORED FOOD PRODUCTS

treated as focal centres and control measures should be instituted even if the expense involved should be borne by Government. In fact, as far as is practicable, all infested premises should be quarantised until effective control measures have been carried out. I know full well how difficult this is to do on a practical basis, but a start must be made somewhere. I think initially a beginning should be made in conjunction with the Statutory Boards responsible for the safe storage of foodstuffs.

As far as control measures in storage premises are concerned the most effective method of control is by fumigation of infested stocks with methyl bromide under gas sheets. In addition, however, care must be taken to see that the premises concerned are thoroughly cleaned and the walls, girders and floor areas repeatedly sprayed with an insecticide such as Malathion. Care should be exercised to see that no contamination of unprotected foodstuffs takes place. An infested premise should be kept under observation for a period of six months after it has been insecticidally treated.

Another important source of infestation would appear to be railway trucks. The Statutory Boards concerned with the storage of foodstuffs should draw up a plan of campaign for the cleaning of all railway trucks followed by insecticidal spraying before foodstuffs are loaded.

Returned empty sacks require special consideration and fumigation with methyl bromide should be made compulsory before they enter circulation again.

Maize and other products condemned as unfit for human consumption because of *Trogoderma granarium* attack should undergo fumigation before it is sold to farmers for stock feed. It is useless to think that by selling the infested material one is getting the better of the insect. Farmers, receiving infested grain which has not been fumigated, are most likely to bring the trouble to their own doorstep for *Trogoderma granarium* once it is established is most difficult to eradicate.

Cereals and cereal products, either as foodstuffs or as seed, which enter the Federal area from the Union of South Africa should be required to be fumigated before they are forwarded, or immediately on entry into the Federal area.

In conclusion I wish to state that the lines of action suggested are long term, rather than short term measures, and should be pursued over the next three years at the end of which period the position might be again reviewed on a national basis.

### ACKNOWLEDGMENTS

I wish to place on record my indebtedness to the Grain Marketing Board of Southern Rhodesia for information on the distribution of *Trogoderma granarium* in Southern Rhodesia. I wish also to thank the Manager and Staff of the Maize Control Board of Northern Rhodesia for material and assistance in laboratory and field observations on Trogoderma granarium in Northern Rhodesia. I acknowledge a particular debt to the Director of Agriculture of Northern Rhodesia, who suggested my writing this paper in the first place. This paper is published as part of a programme of research investigations into pest infestation of stored grain in Northern Rhodesia, on behalf of the Maize Control Board, Lusaka.

#### REFERENCES

DARLING, H. S. 1951. Insects and Grain Storage in the Sudan. Sudan Notes, xxxii, pp. 131-130.

HADAWAY, A. B. 1955. The Biology of the Dermestid beetles, Trogoderma granarium. Everts and Trogoderma versicolor Creutz. Bull Ent. Res., xlvi, pp. 781-796.
 HALL, D. W. 1954. Report on Storage Problems in Northern Rhodesia D.S.I.R. Memoran-

dum.

HINTON, H. E. 1945. A monograph of the beetles associated with stored products. Vol. I, 443 pp. London Brit. Mus. (Nat. Hist.). Howe, R. W. 1952. Entomological problems of food storage in Northern Nigeria. Bull. Ent.

HOWE, R. W. 1952. Entomological problems of food storage in Northern Augeria. Data 2010.
Res., xliii, pp. 111-144.
HOWE, R. W. & FREEMAN, J. W. 1955. Insect infestation of West African Produce imported into Britain. Bull. Ent. Res., xlvi, pp. 643-668.
MILTHORPE, J. & ROBERTSON, R.N. 1948. Heating in Stored Wheat. Bulletin No. 237. C.S.I.R. Commonwealth of Australia.
RISBEC, J. & MALLAMAIRE, A. 1949. Les animaux prédateurs et les insectes parasites du riz cultivé en Afrique Occidentale. Auron. Trob. Nogent. iv. pp. 70-76.

RISBEC, J. & MALLAMARE, A. 1949. Les animaux predateurs et les insectes parasités du fiz cultivé en Afrique Occidentale. Agron. Trop. Nogent, iv, pp. 70-76.
 SALMOND, K. F. 1956. Arthropods associated with stored groundnuts in Nyasaland. E.A.A.J., xxi, pp. 148-151.
 SALMOND, K. F. 1956. A report on investigations into grain storage problems in Nyasaland Protectorate with special reference to Maize. (In the press.)
 ZACHER, F. 1935. Die vorratsschadlinge Agypteans. Mitt. Ges. Vorratsschutz, xi, pp. 42-44, 78-82.

78-82.

## II. NUMBERS, DISTRIBUTION AND ACTIVITY OF TROGODERMA GRANARIUM IN THE FABRIC OF A CAPE-STEEL STORAGE SHED

#### INTRODUCTION

At Pemba in the Southern Province of Northern Rhodesia, there are two storage sheds alongside of the main railway line which runs through the territory from the Copperbelt to Livingstone and thence to Bulawayo in Southern Rhodesia. For the past ten years these sheds have been used for the storage of dent maize both African and European produced. The main road to Livingstone is about 500 yards East of these two sheds, one of which is known as a Cape-steel shed. There is a 20 ft. clear space between the two sheds. The Cape-steel shed was chosen for entomological investigations because it has contained 1954 crop maize since about August 1954.

This particular consignment of maize, during the lengthy storage period involved, has become very heavily infested with Trogoderma granarium to such an extent that the maize has had to be down-graded. It is no longer considered fit for human consumption and only fit for livestock feeding after fumigation with methyl bromide has been carried out, followed by screening. Many of the bags of maize have burst open and are "weeping". It was very difficult to carry out fumigation with methyl bromide adequately, because the stacks were no longer stable. Dosage of methyl bromide used was  $3\frac{1}{2}$  lb. per 1,000 cu. ft. of space for 48 hours. During the period of time observations were made on the fabric of the building, only two stacks of maize remained in the shed. The fabric of the building was examined externally before fumigation of the maize inside was carried out. Examination of internal surfaces of the shed was effected after fumigation of the stacks of maize had taken place. The primary aim of the investigations was to find out how deep-seated the Trogoderma infestation had become in the fabric of the building, and to determine what cleaning and scraping was necessary before insecticidal treatment could be applied in the form of spraying with 25% Malathion wettable powder at the rate of 8 oz, per gallon of water per 1,000 sq. ft. of exposed surface.

#### DETAILS OF THE CAPE-STEEL SHED AT PEMBA

A Cape-steel shed is a type of storage shed frequently found in Central and South Africa. It consists basically of steel staunchions, struts and girders covered with corrugated asbestos. It differs from the Hangar type of storage shed in that there is a row of staunchions down the centre of the shed. The presence of these staunchions restricts the size of the stacks of maize which may be built, particularly if fumigation of the maize under gasproof sheets is contemplated. There are no windows in this building and entry into the shed is possible at four points only through double doors, two on either side of the shed. Light intensity inside is always very poor except when the doors are fully opened. This particular storage shed is 200 ft. long, 60 ft. wide and 15 ft. high to the eaves, extending to 22 ft. at the ridge. Metal girders, four in number, run the entire length of the shed. At the short ends of the shed the number of girders is increased to six. Each girder is U-shaped in cross-section. From the insect infestation point of view the design of these girders is important. Both insects and maize spillage readily collect in the hollow region of the girders, and may be overlooked during cleaning up operations; particularly if these girders are situated well above eye-level. The central row of staunchions is also supported by two sets of girders of the same design as those elsewhere in the shed. At the base of the staunchions loose maize and insects tend to accummulate. The floor area of this particular shed is made of concrete and covered over with Ruberoid felt. Externally there is a brick-concrete base surround to a height of 4 ft. on three sides of the shed. The " rail " side does not require such a wall base as the level of the ground in itself is adequately raised. A water gutter is present on the "road" side of the shed. The railway lines are approximately 7 ft. from the wall of the shed. Gentle sloping concrete ramps exist at each of the doorways.

# DETAILS OF EXAMINATION OF THE FABRIC OF THE STORAGE SHED

External examination of the fabric of the building consisted of collecting and counting the number of each kind of insect present in 40 separate foot-square areas, chosen at random on the surface of the asbestos walls. Counts made on the short ends of the shed were taken together and considered as a single result. The brick-concrete wall forming the base of the shed on three sides was next dealt with. On the "road" side of the shed an area of 40 sq. ft. was carefully examined. This was made up of ten individual small areas of dimensions  $4 \times I$  ft. A similar procedure was adopted for the short ends of the shed where a total of 20 sq. ft. was examined at either end. It was necessary to scrape the walls with a knife. The scrapings were collected on flat plates and transferred to labelled jars. All lepidoptera webbing and cocoons as well as beetle remains were included. In the laboratory the material was sieved and dissected as necessary, all insect stages present being removed, identified and counted.

Attention was next given to a concreted area which is situated on the "rail" side of the shed at the base of the asbestos covered walls. The asbestos walls are actually set into the concrete along the length of the shed. This particular area of concrete at the floorwall joining is I ft. in width and contains many crevices. Forty separate I ft. square areas were examined. The insect stages present were collected with the aid of fine forceps, and put into labelled containers for laboratory examinations. In addition, the ground at a distance of 6 ft. from the wall of the shed on the "road" side was examined and samples of maize spillage collected for dissection to find out if *Trogoderma granarium* were present.

Inside the storage shed exactly the same techniques were applied to the surfaces of the asbestos walls; to the wall-base where it existed and to areas where floor-wall joinings occurred. Attention was also given to the floor area where the Ruberoid felt terminated. The Ruberoid felt was raised so that a width of I ft. of felt could be examined on the underside. In all, 100 separate I ft. square areas were searched for insect life. Samples of maize, insects and debris were collected from some of the girders. In this connection, a limit of I ft. distance was imposed on all collections made from girders. The insect populations present were analysed. Maize grains present were dissected for hidden insect life and then discarded.

#### **RESULTS AND DISCUSSION**

Howe (1952) records that during normal daylight hours insects were not seen on the outside walls of warehouses in Kano, Northern Nigeria, with the exception of *Trogoderma* larvae. This statement does not hold for Northern Rhodesia, where both adult and larval *Trogoderma* were very much in evidence on the outside walls of the shed under observation as well as *Calandra oryzae*, *Tribolium* spp. (mostly *T. castaneum*) and *Silvanus surinamensis*. *Trogoderma* adults were quite active in the sunshine. Continued exposure to hours of strong sunshine did not appear to have any adverse effect on the larvae of *Trogoderma granarium*. Wind currents tended to carry off the smaller *Trogoderma* larvae from the surface of the walls of the shed. Some of these larvae were found at a height of 12-15 ft. above ground level. There was no evidence to suggest that only fully grown larvae were present. A range of sizes of *Trogoderma* larvae were present, though the fully grown ones were more noticeable.

In the concrete at ground level on the "rail" side of the shed some of the crevices were packed with *Trogoderma* larvae, as were the areas where the asbestos had been set in the concrete.

Data recorded in Table 1 confirms the preference of *Trogoderma* larvae for cracks and crevices (Solodovnikova 1938) (Howe 1952). The

Areas of Collection	Number and kind of insects collected.							
	Trogoderma larvae	<i>Trogoderma</i> adults	Calandra oryzae adults	Tribolium spp. adults	Silvanus suranimensis adults			
Surface of asbestos wall on " rail " side of shed	273	20	5	7	4			
Surface of asbestos wall on "road" side of shed	139	11	6	3	10			
Surface of asbestos walls, short ends of shed	76	9	II	10	4			
Concrete base at ground level on "rail" side of shed	2,622	14	Nil	6	13			
Brick/concrete wallbase on " road " side of shed	1,073	Nil	3	60	21			
Maize spillage on ground 6 ft. distance from "road" side of shed	Nil         Nil         Nil         Nil           Dipteralarvae only found, unidentified as they were accidently thrown away in the laboratory.         Nil         Nil							

#### Table 1.—Number and kinds of insects collected from various external surfaces of a Cape-steel shed, an area of 40 sq. ft. being examined in most cases

brick/concrete wall was particularly interesting as at first sight no larvae were noticeable on the surface. It was only when scraping with knives was carried out that the numbers present in the brick were revealed. Whilst Calandra orvzae are known to travel considerable distances over surfaces, it appears evident from results obtained that they do not penetrate into the fabric to any extent. Tribolium adults, as judging by the number extracted from the brick surface, appear more capable of deeper penetration into the fabric than Calandra oryzae. Silvanus surinamensis, on account of their size and shape, would have little difficulty in entering cracks and crevices. Nearly all the Tribolium adults extracted were dead, but nearly all the Trogoderma larvae were alive. Without exception all the Trogoderma adults collected from cracks and crevices in concrete and brick surfaces were dead. In old webbing and cocoons found in between the bricks of the wall base, Trogoderma larvae were present in considerable numbers. One dead Carabid was found to contain 22 live Trogoderma larvae although only two were visible at first inspection of the dead insect.

The numbers of *Trogoderma* adults and larvae collected in the fabric of the building so far, reveals that the degree of insect infestation present externally is considerable and cannot be ignored by those responsible for the control of insect pests in storage sheds. When infestation control measures are decided upon for sheds in which *Trogoderma* infestation occurs, due consideration must be given each time to insecticidal treatment of external wall surfaces and wall bases, even if no *Trogoderma* larvae are visible at first inspection. The effectiveness of insecticidal spraying externally may, however, be limited during the rainy season, in which case a repetition of the treatment should be carried out as soon as the dry season prevails.

Before giving details of insect infestation found in the fabric of the building internally, there are certain facts which must be recorded in respect of routine storage practices which took place during the storage period from 1954 to the present day. The first of these relates to the continued removal of insects from around stacks by regular sweeping of the floor space; the second relates to the delivery of maize from part of the shed. During the period November-December, 1956, at least one quarter of the shed was empty. One cannot ignore the possibility of increased spread of insect infestation during the period of time that infested maize was rebagged prior to delivery. Another consideration is the effect of insecticidal spraying (mostly with Gammatox) which took place at rather infrequent intervals during the storage period.

	Number and kinds of insects collected.							
of Collection	Trogoderma larvae	<i>Trogoderma</i> adults	Calandra oryzae Adults	Tribolium spp. Adults	Silvanus surinamensis Adults			
Surface of asbestos wall "rail" side of shed	291	35	120	51	23			
Surface of asbestos wall "road" side of shed	271	53	110	97	41			
Surface of asbestos walls at short ends of shed	174	19	56	73	27			
Brick/concrete wallbase on "road" side of shed	3,150	20	- 590	1,043	62			
Floor/wall edge	2,836	45 <sup>·</sup>	136	91	Nil			
Floor area, below edges of Ruberoid felt	1,217	73	89	107	36			

Table 2.—Number and kinds of insects collected from various internal surfaces of a Cape-steel shed, an area of 40 sq. ft. being examined in all cases except for floor area where 100 sq. ft. of same was examined

Table 2 presents a very similar picture to Table 1 except that there is a marked increase in numbers of most species recorded. The greatest number of insects was taken from the brick wall surface. Most of the *Trogoderma* larvae collected from this particular site were alive, but not so the adults. Most of the *Calandra* adults were dead, as were 50% of the

Tribolium adults collected from the brick wall surface. The Trogoderma adults on the asbestos wall surfaces were mostly alive and active. The floor-wall edges were important as far as number of Trogoderma larvae are concerned.

Results obtained demonstrate clearly the need for insecticidal treatment of the fabric at the time the infested maize is being fumigated with methyl bromide. Otherwise reinfestation of the fumigated maize is almost bound to occur by insects from the fabric of the building. The amount of maize spillage which takes place as a result of *Trogoderma* attack, creates a real difficulty in this connection. At present it is forbidden to allow 25%Malathion spray to come into contact with naked maize. A possible answer of course is to actually spray the fabric of the building while the gas sheets are still on the maize stacks.

	Number and kinds of insects collected						
Position of girders	<i>Trogoderma</i> larvae	<i>Trogoderma</i> adults	Calandra oryzae	Tribolium spp. adults	Silvanus surinamensis adults		
Ground level "rail" side of shed	1,915	100	11	50	Nil		
Ground level "road" side of shed	54	8	Nil	75	3		
Ground level short end of shed (South)	2,584	570	2,074	2,563	51		
5 ft. above Ground level short end of shed (North)	166	82	44	8	4		
Top girder " road " side of shed	124	311	203	378	Nil		
Top girder centre of shed	8	Nil	Nil	32	5		

Table 3.—Number and kinds of insects present in samples collected from girders at various levels in a Cape-steel shed

Table 3 shows clearly how important it is to carry out cleaning of girders before application of insecticide takes place.

The girder at ground level where a large number of insects was collected was situated about 15 in. distance from one of the maize stacks which, before fumigation, was very heavily infested with *Trogoderma* granarium.

It was not possible to examine the overlap area of one asbestos sheet with another. This is an area which is definitely held suspect and may harbour *Trogoderma* larvae.

#### CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

The principal conclusion arrived at is that economic entomologists concerned with the control of Trogoderma granarium as a pest of stored produce must be prepared to spend a considerable time on fabric inspection, digging into cracks and crevices and scraping walls wherever possible. The fact that Trogoderma larvae are not visible does not necessarily mean they are absent. Their cryptic habits and ability to live without food give them a decided advantage as far as survival is concerned. The search for Trogoderma infestation in the fabric must be effected outside the building as well as inside.

The need for treatment of the outside of the building with an insecticide such as 25% Malathion is now appreciated when Trogoderma infestation is present in the commodity stored inside.

It is also necessary for thorough cleaning of the premises to be carried out before spraying takes place, particular attention being paid to the cleaning of walls, ledges, girders as well as exposing the underside of dunnage (such as Ruberoid) when present. This insecticidal spraying should be carried out before the gas sheets are removed from the fumigated stacks of maize (or other commodity) otherwise reinfestation of the treated commodity may occur.

#### ACKNOWLEDGMENTS

The writer wishes to acknowledge her indebtedness to the Maize Control Board of Northern Rhodesia for permission to publish this data obtained during entomological investigations carried out on behalf of the Board.

#### REFERENCES

<sup>HOWE, R. W. 1952. Entomological problems of food storage in Northern Nigeria. Bull.</sup> Ent. Res., xliii, pt. I, pp. 111-144.
HOWE, R. W. 1952. Notes on the Biology of Trogoderma versicolor Creutz. (Col. Dermestidae). Ento. Monthly Magazine, lxxxviii, pp. 182-184.
SOLODOVNIKOVA, O. 1938. Biology of the Dermestidae Attagenus byturoides Solo. and Trogoderma versicolor Creutz. and control of them. Acta, Univ., Asiae med. (viii, zool.) fasc. xli, zo pp (Abstract in 1941, Rev. Appl. Ent. (A), xxix, p. 453.)

## INSECT\_INFESTATION OF WEST AFRICAN PRODUCE IMPORTED INTO BRITAIN

By R. W. Howe and J. A. FREEMAN

### SUMMARY

An analysis is made of the records of inspections for infestations by insects of cargoes imported into Britain from West Africa. The exporting territories extend from Angola to Senegal but the bulk of cargoes were produce of the four British Colonies.

The ready spread of insects from one cargo to another causes infestation to be similar for all cargoes but a few species are especially associated with a particular crop. Groundnuts in shell are normally shipped alone and therefore relatively protected from cross-infestation.

The three major cargoes are cocoa, palm kernels and groundnuts which form four-fifths of the inspected shipments. Fifteen other kinds of produce are also considered.

Twelve species were found on more than 10% of cargoes of cocoa beans. Of these five were probably acquired from groundnuts and one from palm kernels by cross-infestation. *Ephestia cautella* (Wlk.), *Tribolium* castaneum (Hbst.) (from groundnuts), Lasioderma serricorne (F.), Neorobia rufipes (Deg.) (from palm kernels) and Araecerus fasciculatus (Deg.) all infested over 40% of cargoes.

The fluctuations of infestation year by year are examined and it is shown that these are similar for all the species acquired from groundnuts except T. castaneum. Variations in frequency of other species appear to be unrelated.

The data are also collected according to month of inspection. Nearly all species including both *Araecerus* and *Lasioderma* but excepting *E. cautella* were scarcest towards the beginning of both the main crop (December) and light crop (May) seasons and commonest at the end of each. *Lasioderma* and all the species acquired by cross-infestation also showed a July peak of infestation which cannot be explained with any certainty.

Nine species, five of them mainly acquired from groundnuts, were found on more than 10% of cargoes of palm kernels. N. rufipes, T. castaneum and E. cautella infested over 75% of cargoes and Oryzaephilus spp. infested 35%.

The yearly fluctuations were similar for the five species typical of the humid zone but those for the species acquired from groundnuts were less consistent. There was little evidence of a seasonal variation of numbers for this cargo.

Ten species infested over 10% of cargoes of decorticated groundnuts but only two of these were acquired in transit through the humid ports. All but one infested over one-quarter of cargoes and *T. castaneum* was found on nearly every cargo.

Yearly variations in frequency of the eight groundnut species were fairly similar but seasonal variation was masked by the effects of the overlapping of storage periods of successive crops.

Groundnuts were much more heavily infested than the other crops. T. castaneum was almost always found at the levels described here as "medium" and "heavy".

Eight species were found on 10% or more of cargoes of groundnuts in shell. *Caryedon fuscus* (Goeze), *T. Castaneum*, *E. cautella*, *Cocyra cephalonioa* (Stnt.) and *Tribolium confusum* Duv. infested over 40% of cargoes. Beetles increased in abundance toward the end of the season (May) but moths were most frequent in mid-season (March-April).

The infestation of each crop and the yearly and seasonal variation for each is compared.

The species commonly found on the less usual imports are listed, as also are some species often found in the dunnage of ships' holds. A list is given of all the storage species found on West African cargoes.

## LUTTE CONTRE LES MALADIES ET LES PARASITES ATTAQUANT LES ARACHIDES EMMAGASINÉES

(Extrait du "Bulletin Entomological Research "-Juillet 1952, P. 276)

#### DISCUSSION

#### La meilleure utilisation des insecticides expérimentés

Le travail ci-dessus est d'ordre qualitatif et non scientifique, à l'exception de la partie portant sur les poudres, dans lesquelles la perte de poids a été adoptée comme critère d'efficacité. Il demeure que, à la suite des travaux pratiques exécutés, il a été possible de recueillir certains renseignements précis.

Contre "Trogoderma" et "Tribolium", il semble que le D.D.T. soit moins efficace que le H.C.H. et plus onéreux, compte tenu des dosages employés. En conséquence, le H.C.H., sous forme de poudre humidifiable semble devoir devenir la pulvérisation la plus avantageuse pour les magasins et les pyramides.

Afin de pouvoir incorporer du pyrèthre, on a eu recours à des pulvérisations huileuses. En se basant sur des essais, il semble possible de pouvoir ajouter du pyrèthre en P 31 avec un peu de savon, à une suspension aqueuse de H.C.H. ou de D.D.T. et d'obtenir une bonne émulsification. Dans le cas où ce genre de suspension donnerait satisfaction, il suffirait d'utiliser ces insecticides en solution et le pyrèthre dans l'huile, sous forme de brouillards appliqués aux pyramides encore recouvertes de l'humidité des pulvérisateurs. Des suspensions aqueuses d'insecticides pourraient remplacer les brouillards dans les traitements courants appliqués aux magasins diminuant ainsi les frais, en même temps que seraient éliminés les risques d'altération des arachides par l'huile.

Il semble que la poudre de pyrèthre soit efficace à condition d'être mélangée aux arachides des sacs extérieurs.

#### Le problème de l'hygiène des magasins et la pratique

A partir du moment où il est admis que les insectes ont une grande influence sur les conditions de stockage et que l'on entreprend de lutter contre eux, il importe d'améliorer les conditions de l'hygiène du stockage; ce afin d'éviter des pratiques suceptibles de réduire à néant les mesures prises pour éliminer les insectes. De plus, l'administration devrait s'assurer que les règlements soient destinés à favoriser cette lutte dans toute la mesure du possible. Etant donné les conditions primitives de stockage existant à Kano, les services compétents ont été à même de suggérer plusieurs améliorations d'ordre pratique et de constater certaines pratiques indésirables qui ne cesseront probablement pas.

Une peu désirable particularité de l'empilage des sacs dans les magasins de Kano consiste à remplir tous les espaces disponibles, ne laissant ainsi aucun passage pour le contrôle. Depuis, cette situation s'est améliorée et les piles ne sont plus aussi serrées contre les murs des magasins. Toutefois, les passages assez larges demeurent encore l'exception et les piles branlantes les rendent souvent peu sûrs.

Le but principal de l'hygiène dans les magasins réside dans la prévention de l'extension de l'invasion par les insectes. Avant l'apparition de "Trogoderma" l'absence d'hygiène dans les magasins, à moins d'être pratiquée universellement, ne tirait pas à grande conséquence car les autres insectes se propageaient par le vol. Dans les conditions actuelles, les mesures d'hygiène prises devraient tendre à empêcher l'extension de Trogoderma au produit d'une même espèce, ainsi qu'à toutes les espèces, d'une même année à celle d'une autre. Ce dernier but peut être atteint par la ségrégation des récoltes, soit dans le temps : en exportant une récolte avant que l'autre ne soit rentrée, soit dans l'espace : en plaçant les produits de deux récoltes différentes à quelques kilomètres les uns des autres. La destruction de tous les résidus infectés et la fumigation des sacs, bêches, etc., devrait parfaire ce double objet.

Le problème "Trogoderma" exige du bon sens de la part de tous ceux qui touchent aux arachides ainsi qu'une stricte "désinfestation" des outils et des lieux. A cet effet, il convient que les contrôleurs soient très bien informés des dangers, soient habilités à traiter tous incidents et que leur nombre soit probablement renforcé afin de répondre à toutes les tâches supplémentaires. Les procédés tels que le vannage en plein air des arachides infectées doit être remplacé par un tamisage enlevant la poussière et les insectes dans une boîte (telle que les services emploient déjà) et en procédant au brûlage de tous les résidus. Avant de quitter les lieux tous les travailleurs devraient netoyer leurs vêtements, spécialement les chaussures, les plis des pantalons et les chapeaux ; ce qui ne les empêchera pas, quand même, de transporter quelques insectes avec eux.

Il est peu probable que l'on assiste à une amélioration des conditions de stockage et la seule méthode suceptible d'améliorer la situation serait de procéder à des changements d'ordre administratif. Par exemple, rendre au Département : "Marketing and Exports" la responsabilité de la répartition des wagons devient une nécessité car cela donnera la possibilité d'établir cette répartition suivant le degré d'infestation. Ce procédé a certainement réduit l'importance de "*Trogoderma*" en 1949. Alors, la faute habituelle consistait à ne pas tenir compte de l'extension de "*Trogoderma*" par suite de la manutention de lots infestés près des lots intacts.

#### LES PRODUITS ALIMENTAIRES EMMAGASINÉS

1.11.17

Un plan rationnel aurait d'abord déplacé les lots intacts, afin de laisser assez de place pour la manutention des lots infestés, mais à l'époque il était difficile de décider de la meilleure utilisation des wagons disponibles.

Un autre changement administratif est aussi nécessaire, afin d'empêcher que la présence de *Trogoderma* constitue un avantage pour les revendeurs d'arachides. Le fait de donner la priorité de transport aux lots infestés donne au revendeur une rémunération plus rapide de son capital et libère l'espace pour d'autres produits. Il y a donc intérêt, pour le détenteur, à avoir des arachides infestées, cela surtout parce qu'il ne supporte pas les pertes causées par les insectes. Il y a donc quelque raison pour que soit établie une échelle de rémunérations, suivant que l'infestation est forte ou légère, voire inexistante, et que celles-ci s'accroissent en raison directe du temps passé en magasin, par les arachides.

Une simple différenciation de prix entre les lots infestés et les lots intacts constituerait peut-être une solution au problème "Trogoderma" étant donné que le mal provient pour une grande part du stockage des arachides pendant une année par les intermédiaires avant d'être cédées aux revendeurs. Il ne semble pas indiqué de déclarer cette pratique illégale, car, d'une part, elle est assez difficile à détecter et, d'autre part, elle est parfaitement raisonnable dans la mesure où elle n'affecte pas la qualité des arachides. Si le prix est établi en fonction de la qualité, de nombreuses pratiques indésirables et inhérentes aux méthodes actuelles disparaitront sans qu'il soit nécessaire d'édicter des règlements difficiles à appliquer.

## RÉSUMÉ

Les méthodes utilisées pour protéger des attaques des insectes, les arachides nouvellement récoltées, emmagasinées à Kano sont décrites.

La méthode principale utilisée était la pulvérisation de D.D.T. en suspension aqueuse, soit sur les sacs empilés en plein air, soit sur les murs des magasins avant la rentrée des arachides. Ces pulvérisations ont été pratiquées au moyen d'un pulvérisateur (de verger) à motion lente. La proportion de poudre humidifiable à 50% était de 360 mg./pied carré et a donné satisfaction. Le H.C.H. sous forme de poudre humidifiable, en applications d'environ 12 mg./pied carré s'est avéré moins onéreux, aussi efficace et sans danger. Le traitement a réduit de facon marquée la population de *Tribolium*, mais a eu peu d'effet sur *Trogoderma*. Les pulvérisations de solutions huileuses n'ont pas été beaucoup utilisées, de plus elles n'ont pas donné de résultats pleinement satisfaisants.

Dans la lutte contre Trogoderma, il a été pratiqué des fumigations de bromure de méthyle dans les plus beaux bâtiments de Kano. Toutefois, on a constaté que les gaz n'étaient pas retenus de façon satisfaisante. Ceci a enlevé la nocivité au procédé du fait que la période d'aération requise s'est trouvée réduite, mais malgré une forte dose de bromure de méthyle (30 lb. pour 150 tonnes) on n'a pu obtenir qu'une concentration de l'ordre de 50 mg./heure. Ceci a paru à peine suffisant pour une élimination totale des larves de "*Trogoderma*" sous le climat de Kano avec des températures à peine supérieures à 30° C.

La sévérité du climat a provoqué une détérioration rapide des bâtiments. Toutefois, la réparation immédiate des dégâts les plus importants a permis d'obtenir une amélioration marquée, mais temporaire.

A Kano, il n'est pratiquement pas possible d'obtenir des résultats réellement satisfaisants dans les bâtiments avec des toits en tôle à double pente. Il est suggéré de construire des toits plats en béton, ainsi que des fermetures mieux appropriées pour les bâtiments où sont effectuées les fumigations.

Les fumigations pratiquées sur place, les piles étant recouvertes de bâches, ont abouti à un échec, étant donné que les bâches n'étaient pas étanches au gaz. Par contre, d'excellents résultats ont été obtenus en recouvrant les pyramides de toiles caoutchoutées imperméables au gaz et scellées au plastic.

Apparemment une grande partie de la population de *Trogoderma* a été éliminée sur une pyramide expérimentale de 150 tonnes avec 30 lb. de bromure de méthyle ainsi que sur une autre pyramide de 750 tonnes avec 179 lb. On a ainsi obtenu une plus grande quantité de produits intacts que dans les bâtiments spéciaux pour la fumigation et ce, probablement, du fait que la quantité d'air retenue sous la toile était moindre et que les pertes de gaz étaient plus réduites.

Selon toute évidence la perte par le bas, des cendres à la terre, ne paraît pas importante et le colmatage effectué en plaçant des sacs d'arachides ou des bâches roulées tout autour du bas de la pyramide a donné de bons résultats. Le flottement de la toile, ainsi que les changements soudains de température, ont amené une bonne circulation et répartition des gaz. Les produits les moins propres se trouvaient au milieu des pyramides.

La fumigation des arachides, sur place, en ayant recours au tentes de fabrication spéciale paraît être une suggestion pratique.

Un mélange de trois parties de bichlorure d'éthylène et une partie de tétrachlorure de carbone pour une solution de 33 gallons destinée à un peu moins de 100 tonnes de sorgho entassées, sans être compressées, dans un local de 13.700 ft. ont donné des résultats heureux contre les insectes qui s'y trouvaient, y inclus *Trogoderma* et *Tribolium*. Le même fumigant, employé contre ces mêmes insectes, mais dans les arachides sérieusement compressées, n'a donné aucun résultat.

Un "Todd Insecticidal Fog applicator " a été utilisé pour produire un brouillard dans les magasins trop pleins pour permettre aux opérateurs ou à leurs appareils d'entrer. Le traitement courant avec un des insecticides habituel semble n'avoir eu qu'un léger effet sur *Trogoderma* et n'a donné aucun résultat sur *Tribolium*. Les résultats obtenus avec les insecticides à base de phosphore H.E.T.P. et T.E.P.P. (Tetraphosphtate hexaéthylique

64

#### LES PRODUITS ALIMENTAIRES EMMAGASINÉS

et Pyrophosphate tétraéthylique) utilisés en brouillards n'ont pas été bons, toutefois H.E.T.P. a été meilleur que T.E.P.P. Les applications de brouillards sous les bâches recouvrant les pyramides n'ont pas donné grand chose mais un tuyau fixé, passant par le milieu de la pyramide, a donné des résultats encourageants. Le passage du brouillard sur la pyramide est pratiquement seul ; toutefois, on a constaté que les dépôts étaient nettement marqués sur les pyramides encore humides des pulvérisations précédentes.

L'utilisation de poudres paraît ne pas être pratique et devrait, de toute façon, être réduite aux sacs extérieurs. La silice, le pyrèthre et le H.C.H. à doses moyennes et le D.D.T. à doses exceptionnellement élevées ont tous réduit de moitié les dégâts dans les sacs extérieurs. En présence d'une infestation importante, dans un magasin, les traitements se sont révélés inutiles. Il résulte de tests de laboratoire qu'une terre d'infusoires (locale) pourrait servir de poudre inerte. Le pyrèthre répandu à l'extérieur des sacs n'a pas été de grande utilité et les sacs imprégnés de D.D.T. ont été inefficaces contre *Trogoderma*. Les pièges et traitements à la chaleur n'ont pas été employés.

De nombreuses méthodes locales de manutention des arachides tendent à propager *Trogoderma* mais il semble peu probable qu'elles puissent être facilement éliminées.

## RICE INFESTATION CONTROL RESEARCH SCHEME, SIERRA LEONE. SOME NOTES ON WORK CARRIED OUT BY THE SCIENTIFIC OFFICER, JANUARY 1955 TO JULY 1956

By P. F. PREVENT Scientific Officer

#### INTRODUCTION

In Sierra Leone at the present time there are two Government Rice Mills which handle a large proportion of the rice grown. At these mills the paddy is received during the harvest period, December to January, and parboiling commences immediately, continuing through the dry season until May. The parboiling process consists of an overnight soaking in water (about 14 hours), followed by steaming for 20 minutes. The paddy is then dried in the sun on the drying floors for a period of 5-6 hours. Towards the end of the dry season it may be necessary for this drying to be repeated because of dull weather. It can be seen that under these circumstances it is only possible to parboil during the dry season. In other words, it has been necessary to parboil a sufficient quantity for milling throughout the year, necessitating the storage of parboiled paddy during the wet season. At the time of commencement of the Scheme severe doubts were being felt with regard to the generally accepted view that after the parboiling the paddy is less susceptible to insect attack than before. Accordingly experiments were conducted to compare the storage of raw paddy and parboiled paddy.

Another major problem is that of native cleaned rice, which is often held by up-country dealers at the commencement of the harvest period, with a view to obtaining a higher price later in the year and eventually sent to the rice mills. It is often received very heavily infested. No facilities exist at the moment for the successful disinfestation of such consignments. It is intended to devote some time in the near future to experimental fumigation of rice, both under gas-proof sheeting and in a silo.

A similar problem has arisen with the importation of rice, particularly rice from India and Burma. This rice is often heavily infested and no facilities exist in Freetown for treatment of the rice either before discharge from the ship or at the quay before transport to the Rice Mill.

#### RESEARCH

The work to be carried out under the Scheme has been planned along two definite lines :

1. A study of the storage of rice in its various stages of preparation,

with special emphasis on infestation and moisture content and comparing bag and bulk storage.

2. A study of the lasting toxicity of contact insecticides; and fumigation in a plywood silo and under gas-proof sheeting, using chlorinated hydrocarbons.

During the first tour, January 1955 to July 1956, emphasis has been made on the first of these, though no definite data are as yet available on silo storage of rice.

An experiment was carried out in which 12 bags each of Swamp grown raw and parboiled paddy were set up as small stacks and observations made over a period of a year, after an initial introduction of insects (*Rhizopertha dominica* and *Calandra oryzae*). No control measures were attempted in this experiment, the main purposes of which was to assess the build-up of insect numbers, and to assess the losses, by weight, due to infestation.

A shortage of rice at the time prevented the inclusion of native cleaned rice and parboiled milled rice in this experiment.

During a period of storage of a year no increase in insect numbers was recorded from the raw paddy which can be considered to store safely for this period within the range of moisture content recorded  $(12 \cdot 5 - 14 \cdot 9\%)$ . The percentage loss by weight was found to be  $5 \cdot 9\%$ , due partly to drying out and partly to rodent damage.

During the first five months of the storage period a very considerable increase in insect numbers was recorded from the parboiled paddy, after which a steady decrease was noted.

Associated with this increase, which was mainly of *R. dominica*, was a substantial rise in temperature (to a peak of  $39^{\circ}$  C. after three months) and a drop in relative humidity, from 80% (13.9% moisture content) to 49% (11.2% moisture content). The percentage loss before sieving, i.e., apparent loss, was estimated as 25.5%; and after sieving, i.e., actual loss, 41%. Storage of parboiled paddy for a longer period than two months without control measures is therefore considered inadvisable.

In conjunction with this work laboratory experiments have been conducted to study the susceptibility of rice in its different forms to attack by *C. oryzae*; the effect of different humidities on the development of *C. oryzae*; and the oviposition rate and longevity of *C. oryzae*. Further experiments will be conducted along these lines with *R. dominica* and other major pests. A study will also be made of the susceptibility of a number of varieties of paddy (before parboiling) to attack by insects.

A larger scale experiment was carried out, in a typical corrugated iron store at the Clinetown Rice Mill, again with raw and parboiled paddy, in stacks of 225 bags, 1% "Lindex" dust being applied to the outsides of the stacks at monthly intervals.

The data obtained from this experiment show conclusively, as does

the above, that parboiled paddy is very much more susceptible to insect attack than raw paddy. It is uncertain whether this is merely mechanical, the husk of the rice grain being opened slightly during parboiling and allowing insects to oviposit on the grain within; or whether it is nutritional, being due to changes in composition as a result of the parboiling process.

As regards the application of 1% "Lindex" dust the normal practice at the present time, this would seem to be quite inadequate as crossinfestation of the parboiled paddy was found to occur, by a number of species of *Coleoptera*, from an adjacent stack of native cleaned rice. In view of this, experiments will be conducted in the near future to test the lasting toxicity of "Lindex" under local conditions and to assess its effectiveness when applied in different ways, i.e., just to the outside of a stack after building, to each bag, etc., and against different insect species.

The problem of the storage of parboiled paddy and the consequent losses involved will be to a large extent overcome by the erection at both rice mills in the near future of a Lewis Grant rice drier. With this equipment it will be possible to dry rice throughout the year; in other words, parboiling can be carried out as required for milling during the **dry and wet** seasons and storage of parboiled paddy other than for very short periods should be unnecessary.

An experimental plywood silo was erected at the Clinetown Rice Mill in January 1956 and filled with Swamp parboiled paddy in June. Data recorded at regular intervals until August indicated no change in the very low level of infestation present in the paddy when the silo was filled.

On the commencement of the second tour of the Scheme in February the silo will be opened after being undisturbed for six months. If the paddy is found to be heavily infested (and this will be an interesting comparison with the experiments described above) a trial fumigation will be carried out using the Murphy Grain Fumigant No. 2.

Experiments will then be conducted to study silo storage of parboiled milled rice or native cleaned rice.

#### RÉSUMÉ

1. — Le problème majeur réside dans l'infestation de paddy étuvé à demi, de riz nettoyé par les indigènes et de riz importé. Il n'existe pas encore d'installation de fumigation des marchandises reçues aux rizeries.

2. — Des essais faits pour la comparaison de l'emmagasinage de Paddy (riz non-décortiqué) avant l'étuvage (paddy oru) et après l'opération ont démontré de façon nette que l'étuvage du paddy le rend plus susceptible aux attaques des insectes. 3. —Un saupoudrage mensuel de "Lindex" sous forme de poudre sèche d'une teneur de 1% des sacs non-infestés au début, ne suffit pas comme moyen de lutte. Des essais seront faits pour tester la toxicité rémanante du lindex et son efficacité suivant différentes manières d'emploi.

rémanante du lindex et son efficacité suivant différentes manières d'emploi. 4. — Des enquêtes ont été entreprises pour l'emmagasinage du riz dans un silo expérimental en contre-plaqué d'une capacité de 13 tonnes (paddy).

#### MAIZE STORAGE IN ASHANTI

By J. FORSYTH

### Department of Agriculture, Gold Coast

An important maize growing belt occurs in Central Ashanti, following more or less the sandstone scarp running S.E. to N.W. Ecologically the area is within, what is termed the dry decidous forest zone, on soils largely derived from sandstone and enjoying a rainfall of 45–55 in. per annum, distributed in two rainy seasons, the rainfall peaks being in May/June and October. The traditional practice is to grow two crops a year, coinciding with the two rainy seasons, the major rains crop, from February/March to July/August, being at present the more important largely due to severe stem borer attack in the minor rains crops. However, the Department of Agriculture has now introduced a successful method of borer control, and it is anticipated that the minor rains crop will increase in importance.

The estimated total acreage of maize in the Ashanti maize belt is 70-80,000 acres, with a gross annual production of about 30-35,000 tons.

The traditional method of storage by the farmer is in cribs situated mostly in or near the farms, but where the maize fields are near the home village, cribs are erected in the village. Cribs are constructed of local wooden materials, raised 3-4 ft. from the ground and usually have bambooslatted walls. Roofing is either of thatch, wooden shingles or, if owned by the wealthier farmers, of corrugated iron.

Capacity of these cribs varies from 160-3,000 cu. ft., which is roughly equivalent to 0.65-10.8 tons (1 ton of the local maize on cob with sheath occupies approximately 250 cu. ft.), the majority of the cribs containing 3-7 tons.

The cobs are normally stored with the sheath, although occasionally the sheath may be removed. The main harvest falls in July and August, when although the rainfall is low, atmospheric humidity is at the yearly maximum, hence the grain moisture content is high ranging between 20-27%, contrasted with 15-20% in the crop harvested in January, which is well into the dry season, both as regards rainfall and humidity.

Surveys of cribs have shown that in spite of the high moisture content, especially of the July-August harvest, extremely little heating or mould occurs, a gradual drying out taking place during storage, but severe insect infestations develop, both by the introduction into store of field infested cobs and by transference of pests from previous seasons storage debris. This high level of insect attack largely determines the marketing pattern. Something like 20-30% of the crop is sold immediately after harvest to a highly organised middleman's system. The remainder of the crop is sold to the dealers according to market demands, but the farmer's price is kept low on the grounds that the dealer pays for deteriorating maize, and thus must allow himself a (considerable) margin. This almost invariably results in a large differential between the farmer's price and that eventually paid by the public.

In these circumstances successful insect control would mean that the farmer would be more independent of the dealer, in that he is enabled to keep his maize in good condition for long periods, and also for the same reason, close the gap between producer and retail prices.

Two lines of approach have been adopted, one to attempt insect control in the traditional maize cribs, and the other to introduce an entirely new method, that of bulk silo storage on a communal or co-operative basis. Each is dealt with separately in what follows.

#### CRIB STORAGE

The insect population of maize cribs is extremely varied. The most important pest is undoubtedly *Calandra oryzae*, but *Mussidia nigrivenella* is common and widespread. In both these species primary infestation occurs in the field and it is probable that, as will be shown later, the importance of *Mussidia* is that it predisposes cobs to *Calandra* attack. Other species found include *Tribolium castaneum*, *T. confusum*, *Gnathocerus maxillosus*, *Palorus* spp. and *Sitotroga cereallela*.

It was obvious from the surveys carried out that if some simple method could be found to protect cob maize from insect attack, sound maize storage could be practised very cheaply. The only cash outlay would be for insecticides, since the farmers own labour is not " sold " elsewhere.

A preliminary trial was laid down in July 1955 using 0.50% gamma-B.H.C. at various rates on cobs minus sheath. This experiment was disappointing. There was too big a delay between harvest and treatment, resulting in the emergence a few weeks later of large numbers of adults developing from a heavy infestation between harvest and treatment. It is thus clear that if reasonable control is to be achieved, insecticidal treatment must take place immediately after harvest. It was also found that something better than the simple " pepperpot " tin, used for borer dusting would be required for storage work.

At the same time, July 1955, a survey was made of maize cobs at harvest. From 725 cobs sampled at four places in Ashanti the following percentage infestations were found :

Calandra oryzae	••	••	33.3%
Palorus spp.	••	••	38.2%
Earworm	••	••	31.6%

(Mussidia, Eldana, Sesamia, Busseola, plus unidentified)

The high incidence of *Palorus* was thought worthy of further investigation, and the following comparisons emerged from four varieties sampled: "Local", Alloto (another Gold Coast maize) Tsolo and what is known as "American", in percentages of cobs attacked.

1055	i	Cobs sambled	Calandra	Calandra +Palorus	Palorus
Local	••	400	11.2	14.5	26.0
Alloto	••	100	15.0	12.0	18.0
Tsolo	••	175	14.0	43°0 <sup>°</sup>	10.0
American	••	50	0	20.0	28.0

Palorus has previously been recorded largely as a storage and not a field pest. It was thought that there may have been a relation with the incidence of *Calandra*, but this did not appear to be so. The general impression now is that *Palorus* is secondary, depending for entry on prior damage to cobs, and grains, but further investigation is necessary into the bionomics of *Palorus* as a field pest of maize.

In July 1956 while laying down a dusting trial the cobs, "local" variety, were examined as they were de-sheathed for *Calandra* and earworm (mainly Mussidia) damage, and the following figures were obtained.

1956			Number of cobs sampled	Percentage
Earworm Earworm plus Calandra Calandra None	     	   Total	574 207 73 67 921	62:3 22:5 7:9
Total Earworm damage Total Calandra damage	 		781 280	84·8% 30·4%

It is interesting to note that almost three-quarters of the *Calandra* attack is associated with earworm damage, and the level of *Calandra* attack is similar to that of 1955, whereas earworm attack appears to be much higher. This is because in 1956 moth damage was used as the criterion instead of presence of larvae.

#### **DUSTING TRIAL, AUGUST 1956**

A cob dusting trial was carried out using a 0.45% gamma-B.H.C. dust (Lindane quality) at 10 p.p.m. using a Kyoritu (Japanese) aluminium hand duster. A farm with five cribs was selected three of which were dusted, and two undusted.

The dust was applied at one half cigarette tin (4 oz.) to one sack of cobs (1 cwt.). Actually it was found that it was easier to use baskets as measures, 5 baskets=1 cwt. cobs.

As the maize was carried into the crib one half cigarette tin of dust was applied to each lot of five baskets. Care was taken to see that the cobs were evenly distributed over the floor, so that each cob was evenly dusted.

After 11 weeks, on 2nd September, 1956, further counts were done as it was reported the farmer was selling his maize. Unfortunately two of the cribs had been completely emptied and shelled so that only one dusted crib was available.

As a measure of insect attack, the exit holes of *Calandra oryzae* were counted, and the grain so damaged was expressed as a percentage of the total number of grains. In each case the sample is the total number of grains from 50 cobs, selected at random from two points within the crib.

2nd September, 1956	I D	II D	III C	IV C	V D
Total grainsUndamaged grainsDamaged grainsPercentage damage	16,400 16,275 125 0·76%	14,845 14,660 185 1•5%	12,972 16,823 150 0·88%	16,973 15,578 70 0:45%	15,648 12,738 234 1.80%
Number of cobs attacked Number of cobs with more than 10 damaged grains	7	12 3	13 4	11 3	23 11
21st November, 1956	I Sold	II	III	IV	V Sold
Total number of grain Undamaged number of grain Damaged number of grain Percentage damage		17,783 17,030 753 4·2%	14,523 10,250 4,273 29.4%	14,572 12,168 2,413 16.6%	
Number of cobs attacked Number of cobs with more than 10 damaged grains	-	18 10	41 27	40 224	—

As can be seen the initial apparent infestation at the time of storage in all the cribs was less than 2%. After 11 weeks this had risen to only  $4\cdot2\%$  in the treated crib, but to  $16\cdot6\%$  and  $29\cdot4\%$  in the untreated cribs.

The increase in the dusted crib can be explained by the attempted emergence of adults from eggs laid in the field.

In the undusted cribs, however, there is the effect of the breeding of another generation of *Calandra*.

A sample of the dusted maize, which had been hand-shelled by the farmer, has been sent to Colonial Products Laboratory for assessment of residues at shelling.

The most important aspect of this work, however, is that the farmers, having seen the effect of the lindane dust against *Calandra*, are now, in the districts where dusting has been demonstrated, buying the dust for their own use, under the general supervision of the Department of Agriculture.

#### SILO STORAGE

In July 1954 a plywood silo of approximately 8 tons capacity was designed and erected at an agricultural station just north of the Ashanti maize belt. This silo was used for the storage of station products. At the same time a Nu-way in sack-drier was installed and put into use at the station. As the use of the drier and subsequent storage in the silo proved to be a success, it was decided to experiment with in-sack drying and silo storage in the districts where previous extension work on stem borer control had proved successful and where, therefore, the farmers confidence had been gained.

Four more silos were built, and drying platforms were erected in two villages. The drying units were mobilised by mounting them on trailer chassis.

By the time of the 1955 main harvest (August) the equipment was ready. At one village there was excellent co-operation amongst the farmers, and by the end of September 16 tons had been dried, treated with lindane and stored. At the other village the farmers were supicious of the scheme, and also there was rivalry between two groups of farmers; here the scheme did not succeed.

At the first village use was made of the cocoa co-operative society organisation to purchase the maize. The farmers were paid the current market price in September of 30s. per 250-lb. bag. It was left to them to decide when the maize should be sold. By December the price had risen to 70s. per bag when they decided to sell, thus making a gross profit of 40s. per bag.

Subsequent analysis of costs has shown that for the quantity of maize stored in this experiment, overheads would have been about 10s. per bag. Net profit would therefore have been about 30s. per bag. Perhaps the best comment on the success of this first attempt came from dealers who were quite sure that the farmers must be marketing fresh maize.

The scheme was so successful that farmers demanded increased storage space. During 1956 a bitumen-lined, cement block silo of 25 tons capacity was erected in this village, making a total of 41 tons capacity. One of the original departmental 8-ton silos was removed from the village which defaulted in 1955 and erected with an imported circular plywood silo, of 18 tons capacity, in a village about 20 miles from the first. The defaulters themselves decided that the new method was after all worth while, and became more interested in 1956, with the result that the single remaining 8-ton silo was not nearly sufficient for their needs, but the villagers had to make do with bag storage under departmental supervision. Finally, a small village sent, on their own initiative, the village head carpenter on a road journey of 120 miles to be instructed in the art of silo making.

The popularity of, and demand for, silos was so great that it was obvious that further expansion would require some form of communal or co-operative financing to provide the capital needed for silos, dryers, drying platforms, etc. In the Ashanti maize areas, which lie on the fringe of the cocoa-growing zone, the co-operative habit was already strong and several flourishing cocoa farmers co-operatives existed, several of whose members were also maize growers.

It was thus logical to expand the scheme through farmers' co-operatives. With the ready assistance of the Department of Co-operation, three maize farmers' co-operatives are being formed, financed through the central Gold Coast Co-operative Marketing Association. These co-ops are purchasing for the 1957 main harvest a total of 27 silos, giving a total storage capacity of some 500 tons, together with driers for each co-operative.

A similar scheme, but on a smaller scale, is beginning in another maize growing area in the Trans-Volta district. Here the co-operatives are not strong, but finance is being provided by the regional administration working through the local district council.

There is little doubt that silo storage has come to stay, and further that an increasing proportion of the maize crop will be so stored, to the benefit of both farmers and consumers. The Department of Agriculture's main aim now is to provide more durable silos than the present plywood type; both cement-block silos, which apart from the bitumen seal can be built from locally available materials, and aluminium silos are being tested to this end.

### **CURRENT PROBLEMS IN GRAIN STORAGE IN SOUTHERN RHODESIA**

## By J. A. WHELLAN Chief Entomologist

Southern Rhodesia is at present experiencing serious difficulty in storing and distributing her supplies of stored foods, particularly maize. There are two main reasons for this. One of these, the establishment and spread of the Khapra beetle, *Trogoderma granarium*, throughout the country since 1954 is likely to be a permanent problem, to which no ready solution is yet apparent. The other, the succession of seasons favourable to maize growing, resulting in good crops and an increasing surplus of stored maize is a temporary problem to deal with which the storage and transport resources of the country are at present inadequate. The solution to this, apart from the likelihood of some lean years in the future, clearly lies in improving these resources and in getting rid of some of the surplus by export, as is now being done.

It will therefore not be discussed further but it must not be forgotten, since it has an important bearing on the entomological aspects of the difficulties. This arises from the impracticability, because of lack of storage space, of keeping new crop maize separate from infested maize, and the inability, because of shortage of rolling stock, of the railways to ensure that trucks are disinfected before being used for maize transport. Largely because of these factors, but also to some extent because of carelessness and ignorance, the hygiene of storing food in this country leaves a great deal to be desired.

Many of the insects which commonly infest stored foods in other parts of the world are found also in Southern Rhodesia. Until the discovery of T. granarium early in 1955 the rice weevil, Calandra orvzae had been regarded as the most destructive of these insects. It is a primary pest of grain in Southern Rhodesia and it is also a field pest, a factor which makes its control more than usually difficult as, without strict attention to hygiene in fields, as well as in buildings, its effective control will be difficult. Cockbill has shown (Rhod. Agric. Journ., L, 1953, pp. 294-323) that treatment of stacks with B.H.C. or D.D.T. dusts or, more especially, with sprays containing D.D.T. wettable powder gave a considerable measure of control and greatly reduce losses due to this pest. It is, of course, well known that fumigation, either with methyl bromide or other fumigants, properly carried out will give complete control of this pest but this is only practicable under conditions of large scale storage. The other pests of stored grain in Southern Rhodesia were either secondary or of relatively minor importance and were regarded as likely to be controlled by the same methods as those used in controlling C. oryzae. Thus at the end of 1954 it was possible to look to the future with a certain degree of optimism and to anticipate that,
with refinements in the mode of application of residual insecticides, and improvements in the insecticides themselves, losses to grain caused by insects would be progressively reduced. Such pleasant hopes were rudely shattered in February 1955 by the discovery of the Khapra beetle, *Trogoderma granarium* in numbers in beans stored by the Grain Marketing Board at Bulawayo.

The full significance of this discovery was not immediately realised since the infestation appeared to be confined to beans recently imported from the Bechuanaland Protectorate. On the advice of this branch the beans were fumigated with methyl bromide and the fumigation was reported to be successful. For the next few months no further occurrences of this insect were reported although the main storage centres were examined from time to time. As some of these centres had been carefully examined by entomologists in the immediately preceding seasons and no evidence of the occurrence of T. granarium had been obtained it was concluded that this insect was a recent arrival. Subsequent events have reinforced this view. The only feasible alternative apparent to me is that one or more unknown small infestations of T. granarium smouldered undetected in some obscure localities and burst out when conditions became favourable for them. The only known change which could make conditions more suitable is the storage of grain for long periods in large quantities due to surpluses being built up. Whether or not this could lead to such an increase in  $\overline{T}$ , granarium is not known.

The next infestation of *T. granarium* was found in a stack of sievings at the Aspindale Silo in September 1955. This stack was outside and at some little distance from the silo in which *T. granarium* had not at that time become established. Although I favoured the immediate destruction by burning of these and other screenings this was not done for financial reasons and I therefore advised the fumigation of the screenings with methyl bromide before they were sold for manufacture into animal feeding stuffs. Under such conditions the subsequent infestation of the other buildings at Aspindale was probably inevitable. Shortly afterwards a large brick storage shed in which bagged food was stored was found to be infested. There is little doubt that this infestation arose from the proximity of the infested screenings.

At this stage the shortcomings of the fumigation system in the silo were unknown and it was therefore thought that if incoming new crop was placed in the silo, fumigated and kept sealed it would be safe from infestation even if part of the silo building became infested. The subsequent increase and spread of T. granarium infestation is probably largely due to this fumigation failure. Because of this failure it has not been possible to store grain free from insect infestation in the silo and, in many bins, it has hardly been possible to reduce infestation. Yet, because of lack of alternative storage space it has been necessary to continue using the silo. Lack of fumigation sheets has made fumigation of the grain before it went into the silo impossible. These sheets were not, of course, considered necessary since fumigation in the silo itself would have made them redundant. It was not until November 1955, that the fact that something was wrong with the fumigation arrangements became apparent. The disturbing discovery was then made that some of the bins fumigated less than two months previously showed a heavy infestation by *Tribolium* spp. and *Oryzaephilus* surinamensis while smaller numbers of *Calandra oryzae*, *Tenebroides* mauritanicos and *Ephestia* sp. were also found. The following month a more extensive examination was made and *T. granarium* was found in several of the bins, and abundantly in one of them. Furthermore living insects were found in some of the bins only a few days after they had been fumigated. Leaks were then discovered in the structure of some of the bins and it was therefore anticipated that if the bins were resurfaced internally this would cure the trouble.

This naturally took time to carry out and had only relatively recently been completed. Although some of the bins can now be fumigated satisfactorily, others are still not functioning properly and the reasons for this are still under investigation. Some sharp lessons have been learned from these failures which would need to be avoided in constructing any future silos. Perhaps the most important of these is that the whole of the fumigation system should be available for inspection instead of, as in the present case, partly built into the structure of the building. Any faults could then be detected and repaired instead of, as at present, remaining doubtful. Great care should be taken to make all surfaces which are involved in the passage of the fumigant as gas-proof as possible. A most valuable refinement, present in the Brunswick Dock Silo at Liverpool, is a means whereby temperatures at various levels in any of the bins can be read immediately on a meter panel. This enables developing infestations to be detected instead of, as has happened at Aspindale, coming as a complete surprise at a late stage in their development.

Through 1956 the situation in regard to infestation by T. granarium deteriorated steadily. There can be little doubt that our inability to destroy it at Aspindale, and perhaps also at Bulawayo, led to infestation of other premises, either by transference on railway trucks or in meal or screenings. Heavy infestations built up at Bulawayo and Mount Hampden, as well as at Aspindale and the insect was found in other grain storage premises at Gwelo and Glendale as well. At Bulawayo and Mount Hampden the floor space surrounding stacks was carpeted with a layer of T. granarium larvae and bags on the outside of the stacks were sometimes bursting which was attributable to the activities of the larvae. Inside the stacks moist places were developing, due to water translocation, and living larvae could be found anywhere in the stacks as these were broken down indicating that no heat sterilisation was occurring. By the end of the year some of the

F

grain being received by the Grain Marketing Board was already infested on arrival.

An interesting feature of the heavy infestations by T. granarium was that it seemed, under these conditions, to supplant other grain pests so that these became relatively rare. Although no comparative counts were made my visual impression was that where a heavy T. granarium infestation occurred in bag stacked maize, this insect was far more numerous than I had ever seen other grain pests, C. oryzae especially, on the same premises, and that furthermore other grain pests, and especially C. oryzae, were much less numerous than they had been on the same premises before the occurrence of T. granarium there. Severe though the infestations of T. granarium have become, they are not so heavy that the idea of food supplies becoming limiting can be seriously entertained, and no satisfactory explanation of this apparent incompatibility between T. granarium and other pests can yet be offered.

There is, of course, no doubt that fumigation with methyl bromide, and doubtless with other fumigants too, would, if properly carried out, be a complete answer to infestation by T. granarium and all other stored food pests but, due to the circumstances already discussed, facilities for effective fumigation are so inadequate, that it has not been possible to make much impression on T. granarium by this means.

It is hoped that, when the present difficulties of application have been solved, a perfectly feasible task, that the problem will become much simpler and largely be one of control on farms and in smaller, intermediate storage premises. Meanwhile, however, the problem of the ever-increasing and spreading population of T. granarium remains an exceedingly pressing one, probably the most pressing stored grain problem which the Federation has ever had to face and, moreover, a problem which cannot be shelved until the solution of the fumigation problem. T. granarium as is well known has a marked resistance to most contact insecticides. This may be helped by the hairiness of the larvae and by the long periods of quiescence which the larvae sometimes undergo. Nevertheless if complete control of T. granarium by the use of contact insecticides has so far eluded us it is possible, by their judicious use, to bring about reductions in its numbers. The search for an insecticide, or a combination of insecticides, which can be used to control this insect should now be pursued with even greater vigour, for, in African territories, fumigation is rarely practicable except in the largest granaries.

Therefore some simpler and cheaper method of control would be of inestimable value to both African and European farmer alike. Unfortunately the resources of the Federation do not permit the carrying out of the basic research which is likely to be needed to find such a method. Some trials have been carried out here, based on suggestions made by the Pest Infestation Laboratory at Slough but these have been entirely of an empirical nature, and their efficacy can be judged only by observation of their apparent effectiveness or otherwise, controls not being carried out. Following the good control of pests other than T. granarium achieved in Southern Rhodesia in tests carried out by Cockbill in 1952-53, an attempt was made to use a similar technique for the control of T. granarium in 1956. A complicating factor was that D.D.T., probably the most preferred of synthetic insecticides for this purpose because of the absence of danger of taint was known not to be effective against T. granarium. Recourse to other insecticides was therefore necessary. B.H.C., except as lindane, suffered from the objection of taint and therefore could not be applied to stakes of grain but only to walls of buildings. Lindane was expensive and with other insecticides the toxic hazard was largely unknown.

In sheds in which grain was stored in bulk we first recommended that the walls should be sprayed with a mixture of 1 lb. of 10% gamma-B.H.C. and 3 lb. of 50% D.D.T. wettable powder in 4 gallons of water, 1 gallon of this spray to be used for every 1,000 sq. ft. of surface. This spray was repeated at intervals of six weeks. Visual inspection before and after spraying indicated that the population of T. granarium larvae inhabiting the crevices in the brickwork had been considerably reduced. As a further measure when stacks were being built each layer was sprinkled with a layer of lindane dust, the aim being to put on as little as possible consistent with giving a complete cover. It has not been possible to assess how effective this dusting was, though it appeared to have been somewhat indifferent so, partly because of this and partly because of expense, this measure was replaced by a spraying of the stack layer by layer with the D.D.T.-B.H.C. mixture which had been used on the walls. This mixture was also sprayed on to the outsides of stacks, the situation having become so serious that the risk of tainting had to be taken.

These treatments were not, however, carried out scientifically and it is difficult to deduce anything from them because it later became practically certain that some of the grain was already infested with T. granarium at the time the stack was being built. Preliminary trails with malathion sprayed on to concentrations of larvae on floors showed that it gave a much better kill than lindane dust. Accordingly the spray to be used on walls was changed to 1 lb. 50% D.D.T. and 1 lb. 25% malathion wettable powders in 1 gallon of water per 1,000 sq. ft. Again trial stakes of bags were built which were treated layer by layer with this spray in addition to being sprayed on the outsides. These were then furnigated with methyl bromide under a sheet. Samples are being extracted at intervals for toxicity tests at Slough but the results of these tests are not yet available. I understand, however, that under similar conditions in Canada tests indicate that such treatment should be safe. The stacks have been in existence for over three months now and there has been no detectable reinfestation by any insects. There are thus good grounds for hoping that the discovery of an effective and safe insecticidal treatment for bagged grain and for the walls of grain stores will not be long delayed. It is, however, equally likely that such treatment will be effective only in addition to fumigation, either with methyl bromide or some other fumigant, and can hardly be expected to supplant it. This is because in Southern Rhodesia conditions of hygiene on the farm and during transit leave so much to be desired that no reliance can be placed on the arrival of grain or other commodities at the main stores free from infestation.

# APPENDIX

# LIST OF PESTS OF STORED FOOD OCCURRING IN SOUTHERN RHODESIA

HOST		PEST
Grain and meal		Calandra oryzae L. Rhizopertha dominica F. Tribolium castaneum Hbst. T. confusum du V. Oryzaephilus surinamensis L. Tenebroides mauritanious L. Latheticus oryzae Wat. Laemophloeus minutus Ol. Trogoderma granarium Everts. Stegobium paniceum L. Ephesia kuehniella Zell. Ephestia cautella Wlk. Plodia interpunctella Hbn. Sitotroga cerealella Oliy
Beans and Peas	••	Callosobruchus chinensis L. Bruchus quadrimaculatus F. B. obtectus (Say.) C. rhodesianus Pic.
Ground-nut Cake		Plodia interpunctella Hbn.

82

# THE FUMIGATION OF RAILWAY GRAIN ELEVATORS FOR MAIZE INSECTS

By BERNARD SMIT, D.SC. Assistant Chief, Division of Entomology

# C. NOLTE, M.SC. Mealie Industry Control Board

#### F. BRUNNEKREEFT

## Entomologist, Division of Entomology

The Railway grain Elevator System of South Africa was built in 1928 and has not been materially changed or added to since that time. It consists of 32 country elevators with an average capacity of about 50,000 bags each and two port elevators, one at Cape Town and one at Durban, each with capacity of 350,000 bags.

These elevators were well built and equipped with good machinery but they were built mainly for the export of grain and not for storage and there was no provision made for insect control except by the unusual turning and mechanical cleaning of the grain.

In recent years in South Africa the production of maize has greatly increased. This is partly due to a series of good seasons but is also due to better methods of farming. The tractor has largely replaced the ox for ploughing and farming has become more mechanical in many ways. The control measures for such pests as the Army Worm, the Maize Stalk Borer, the Cutworm and the Black Maize Beetle have been greatly improved and no doubt the use of better varieties and hybrid maize has contributed to increase the crop. When the elevators were built the average crop was 17 million bags while in recent years it has risen to 27 million bags. In 1953, however, it reached a record of 40 million and in 1955 it was 36 million.

On the other hand the export of maize has been difficult owing to shortage of railway trucks and overseas marketing conditions so that the tendency is to use the elevators for storage rather than rapid transfer of maize. Never in the history of the country, has there been so much grain in storage both in the elevators and in all kinds of other storage structures. As a result of these conditions the insect problem has increased and never before has there been so large an infestation of weevils and grain beetles in South Africa.

The infestation has brought with it a great problem of dust and broken grain in the elevators and the loss of grain through insect attack has increased alarmingly. For this reason it was decided to attempt the fumigation of the elevators with Methyl Bromide and Phostoxin (Phosphine) although they were not equipped for such treatment and the work would have to be done under very difficult and dangerous conditions.

# DESCRIPTION OF COUNTRY ELEVATOR

Fortunately, the elevator at Heilbron in the Organe Free State had just been equipped with a dust extraction plant. There were air pipes fitted along the belt tunnels and into the deep central wall or sump which made the extraction of any lethal gas entirely possible.

The elevator consists essentially of 12 round bins each 90 ft. high and 18 ft. 3 in. in diameter with five "star" bins between these. Below these is the main belt tunnel into which these bins empty with shoots to direct the flow of grain on to the belts.

Besides the main belt tunnel there are two side tunnels all emptying into a central wall or pit which is 15 ft. 4 in. deep. There is virtually no ventilation in these tunnels or the pit, apart from the new exhaust system. The slide valves at the bottom of the bins are well made and can be opened from the floor above but they were not made for fumigation and are by no means gastight. At the top of the bins there is a concrete floor on which the upper belts and trippers run but this extends only about a quarter of the way over the bins, the rest is covered with a corrugated iron roof.

The bins are therefore not at all gastight at the top and the wind blows in under the roof so that while filling a bin on the windward side a big cloud of dust comes up out of the manhole.

The manholes for filling the bins and for inspection are situated against the inside wall in the concrete floor and the valves for emptying the bins are also on the inside vertically 94 ft. below the manholes.

The bottoms of the bins are funnel shaped and slope about six feet down towards the outlet valves.

At Heilbron there are two complete elevator units each with a separate electric motor and each with a short leg and a long leg elevator, the latter running to the top of the structure. Each has a large hopper, a cleaner, a second hopper, a Scale and a Garner and can handle the grain at the rate of about 750 bags per hour.

The cleaner has a big fan for drawing out dust and light tailings indepedently of the new fan recently installed for general dust extraction. On tracing the flow of the grain through this machinery it was found that there are several "dead ends" or "back waters" where grain and dust collects and where weevils can breed undisturbed. There is a short, unused spout above the first big hopper that is sealed off and contains about a bucket full of grain and another similar pocket above the cleaner. On the side walls and roof of the two big hoppers there is an accumulation of web and dust where insects can breed freely. Also in the bottoms or sumps of each elevator leg there is about three-quarters of a bag of grain which cannot be drawn out by the buckets. These details are mentioned because they have a direct bearing on the results of the experiments to be described below.

Bin No. 1 had been emptied for the Methyl Bromide Test.

The problem in fumigating such a large volume of bulk grain is to get the fumigant evenly distributed throughout the mass. In this case about 500 tons of maize with a volume of about 23,000 cu. ft. were to be treated in each bin and according to the literature, Methyl Bromide will not penetrate grain from the top for more than about 30 ft. Experiments carried out by Burns-Brown showed that if the material is let down in pipes placed centrally to various depths, the gas would flow down through the centre of the mass and not reach the grain at the sides of the bin.

It was therefore decided to use compressed air to evaporate the Methyl Bromide in a large pressure cylinder and at the same time to force this mixture of air and gas through the grain. The mixture of air and gas was introduced at different levels through long  $\frac{1}{2}$ -in. pipes as was done by Burns-Brown. In order to test the results of this method, it was decided to place small bags of heavily infested grain containing definite numbers of test insects at different levels and positions in the mass.

Two  $\frac{1}{2}$ -in. steel pipes were hung down in the centre of the bin, one being 60 ft. long and the other 30 ft. long.

The lower ends of these pipes were closed by brazing a can over them and rows of  $\frac{1}{8}$ -in. holes were drilled into them through their sides near the bottom. The bin was then filled with flat white maize in stages, the test bags being placed in the maize by hand at different levels as the bin was filled. At each level a bag was placed in the centre and four bags at the points of the compass near the wall of the bin. The bags were all numbered and their positions noted. In addition to 30 bags with counted insects it was decided at the last minute to put in some extra bags at the top of the bin. These were filled from a sack of tailings that was found at the elevator. These tailings were swarming with all kinds of grain insects in a very lively condition.

Bin No. 1 was filled from Bin No. 7 which contained Grade 5 maize from 1954 crop. There were only 450 tons of this maize so another 50 tons (480 bags) of the same grade had to be obtained from a nearby co-operative to fill Bin No. 1 up to the top. The elevator maize had been turned and cleaned many times but there was still a lot of dust, broken grain and weevils in it. The co-operative maize was more heavily infested with insects than the elevator maize.

While filling the bin the maize heaps up at the one side so that the top of the heap is about 6 ft. higher than the grain surface against the outside wall. The maize then flows outwards and has a tendency to push the pipes sideways away from the centre. It was therefore necessary to send a man down into the bin and set the pipes in place after the grain had risen a few feet above their ends. When the bin was nearly full the top of the grain was levelled off so that its surface came about a foot below the lowest edge of the bin which is on the outside away from the manhole.

At the top of the grain the Methyl Bromide gas was distributed through branching polythene piping under a plastic sheet;  $\frac{1}{4}$ -in. bore tubing was used, the main lead running to the centre of the bin.

There it divided into four 10-ft. lengths and these again were divided at their ends into two 4-ft. parts. There were thus eight outlets and these were carefully placed at equal distances around the bin about 3 ft. from the walls and about 4 in. below the grain surface.

The next step was to seal up the grain valve at the bottom of the bin. This was done with sticky masking tape but it was impossible to make the valve really gastight. A special plastic sheet was then sealed over the top of the grain. This was done by first brushing the wall of the bin all round with a steel brush about 6 in. above the grain and then sticking the edge of the sheet to the wall with a 4-in. band of "Plyobond Adhesive". The sheet was slit and rejoined with adhesive masking tape around the pipes in the centre and around the polythene pipe at the side. It was fastened around the pipe in the centre about 3 ft. above the grain thus forming a small tent. As subsequent tests with compressed air and Methyl Bromide gas showed, this seal was quite gas tight and the Plyobond held remarkably well even under considerable pressure. The air compressor was a large Climax, six-cylinder model, as used by the railways on construction work to run jack hammers and rock drills. Its working pressure was 100 lb. per sq. in. but its capacity was far too large and we only used a portion of its power. The air was piped up to the top of the elevator where we had a control valve and pressure gauge on a large air receiver or pressure tank.

This pressure tank or cylinder was about 5 ft. high and 2 ft. in diameter and had a capacity of 10 cu. ft. It had been tested to take 600 lb. pressure and was made of  $\frac{1}{2}$ -in. steel. At the top it was fitted with a  $\frac{3}{4}$ -in. steel cap with three openings; one connected to the compressed air supply with a  $\frac{3}{4}$ -in. pipe running down to the bottom of the cylinder, inside it, one  $\frac{1}{4}$ -in. inlet for the Methyl Bromide and one  $\frac{1}{2}$ -in. outlet from the top of the cylinder to the pipes going down into the elevator bin; that is into the grain. This outlet was also fitted with a tap and connections which could be coupled to either the two steel pipes or to the polythene tubing as required. Great care was taken to get all connections gastight and then a series of tests was carried out with compressed air alone before letting in the Methyl Bromide. It was found that 80 lb. pressure was more than enough for the 60-ft. pipe We did not have an air flow meter and could only estimate the volume of air used by the opening of the tap and the effect it had in raising the plastic sheet on the top of the grain. At 80 lb. pressure and one full turn open, the air rushed in so that after half a minute the sheet on the surface of the maize began to lift slightly. When the air was turned off no further movement of the sheet occurred until the tap was opened again when it bellowed out slightly around the pipes in the centre. It was concluded that we were getting a good circulation of air through the grain but that half a turn of the tap was quite enough. We then tried the 30 ft. pipe and finally the surface tubing with much the same results. Each time the sheet blew up slightly and then very slowly settled down again showing that it was practically gastight but that in the bin generally there was a certain amount of leakage as would be expected.

It was decided to put in the Methyl Bromide in small measured (weighed) doses starting with 10 lb. The Methyl Bromide cylinder was placed on a platform scale and connected to the pressure tank by a length of plastic tubing so that the liquid under its own pressure would run over into the tank. This was done by connecting the  $\frac{1}{4}$ -in. inlet on the pressure tank to the red Methyl Bromide valve which has a tube running down to the bottom inside the Methyl Bromide cylinder. The weight of the full Methyl Bromide cylinder was  $229\frac{3}{4}$  lb. and the gas pressure in this cylinder was 35 lb. per sq. in.

The air temperature was  $25 \cdot 5^{\circ}$  C. and the altitude at Heilbron is 5,180 ft. above sea level. The grain temperature 12 in. below the surface was  $22 \cdot 5^{\circ}$  C. The pressure tank was connected to the 60-ft. pipe into the grain and the valve on this pipe was fully opened. With gas masks on and a Tilly leak-detector lamp burning, the Methyl Bromide was opened at 2.22 p.m. on Friday, 11th November, and 10 lb. of the liquid was run into the tank in 4 minutes. The Methyl Bromide was then shut off and the compressed air at 80 lb. pressure was opened one full turn for  $\frac{1}{2}$  a minute. The sheet on top of the bin lifted very slightly. Another dose of 25 lb. of Methyl Bromide liquid was then run into the pressure cylinder. This took 7 minutes to run in. The pipe into the grain was kept open to avoid condensation of the gas under pressure.

The compressed air was opened again one full turn for I minute. This lifted the sheet about 6 in. off the grain near the wall of the bin. We then closed the inlet valve to the grain and opened the air valve until there was 35 lb. pressure in the pressure cylinder. We then closed the air valve and opened the inlet valve a quarter of a turn. The idea was to "wash" the Methyl Bromide through by alternately compressing it and letting it expand. The process was repeated several times but it was not a success as the Methyl Bromide became very cold in the cylinder and would not evaporate as quickly as was expected.

The air valve was then opened a quarter of a turn with the inlet to the bin fully open. The air could be heard bubbling through the liquid at the bottom of the cylinder which became very cold and soon began to ice over on the outside. After 8 minutes the bottom of the cylinder was white with ice. The sheet was lifting slowly all over its surface but there was no sign of gas leakage as tested with the Tilly lamp either around the cylinder or in the top of the bin below the manhole. After 20 minutes the bottom of the cylinder was so cold that the ice stuck to one's fingers. After 35 minutes the air was turned off. By this time the sheet had been lifted off the grain and blown up around the pipes in the centre to such an extent that we were afraid it would tear off the inside of the bin wall if we continued. There was no gas above the sheet in the elevator bin. The ice on the cylinder showed that there was still Methyl Bromide liquid unevaporated inside it. The compressed air was merely warm to the touch and had very little effect in evaporating the Methyl Bromide. Ten minutes after turning off the compressed air, the cylinder began to warm up and the ice began to melt. We then left the cylinder with its inlet into the 60 ft. pipe open for an hour and a quarter, till 5 p.m. when we turned on the compressed air again for 15 minutes to blow out any Methyl Bromide that might still be in the cylinder. It seemed as if there was still liquid present in the cylinder which was still very cold at the extreme bottom.

It was, therefore, decided to apply heat in addition to the compressed air and at 5.15 p.m. the cylinder was placed in a large water bath made from an old oil drum. Ten gallons of hot water were poured into the drum and two large blow torches were played against its sides so that very soon the water in the drum around the bottom of the cylinder was at boiling point.

At 5.40 p.m. the cylinder was disconnected from the 60 ft. pipe and it was found that all the Methyl Bromide had gone into the bin. Only in the pipe itself was they any trace of gas. Down below, in the wall of the elevator and in the main tunnel there was a strong concentration of Methyl Bromide gas and it was dangerous to go into them even with a gas mask. The ventilation system had not been running while we were applying the gas at the top. It was evident that the grain value at the bottom of the bin was leaking badly and that we had been blowing Methyl Bromide right down through the maize into the tunnel below.

The 30-ft. pipe was then connected to the pressure cylinder and with this inlet wide open to the bin, another 30 lb. of Methyl Bromide was run into the cylinder. While running this dose in, the pressure on the Methyl Bromide cylinder was 15 lb. but there was no appreciable pressure in the pressure cylinder itself. The pressure cylinder was now quite hot because the water in the water bath was boiling near the blow lamps. With the cylinder hot but open to the grain through the 30 ft. pipe, it took 6 minutes to run in the 30 lb. of liquid Methyl Bromide.

The inlet value to the bin was first closed to let the pressure of the Methyl Bromide vapour in the warm cylinder build up to about 40 lb. before opening the valve again. When the valve was opened we could hear the Methyl Bromide gas going in with a rush. After three-quarters of a minute compressed air valve was opened half a turn for I minute to distribute the gas and the sheet was seen to rise again slowly. At 6.5 p.m. the inlet pipe was cold as the Methyl Bromide went in but at 6.15 p.m. it was warming up and apparently all the liquid had evaporated. We opened the compressed air again half a turn for 20 seconds to blow out all trace of this gas and then disconnected the pipe. There was only a slight trace of Methyl Bromide in the pipes. The pressure cylinder was finally connected to the plastic tube leading to the surface of the grain and another 30 lb. of Methyl Bromide liquid was let into it. The cylinder was too hot to touch and it took 10 minutes to run the liquid in. The inlet to the grain bin was left full open but in this case no compressed air was applied because the plastic tubing had eight outlets and it was expected to get a good distribution over the surface of the grain with these. The gas started to flow into the grain at 6.30 p.m.

There was no movement of the sheet this time. At 7.30 p.m. the blow lamps were removed from the water bath but the cylinder was left open to the bin for a little longer to make sure that all the Methyl Bromide had gone in. There was no trace of gas above the plastic sheet and by 9 p.m the sheet had settled down on to the surface of the grain again in its normal position. When the application of Methyl Bromide was started there was a high wind blowing against Bin No. I from the north-west and this continued until about 5.30 p.m. The evening was very clam. At 9 p.m. an investigation of the basement of the elevator showed that the ventilation system was working well but that the grain valve at the bottom of Bin No. I was leaking badly. An attempt was made to plug it with "Everseal" paste but this was not possible with the facilities available and while wearing a gas mask.

On the morning following the application of the gas, the valve was still leaking badly and the well and tunnels were dangerous because the ventilation fan had not been running during the night. The Tilly lamps showed bright blue when held under the valve and bright green in the well. When the ventilation fan was started we could trace the surface of the gas as it went down in the well like a liquid running out of a swimming bath.

It was decided to give the bin an exposure of 72 hours so the elevator was closed and locked until the morning of the 14th. On the 12th and 13th there was a heat wave at Heilbron and the air temperature went up to over 80° F. The weather then turned cold and on the 14th we had a cool wind from the south-east with clouds which later brought rain. Before starting to empty the bin at 4 p.m. on the 14th November the well and tunnels were found to contain about as strong a concentration of Methyl Bromide as they had before running the fan on the 12th and the valve was still leaking to about the same extent. At the top of the bin there was no trace of either Methyl Bromide either above or under the plastic sheet. The sheet was stripped off and removed and the pipes were pulled up out of the grain with a block and tackle.

It took a tremendous pull, using two natives to start the 60 ft. pipe; but once it moved it came up fairly easily. When all was clear the grain valve was opened at the bottom of the bin at 4.10 p.m. At first there was a good deal of Methyl Bromide that came out with the grain but the exhaust system soon removed this and then the gas could only be detected at the surface of the grain as it flowed away on the belt. After 10 minutes the first test bag was recovered on the belt but it was found that the grain moved too fast for us to catch the bags in this way. It was, therefore, decided to recover them on the sieves of the cleaning machine. The second bag came through at 4.35 p.m. At 5 p.m. there was no sign of gas around the valve but it still showed strongly on the surface of the grain as it flowed on to the conveyor belt. The gas did not show at all in the cleaning machine.

We found to our great relief that the test bags came through the shoots and short leg of the elevator on to the sieves without being injured in any way. Their arrival was timed and all were recovered except one which was later found on the sloping floor of the empty bin.

As soon as the cleaning machine began to function we collected samples from the tailing outlets and we found to our consternation that there were large quantities of live weevils in these tailings, particularly in fine material.

It was then discovered that the cleaning unit being used had been standing idle for two weeks and that these live insects were coming from the "dead ends" and the sump of the elevator leg described above. After a short time these live insects ceased to appear. The test bags continued to come through at irregular intervals, sometimes two or three at a time and then for long periods not any at all. Their movements demonstrated in a most interesting way the peculiar flow of the grain in such an elevator bin while it is being emptied and this is described in more detail below.

In addition to the test bags, samples of the three grades of tailings were collected at intervals and counts were made in these.

The test bags were numbered from 1-40. Each contained 30 grams of yellow mealies infested with larvae of *Calandra oryzae*, 20 grams of mealie meal and 100 grams of maize screenings.

300 adult *C. oryzae* and 50 adult *Tribolium castaneum* were put into each of the first 30 bags, and into each of the bags from 31-40, were put 100 live adults of *C. oryzae* and 25 live *T. castaneum*. The object of mixing the mealie meal with the whole grain in the bags was to test the penetrating power of the Methyl Bromide into the kernels and the meal and also to provide the *Tribolium* adults with plenty of food.

Nine bags, similar to the first 40, were kept as controls. Of these, six were kept in a cardboard carton at the top of the elevator away from insecticides, and three were passed through an elevator Bin No. 7 which was being emptied to see if the mechanical turning would affect the insects. The maize from this bin was the maize being turned into the experimental Bin No. 1. Bin No. 7 was about half full and therefore had about 50 ft. of maize in it. We watched the maize from above through the manhole with a pair of field glasses and a light on a long flex, as it flowed out of the bin.

The vortex in this case was near the centre but a little to one side. The grain sloped down to the vortex and moved into it intermittently.

Control bags Nos. 19 and 35 were thrown into this vortex and bag No. 25 was thrown on to the maize surface just against the wall of the bin under the manhole. The first two bags came through on to the sieves of the cleaning machine after 25 minutes and the third bag 7 minutes later. These bags were not harmed in any way and the insects in them were all alive. The test bags were made of unbleached calico woven tightly with 26 threads to the square centimetre. The top of each bag was wrapped round it's contents and then tied with string to make a small parcel but in such a way that at least one side had only one thickness of material between the enclosed insects and the outside.

In addition to *Calandra* and *Tribolium*, bags Nos. 7 and 8 each contained ten larvae of *Trogoderma granarius*. These were in a dense mass of mealie screenings in a  $7 \times 2$  cm. specimen vial which had a cover fitted with fine wire gauge.

In addition there were 20 test bags marked A to U filled with the screenings mentioned above that were found at the elevator. The screenings contained wheat and were heavily infested with various species of insects. These bags were prepared on the spot and no count was made of their contents before they were tied up, and put into the bin.

As explained above, the test bags 1-40 were placed in the grain as the bin was filled in stages. The lettered bags A to U which contained the wheat tailings were thrown in with the grain while the last 5 ft. of the bin was being filled. Bags A, B, C, D, E and F were thrown in a circle against the wall while bags G, H, I, J, K and L were thrown at the same level but about  $4\frac{1}{2}$  ft. from the wall. Bags M, N, O, P, Q and R were put 4 ft. below the grain surface against the wall all round, while bags S, T and U were used as controls. The control bags that were not treated with Methyl Bromide were therefore as follows: 6, 7 and 13, kept in a paper carton; 19, 25 and 35, put through the turning machinery; and S, T and U, kept in a paper carton.

In addition to these sample bags, samples of tailings from the cleaning

machine were collected at regular intervals as the bin was emptied. The cleaning machine divides the tailings into three parts, namely, course sievings, fine sievings and the fine dust and "Beeswing" blown out of the cleaning fan.

## The Emptying of the Bin

It is assumed that the appearance of the test bags at the cleaning machine coincided in a general way with the flow of the bulk grain in which they were embedded and therefore reflected the position of the samples of sievings in the bin while they were exposed to the Methyl Bromide gas.

The first grain to flow out was no doubt that just above the valve which also brought with it much of the old grain in the machinery as described above.

The first test bags to come through were Nos. 9, 15, 21, 31 and 37 in that order, being those placed directly below the manhole and above the outlet valve. No. 9 was 25 ft., No. 15 was 36 ft., No. 21 was 50 ft., No. 31 was 58 ft. and No. 37 was 66 ft. above the valve and they came out at intervals proportional in order to their distance from it.

These records indicate that the grain moved down successively from points 56, 45 and 23 ft. below the manhole in quick succession until about one-third of the bin was emptied. This occurred during the first two hours after the bin was opened.

Seeing that the Methyl Bromide was well distributed from eight outlets as a warm gas, at the top of the bin only a few inches below the plastic cover, it is remarkable that the insects were not killed there. Apparently the gas sank through the grain too quickly and did not remain long enough at a sufficiently high concentration to be effective.

## SAMPLES OF SCREENINGS FROM THE CLEANING MACHINE

The coarse and fine screenings were taken together and the percentage kill of *Calandra* and *Tribolium* in these was noted as follows :

Samples 1 and 1 in. were taken at the same time as bags 9 and 15 came from the cleaning machine. These samples came from between the 50 and 39 ft. levels on the east side of the bin directly above the outlet valve. They contained 89% of dead *Calandra* and 98% of dead *Tribolium*.

As explained above the live insects may have come from the elevator machinery which had been standing unused for several weeks.

Screening samples 2 and 2 in. came from an area directly above the outlet valve and from a height of from 17 to 26 ft. below the grain surface. Virtually all insects in this sample were killed.

Samples 3 and 3 in. came from the space about 14 ft. below the top

of the grain and in these bags 86% of the *Calandra* and 91% of the *Tribolium* were dead.

Samples 4 and 4 in. came from the 6 ft. 5 in. level and in these 91% of *Calandra* and 89% of *Tribolium* were killed.

The fifth bag of screenings came from above the 26 ft. level and showed a percentage kill of 87% *Calandra* and 53% of *Tribolium*.

After this the sample bags and screenings seemed to come out of the bin in a more uniform way and the sixth lot came from the space between 26 and 39 ft. from the top. In these practically all the *Calandra* were dead and 53% of the *Tribolium*.

No. 7 samples came from the 50 ft. level and contained 70% of dead *Calandra* and 46% of dead *Tribolium*.

The eighth and last sample came right from the bottom of the bin and had 98% of dead *Calandra* and 55% of *Tribolium* in it.

On the whole these counts of dead insects in the screenings correspond fairly well with those of the insects in the sample bags.

The counts in these samples of screenings indicate that there were more insects in the upper half of the bin than in the lower half, the lower quarter of the bin containing only about 5% of the number found in the top part, and that the elevator machinery contained a heavy infestation before the bin was opened for emptying.

About three hours after the opening of the bin the maize was apparently moving straight down from the top as shown by the appearance of bags 39, 40 and A. After this at about three and a quarter hours, the regular outflow of bags ceased and apparently a tremendous turbulence in the bulk maize developed whereby the bags were whirled around the bin.

There seemed to be, as it were, a funnel of maize moving down from a height of 4 to 23 ft. below the manhole. Soon, however, at about three and a half hours after the start, the bags began to appear again at regular intervals and in the order at which one would expect them according to their positions in the bin. The turbulence seemed to have died down.

From then on, and particularly as the bin was almost empty, the order of appearance of the bags was exactly as they were placed in the bin itself.

We see, therefore, that there were three phases during the emptying of this bin and that the depth of the maize had a great influence on these phases.

First there was a direct flow from the top to the valve at the bottom. Then there was a turning action when about one-third of the bin was emptied and finally the grain flowed out evenly after about half the grain had run out.

Eight samples of fine and eight samples of coarse sievings were collected simultaneously with the sample bags as the bin was emptied. The sampling was done by hand from full bags of screenings so as to take representative samples. STORED FOOD PRODUCTS

By comparing the time of appearance of the sample bags and the taking of these samples of sievings, a fair idea of their positions in the bin can be obtained. These positions correspond as shown in the following Table.

6	Screenin	g Samples	<b>D</b> estite a		
Sample bag numbers	Fine	Coarse	Positions		
	in.	in.			
9 and 15	I	I	50 and 39 ft. levels E. Directly above outlet valve.		
31, 34, 21, 20 and 2	2	2	26 and 17 ft. levels E and centre above outlet valve.		
26, 12, 32 and 37	3	3	From various levels and positions below 10 ft.		
30 and 40	4	4	At 6 ft. 5 in. level W and centre.		
38, 36, 33 and 22	5	5	Between 26 and 7 ft. 6 in. levels W and S.W.		
24, 23, 14, 16, 17 and 18	6	6	Between 39 and 26 ft. All positions.		
8, 10 and 11	7	7	50 ft. level N.S. and W.		
1, 3, 4 and 5	8	8	73 ft. level all positions.		

Relative Positions of Sample Bags and Screening Samples in Bin

# RESULTS

The numbers of dead and live insects in the sample bags and in the samples of screenings are given in the Table. From the counts of insects in the sample bags there are some interesting conclusions that can be drawn as follows:

The Methyl Bromide must have been distributed to some extent throughout the whole bulk of the maize and evidently diffused from the centre to the wall of the bin at all levels. All insects in the sample bags below a point 50 ft. from the grain surface were killed. Even the larvae of *Trogoderma granarius* which were in fine grain-dust inside glass tubes with narrow openings and these again in a sample bag of sweepings were killed.

Calandra oryzae appears to be more susceptible to Methyl Bromide gas than Tribolium castaneum under the conditions of the experiment. Wherever all the T. castaneum were killed the C. oryzae were also killed but the reverse was not always the case.

Above the 50 ft. level and near the vertical line running between the manhole and the bottom valve, there was a low mortality as shown by comparison between bags No. 15 and control bag No. 19; Nos. 21 and 31 and control bag No. 25 and No. 37, and control bag No. 35.

It is strange that in bag 15 at the 39 ft. level from the top a higher percentage of *Tribolium* was killed than *Calandra*. On the other hand there was very little mortality in bag 16. Thus apart from the movement of the

94

Methyl Bromide gas in a downward direction there may have been leakage in the bin wall. It is also known that the gas sometimes distributes itself unevenly and these factors may therefore have accounted for such discrepancies.

On the other hand, bag 20 on the north east at the 26 ft. level gave a 100% kill of *C. oryzae* and a low kill of *Tribolium*. Bag 21 had about 50% dead insects of both species and in bags 22, 23 and 24 on this level there were no live insects.

At the 17 ft. level bag No. 31 on the east side directly above the valve again gave the poorest kill while bag No. 34 in the centre had almost all the *Calandra* dead but all the *Tribolium* alive. The other bags Nos. 26, 32 and 33 showed the best results on this level having all *Calandra* dead.

As far as the test bags A to R is concerned which were buried in the top 5 ft. of the grain, there was no significant difference between the mortality in these and in the control bags kept in a paper carton.

From a study of these results, it appears as if there was a funnelshaped space with its lower point against the eastern wall of the bin and at a level of 50 ft. from the top, in which the Methyl Bromide gas sank down too fast to kill the insects. Below and outside this space the gas apparently remained long enough and at a sufficient concentration to give a high mortality.

Above the 17 ft. level in bag 40 there was no killing of either species while in Nos. 38 and 39 all the *Calandra* were killed but no *Tribolium*.

It appears therefore that bag 40 was at the upper edge of the coneshaped space where the dosage was below the lethal limit. There was no significant mortality in any of the bags above the 6 ft. 5 in. level.

## CONCLUSIONS

In considering the whole attempt to fumigate this vertical silo bin we conclude that the Methyl Bromide gas and air mixture must have diffused throughout the bin in all directions and reached the walls on all sides. Apparently the heavy gas sank through the grain too quickly after application to give a satisfactory kill of the insects at the top of the bin and in a coneshaped space below the manhole. In other words the concentration of Methyl Bromide did not remain high enough for a long enough period in this space to give a satisfactory kill. It is estimated that at least one-third, or about 30 lb. of Methyl Bromide was wasted in this space. This was probably due to leakage at the outlet valve at the bottom of the bin and to leakage through the bin walls aided by the strong wind mentioned above.

On the other hand the results in the lower two-thirds of the bin were satisfactory.

The results show better in the sample bags, which were carefully

placed in the grain, than in the bulk grain taken out at intervals as screenings from the cleaning machine. There is, however, a fairly good correlation between the results from the bags and the screenings.

It is evident that much more information is needed in regard to a number of physical factors such as pressure at various points in the bin, the movement of the maize as the bin empties, the temperature, moisture and oxygen content of the grain at different heights and the influence of all these factors on the insects in test bags placed at various positions in the grain.

## **GRAIN STORAGE PROBLEMS IN SOUTHERN NIGERIA**

Paper read by

G. H. CASWELL

at 6th C.I.A.O. Conference held in Sao Thome, August 1956

I am going to speak of two crops, cocoa and maize, which present different aspects of the problems of storage in Southern Nigeria.

The presence of mould or insects on cocoa reduces its value out of all proportion to the damage actually done, and as it is a very valuable crop, worth about  $\pounds 200$  per ton on the export market, almost any amount of money can be spent on research and routine measures to maintain and improve its quality.

Maize on the other hand is worth about  $\pounds 25$  per ton and is not an export crop. Yields are low and infestation by insects is accepted as inevitable. Fertilisers, insecticides and fungicides used to increase yields hardly pay for their application, and profit from the crop will not pay for research into new and better yielding varieties.

Cocoa is grown by peasant farmers who have achieved remarkable success by raising the annual production to about 100,000 tons in less than 80 years. It is fermented and dried by the farmer and sold to licensed buying agents who are controlled by the Cocoa Marketing Board.

Cocoa is graded by Marketing Board officials, who count the number of defective beans in a random sample. Defective beans include those which are weevily, mouldy, flat, slatey and germinated. The total defective beans from all causes must not exceed 5% for cocoa to be Grade I. This grade sells for £200 per ton on the world market. Grade II cocoa is that with 5-12% defective beans and sells for £185 per ton. From 12-20% the cocoa may not be sold but it may be blended with better quality produce to bring it up to gradable quality. Cocoa with more than 20% defective beans is destroyed and it is a punishable offence for a licensed buying agent to hold such cocoa in his store.

The cocoa season begins in September which is the rainy season. At this time the percentage of mouldy cocoa may be as high as 3-to 4%, but fortunately insect infestation has barely started. The rains end in November and by December the percentage of mouldy cocoa has fallen to about 1.5%. Meanwhile, insect populations are building up and the percentage of weevily beans will have reached about 0.1%. By March the percentage of mouldy beans will have fallen to between 1 and 2% while weevily beans will be about 0.5%. With grading regulations demanding such a high quality product, it is clear that quite small increases in the number of defective beans will profoundly affect the value of the product. The proportion of slatey, flat and germinated beans does not alter no matter how long the cocoa is stored. Flat and germinated beans may be eliminated by careful hand picking. Slatey beans can be avoided by proper fermentation. Mouldy and weevily beans on the other hand are likely to increase in numbers while the cocoa is in store, and it is these two types of defect which present the main problems of cocoa storage.

For good keeping quality the cocoa after fermentation should be dried to 6-8% moisture content. In the dry season this can be achieved in about 6 days by sun drying. In the rains it may take as long as 6 weeks or it may not be achieved at all. Artificial drying is troublesome for the small farmer. If he uses a home-made dryer he is likely to get smokey beans which will lead to the confiscation of his cocoa by the marketing authorities. If he manages to avoid this the flavour of the cocoa may be impaired by too rapid drying of the cocoa in the early stages. The peasant farmer is unlikely to be able to afford a dryer which ensures good aeration and a controlled temperature. In any case he is not likely to have the technical knowledge to operate and maintain such equipment.

The major insect pest of stored cocoa is the anobiid beetle Lasioderma serricorne. Riley, working at Ibadan has found that this beetle can feed on a wide range of materials so that once it is present in an area it will find numerous alternative food supplies to enable it to bridge the gap between cocoa seasons. In particular it is found on stored tobacco. The female lays about 50 eggs during a life span of 3-4 weeks. The eggs are laid among the beans and when the larvae hatch they bore into the beans where they moult, pupate and finally emerge as adults after 60-90 days. Cocoa is not a preferred crop for Lasioderma. On flour it will pass from egg to adult in 30 days and on cowpea or maize in about 35 days. It is fortunate that the life cycle is so long on cocoa, but the beetle is still a potential cause of downgrading if storage is prolonged.

It is clearly important to store cocoa for as short a time as possible, but transport difficulties and shortage of shipping space may delay the despatch of the cocoa and make it necessary to take measures to prevent the increase in numbers of defective beans due to insect damage. These measures will be of two types: firstly, those which destroy the beetles already in the cocoa and, secondly, those which prevent infestation. The first requirement can be met by fumigation, the second by spraying stacks with insecticide or by storing the beans in paper bags. Another method combining the two requirements would be to mix an insecticidal dust with the cocoa. All of these present almost insuperable difficulties. The fumigation of 100,000 tons of cocoa at the right time, and with the staff and equipment available would be impossible. In any case much of the cocoa would not be delayed long enough to merit fumigation, and it would be wellnigh impossible to forecast when and where a delay would occur. The detection of half-a-dozen beetles in a bag of cocoa which would indicate the need for fumigation is likewise nearly impossible, although some indication can be got by placing traps in cocoa stores. Spraying or misting without prior fumigation loses much of its effect if the stack is already infested. Mixing with an insecticidal dust as a routine measure might be a solution were it not for the fact that there is a risk of taint and cocoa manufacturers are naturally very conscious of this and deplore the use of any insecticide. Storage in multi-wall paper bags would protect uninfested cocoa, but the bags so far tried will not stand up to the rough handling which they get, nor do they permit Marketing Board officials to sample the beans without destroying the bags.

A solution might be to give priority of transport to cocoa which is stored in towns where protective measures such as fumigation and spraying cannot easily be applied, and to establish control units in the large centres where fumigation and spraying could be carried out as required under the supervision of technical experts.

Turning now to maize, over 500,000 tons are produced annually in Nigeria. Yields range from 500 to just over 1,000 lb. per acre which are comparable with those of Asia, Central America and South Africa, below those of Egypt and South America and well below those of United States and Canada. New high yielding varieties are being distributed by the Government Research Department but these have certain disadvantages as will be seen later.

Most of the maize grown is stored on the cob by the farmer, who usually keeps it in a hut over a slow fire. This is intended both to dry the grain and keep it free from insects. The farmer uses his maize not only to supply his own needs but to sell when he needs money. The price of maize in the market may range from about 35s. per 200-lb. bag just after the harvest to over f.4 per bag just before the next harvest. This rise in price makes the farmer anxious to hold his grain as long as possible. When he needs money he will sell a little to a middleman who takes the maize off the cob, bags it and takes it to a nearby large town. The middleman has only limited capital, so he is anxious that his money should be tied up for as short a time as possible. He takes the maize to a storekeeper in the town who sells it for him. The storekeeper earns a shilling per bag no matter how long he stores the grain so it is to his advantage to empty his store as quickly as possible. Much of the grain is bought by market women who buy by the sack and sell by the cigarette tin in the local market. The prices quoted earlier are storekeepers' prices. The farmer may receive no more than half the price asked by the storekeeper, and the market women may get twice that price. Thus the farmer may receive f, r for a bag of maize, whilst the market women may get £4 for the same bag a week later. A major maize storage problem is immediately clear : how to divert the enormous amount of money involved in the distributive trade to the

improvement of the crop and the benefit of the farmer without disrupting a complicated economic system. Five million bags of maize—which is approximately the annual production—at  $\pounds_3$  per bag, which may be the rise in price between farmer and consumer, is 15 million pounds. This is the absolute maximum. If only half the maize is sold in this way and the difference in price were only  $\pounds_1$  instead of  $\pounds_3$ , there would still be nearly 3 million pounds involved annually in distribution. This amount should be enough to finance a marketing board which could stabilise the price, ensure adequate drying and storage facilities and deal with transport. Research on maize storage is intended to help the various government concerns who may want to store a few tons of maize and also to prepare for such a change as has been envisaged.

In Southern Nigeria there are two crops of maize. One is harvested around July and the other around December. The first is the main crop and comes in the middle of the wet season. Maize comes out of the field at something like 20% moisture content. The germination of grain stored in Nigeria at a moisture content of 17-18% will fall to 50% in a month. Stored at 15-16% moisture content the germination will fall to 50% in about three months. At 13-14% moisture content the germination will remain above 50% for more than six months. In addition, above 15%moisture content fungus will develop rapidly making the maize unsuitable for food.

The peasant farmer's method of drying is clearly impracticable on a large scale even if it were efficient. Sun drying is possible for the second crop but not for the main crop. The new high yielding varieties of maize have large tightly packed cobs which dry more slowly than the old varieties, making the drying problem more difficult. The moisture content of grain tends to reach equilibrium with the humidity of the surrounding air, so that the air with a low moisture content will dry grain. This can be achieved either by warming the air or by drying it. It has generally been found that the first is simpler, and since it is the common practice in Europe it has been brought to West Africa.

Platform dryers are the simplest to build but probably the least economical to run. These consist of a platform with holes in it on which sacks of grain are placed. Warm air is blown under the platform and passing through the grain will remove about 1% moisture per hour. This type of dryer will deal with about 2 tons of grain at a time. Handling the grain involves much labour and is a major disadvantage of the method. A second method is to pour the grain into a storage bin with a false bottom. The bin holds about 20 tons of grain and warm air can be blown under the bottom and up through the grain. A much slower drying rate is used than with the platform dryer. Something like  $\frac{1}{2}$ % moisture is removed in 24 hours. The thermal efficiency is much higher, handling costs are lower for the dryer is also a storage bin. The capital cost is much higher and if the grain placed in the bin is too wet or the bin is filled too deeply, the grain at the top may deteriorate before it gets dry. Grain can be "batch dried" by placing two or three tons at a time in a specially constructed holder, through which warm air is blown. The bin is emptied when the grain is dry enough and refilled. Capital costs are high, and so are handling costs, but this type is more efficient than the platform dryer. It might be made portable and taken to drying centres which serve a number of farmers. The last type of dryer consists of a tower down which grain passes while warm air is blown through it. This type is generally very largely expensive to buy and to operate. It is only suitable for installation where large quantities of grain are handled. Thus drying presents no fundamental problem ; it is merely a matter of selecting the type most suited to the situation. The major problems remain, firstly, breaking up a well established system and, secondly, finding the capital for the machinery and the recurrent expenses for operation and administration.

The second major maize storage problem is insect damage. The main pest is Colandra oryzae, a weevil. Infestation begins in the field. The weevil crawls under the sheath of the cob and lays its eggs on young grain. Thus when the maize is harvested it is likely to be infested already, and any delay in treating the grain will lead to an increase in the damage. Untreated maize a month after harvest is likely to show that 20% of the grains have exit holes made by Calandra adults. Some of the new varieties have shorter sheaths than the old ones so that infestation of these in the field may be higher than with the old varieties. Riley, working at Ibadan, has shown that during storage Calandra shows a preference for some of the new varieties over the old ones. Once again the new varieties are seen to have disadvantages. This problem, too, has no fundamental difficulties. The damage can be checked by mixing the grain with any of the less toxic insecticides. Damage can be stopped entirely by fumigation followed by storage in insect-proof containers. These containers might be bins, drums or multi-wall paper bags.

With cocoa then, the problem is to deal with a potential damage to 5% of the product, with maize the problem is to deal with a potential damage to 100%. An increase of 5% damage on cocoa may cause immediate loss; an increase of 50% damage to maize will have little effect. Thus with cocoa, both the incentive and the financial support for research and control are present, while with maize there are neither. Meanwhile, the problems involved in controlling the small damage to cocoa are enormous, but maize could be vastly improved without much difficulty.

# NOTE SUR LES PERTES CAUSÉES AUX DENRÉES STOCKÉES EN AFRIQUE OCCIDENTALE DURANT LEUR CONSERVATION

#### par A. MALLAMAIRE

#### Chef de la Protection des Végétaux en A.O.F.

Aux dégâts importants causés aux récoltes sur pied par les animaux déprédateurs (rats, écureuils, singes, poissons, oiseaux etc. . .) les insectes nuisibles et les maladies, s'ajoutent les pertes souvent importantes dues aux animaux (surtout rats) aux champignons (moisissures) et surtout aux insectes.

Dans le tableau joint ont été résumés la production vivrière globale des différents territoires de la Fédération, les pourcentages de pertes et la valeur globale des pertes.

Les pourcentages de pertes indiqués ne peuvent être qu'approximatifs, ils varient dans d'assez fortes proportions, d'un territoire à l'autre et d'une année à l'autre.

Toutefois, les chiffres indiqués sont largement inférieurs à la réalité ; on peut estimer à 10 milliards de francs CFA environ, les pertes globales supportées chaque année par l'agriculture africaine, uniquement en ce qui concerne la conservation des denrées.

Nature du Produit	Production Totale (Tonnes)	Pourcentage de Perte	Perte Totale (Tonnes)	Valeur moyenne à la tonne	Estimation totale de la perte (en francs CFA)
Mils et sorghos Riz paddy Riz (1) Maīs Fonio Niebés Voandzou Haricots Patates Manioc Arachide en coque Cacao Café Sésame	$\begin{array}{c} 2.594.000\\ 628.000\\ 70.000\\ 411.100\\ 103.400\\ 71.500\\ 26.500\\ 246.300\\ 2.533.000\\ 1.682.600\\ 2.533.000\\ 1.682.600\\ 256.500\\ 994.000\\ 62.000\\ 97.600\\ 23.000\\ 4.500\end{array}$	5% 5% 10% 10% 20% 20% 20% 20%	149.700 31.400 3.500 41.110 51.700 7.150 2.650 12.315 50.660 33.640 5.130 49.700 3.100 1.956 4.600 900	15.000 20.000 37.500 27.000 14.600 14.600 14.600 14.600 10.900 12.500 17.600 86.000 91.800 55.000 27,200	2.245.900.000 628.000.000 131.250.000 982.300.000 5.110.000 5.10.000 5.3.000.000 179.799.000 1.519.800.000 366.676.000 64.125.000 1.749.440.000 266.600.000 179.560.000 253.000.000 24.480.000

Evaluation des pertes des denrées emmagasinées en A.O.F. (1955)

• Riz importé (brisures). Mils=Pennisetum typhoideum. Sorghos=Sorghum spp Fonio=Digitaria exilis. Niébés=Vigna unguiculata (cowpea). Haricots=Phaseolus vulgaris.

# LA SOCIÉTÉ COOPÉRATIVE DES PRODUITS AGRICOLES "SOCOPA"

# Extraits du rapport sur les "Essais Pyrctox" de M. Van Den Bruel, Agronome de la Direction Sud

# GÉNÉRALITÉS

1,6 tonnes de haricots achetés à Kibu vers le 20 janvier 1955 ont été stockés au magasin de Kiandjo le 25 janvier 1955. A ce moment, ils ont été mis en sacs de 81 kgs. brut et pyretoxés aux doses suivantes : 5 sacs à 2%, 5 sacs à 3%, 5 sacs à 4%, 5 sacs à 5%.

Un essai de cette envergure éliminait les erreurs dues aux petits nombres si l'essai n'avait porté que sur quelques kilos.

#### Constatations à la clôture de l'essai (le 15/2/56)

1. — Les 12 sacs restants ont été ouverts. Il étaient en bon état. Nous avions d'ailleurs utilisé des sacs neufs en janvier 1955.

2. — Aucun charançon vivant n'a été trouvé dans les sacs, ni dans les haricots, ni dans les échantillons prélevés.

3. — Les haricots ont gardé le même aspect qu'au moment de l'achat à Kibu.

4. — Les sacs ont gardé le même poids brut qu'au début de l'expérience (81 kgs.).

5. — Le pyretox mélangé aux haricots a été retrouvé dans un parfait état de pulvérulence, en dépit de l'humidité de l'air bien connue dans les régions de haute altitude.

6. - D'après le tableau de contrôle de février à décembre, on n'observe aucune variation dans le pourcentage de haricots charançonnés dépassant 2,50%. Ce qui représente un indice très favorable de + 0,2%/mois théorique.

## Conclusions

1. — La moyenne au 16 février 1956 était pour l'ensemble du lot de 3,523%:

# + 10,647. - 3,163.

or, la moyenne au 25 janvier 1956 n'a pas été calculée d'après les moyennes de chacun des sacs, mais sur l'ensemble du lot.

Donc cette moyenne est fausse : en effet, nous avons constaté que le lot est fort disparate et que cette disparité est indépendante de la dose de pyretox.

Nous comparons la moyenne au 16 février 1956 soit 3,523% et la moyenne des moyennes 3,889%, la différence est faible : 0,366.

La critique de cet essai ne se justifie donc pas, elle a mis en valeur le fait qu'à l'achat les haricots étaient déjà charançonnés.

2. — L'effet de pyretox est prolongé.

3. - Le fait que les haricots étaient plus ou moins fortement charanconnés à l'achat (cfr sacs VI, N5) ne nous permet pas de dire si le pyretox agit vite ou lentement.

4. — Nous n'avons trouvé au 16 février 1956 aucun charançon vivant. Au 25 Mars, soit après deux mois d'ensachage, il n'yavait plus de charançons vivants dans les lots J2 et N5 soit 4% et 5% dans les V3–B3, soit 2% et 3% sur les charançons trouvés, 11% et 4,25 vivaient encore, mais étaient rendus inoffensifs.

5. — Une dose de 2% est suffisante normalement, un contre-essai l'a prouvé.

L'achat de Myamoto qui était non charançonné, a été protégé très efficacement par du pyretox à 2% (charançonnés : 0,29%).

6. — Tenant compte de la lettre DMOI 72/56 pyretox 2% à 17 Frs. le kg. = 34 Frs. — /1 T. haricots.

Novitox 1% à 30,50 Frs. le Kg. = 30,50 /1 T. haricots.

Nous préférons pyretox pour sa pulvérulence et pour son action plus soutenue.

#### **Conclusion Générale**

Nous conseillons l'emploi du pyretox.

#### THE CONTROL OF STORED PRODUCTS INSECTS IN KENYA

#### By R. LE PELLEY and S. KOCKUM

## INTRODUCTION

Work on the control of stored products insects and advice to the public on this subject has always been centred in the Department of Agriculture. References to this work have occurred in departmental reports for nearly 50 years past. The work was intensified in 1047 and 1048 when large scale experiments were begun with pyrethrum, B.H.C., and other insecticides, this being only a part of the work of the entomological section, and proving a heavy commitment. Following a suggestion from the Secretary of State for the Colonies a notable improvement occurred in 1040 when an Inter-Departmental Committee, advisory to the Minister of Agriculture, was set up to ensure that the subject of pest infestation of stored products received full and sustained consideration and to advise the administration regarding any steps necessary to prevent or reduce existing losses. This Committee consisted, and still consists, of the Maize Controller, a Senior Medical Officer representing the Medical Department and the Senior Entomologist as Chairman. Special staff was engaged and appointed to the Maize Control to work on the lines agreed by the Committee, namely, an Entomologist and a Stored Products Scientific Officer, the Senior Entomologist, Agricultural Department, also collaborating in so far as his other duties permit. A notable feature of the work following the appointment of this Committee and the special staff mentioned has been the close collaboration of the Maize Controller and all his staff, and their help in the really large scale control experiments thus made possible. The other notable feature of the general set-up for Stored Products research in Kenya is the help obtainable, and may I say always readily forthcoming, from the Pest Infestation Laboratory at Slough, through the Colonial Liaison Officer. We have kept in very close touch with Slough and cannot pay too high a tribute to their help. A short account of the problems investigated and still under investigation is given herein.

## **PROTECTION OF MAIZE IN BAGS**

After delivery from the farm the system in Kenya for many years past and at present is for maize to be stored in bags, and large bag stacks controlled by Maize Control are present in many centres.

The protection of bagged maize has from the start played a large part in the experimentation and the following has been determined.

٠

#### **1. Inert Dusts**

(a) Kenya Diatomite itself is a protectant. It reduces the percentage of grain damaged. When used in bagged grain this may not be due solely to intrinsic toxicity, but also to the slippery nature of the material inhibiting insect distribution through the bulk of grain.

(b) Local Bentonitic clay is not a protectant and its addition to grain may on the contrary provide a more favourable environment to Calandra.

#### 2. Insecticides

(a) D.D.T. at the rate of seven parts per million has not a protectant effect.

(b) Gamma-B.H.C. in Diatomite well distributed throughout the grain is completely effective for 16 months at the rate of 1 p.p.m. At 0.5 p.p.m. it was found to be insufficient. Gamma-B.H.C. dispersed in water (1 p.p.m.), sprayed on maize before filling into bags had a protectant effect for three months only.

## 3. Pyrethrum powder

Pyrethrum is an established crop of great value in Kenya and has therefore (and also because of its low toxicity to mammals) been used in all our experiments. The indications are that the officially approved limit of 25 p.p.m. of pyrethrins is about the minimum for really effective use. At this rate it has been found to be effective for eight to twelve months.

#### 4. Pyrethrins plus Piperonyl Butoxide

Used at approximately 1 p.p.m. of pyrethrins with 16 times the amount of piperonyl butoxide mixed locally in talc and also in ground soapstone both mixtures were effective for six months. In an experiment with a proprietary product with the same relation pyrethrins : piperonyl butoxide of 1:16 and used at 1.9 p.p.m. and 3.8 p.p.m. of pyrethrins, the lower rate gave protection up to about seven months and approximately the same result as pyrethrum powder applied at the rate of 25 p.p.m. of pyrethrins, while the higher rate was still effective at 15 months, when the experiment was discontinued. Piperonyl butoxide used alone had no effect. In a further experiment with pyrethrins : piperonyl butoxide (1:10) in pyrethrum mare at 3.75 p.p.m. pyrethrins. This has shown itself to be outstandingly effective for more than 19 months.

#### 5. Placement of BHC

As gamma-B.H.C. has a fumigant effect it has been suggested that a thorough mixing of the insecticide and the grain might not be necessary. An experiment to test this is still continuing. B.H.C. was mixed with onefifth of the maize which was placed in a bag and the remainder filled up with untreated grain giving I p.p.m. calculated on the total of grain in the bag. Four bags were used. Monthly insect counts showed somewhat fewer insects than in untreated control bags but unexpectedly there were as many or more living insects in the treated as in the untreated end of these bags.

6. Treatment of the bag fabric only was investigated using different pyrethrin and B.H.C. formulations. Treated bags normally had a short delaying effect on the infestation but the protection was quite insufficient under local conditions.

## **PROTECTION OF COB MAIZE IN CRIB**

This is reported on separately by one of the authors. Four experiments with maize on the cob in cribs have been carried out. A successful practical method has been found which consists of treating the cobs while going into the crib with 0.5% Gamma-B.H.C. at 8 oz. to 9 cu. ft. Dusting with pyrethrum and provision of different types of walls to the crib, aiming at preventing insect damage on exposed sides, have been and are now under investigation. Though no method of protecting maize in the crib was known when this work began and *Calandra* usually greatly increased in the crib, this is now the one portion of the storage cycle where virtually complete control is obtained. The almost universal use of the method by farmers has been largely instrumental in reducing this former major pest to a position where it is comparatively rare Most of our work now centres on *Tribolium*, *Oryzaephilus* and *Ephestia*.

#### FUMIGATION

Methyl Bromide fumigation of grain under gasproof sheets was recommended in Kenya as early as 1951 but early experiments were interrupted and it was not in general use before the end of 1954. Though usually effective against *Calandra*, it was soon found that under local conditions the usual rates of gas applied elsewhere did not suffice. Experiments were undertaken on ten stacks each consisting of about 15,000 bags all in one store, each stack separately fumigated under gasproof sheets. Different concentrations and lengths of time under gas were tried. It was found that exposure time was the most important factor. This work resulted in a recommendation of 2 lb. Methyl Bromide per 1,000 cu. ft. for 48 hours.

While this completely eradicates *Calandra oryzae*, both *Tribolium* castaneum and Oryzaephilus surinamensis show a low survival rate even at this dosage. It seems probable that this is due to lack of penetration of the gas to parts of the stack. To investigate this and to study the problems involved in these large stack fumigations, plans have been made and are now well advanced for a study in collaboration with the Pest Infestation Laboratory at Slough of such fumigations and particularly of the penetration of gas in large stacks using modern gas sampling techniques. All apparatus is now collected and calibrated and the stacks should be fully prepared with sampling tubes in place by February.

#### STORED FOOD PRODUCTS

#### EPHESTIA INFESTATION

Since routine fumigations with Methyl Bromide have been carried on we have experienced heavy infestations of *Ephestia cautella* in many of our stores. Pyrethrum formulations applied as a fog spray have been found effective in killing the adult population, but as emergence goes on all the time this treatment has to be constantly repeated. Outside dusting or spraying of the bags with B.H.C. or D.D.T. has been shown to have no appreciable effect on the infestation of the moth.

# INSECT INFESTATION IN RAILWAY TRUCKS

Heavy insect infestations sometimes remain in empty railway trucks resulting in reinfestation of fumigated grain and other clean stored products when loaded in these trucks. Various methods of disinfestation have been suggested from time to time but most of these are impracticable in normal railway use. Spraying the trucks with persistent insecticides, if effective, is considered practicable. A number of trucks have been sprayed with different formulations and tested at intervals by placing test insects on the walls under patches of muslin. Difficulties were experienced in finding the sprayed trucks and the Railway suggested a solution of this difficulty and painted eight trucks green in order that they might be promptly recognised on the line. Difficulty was also found in devising a satisfactory testing method. In early tests controls were either placed in tubes in the trucks or on a loose plate of iron which was unsatisfactory since it did not give a direct comparison with the conditions on the truck wall. This was, we believe, satisfactorily overcome by painting patches for the controls with an aluminium paint over the treated surface and during the tests the truck walls are now shaded with tarpaulins on the outside. It is considered that to be of practical value a treatment needs to be effective for more than six months preferably up to a year.

Only resin formulations have been shown to last for more than six months and of these a formulation of Dieldrin (18%) plus Coumarone resin (1.8%) has so far proved to be fairly effective in some trucks for more than nine months, by tests as described and the trucks also being insect free after this time. The method can be considered to show promise, but much further work on it is needed.

## TREATMENT OF STORES

Spraying of Store Walls. The use of D.D.T. or D.D.T. and B.H.C. mixed, in the form of wettable powders has been recommended for many years past as a residual spray on the walls of stores to supplement other treatments applied to bagged produce in the stores. The development of long lasting formulations of insecticides with resins offered the hope of increased life of toxic films on walls. An experiment with wettable powders and insecticidal resins on whitewashed rough stone walls showed that wettable powders (D.D.T. and B.H.C.) had very little residual effect after one month, though D.D.T. was noticeably more effective than B.H.C. against *Tribolium*. Urea formaldehyde resin containing 2% B.H.C. plus 20% D.D.T. was fully effective against both *Calandra* and *Tribolium* after five months. It is believed that it was effective for much longer up to at least ten months—but this was not proved as there was some doubt as to whether contamination of the walls with other insecticide did not occur after the five-month sampling. A resin containing 5% B.H.C. plus 10% D.D.T. was fully effective against *Calandra* after five months but never gave a complete kill of *Tribolium*. A resin containing 5% Aldrin and 10% Dieldrin rapidly lost its effectiveness after one month.

# AFRICAN STORAGE

A survey of African storage methods has been carried out in several African areas and given much useful information. The use of insecticides to protect grain in African stores is beginning in some areas. This will prove an important means of conserving grain in the future.

# WORK CONTINUING OR PLANNED

It is thought sufficient to give a short list of the main lines of work contemplated in Kenya in the near future.

1. Methyl Bromide fumigation.

- 2. Control of residual insect infestation in railway trucks.
- 3. Study of moisture content of maize and its determination.
- 4. Insecticidal resins for treatment of storage premises.
- 5. Study of Ephestia cautella in local conditions.

6. Study of parasitation of stored products insects, and the effect on parasites of fumigation and insecticidal treatment.

#### SUMMARY

1. The administrative and technical set-up for research on the control of stored products insects is shortly described.

2. Results are given of experiments to control insects in bag storage, in crib storage, with fumigation, with insecticidal resins in stores, and in railway trucks.

3. Main lines of work for the immediate future are listed.

## STORAGE OF MAIZE ON THE COB IN KENYA

In Kenya maize was planted as a crop by the natives before Europeans settled in the country. Maize may have been introduced by the early Portuguese at the coast, but it may have been grown here before that time. The question is not yet decided from where maize originated, and after all it may have been an old world plant from the beginning. It seems to have been an established crop in parts of the Chinese imperium at the time Columbus reached America. Lately it has been suggested that maize was introduced in prehistoric times to America from Africa.

The maize grown in Kenya by the native population used to be a small-grained, low-yielding variety. This has been replaced by introduced varieties and the original type is now hard to find anywhere in the country.

Some of the stored products insect pests are equally old in Africa. *Tribolium* sp. have been found in a pharaonic tomb of the sixth Dynasty (ca. 2500 B.C.). Local strains have evolved which may have reactions to insecticides different from those of races of the same species in other parts of the world. *Tribolium castaneum* sent to England by us was found to be at least 12 times as resistant to gamma-B.H.C. as some of their local strains. It seems evident that results obtained from experiments cannot be applied to other areas without local experimentation.

The insect species giving trouble in cob storage of maize are mainly *Calandra oryzae* and *Sitotroga cerealella* which are present in the field before harvesting. Next in importance are *Tribolium castaneum* (*T. confusum* is present in some districts) and *Oryzaephilus surinamensis*.

The climatic conditions which influence storage methods in Kenya are varied. The maize growing districts are found from the coastal belt up to an altitude of some 9,000 ft. The temperature is high in the lower areas, and frost is experienced in the highest parts. The rainfall is influenced by the monsoons and most of Kenya enjoys two periods of good rainfall yearly, the so-called long and short rains. Western Kenya, where the bulk of our maize is grown, is influenced by the great water surface of Lake Victoria and thunderstorms occur frequently between the long and short rains, where here it is hardly possible to distinguish two separate rain periods. In all districts, however, a dry and hot season occurs in January and February.

Maize is always planted at the onset of the long rains, usually in March/April. A second crop is planted in most African areas during the short rains in November. The harvest time falls in periods which are not specially dry and the crop has to come off the fields before the ground gets too hard for ploughing. Very little maize is shelled from the field as it has not had an opportunity of drying out sufficiently. This is the reason why most of the maize has to be kept on the cob in some form of crib storage. In this manner it is normally kept for half a year and part of the crop considerably longer. In modern agriculture with a large surplus in the growing, sufficient transport does not exist nor are there sufficient stores at the receiving end to handle a season's crop and to hold reserves for years of shortage at the same time. The delivery season is therefore drawn out over more than half a year.

The usual type of crib store on European farms consists of a rectangular building, supplied with a wooden floor raised from the ground; the walls are made of wire netting and the roof of corrugated iron. The size is usually 8-15 ft. wide and inside wall height 9-10 ft. A number of so-called Argentine cribs are also used. These are of circular shape; maize stalks are used instead of wire netting, these being retained by circular fencing wire and a bedding of stalks serve as the floor.

The storage system in the African areas varies with local climatic conditions and the type of store differs slightly with different tribes.

From the coast up to an altitude of about 2,000 ft. the maize is stored on the cob in the huts on a specially built loft and a slow fire is kept burning below. Only a slight increase in the ambient temperature is necessary to prevent normal insect pests from breeding. Cockroaches are the only stored products insects which seem to be able to withstand this treatment to any extent. At a higher altitude the amount of firewood needed to keep up the necessary temperature makes this method impracticable.

In the other parts of the country separate stores are built for the crop. These are always raised from the ground. In the hot areas the walls are made from papyrus or consist of a thin layer of grass and the conical roof is grass thatched. Higher up these store-huts are provided with walls of a wicker-basket type made from wooden stricks and often plastered with mud. In the highest parts the structure is tight, and one even finds stores with a plastered ceiling.

In one district, on the north-western slopes of Mount Kenya, where the rainfall is high, a completely different method of storing maize on the cob is found. Here the maize cobs without having the sheaths removed (which is otherwise done in crib storage) are tied to a pole in tight bunches. The pole either stands on the ground or is hung up high in a tree. The crop is left on the pole until required for shelling.

The damage caused by insects in crib storage becomes very extensive after a few months when no insecticide is used. At an altitude of 4,000-6,000 ft. where most of Kenya's maize is produced, more than 20% of the weight can be lost within six months. At this time parasites have multiplied and the rate of loss decreases, but about 30% will probably disappear if the maize is stored in this manner for a full year without protection. The acreage planted to maize in African areas is partly governed by this cause and only so much is put under this crop as can be consumed before such losses get too severe.

## **CRIB EXPERIMENTS**

In view of the severe losses in cribs and the lack of any known positive method of control at this stage in the storage process, it was realised that this was an important subject for experimentation.

In 1952 two cribs were built at Scott Agricultural Laboratories, Nairobi, for experimental purposes. These were of the usual European rectangular type, 36 ft. long, 9 ft. wide and with 9 ft. high wire netting walls under corrugated roof. Each crib was split into compartments  $4\frac{1}{2} \times 6 \times 9$  ft. in

size, thus giving 24 compartments in all, making it possible to lay out replicated plot experiments.

The first experiment carried out has been fully described in the East African Agricultural Journal No. 2, 1953. Treatments with dusts were used comparing: (1) 8 oz. per cu. ft. of diatomite; (2) a mixture of 25% pyrethrum powder and 75% diatomite; (3) 0.04% gamma-B.H.C. in diatomite; and (4) 0.4% gamma-B.H.C. in diatomite. Nearly complete protection over six months was obtained with 0.4% gamma-B.H.C. had good effect inside the bulk but none on the set sides. Pyrethrum powder mixed with diatomite gave fair results but it cannot compete in cost with B.H.C.-diatomite powder.

A second experiment was then carried out with the object of finding out if the dosage could be reduced and if dusting the exposed surfaces with pyrethrum powder could reduce the damage here. It was found that the dosage of gamma-B.H.C. could be reduced to 0.3% with approximately the same protection over six months. In practice, however, it has been considered advisable to recommend a dose of 0.5% as maize may be stored for longer periods and this heavier dose is therefore safer. Dusting the sides with pyrethrum powder immediately after filling the crib had no effect, nor had it if the treatment was repeated after three months. Pyrethrum powder treated with yellow earth in order to protect the powder against ultra violet light was no better.

A third experiment followed with the object of finding if a different type of wall would give protection against insect damage on the sides. The cobs when filled into the crib were treated with 0.06% gamma-B.H.C. in diatomite since this could be expected to have a good effect inside the bulk but none on the outside in an ordinary crib.

This had previously been shown over a period of six months but protection of the inside of the bulk was not obtained at this strength for as long as a year which was the full term of this experiment. Four compartments were covered with grass thatch on the outside walls. Four compartments were covered with Napier grass stalks (no maize stalks were available) in order to stimulate a native store and an Argentine crib. Four compartments were covered on the outside walls with hessian cloth and four compartments with hessian cloth which then was sprayed with gamma-B.H.C. (Lindane) and coumarone resin in kerosene solution. The amount of B.H.C. used on the hessian was the additional amount over the 0.06% gamma-B.H.C. used on the cobs in the compartment to make up the dosage of 0.5% dust at the usual rate of application.

The results of this experiment were partly disturbed by thefts and were also influenced by differences on sides exposed to morning and afternoon sun. However, no difference of treatment could statistically be detected between any of the treatments and untreated controls except in the case of B.H.C.-treated hessian cloth. The effect of this was almost perfect protection and such that it even affected neighbouring compartments as well.

Cages with cobs treated with different strengths of B.H.C. were placed inside the bulk of every compartment and it was found that even 1.6% gamma-B.H.C. at 8 oz. per 9 cu. ft. did not protect the grain. This has later been further illustrated in a bag experiment with shelled grain where placement of B.H.C. had no effect. B.H.C.-coumarone-treated bag fabric had likewise no effect on untreated maize.

At present we have yet another experiment going on in the cribs. This time we are trying out the treated hessian walls on a complete crib and using one-third of one crib with hessian treated with less B.H.C. In the remaining space we have untreated controls and cobs treated by the standard method (0.5% gamma-B.H.C.). The experiment will be continued for a full year, and is not yet completed. When this last experiment is completed we hope to publish the results of these experiments in full.

In a separate experiment with dusted maize it has been demonstrated that in the shelling process most of the B.H.C. is removed. Even with heavy applications up to eight times the recommended dosage the average content after shelling was under one part per million.

Following results the farmers in 1953 were recommended to use 0.5% gamma-B.H.C. (Lindane) in diatomite at the rate of 8 oz. per 9 cu. ft. when filling their cribs. This recommendation is still in force in Kenya and has had the most beneficial result, *Calandra oryzae* has been reduced to a minor pest. Though in the beginning objections were raised to the dust nuisance created at shelling no one now complains probably because the method is known to be so very effective.

Farmers have been convinced by the practical results that the method when properly carried out is absolutely essential. This method is now being introduced into the African areas but is not yet widely used there.

> ORGANIZATION OF AFRIGAN UNITY CULTURAL & SCHENFIFIC DEPARTMENT LIBRARY ENTRY NO.\_\_\_\_\_DATE\_\_\_\_\_ ADDIS ABABA
## SPRAY RESIDUES

## By P. J. CHAPMAN

## Head, Department of Entomology N.Y. State Agricultural Experiment Station, Cornell University, Geneva, N.Y.

Occasionally someone comes out with a charge that people are being poisoned wholesale through exposure to pesticides or by consuming foods that carry pesticide residues. Such statements are usually long on claim, short on fact. Because of their sensational nature, however, they receive wide publicity.

It is difficult to counteract the harm done by such reports. Alarmists, especially those of the professional type, are well aware of the attentiongetting advantage that sensational claim has over sober fact. And yet these stories should not be allowed to go unanswered. The general public is entitled to have not only "the other side of the question" but the overall facts on the situation.

People should be made more aware than they apparently are of how dependent we are on pesticides to maintain our present high levels of health and food production. Without pesticides we would not be able to produce sufficient food to feed this nation. In spite of using pesticides, we still sustain insect losses estimated at \$5 billion annually.

Mosquitoes, flies, lice, fleas, mites and ticks of various kinds are carriers of some of man's most dread diseases. These include malaria, yellow fever, typhus, bubonic plague, cholera, dysentery and many others. D.D.T. and other new materials have given marvellous results in controlling these diseases in plague-ridden spots of the world. The principle used is : control the disease by eliminating its pest carrier. In this connection D.D.T. alone is credited with having saved 5 million lives and with having prevented 100 million serious illnesses, since the chemical was introduced in 1942.

In view of the foregoing, isn't it time we thought more of pesticides as boons of mankind rather than as imagined health hazards?

Human exposure to pesticides is of two types. On the one hand, there are persons who may be heavily exposed while manufacturing or handling pesticides in the course of their daily work, or while treating crops. All of us as consumers make up the second group. Exposure here consists of eating food which may in some cases bear traces of spray residues. Of the two, the pesticide worker and the grower are obviously subject to the greater danger if real hazards truly exist.

Most pesticides are toxic substances. No one denies this fact. They would be of little value in insect control if they were not toxic. Fortunately, some pesticides are much more toxic to pests than to man. More and better examples of these safe materials are under development. What, then, are the hazards to growers in their use of pesticides for insect, disease and weed control? Most growers are aware that pesticides must be handled with care. They know further that some of them are downright dangerous to use. Actually, farmers have a fine safety record in the use of pesticides. Dr. W. L. Popham, Assistant Chief of the U.S. Bureau of Entomology and Plant Quarantine, recently had the following to say on this point : "Although a billion pounds of insecticides are manufactured in this country annually, authentic records of ill effects from their use when properly applied are almost completely absent."

Some grower fatalities have been caused by pesticides. But such instances are rare and can almost certainly be ascribed to gross carelessness in their use.

#### TOLERANCES NEEDED

Turning now to the spray residue question as it concerns the consumer. Everyone would be happy if even the barest traces of pesticides could be kept out of all food. Fortunately, this is possible with many foodstuffs. With others it is not presently possible to eliminate all traces of residues. The only practical means of meeting this situation is to fix safe tolerances. There are many precedents for this practice.

To say that a chemical is toxic is not to say that it presents a hazard if ingested in minute amounts. That is an important distinction. For years we have been eating foods that contain small amounts of added chemicals which, if taken in excess, would be harmful. Some examples are mould inhibitors, bactericides, antioxidants, emulsifiers, preservatives, etc. As used, these materials perform a useful function and are nonhazardous.

The fact that traces of spray residues may occur in some foods is much less important than whether the amounts present constitute a health hazard. No official spray residue tolerances for foods have been established. Some 20-odd years ago the Food and Drug Administration set up unofficial "tolerances" for arsenic, lead and fluorine. Recently, tentative unofficial "tolerances " have been suggested for D.D.T. and others of our new organic insecticides. Does any health hazard exist where foods bear amounts of pesticides at or below these unofficial tolerances? All authentic toxicological and other scientific evidence agrees that hazards either do not exist or are negligible. The truth of this statement is fully borne out by experience.

Thus, no one has ever been killed or made definitely ill, to the writer's knowledge, by eating foods that may have borne traces of spray residues. *Claims* to the contrary have been made from time to time. But we are concerned here with fact rather than supposition and rumour.

D.D.T. is a favourite target for alarmists on the ground that it has been suspected of being an accumulative poison. It has been charged with causing all kinds of dire illnesses. For the latest information on this question from an authoritative and thoroughly responsible source, the writer has gone to the U.S. Public Health Service. The *authorised* statement received by letter of 7th October, 1953, from Dr. G. W. Pearce follows :

"Originally it was thought that D.D.T. was dangerous to use because it tended to accumulate in the body fat of humans and that it would eventually reach a dangerous level. Subsequent work indicated that a storage plateau was reached which would not be seriously high at the usual intake levels of our daily diet. More recently, work at the Technical Development Laboratories of the U.S. Public Health Service has demonstrated that the D.D.T.-like material stored in human fat consists largely of a degradation product of D.D.T. called D.D.E. which is practically non-toxic as compared to D.D.T. On the basis of the foregoing and more extensive experimental and general observations on the toxicology of D.D.T., Dr. D. J. Hayes, Jr., Chief of the Toxicology Section of the above laboratories, has recently concluded that ' the danger of chronic toxicity is neglibible.' Thus, the fear of D.D.T. as a hazard in our food supply is greatly alleviated."

More than three years ago the Food and Drug Administration conducted a gigantic hearing which we were told was held to obtain necessary information for the establishment of tolerances. No official tolerances have been established to date.

It is high time we had more efficient and practicable means of regulating pesticide use in relation to foods than presently prevail. Such means appear to be in sight in the form of the Miller Bill. It is now under consideration by the Congress. This is the Pesticide Residue Amendment to the Federal Food, Drug and Cosmetic Act (H. R. 4277).

This bill embodies sound and workable principles. In addition to providing fully for the protection of our health, it recognises that food producers also deserve sympathetic consideration. Congress recessed before action could be taken on this legislation. But doubtless it will be up for consideration when Congress reconvenes. The Miller Bill merits your support!

It is, of course, necessary that every reasonable safeguard be set up to guard the health of all of us. We believe these conditions are being fully met in the case of pesticides. In considering questions of this sort, it is always desirable to keep things in their proper perspective.

So, let's face it : we live in a dangerous world. Aspirin, for example, caused 70 accidental deaths in 1949, lye and similar chemicals 87, petroleum products 117, and barbiturates (sleeping tablets) 466. Should we outlaw the use of these materials? Alcoholism killed 2,433 persons in 1948. Take automobiles : they killed 37,300 people and caused 1,350,000 non-fatal accidents in 1951 alone! Finally, in America, over-eating is charged with probably being the greatest single cause of shortening our life span.

In our concern over the possible hazards of problems like spray residues, let us not as a nation be guilty—in the language of the proverb of straining at gnats and swallowing camels.

#### Extraits de la revue semestrielle " civilisation "

## Vol. IV (1954) No. 3, page 409

# LUTTE CONTRE LES PERTES SUBIES PAR LES PRODUITS AGRICOLES APRÈS RÉCOLTE DANS LES TERRITOIRES TROPICAUX DE L'UNION FRANCAISE

#### par A. ANGLADETTE

# Directeur de la Section Technique d'Agriculture Tropicale du Ministère de la France d'Outre-Mer

Il n'est pas un pays où la disparition de la forêt n'ait été dénoncée comme une des causes déterminantes de la dégradation des sols, livrés ainsi sans protection à l'action néfaste des éléments climatiques et de l'eau. Partout s'organise la lutte contre cette dégradation et des moyens puissants sont mis en oeuvre pour assurer la conservation des sols. Soucieux d'accroître les disponibilités en denrées alimentaires et en biens de consommation, les gouvernements responsables des régions sous-développées, non seulement édictent des mesures de conservation du patrimoine foncier, mais également organisent la mise en culture de nouvelles régions ; l'accroissement de la production est en outre recherché par l'amélioration des méthodes de cultures et par la mise en oeuvre d'un matériel végétal amélioré dans les stations de recherches agronomiques.

Malheureusement, cette production accrue reste sujette à des pertes considérables, entre le moment de la récolte et celui de la consommation ou de la commercialisation ; ainsi se trouvent, dans une certaine mesure, réduits les heureux résultats atteints en matière de production. Ces pertes sont particulièrement importantes dans les régions tropicales, du fait de la dispersion de la production, de la pauvreté en moyens de production et de l'insuffisance en personnel de propagande.

A un autre stade, à celui de la transformation des produits et de leur industrialisation, des pertes importantes peuvent être relevées, du fait de la précarité fréquente de l'infrastructure industrielle et de l'inutilisation ou de l'utilisation insuffisante des sous-produits.

Ce sont ces trois catégories de pertes : à la récolte, en cours de conservation, puis lors de la préparation et de l'industrialisation, qui font l'objet de cette étude.

## PERTES A LA RÉCOLTE

Il est surprenant de constater combien les producteurs des régions sous-développées, et plus particulièrement des régions forestières intertropicales, sont négligents en cette matière. Dans nombre de plantations arbustives de cacaoyer, caféier ou de peuplement subspontané de palmier à huile, kolatier, karité, la récolte ou la cueillette n'est que plus ou moins totale ; il s'agit là de produits commercialisables, pour la plupart destinés à la vente ou à l'exportation ; lorsque les cours sont jugés insuffisants, le producteur limite volontairement la récolte, abandonnant des fruits sur l'arbre : cabosses de cacao, cerises de café, régimes de palme, etc. Il n'est pour s'en convaincre que d'étudier les statistiques annuelles : elles présentent des variations considérables de production annuelle ; celles-ci s'expliquent en partie du fait des conditions météorologiques ; le manque de main-d'oeuvre peut également être rangé au nombre des causes possibles : mais les variations de cours sont essentiellement à l'origine de telles différences. A titre d'exemple sont reportées ci-dessous les évaluations de la production (commercialisée) du karité en A.O.F. au cours de trois campagnes successives.

			Beurre	Amandes
0			tonnes	tonnes
1948	••	••	18.000	10.000
1949 ••	••	••	1.500	3.400
1950	• •	••	15.200	42.700

A de telles variations correspondent bien entendu des abandons considérables de produits non récoltés.

En dehors même des pertes résultant de ces abandons, un grave inconvénient subsidiaire en découle : celui de risques de pullulation des parasites qui, non seulement attaquent les fruits non récoltés, mais aussi peuvent subsister, se multiplier et infester les récoltes suivantes. L'exemple le plus typique est celui du scolyte du grain de café (stephanodernes hampei); la récolte seulement partielle des cerises permet la réinfestation des nouvelles cerises de la campagne suivante.

De même, l'incomplète récolte des capsules de coton favorise la prolifération d'une quantité d'insectes parasites, dysdercus earias, etc... et assure le renouvellement de leur cycle vital.

En ce qui concerne les plantes annuelles, et plus particulièrement les plantes vivrières, deux cas sont à considérer :

Celui des plantes racines ou tubercules dont la récolte a généralement lieu au fur et à mesure des besoins familiaux ; en Oubangui et au Gabon, par exemple, où le manioc constitue l'aliment de base, en Côte d'Ivoire, au Dahomey, et en Nigeria où les ignames occupent une place prééminente, les tubercules sont déterrés au jour le jour ; selon l'abondance relative des autres produits alimentaires, une plus ou moins grande quantité de tubercules est déterrée, le reste étant abandonné dans le sol.

Dans le cas des céréales, riz, mil, sorgho, maïs, rares sont les abandons totaux ou partiels de récolte, sauf dans les grandes exploitations où les frais de moisson sont trop élevés pour pouvoir permettre la récolte de quantités par trop minimes. En outre, dans tous les pays tropicaux, la méthode traditionnelle de coupe des céréales aboutit à l'abandon en place de la quasi totalité des chaumes ; ceux-ci restent sans être enfouis sur le sol durant toute la saison sèche. Le producteur gaspille ainsi une matière cellulosique, hémicellulosique et ligneuse précieuse, qui, rationnellement utilisée, pourrait servir de base à la fabrication de fumier naturel ou artificiel, ou de compost. Cette fâcheuse habitude s'oppose aux mesures de conservation et d'amélioration des sols tropicaux.

## Mesures prises ou envisagées pour réduire ces pertes de récolte

En matière de consommation locale, ou plus exactement de produits consommés par les producteurs eux-mêmes, seule l'éducation des cultivateurs, soit par les services de propagande, soit dans le cadre de groupements ou de communautés rurales, peut les amener à éviter le gaspillage des denrées consommables, ou des matières végétales transformables en humus. A ce sujet, on peut noter les intéressants résultats obtenus dans les exploitations mécanisées où la récolte du riz à la moissonneuse batteuse et du maïs au corn picker permet la récupération de la paille : ou bien la paille est pressée, mise en balles et expédiée au centre de l'exploitation pour être déposée dans les fumières; ou bien la paille est hachée et répandue sur le sol où il suffira d'un simple labour ou d'un passage de disques pour l'enfouir.

Dans un ordre d'idée voisin on peut citer les mises au point auxquelles donne lieu la récolte mécanique des arachides (Casamance, Niari) afin de réduire le pourcentage de gousses laissées dans le sol.

En ce qui concerne les produits arbustifs, il en va tout autrement. Des mesures très diverses sont ou peuvent être édictées ; elles ont très rarement pour seul objectif d'empêcher le gaspillage des produits à récolter ; mais, plus généralement d'ordre économique ou d'ordre phytosanitaire, elles permettent dans une certaine mesure d'éviter ou de réduire ces pertes de récolte.

Les mesures économiques incitant les producteurs autochtones à récolter plus et en totalité sont diverses : soutien des prix à la production (coton), fixation des prix dès avant le début de la campagne afin de lutter contre la spéculation à l'achat, achats coopératifs (café), etc. Parallèlement, toutes les mesures ayant pour but de fixer la main-d'oeuvre dans les grandes zones de production permettent aux planteurs de disposer d'une maind'oeuvre constante et suffisante; toutefois, l'application du Code du Travail dans nos territoires d'Outre-Mer aboutit parfois paradoxalement à un résultat inverse, la main-d'oeuvre ressentant moins la nécessité de travailler; mais on peut supposer que les ajustements et les mises au point auxquels donneront lieu l'application outre-mer du Code du Travail, réduiront petit à petit cet inconvénient.

Les mesures phytosanitaires ont une action plus directe : on peut citer, par exemple, l'obligation faite aux planteurs dans certains territoires de récolter toutes les cerises de café et de ramasser toutes celles tombées à terre, afin d'éviter la dissémination du scolyte du grain.

En outre, les services agricoles mènent une action constante auprès des producteurs pour les engager à effectuer leurs récoltes à un moment précis du cycle végétatif, à un degré optimum de maturité : la récolte de fibres dures d'urena lobata, d'hibiscus cannabinus ou sabdariffa, de corchorus par exemple, doit être effectuée après achèvement de la croissance des plantes, à des moments bien déterminés du cycle végétatif, si l'on veut obtenir des rendements maxima en fibres tout en leur conservant des qualités technologiques suffisantes.

A noter d'ailleurs que l'évolution des méthodes culturales, des méthodes de récolte notamment, entraîne obligatoirement une modification des périodes optima de récolte. Par exemple, il est certain que le moissonnage battage du paddy doit être exécuté avant maturité totale des grains de chaque panicule, sous peine de déterminer un égrenage considérable.

## PERTES EN COURS DE CONSERVATION ET D'EMMAGASINAGE

Au cours de l'emmagasinage et des opérations le précédent, les pertes qui se produisent connaissent plusieurs causes.

## Pertes dues à la dessication

Après la récolte, les denrées sont souvent mises à sécher : une diminution de poids en résulte ; mais en fait elle ne correspond pas à une véritable perte de matières utiles mais à une simple diminution du taux d'humidité.

## Pertes dues à l'action de divers facteurs climatiques

Dans les régions tropicales et surtout dans les régions équatoriales — Gabon, Oubangui, Côte d'Ivoire — l'état hygrométrique élevé de l'air empêche un séchage convenable et détermine non seulement des phénomènes divers — tels l'apparition de grains jaunes dans le paddy emmagasiné — mais également des fermentations indésirables.

Les pertes sont surtout qualitatives, sauf dans les cas extrêmes où les fermentations rendent inconsommables les produits attaqués.

En ce qui concerne plus particulièrement le paddy, l'apparition de grains jaunes est incontestablement liée à un séchage préalable défectueux et à une élevation de température anormale déterminant vraisemblablement une fermentation et une transformation chimique. Les essais effectués dans les stations de recherches spécialisées tendent à montrer qu'un emmagasinage de grains à 16% ou plus d'humidité, provoquerait l'apparition plus ou moins rapide de grains jaunes. A Madagascar on signale l'apparition relativement fréquente de ces grains jaunes, surtout à la base des piles de sacs. En outre, chaleur et humidité provoquent la germination intempestive des divers grains : paddy, mils, sorghos, maïs.

Dans le cas des denrées industrielles, les facteurs climatiques interviennent également après la récolte. Ainsi, dans les régions équatoriales, le séchage des arachides pose un problème extrêmement difficile à résoudre lorsque la récolte s'effectue en saison des pluies; le battage ne peut être exécuté convenablement que sur des plants suffisamment secs, mais l'abondance des fanes rend ce séchage aléatoire. Le passage au séchoir artificiel des arachides avec leurs fanes est difficile. Le séchage sur champ se heurte à l'intervention des termites qui, en quelques jours, anéantissent les gousses.

#### Pertes dues au parasitisme

Les déprédations commises par les "nuisibles ", principalement les animaux, sont cause de graves réductions en quantité et qualité.

Ce sont les insectes et les rongeurs qui sont de beaucoup les plus à craindre.

Les ravages les plus considérables sont commis sur les graines de céréales et les graines de légumineuses conservées en silos, en magasins ou en tas. Nombre des parasites considérés sont polyphages et cosmopolites; ce cosmopolitisme résulte du transport par bateau à travers les diverses parties du monde en même temps que les produits contaminés. Leur polyphagie leur permet une prolifération extrêmement rapide en passant d'une denrée à l'autre.

Nous rappellerons très rapidement les espèces d'insectes les plus nuisibles, sous les tropiques, aux denrées en magasin :

#### Coléoptères

Sitophilus oryzae (très voisin de l'espèce des régions tempérées : sitophilus granarius), attaque le paddy, le riz, le maïs, le sorgho, le pénicillaire, ainsi que les graines de légumineuses (vigna, voandzou, arachide, etc.).

Rhizoperta dominica Ol., parasite surtout des céréales emmagasinées. Tribolium castaneum Herbst. T., confusum Duval et T. Risbeci Lepesme, coléoptères causant des dégats importants sur riz, mil, maïs, arachide, farine.

Pachymerus cassiae Gyll ou bruche de l'arachide; quoique pouvant infester d'autres graines de légumineuses et de céréales, c'est sur l'arachide que cet insecte provoque les ravages les plus importants.

Puis diverses bruches dont Bruchus ornatus Bdl qui s'attaque aux "niébés" (vigna), callosobruchus sinensis parasite des phaseolus, acanthoscelides obtectus Sag, parasite des haricots.

- Lasioderma serricorne, parasite de produits divers, plus particulièrement du tabac. — Trogoderma granarium polyphage.

- Tenebriorides mauritanicus parasite des céréales.

De tous ces coléoptères c'est le sitophilus oryzae qui cause les dégâts les plus importants.

## Lépidoptères

Il s'agit en l'occurrence de microlépidoptères.

— Corcyra cephalonica St., pyrale polyphage causant des dégâts aussi bien sur le riz que sur le maîs, le sorgho, le pénécillaire; on la rencontre également dans le cacao, les farines, les biscuits. Dégâts peu importants sur l'arachide.

— Ephestia cantella Walk. Dégats sensibles en Afrique Noire, cependant moins importants que ceux dus à Corcyra cephaloria. Polyphagisme comparable.

Sitotroga cereallela Ol, la teigne des céréales, d'importance moindre que dans les régions tempérées. Parasite, notamment, du maïs et du riz; il s'est particulièrement développé à Madagascar où, en 1951, il envahit de nombreux stocks de riz dans les ports et les points d'embarquement.

#### Hémiptères

A signaler en particulier *Aphanus* et *Dienches vulg. Wangs.*, en quantité considérable dans les seccos d'arachides; ces punaises adultes et les larves piquent les graines d'arachide même au travers de la coque : dégâts importants par suite de la perte d'huile.

Les termites ne sont que des parasites accidentels des produits ensilés ou emmagasinés.

#### Vertébrés

Par contre les rats pullulent et prélèvent une large part des récoltes dans les locaux protégés ; ce sont les seuls vertébrés vraiment dangereux aux denrées emmagasinées.

Il est difficile d'évaluer l'importance des pertes dues aux parasites animaux ; elle dépend de la nature des produits entreposés, du mode de conservation, et de la durée du stockage, du transport et de la manutention.

En ce qui concerne le paddy, les pertes en magasin paraissent, du fait de la présence de glumes, infiniment moins élevées que pour le riz et les autres céréales entreposées : tant à Madagascar qu'aux Comores, les pertes en cours de stockage et de manutention atteignent en moyenne 5%; ces pertes sont sans doute plus élevées dans les régions à forte hygrométrie (A.E.F. – Guinée); par contre dans les régions à très faible hygrométrie ces pertes sont beaucoup plus faibles : à l'Office du Niger pertes minimes pour le paddy conservé par les colons, évaluées à 1,5% pour magasinage, manutention et transport du paddy commercialisé; au Soudan perte de 1% au cours du magasinage. Il semble que les rats soient les principaux responsables de ces pertes.

#### LES PRODUITS ALIMENTAIRES EMMAGASINÉS

Par contre pour les autres grains ne comportant pas d'enveloppes, et pour les graines de légumineuses, on a pu dire que un tiers en est mangé, le second bu (sous forme de boissons fermentées à partir de mil, sorgho notamment), le troisième tiers détruit. Quoique difficile à apprécier, ce taux de destruction est certainement très supérieur aux pertes subies par le paddy emmagasiné.

A la perte en poids, il faut ajouter une perte de qualité, due soit à l'altération par fermentation, dont il a été précédemment question, soit à une altération physique ou mécanique ; dépolissage des grains de riz blanc, apparition de farines pour le riz, le maïs, les mils et sorghos, le manioc, souillures dues aux insectes et surtout aux rongeurs. A noter également des pertes importantes en éléments vitaminiques, en thiamine notamment, en huile dans le cas de l'arachide, etc.

## Mesures tendant à reduire les pertes à la conservation

La réduction des pertes doit être obtenue :

Par l'amélioration des méthodes de transport ;

Par l'amélioration de l'emmagasinage.

a) Amélioration des méthodes de transport :

Plus les transports sont rapides et moins sont fréquentes les manutentions, moins les pertes risquent d'être importantes.

Aussi la généralisation du transport en vrac est-elle envisagée; en même temps seraient réduites les difficultés de réapprovisionnement en sacs de jute, et serait diminué le prix du transport.

Dans les grandes exploitations mécanisées, les machines de récolte devraient fournir le produit en vrac. Mais, en général, le matériel utilisé outre-mer récolte en sacs ; ainsi, à l'Office du Niger, on utilise des moissonneuses batteuses automotrices récoltant en sacs. Il faudrait donc changer ou modifier les moissonneuses batteuses, les camions, les magasins et les systèmes de manutention ou chargement et déchargement des chalands. Il s'agit donc de modifications onéreuses devant lesquelles on recule.

Cependant des silos pour emmagasinage en vrac sont en contruction avec système de nettoyage, de manutention par trémies, élévateurs et vis d'Archimède, transporteuses et reprise à la main par wagon Decauville : les uns munis d'un système d'aération alternante ; les autres avec plan incliné permettant le chargement direct des camions par gravité.

En dehors de ces dispositions spéciales, l'amélioration du réseau de voies de communications contribue à faciliter les transports.

b) Amélioration de l'emmagasinage :

On procède actuellement à la construction de silos et à l'amélioration des magasins déjà existants. Dans les régions où l'on essaye de grouper les autochtones en coopératives, on pourra instituer quelques silos bien conditionnés. Toutefois l'augmentation massive des moyens de stockage ne doit être poursuivie qu'avec prudence, le stockage individuel permettant souvent à l'autochtone d'obtenir un meilleur prix de réalisation.

Du point de vue curatif, la désinfection des locaux vides avant la rentrée des récoltes se pratique de plus en plus, par extension de l'emploi d'insecticides de synthèse tels l'H.C.H. Ces produits peuvent être, soit poudrés superficiellement sur les sacs qui les contiennent et sur les planchers, soit pulvérisés à l'état liquide sur les murs.

A Madagascar on préconise l'incorporation dans la masse des denrées à conserver, de produits insecticides homologués par la Métropole et autorisés après étude toxicologique pour être utilisés à des doses maxima bien définies (arrêté No. 51 du 28 janvier 1952). Les poudres utilisées jusqu'à présent sont à base de H.C.H. gamma pur à 0,5-0,25% et sont mélangées au grain de façon à obtenir des proportions en H.C.H. gamma de l'ordre de 1-3 parties pour 1 million.

Du point de vue de l'appareillage de désinsectisation des postes Mallet existent déjà en Afrique du Nord et à Dakar; certains sont en cours de montage à Pointe Noire et à Douala. La Réunion et Tahiti attendent également deux postes Mallet.

Enfin, du fait de l'adhésion à la récente convention phytosanitaire internationale, l'équipement des territoires d'Outre-Mer en appareillages de désinsectisation devra être encore accru et d'anciens projets vont pouvoir prendre corps plus rapidement. Ainsi Abidjan, Conakry, Kaolack, Lomé, Cotonou, Tamatave, Majunga seront très probablement équipés dans un proche avenir.

En ce qui concerne la lutte contre les rats, rien encore de bien efficace n'a pu être entrepris; toutefois, l'utilisation de nouveaux raticides anticoagulants tels que le Tomorin de Geigy où le warfarin américain ouvre de nouvelles perspectives. Ces produits, encore peu répandus dans les territoires d'Outre-Mer, commencent à être connus et font l'objet d'une attention particulière de la part des administrations locales.

D'autre, part dans les usines en construction et dans les nouveaux magasins, des appareils de ventilation sont installés permettant le nettoyage, tandis que l'installation de séchoirs est envisagée en de nombreuses régions.

Ces dispositions sont inscrites au nouveau plan quadriennal de modernisation et d'équipement établi en 1953.

#### Personnel nécessaire

Plusieurs catégories de personnel coopérent à l'organisation et au contrôle de l'emmagasinage et de la conservation des produits agricoles :

En premier lieu les agents des services de l'agriculture pour la surveillance et la mise en application des directives émanant des services spécialisés ; dans les organismes à forme coopérative ou dans les établissements paraétatiques — type Office du Niger — c'est à leur personnel qu'incombent ces fonctions.

En second lieu, les agents des services de la défense des cultures ont vocation pour le contrôle du stockage, au point de vue phytosanitaire, pour l'émission de directives générales et l'établissement de directives locales.

Enfin, en matière d'exportation — à Madagascar surtout — le personnel des services de contrôle du conditionnement intervient pour l'application de la réglementation sur le conditionnement.

Les territoires Outre-Mer disposent, dans l'ensemble de ces services, de cadres européens dont l'effectif actuellement insuffisant s'accroit régulièrement, toutefois cet accroissement demeure limité par son incidence même sur le prix de revient.

En ce qui concerne le personnel autochtone de maîtrise et de travail, l'effectif est en général suffisant, mais la compétence en est limitée par l'état d'évolution des populations locales.

# PERTES EN COURS DE PRÉPARATION ET D'INDUSTRIALISATION

Il s'agit d'un aspect très particulier des pertes en ressources agricoles. Peu de produits peuvent être consommés ou exportés sans préparation ou transformation préalable.

Très souvent ces transformations sont exécutées sur le plan familial ou artisanal ; lorsqu'il s'agit de denrées de consommation immédiate par les producteurs eux-mêmes, ce mode de transformation ne présente que peu de risques de perte. Par contre, lorsqu'il s'agit de produits industriels, la préparation ou l'extraction n'est généralement que très partielle, laissant inutilisés les sous-produits.

L'industrialisation agricole d'outre-mer compte donc parmi ses objectifs, la transformation aussi totale que possible des denrées agricoles, et une utilisation rationnelle des sous-produits, lorsque les conditions économiques le permettent.

C'est dans ce sens général que fut tracé, en 1947, le plan d'industrialisation agricole des territoires d'outre-mer, confirmé en 1953 par la deuxième tranche quadriennale.

De 1947 à 1952 furent implantées les principales industries traitant de produits agricoles : rizeries, ateliers de préparation de tapioca, conserveries d'ananas, huileries, ginneries, industrie textile, ateliers de traitement du café, sucreries de cannes, etc.

Actuellement le plan prévoit plutôt la consolidation et l'amélioration des industries précédemment mises en place, de préférence à leur extension.

Seul le développement d'industries annexes, utilisatrices des sousproduits est envisagé; mais ce développement doit être prudemment conduit et limité aux seuls produits le justifiant par leur abondance et leur concentration géographique; aucune implantation nouvelle ne devra être décidée avant qu'aient été étudiées les possibilités techniques et économiques de traitement des sous-produits en question :

Extraction du carotène de l'huile de palme;

Extraction du beurre de cacao à partir des déchets de cacao ;

Extraction de l'huile de son de riz;

Rouissage et filature des fibres de coco après extraction du coprah, etc.

L'amélioration des procédés industriels, et l'industrialisation des sousproduits contribueront efficacement à une réduction sensible des pertes, dans la phase finale de transformation.

## SUMMARY

Governments of under-developed areas are taking measures aiming at the protection and conservation of the land and are making great efforts towards increasing production. Unfortunately, considerable losses take place between the harvest and the period of consumption or commercialisation. These losses may be put under three heads : losses during the harvest, during conservation measures and storage, and later on during industrialisation processes.

The writer examines these three categories of losses in respect to the tropical territories of the French Union and indicates their cause, their importance, and the measures taken or considered to reduce losses.

# TRAITEMENT AU FOUR INFRA ROUGE DES SEMENCES DE MAÏS ENVAHIES PAR SITOPHILUS ORYZAE L.

par Mme J. COQUARD

Assistante à la Division de la Protection des Végétaux Centre Technique d'Agriculture Tropicale (ORSTOM) Nogent s/Marne (Seine)

#### **DESCRIPTION DU FOUR**

(Voir Bibliographie 1 et 2)

Le four utilisé, construit aux fins d'expérimentation, est en tôle d'aluminium et comprend deux parties :

a) le four proprement dit, équipé de deux bâtis portant respectivement 12 et 13 lampes. Ces dernières sont disposées en quinconce sur les bâtis dont la hauteur est réglable.

b) l'étuve, de longueur double de celle du four et dont les parois sont calorifugées par de la laine de verre.

Un tapis en toile métallique, entrainé par un moteur, se déplace entre les lampes à des vitesses réglables.

Ainsi conçu, l'appareil permet de réaliser plusieurs types de combinaisons en faisant varier les quantités d'énergie distribuée avec le temps de passage.

Le contrôle thermique est effectué au moyen d'un thermocouple aiguille introduit dans la graine et relié à un chariot se déplacant, à l'extérieur, parallèlement au four et à la même vitesse que le tapis. Les températures obtenues sont lues sur un galvanomètre. Tous les 10 cms, des plots reliés à un circuit acoustique permettent de relever la température instantanée afin de tracer les courbes thermiques.

## ACTION SUR LA FACULTÉ GERMINATIVE

## Conduite des essais

## a) Stabilisation du four

Avant traitement, il est nécessaire de procéder à une stabilisation thermique de l'appareil. Dans ce but, la température est contrôlée sur trois thermomètres en différents points jusqu'à température constante.

## b) Lots

Chaque essai de 100 graines comprend cinq répétitions et un témoin. La semence est étalée en une seule couche sur le tapis métallique. A la sortie du four, elle est aussitôt recueillie et mise en germination en boites de Petri sur billes de verre dans une étuve appropriée.

## c) Mesures thermiques

Vérification de l'étalonnage du thermocouple avant chaque mesure, cette dernière répétée sur plusieurs graines, placées dans les mêmes conditions de passage, afin d'éliminer les causes d'erreurs.

La courbe finale est basée sur la moyenne de tous les résultats.

#### d) Humidité

Afin de pouvoir établir une comparaison valable entre chaque essai, les graines sont maintenues à une humidité constante.

#### e) Contrôle de la germination

Dès l'apparition des premiers germes, on effectue chaque jour un comptage méthodique des graines traitées et des témoins et ce jusqu'à l'apparition des premières feuilles.

A noter que les essais ayant donné des résultats satisfaisants sur billes de verre sont répétés en pots.

## RÉSULTATS

Tout au long des essais, les somences traitées ont été maintenues à une humidité constante de 13%.

Le tableau ci-dessous résume les résultats obtenus avec des énergies fournies par cinq lampes de 250 W réparties en un lit de trois et un de deux.

Durée de passage dans le four	Energie électrique (en joules) reçue par la semence au cours du traitement	Perte en eau dûe au traitement	% de germination	Observations
1,25" 1,40" 2,2 " 2,24" 3,10" {	1,355 1,685 1,865 2,53 3,04 3,28 3,78	0,10% 0,11% 0,14% 0,17% 0,20% 0,22% 0,24%	85% 85% 84% 80% 80% 79%	Résultats équivalents aux témoins qui ont germé dans les proportions de 81 %

Le but de ces recherches étant de détruire l'insecte à tous ses stades, tout en conservant la faculté germinative de la semence, de ces essais ne sont retenues, pour *Sitophilus* (=*Calandra*) oryzae L., que les conditions correspondant aux énergies les plus fortes.

132

## ACTION SUR SITOPHILUS (=CALANDRA) ORYZAE L.

#### **Conduite des essais**

Pour la stabilisation du four et mesures thermiques, conduite identique à celle utilisée pour la faculté germinative.

#### a) Lots

Chaque essai de 150 grs de graines comprend trois répétitions plus un témoin. Les graines contaminées sont étalées en une seule couche sur le tapis roulant. Recueillies à la sortie, elles sont aussitôt mises dans des flacons en étuve à  $27^{\circ}-50\%$  d'humidité.

## b) Humidité

La résistance des insectes à la chaleur, variant considérablement chez une même espèce, suivant l'humidité, le maïs contenant les calandres est maintenu à une humidité constante de 15%.

#### c) Evaluation de la mortalité

Au bout de 24 heures on examine les lots traités et les témoins et on détermine le pourcentage de morts chez les adultes et les larves.

A noter que chaque grain est vu entièrement.

L'opération est répétée durant les trois jours qui suivent.

En ce qui concerne les oeufs, on a fait pondre les *Sitophilus* sur du maīs sain. Au bout de 10 jours, les insectes ont été enlevés et les grains contaminés soumis aux conditions du four.

L'évaluation de la mortalité fût faite un mois après.

## RÉSULTATS

Les tableaux ci-dessous donnent les résultats obtenus avec des énergies correspondant aux températures maxima utilisées pour la faculté germinative sur les divers stades de *Sitophilus oryaze* L.

#### a) Adultes

Durée de passage dans le four	Energie électrique (en joules) reçue par l'insecte au cours du traitement	% de mortalité	Observations
3,10″	3,04 3,28 3,78	90,5% 96% 100%	} signes d'activité } anormale

Durée de passage dans le four	Energie électrique (en joules) reçue par l'insecte au cours du traitement	% de mortalité	Observations
3,10″	3,04 3,28 3,78	88% 92% 100%	} larves profondé- } ment atteintes

#### b) Larves

#### c) Oeufs

Même à l'énergie maxima (3 j.78), les oeufs ne sont pas détruits. Il faut pour cela obtenir une température beaucoup plus forte de l'ordre de 8 joules pour un temps d'exposition de 3' 10". Dans ces conditions, la faculté germinative est atteinte.

#### CONCLUSIONS

Dans ces conditions, du fait de la résistance des pontes, ce procédé, bien que diminuant le pourcentage de contamination, ne peut cependant protéger efficacement un lot de semences de mais.

Mais il en serait différemment si le mais traité était destiné à l'alimentation.

En effet, nous pourrions alors, sans difficultés, atteindre l'énergie de huit joules et dans ce cas assurer la destruction totale de Sitophilus oryzae L. à tous les stades, sans toucher du reste les propriétés organoleptiques de la denrée.

Procédé d'une installation peu coûteuse, d'une manipulation nullement dangereuse et pouvant être confié à une main-d'oeuvre plus ou moins expérimentée.

#### BIBLIOGRAPHIE

BUSNEL, R. G. Brevet demandé par l'Institut National de la Recherche Agronomique, récépissé provisoire 597-868 en date du 10 Octobre 1950.
 BUSNEL, R. G. III<sup>ème</sup> Congrès International d'Electrothermie, section 4, numéro 427, 1953.
 COQUARD (Mme). Utilisation du chauffage par infra rouge pour la désinsectisation des semences des plantes tropicales *Phytiâtrie-Phytopharmacie* T.IV No.3 1955.

## UN NOUVEAU PROCÉDÉ DE LUTTE CONTRE LES DÉPRÉDATEURS DES GRAINS

Les dégâts occasionnés par un grand nombre de parasites aux grains conservés (froment, orge, maïs, riz, haricots, pois, arachides etc.) sont énormes, aussi la lutte contre ces déprédateurs est-elle indispensable.

ķ

Différents procédés ont été utilisés jusqu'à présent. Les traitements indirects comme l'aération, la propreté et la conservation sous température sèche et fraîche, ne sont que des mesures préventives peu efficaces.

Les traitements directs peuvent être effectués avec des poudres inertes ou insecticides ainsi que par fumigation.

Les poudres agissent soit par dessication des insectes soit par suite de leur toxicité. Cette dernière méthode n'est applicable que dans les régions à climat sec, elle offre l'inconvénient d'augmenter la teneur en cendres des sons. La méthode par incorporation de poudre insecticide est plus efficace et plus durable mais rencontre par contre l'objection des hygiénistes qui en interdisent l'emploi dans certains pays par suite des dangers d'intoxication cumulative, tant pour le travailleur que pour le consommateur.

L'incorporation de poudre aux grains est relativement aisée et souvent efficace, mais seulement sur les parasites qui circulent entre les grains. De ce fait ces traitements ne sont également que préventifs car ils n'agissent pas sur les insectes non encore arrivés à un stade mobile et protégés dans les grains.

La technique par fumigation, connue depuis quelques décades est, à l'encontre de celle par poudrage, entièrement curative, car elle agit sur tous les stades des insectes même enfermés à l'intérieur des grains. Actuellement on utilise dans ce procédé des gaz tels que l'acide cyanhydrique, l'oxyde d'éthylène et le bromure de méthyl, qui malheureusement laissent des résidus toxiques pour l'homme et les animaux et exigent pour pouvoir être entièrement efficaces des locaux hermétiques de construction spéciale et coûteuse.

De plus, certains de ces gaz demandent, lors de leur emploi, certaines précautions par suite des dangers d'inflammabilité, d'explosivité et de la difficulté de diffusion dans la masse.

Actuellement la firme Degesch a permis de faire un grand pas en avant dans la lutte contre ces déprédateurs en mettant au point un nouveau produit le "phostoxin." D'un emploi simple, sans avoir recours à des installations coûteuses, sans altération des propriétés des marchandises traitées et sans y apporter des éléments nocifs, ce produit permet la destruction complète des insectes adultes, de leurs larves et de leurs oeufs.

## En quoi consiste le procédé au "phostoxin"?

Le "phostoxin" est un insecticide gazeux présenté sous forme de pastilles. Il sert en premier lieu au traitement des grains entreposés en vrac et, à fortiori, à ceux emmagasinés dans des silos ou dans des installations à circuit forcé.

L'action insecticide du phostoxin réside dans la libération d'hydrogène phosphoré gazeux provoquée au contact de l'humidité des grains. La décomposition des pastilles débute dès leur introduction dans la masse des grains, le dégagement ne commençant toutefois qu'après environ une heure. Suivant le degré d'humidité des céréales l'opération sera terminée après un contact de 3-5 jours. Les pastilles se réduisent ainsi en une poudre très fine, non toxique, qui disparait lors du nettoyage des marchandises ; elles sont, comme le gaz lui-même et les résidus, ininflammables.

Le procédé exclut donc les mesures de précautions rencontrées jusqu'ici, il est entièrement et rapidement efficace et n'altère en rien les propriétés des marchandises qui peuvent être traitées sans devoir recourir à des manipulations longues et onéreuses.

#### Composition du "phostoxin" et mode d'action

La matière active du "phostoxin" est constituée par du phosphure d'alumine pur et du carbamate d'ammonium. Cette combinaison dégage simultanément au contact de l'eau, de l'hydrogène phosphoré, de l'ammoniac et de l'anhydride carbonique, sous forme d'un mélange gazeux ininflammable. Or, si l'emploi d'hydrogène phosphoré seul ou Phosphamine était déjà connu, on craignait surtout son haut degré d'inflammabilité et sa tendance à l'autoinflammation. Avec le "phostoxin" ce. danger est donc éliminé. Un autre inconvénient de l'emploi du Phosphamine réside dans la rapidité de dégagement du gaz toxique qui, lors de traitements importants, oblige les usagers à avoir recours à de fortes équipes de travailleurs entrainés. Avec le "phostoxin" cet inconvénient est également éliminé. En effet, ce produit est présenté en pastilles dures, lisses et comprimées sous très forte pression.

L'eau n'y pénétrant que très lentement, elle se désagrègent progressivement et libèrent petit à petit l'hydrogène phosphoré. Ce n'est qu'environ 1 heure à 1h. 30 après l'introduction des pastilles dans la masse des grains que le dégagement gazeux atteint une certaine importance. Ce laps de temps exclut donc tout danger pour l'opérateur.

La rapidité de décomposition des pastilles dépend de la température des grains et de leur degré d'humidité. Aussi longtemps que les pastilles conservent leur surface dure et lisse, elles ne développent pratiquement aucun gaz. Chaque pastille de 20 mm. de diamètre sur 5 mm. d'épaisseur pèse 3 gr. et libère 1 gr. d'hydrogène phosphoré. Le résidu est de l'hydroxyde d'aluminium, absolument inoffensif; fine poudre grisâtre, contenant encore une infime quantité de phosphamine (moins de 1% du poids initial de la pastille, c'est à dire, à la plus forte dose, moins de 0,6 gramme par tonne) qui se décompose de lui-même lors des manipulations ultérieures. Il n'est donc plus nécessaire de s'occuper de l'élimination des déchets résiduels après traitement. Même si, à l'encontre de toutes prévisions, le résidu devait rester mêlé aux grains, il a été prouvé par des expériences pharmacologiques qu'il ne présente aucun danger au point de vue sanitaire.

Le "phostoxin" tue tous les stades de développement des insectes et permet de lutter contre n'importe quel déprédateur des grains emmagasinés, qu'il s'agisse de céréales ou de légumineuses pour l'alimentation, pour l'industrie brassicole, ou pour les meuneries. Il ressort d'un contrôle sévère aux points de vue capacité et énergie germinative, qualité de panification et alimentation de bétail, poursuivi sur une longue période, que le phostoxin peut être utilisé sans la moindre appréhension. Les résultats obtenus atteignent les 100% et à tous les stades de développement dans la lutte contre :

les coléoptères, tels que

le charançon du blé (Calandra granaria). la calandre du riz (Calandra oryzae). l'oryzéphile (Oryzaephilus surinamensis). le tribolium à tête bordée (Laemophloeus-Arten). le coléoptère du malt (Trogoderma granarium). le capucin du blé (Rhizopertha domenica). le tribolium de la farine de riz (Tribolium). la cadelle (Tenebricides mauritanicus).

les teignes, telles que

la teigne noire des grains (*Tinea granella*). la pyrale des fruits secs (*Plodia interpunctella*). la pyrale des grains (*Ephestia Kühniella*). l'alucite des céréales (*Sitotroga cerealella*).

les rongeurs, tels que

rats.

souris.

Le "phostoxin" est également efficace contre les stades actifs des acariens, tels que

l'acarien tyroglyphe de la farine (Tyroglyphus farinae). l'acarien tyrophage des grains (Tyrophagus dimidiatus).

l'acarien domestique (Glyciphages domesticus).

#### **Conditionnement et conservation**

Les pastilles de "phostoxin" sont emballées par 30 pièces dans un tube en aluminium fermé par un bouchon transparent. Ces tubes à leur tour sont contenus dans des boites métalliques hermétiques de 3, 12 ou 30 pièces. Chaque tube entamé doit être utilisé entièrement. Une fois une boite ouverte, il est conseillé de l'utiliser rapidement, toutefois pour en permettre un usage un peu plus prolongé celles-ci peuvent être fermées au moyen d'un bouchon en caoutchouc. En ce cas elles seront conservées sous clef, dans un local sec et bien aéré. Dans leur boite non ouverte ou non abimée la durée de conservation des pastilles de "phostoxin" est pratiquement illimitée. On remarquera parfois un gonflement des boites, celui-ci est dû à la dilatation du gaz avertisseur sous l'action de la température ; cela n'influence en rien ni l'efficacité, ni la bonne conservation du "phostoxin".

## Mode d'emploi

Le nombre de pastilles de "phostoxin" nécessaire pour atteindre une efficacité de 100% varie de 10 à 20 par tonne, suivant le mode de stockage des grains et le genre d'insecte à combattre. Ainsi en silo hermétiquement fermé on n'en utilisera que 10, sur grenier ou en entrepôt relativement hermétique ce nombre sera porté à 15 et s'il s'agit de grains ensachés et conservés en entrepôt ouvert en plein air il atteindra les 20 pastilles. Ces quantités sont celles exigées pour la destruction de tous les stades du charançon du blé, le plus résistant à l'hydrogène phosphoré ; pour le Tribolium du riz et l'Oryzephile, qui sont les deux déprédateurs les plus sensibles, la dose peut être facilement réduite des trois quarts surtout si l'on se contente d'endiguer l'infestation existante; contre tous les autres déprédateurs les doses indiquées seront réduites d'un quart.

Afin d'atteindre le maximum d'efficacité, les pastilles "phostoxin" devront être réparties uniformément dans la masse. Ce point devra bien être observé car l'humidité nécessaire, empruntée aux grains pour libérer le phosphamine, pourrait parfois être insuffisante si l'on répartissait les pastilles par poquet. De plus, la dispersion de nombreux petits foyers garantit une meilleure et plus rapide pénétration du gaz à travers toute la masse.

Pour atteindre ce but, *lors de la désinfection de grains déjà emmagasinés* sous grenier, en entrepôts, silos ou allèges, on a tout avantage à niveler, au préalable, la couche supérieure. Cette précaution facilitera l'estimation du cubage à traiter ainsi que le traitement proprement dit.

Connaissant, par les longueur, largeur et hauteur moyenne du stock, le volume des grains à traiter et en multipliant ce dernier par dix fois le poids à l'hectolitre des marchandises, on connait le poids en tonnes; celui-ci est alors encore multiplié par 10,15 ou 20 suivant la dose choisie et le résultat final donne le nombre total des pastilles nécessaires pour traiter le stock. Pour introduire les pastilles dans la masse, on utilise une sonde se composant d'une tête munie d'un compteur, d'une manette de dosage et . d'un embout dans lequel on introduit le tube rempli de pastilles. Sur la face inférieure de la tête, on fixe par un raccord les allonges nécessaires qui se vissent l'une à l'autre. Enfin, sur la dernière allonge on attache un tube à clapet dont l'extrémité a été sciée obliquement. Grâce à ce système, après avoir enfoncé la sonde dans les grains à la profondeur voulue et en la retirant ensuite de quelques centimètres, le clapet s'ouvre et libère la pastille qu'on aura fait descendre par la manette.

Connaissant le nombre total de pastilles à utiliser et la façon de les introduire dans la masse, il est nécessaire, pour assurer toujours une bonne répartition, de calculer l'intervalle à respecter entre deux libérations de pastilles lors des retraits successifs de la sonde. A noter toutefois que, quelle que soit la hauteur de la couche de grains, la sonde doit être introduite à deux reprises par mètre carré.

En principe, le traitement doit être achevé en une heure de temps; pour cela il est nécessaire de prévoir le nombre voulu de sondes. A titre indicatif, 150 tonnes de céréales peuvent être facilement traitées au moyen de 2 sondes en une heure de temps.

Ces données connues, et après avoir obturé toutes les ouvertures importantes dont on n'aura plus besoin, le traitement peut débuter.

L'ouverture des boites se fera à l'air libre et à l'abri d'humidité ou d'eau. Avant d'enlever complètement le couvercle, on laissera échapper d'abord le gaz avertisseur en évitant de le respirer. Les tubes seront alors répartis sur toute la surface de la superficie à traiter aux endroits prévus ; ils serviront ainsi de points de repère et seront à portée de la main de l'opérateur. Une fois cela achevé en enfonce aussi profondément que possible la sonde, le clapet fermé, au premier endroit marqué. Après l'avoir retirée de quelques centimètres, on agit sur la manette du compteur pour faire glisser une pastille et en retire la sonde progressivement on agissant de même à intervalles réguliers.

Si l'opération n'était pas achevée dans l'heure prévue et si l'on sentait l'odeur caractéristique du carbure, on devra interrompre le travail. Il pourra toutefois être continué, sans conséquences fâcheuses, deux jours plus tard, mais après une bonne aération du local. Afin de pouvoir travailler pendant plus longtemps, on peut également recouvrir les grains avec des bâches, au fur et à mesure de la progression du traitement.

Après avoir terminé le traitement, toutes les ouvertures restantes seront calfeutrées et l'entrée du local sera interdite (avertissement sur les portes). De cette façon le phosphamine, bien qu'il soit plus lourd que l'air, remplit au bout de quelque temps la partie libre des locaux et la concentration de gaz est assez importante pour y détruire les déprédateurs même cachés dans les poutres.

La durée de contact sera de 3 à 5 jours suivant la température des

grains, qui aura été mesurée avant le traitment ; par 12-15° le contact durera 5 jours; par 16-20° : 4 jours et par plus de 20° : au moins 3 jours. Dans les magasins mal fermés ou à toiture en mauvais état, il sera avantageux, une fois le traitement terminé, de recouvrir les grains avec des bâches, surtout si le cubage total du local est 3 fois égal à celui occupé par la marchandise. Dans les allèges, on recouvrira soigneusement les grains par des bâches et les panneaux de fermeture. Les bateaux ne seront réhabités qu'après la fin de la durée de contact et après une aération complète.

Pour les silos ou allèges en cours de remplissage mécanique on procédera à la désinfection soit au moyen d'un distributeur automatique, soit au moyen de la sonde. On introduira celle-ci à travers un trou foré dans la canalisation d'entrée ou dans le couvercle du silo, de façon à pouvoir, par un mouvement rotatif, répartir uniformément les pastilles. La cadence d'introduction de celles-ci est à calculer d'après la vitesse de remplissage.

Une fois terminée la durée de contact prévue, les grains traités au "phostoxin" peuvent rester tels quels jusqu'à leur utilisation. Aucune manipulation immédiate n'est nécessaire et leurs qualités ne seront en rien influencées par les résidus.

Lors des manipulations ultérieures, la poussière présente dans les grains peut encore contenir une infime partie de phosphure d'alumine qui pourrait, au contact des organes respiratoires, dégager de l'hydrogène phosphoré et incommoder le personnel. Aussi est-il recommandé de ne pas manipuler les grains à la main et de travailler sous aération ventilée.

## PRÉCAUTIONS A PRENDRE

Le phosphamine est un gaz toxique, non seulement pour les insectes, mais aussi pour tous les êtres à sang chaud. Toute inhalation, même en petite quantité, doit être évitée.

Le danger d'intoxication au moyen du "phostoxin" d'autre part, est particulièrement réduit du fait que tout le monde reconnait immédiatement l'odeur caractéristique du carbure qui se dégage aux moindres traces d'hydrogène phosphoré.

De plus, ce danger n'est pas à craindre du fait que la formation des gaz ne commence qu'une heure après l'ouverture de l'emballage des pastilles. Il est donc évident qu'un traitement achevé en ce laps de temps peut être effectué sans protection de masque.

L'hydrogène phosphoré est également très volatile. De ce fait, après la durée de contact prévue, la concentration en gaz, dans les locaux fermés plus ou moins hermétiquement, est pratiquement nulle. Quoiqu'il en soit, et pour toute sécurité, il faut aérer les locaux par courant d'air pendant 1 à 2 heures avant d'en permettre l'entrée et, pendant les manipulations ultérieures, il y a lieu d'ouvrir toutes les ouvertures. Tous les locaux directement avoisinants doivent être laissés ouverts et aérés pendant la durée de contact. On détendra d'y stationner de façon prolongée tant pendant le traitement, que pendant les 24 heures qui suivent l'opération.

Lors des traitements, enfin, il est conseillé de pouvoir disposer à proximité d'un masque, de façon à pouvoir s'en couvrir en cas de nécessité. Il sera également nécessaire de s'en couvrir lors qu'on ouvrira les

locaux.

# RÉFÉRENCES

Signalons que le "phostoxin" est inscrit par le Service Biologique des Recherches Scientifiques de l'Etat de Brunswick sur la liste officielle des produits pour la lutte contre les déprédateurs des céréales, alors que la législation allemande actuelle pour la désinsectisation des céréales panifiables est des plus sévère.

Des contrôles et essais ont été effectués par l'Institut d'Entomologie de l'Etat à Gembloux sous diverses conditions de température (5-32°) et de modes de stockage allant des cellules de silos parfaitement hermétiques jusqu'aux dépôts sur aires (couches de grains de 1 m. d'épaisseur) avec recouvrement de bâches. Une étude détaillée et élogieuse a paru à ce sujet dans la revue "Parasitica " (Tome XII N° 2, 1956) qui conclut que le "phostoxin " a donné dans tous les essais des résultats concordants et que ce procédé présente le grand avantage " 'd'être utilisable dans de nombreuses circonstances dans lesquelles aucune méthode d'intervention pratique ne pouvait être recommandée : silo ordinaire, allège, emmagasinage en vrac sur aire, etc."

Ce produit est utilisé de façon courante en Allemagne, Belgique, Grèce, Yougoslavie, Turquie, Afrique du Sud, Australie, etc. . . . où il donne entière satisfaction.

Signalons enfin que le "phostoxin" peut aussi rendre de grands services dans la lutte contre les déprédateurs des viandes conservées, des fromages, du malt, du tabac, sans en altérer les qualités, ainsi que lors de la désinfection de locaux vides.

Fabricant : Deutsche Gesellschaft für Schädlingsbekämpfung M.B.H. -- Francfort-sur-Main.

Vendu au Congo et au Ruanda-Urundi par : " PHYTAF ", s.c.a.r.l.

• •

.

.

# PHYTAF

s.c.a.r.l.

Siège Social:

•

# Siège Administratif:

STANLEYVILLE (Congo Belge) B.P. 291. Tél. 580. SAINT-TROND (Belgique) Place de la Gare, 61. Tél : 72.281 & 72.997

## **Prix-courant**

"PHOSTOXIN" (Tarif douanier congolais: 38.12.90 actuellement sans droits d'entrée).

Emballage: boîtes hermétiques de 30 tubes de 30 pastilles.

de 12 tubes de 30 pastilles.

de 3 tubes de 30 pastilles.

Emballages maritimes					Quantité de tubes de 30 pastilles	Prix par tube de 30 pastilles FOB Départ nos dépôts Anvers au Congo	
Caisse de 4 boîtes d	le 30 ti	ubes et	6 boît	es de			
12 tubes	 Ко	••	••	••	192	63,00	68,00
Caisse de 15 boîtes	de 12 t	ubes		••	180	65,00	70,00
-Poids brut: 32 Ki -Poids brut: 30 Ki	de 3 tu 7.	bes	••	••	180	66,00	71,00
Boîtes de 30 tubes	•••	••	••	••	30	—	75,00
Boîtes de 12 tubes	••	••	••		12	—	78,00
Boîte de 3 tubes	••	••	••	••	3	-	82,00
							I

"ACCESSOIRES" (Tarif douanier congolais : 84.59.80 actuellement 5% de droits d'entrée).

| FOB Anvers | Rendu nos dépôts au Congo

2.220,	2.510,
1.300,	1.475.
565	640
145	165
210,-	240,
	.,
50	<b>56.</b> —
57	51
45	52
	5-1
	2.220, 1.300, 565, 145, 210, 50, 45,

## PEST INFESTATION LABORATORY, D.S.I.R.

## By G. V. B. HERFORD

The Pest Infestation Laboratory, chiefly through its Colonial Liaison Officer, maintains close contact with British Colonial Territories in the field of stored products entomology. I am glad, too, to be able to report that the Laboratory is in touch with entomologists working in this field in French and Portuguese territories. I hope that one outcome of the Conference may be a strengthening of these links.

The following notes have been grouped, for convenience of discussion, under three headings, namely *Research*, *Developments in Practice* and *Outstanding Problems*. It is realised that this sort of subdivision is artificial, in that today's outstanding problems provide the research items for tomorrow, and, it is to be hoped, recent items of research will be, or may already have become, new developments in practice. It is hoped that the notes will form a basis for discussion.

## **RECENT RESEARCH ITEMS**

## 1. Air-tight storage for preserving grain

Research in Africa and in the U.K. has been undertaken during the past few years to explore the suitability of this method for storing grain safely and cheaply for long periods, e.g., as a famine reserve. The present position has been summarised in a Bulletin (1) prepared by the Pest Infestation Laboratory and published by H.M. Stationery Office. A few copies will be available at the Conference.

#### 2. Vacuum Fumigation

Recent work (2, 3), which has involved the measurement of fumigation concentrations from within the commodity during fumigation, has shown that by a slight modification of existing techniques, and with no significant alterations of plant, a marked improvement in the effectiveness of the fumigation can be achieved.

Briefly, the process now recommended is to introduce the dose of fumigant, unmixed with air, into the evacuated chamber, and, after a period of some 3 hours, to admit air to atmospheric pressure.

This causes an immediate and striking rise in gas concentration in the centre of the commodity, which is exploited by continuing the fumigation for a further period, say of 6-10 hours.

#### 3. Insecticidal resins

Research work, largely undertaken in the Ministry of Supply, has resulted in the development of insecticidal resins, that is to say, synthetic resins, usually of the urea-formaldehyde type incorporating an insecticide such as dieldrin or lindane. These resins have been found to be highly efficient for the control of ants, cockroaches, etc. Their particular advantages are their very long toxic life, and their ability to withstand washing and rubbing without loss of toxicity.

## 4. Estimation of grain moisture content

Work at the Pest Infestation Laboratory has resulted in the production of a very rapid and reasonably accurate field method for measuring grain moisture content. The instrument, which is now commercially available, measures the resistance to a high voltage current passing between the prongs of a probe thrust into the commodity. The current is produced by a "Megger" incorporated in the instrument, which is thus independent of batteries or mains voltage. Its principal advantage over other methods lies in the elimination of sampling error, by making the measurements actually in the commodity. One of the instruments will be available for demonstration at the Conference.

## **MAJOR DEVELOPMENTS IN PRACTICE**

## 1. General—Appointment of Specialist staff

Many British territories have engaged qualified staff who are wholly or mainly concerned with food storage and infestation problems :

Kenya	••	••	••	3
Uganda		••	••	I
Rhodesian Fede	eration		••	I
Nigeria	••	••	••	8
Gold Coast	••	••	••	I
Sierra Leone	••		••	I
Gambia	••	••	••	I
Trinidad			••	I
Jamaica	••	••	••	1 (probably)
British Guiana	••	••	••	I

In addition, the formation of a pool of stored products entomologists has received sympathetic consideration in the U.K. The members of the pool would be attached to the Pest Infestation Laboratory and would be available to visit Colonial territories for the investigation of specific problems.

## 2. Application of chemical control methods

(a) Recommendations have been made and circulated to Colonial

territories for a code of practice in relation to the application of contact insecticides, e.g., as dusts, to foodstuffs. The tolerance limits for D.D.T. and Lindane, which are now widely accepted, are 7 p.p.m. and 2.5 p.p.m. respectively. These figures refer to the amounts of insecticide not to be exceeded in foodstuff at the time of consumption. It has been proposed that where there is reason to expect that the initial dose of insecticide will be reduced, by volatilisation, dilution, or cleaning, this initial dosage may exceed the tolerance figure by an amount not exceeding the expected reduction (see below).

(b) Lindane dust has been used experimentally with great success for the protection of maize on the cob in Kenya. The cobs were stored in cribs and application was at the rate of up to 100 p.p.m. After shelling, the highest residual contamination of the maize was 2.5 p.p.n.

Lindane dust is now being applied to maize cobs at 10 p.p.m. on a wide scale in Kenya, and a very high degree of protection against insect attack is being achieved.

(c) Lindane dust was also applied experimentally in Gambia to groundnuts before mechanical decortication, at rates up to 80 p.p.m. After decortication the contamination of the shelled nuts was only 0.6 p.p.m. Lindane dust is now being successfully used on a wide scale for the protection of undecorticated Gambian groundnuts against the Bruchid beetle, *Caryedon fuscus*.

(d) Fumigation of bagged foodstuffs under gas-proof sheets. Very large tonnages of bagged grain have been and are being fumigated with Methyl Bromide under gas-proof sheets in Eastern and Central Africa. In Nigeria pyramids of bagged decorticated groundnuts are similarly treated for the control of *Trogoderma granarium*.

Although there is still room for improvement, especially in the fumigation of very large stacks, this method has been proved to be thoroughly practical, and, when undertaken by experienced operators, is capable of giving a high degree of control.

(e) Fumigation of silo bins. It is generally realised that grain in silo bins can best be disinfested by circulatory fumigation with Methyl Bromide. Recent experience, however, has shown that for successful application of this method the construction of the silo bins, ducting, etc., must be of first-class quality.

#### **OUTSTANDING PROBLEMS**

## 1. Toxic life of contact insecticides

Recent work (in press) in Nigeria has shown how very greatly the toxic life of lindane deposits can be reduced by exposure to tropical conditions from what one expects in temperate climates. Considerably more investigation is needed, to elucidate which factors, heat, light ultra violet light—are responsible, and to look for possible substitutes.

As alternative to chemical insecticides, certain inert mineral dusts are worth consideration; these kill by desiccation of the insect, and are accordingly most effective at low atmospheric humidities. On theoretical grounds they should be highly efficient in a dry tropical climate, though there may well be difficulties attendant on their use in practice.

## 2. Fumigation

(i) Although the fumigation of foodstuffs under gas-proof sheets is now widely practised, the distribution of fumigant in very large stacks still requires further investigation. Also more work is required to select the most durable type of sheeting for use in tropical conditions.

(ii) The fumigation of large bulks of grain stored in warehouses or godowns has proved exceptionally difficult in Britain, using Methyl Bromide. Phosphine has been recommended for such storage conditions; it would be valuable to hear members' experience with this fumigant.

3. Storage

#### AIR-TIGHT STORAGE

There seems little doubt that the storage of grain in gas-tight structures, above or below ground, may go far to solve the problem of long term reserves in certain countries. To what extent can other commodities be usefully stored in this way?

Is it possible to provide the benefits of air-tight storage for bagged commodities by enclosing stacks in a gas-proof membrane, e.g., perhaps of roofing felt or some laminated plastic sheet combining oxygen-tightness with resistance to weathering ?

#### **COCOA STORES**

Much thought is being given to designing the most suitable type of store for cocoa. Factors to be taken into consideration include :

- (i) The need to prevent water uptake by the cocoa when stored in a humid locality.
- (ii) Provision for fumigation of infested parcels.
- (iii) Minimal risk of infestation from insects living in the fabric of the store.

It is suggested that (i) ventilation must be controllable, with a possible advantage to be gained by providing forced ventilation through individual stacks of cocoa. (ii) That air-conditioning may be economically possible in large port stores; if the cocoa could be stored at 55° F. and at a low atmospheric humidity, the development of insects and moulds would be practically stopped.

(iii) That up-country stores should be made of corrugated metal, to ensure that walls and roof are raised daily to temperatures lethal to insects. This will prevent residual populations of insects from becoming established in the fabric of the building.

## SPECIAL CONTAINERS, e.g., LINED SACKS

There are many advantages to be gained from the use of lined sacks, if these can be guaranteed insect proof. In some cases, impermeability to water vapour would be desirable, e.g., to prevent uptake of moisture by previously dried products, but in others it would be a drawback, as when some drying out is to be expected in the sack.

The effect on trade practices is also important, e.g., spear sampling would not be possible, and hooks could not be used.

The advantages would have to be weighed against the increased cost of the lined sack.

The impregnation of sacks with an insecticide also offers many apparent advantages, and work on this has been undertaken at the Pest Infestation Laboratory. It has been shown that an appropriate level of impregnation with D.D.T. is effective in preventing insect penetration, but that at this level contamination of the foodstuffs, especially those finely divided or with a high fat content, is so high as to prohibit the use of this insecticide.

More recent work, using pyrethrum synergised with piperonyl butoxide, suggests that the duration of effectiveness, especially when exposed to light, is too short to make the process useful in practice.

The basic idea, however, is sufficiently attractive to warrant further research, perhaps with repellants rather than actual insecticides.

## ACQUIRED RESISTANCE OF INSECTS TO INSECTICIDES

Up to the present, there have been no reported instances of stored products pests having acquired an increased resistance to insecticides or fumigants in any degree comparable to that shown by houseflies, and mosquitos in many parts of the world. This is probably due, in part at least, to the fact that insecticides have not yet been used on the same lavish scale as they often are for fly control. Nevertheless, the use of insecticides for storage insect control is now rapidly increasing, and already specimens of *Tribolium castaneum* from Kenya have been shown 12 times more resistant to lindane than are normal British stocks.

#### REFERENCES

- HALL, D. W., HASWELL, G. A. and OXLEY, T. A. Underground Storage of Grain. Colonial Research Studies, No. 21, H.M. Stationery Office, London, 1956. (2s. 6d.)
  BURNS BROWN, W., and HEUSER, S. G. Behaviour of Fumigants during Vacuum Fumigation. (i). 1953. Penetration of methyl bromide into boxes of dates. J.Sci. Food and Agric., iv, pp. 48-57.
  (ii.) Penetration of methyl bromide into bagged wheatfeed and related diffusion experiments. Ibid, pp. 378-386.
  (iii.) 1956. Penetration of methyl bromide into bagged wholemeal meal. J.Sci. fd. Agric., vii, pp. 595-601.
  PAGE, A. B. P., BLACKITT, R. E. BURNS BROWN, W. and HEUSER, S. G. 1953. Descriptive Terms for Vacuum Fumigation. Chem. and Ind., p. 353.

## CONTRIBUTION A LA PROTECTION DES DENRÉES ALIMENTAIRES PAR LA DÉRATISATION ET LA DÉSINSECTISATION DES NAVIRES

par MICHEL DENIS

Service Technique Outre-Mer et Santé Publique Société Pechiney-Progil (France)

Au cours de l'année 1955, nous avons été amenés à participer à une opération témoin, destinée à prouver l'efficacité de la méthode de dératisation et de désinsectisation permanente susceptible de remplacer la dératisation semestrielle dans le domaine maritime, sur une unité de la Compagnie Paquet, le s.s. Djenné.

Bien qu'il s'agisse d'une technique santé publique, visant à l'éradication des rongeurs et à la destruction de puces commensales, pouvant transmettre des maladies infectieuses, il nous a semblé qu'il y avait intérêt à porter certains éléments de cette technique à la connaissance des spécialistes du C.S.A., car ils seraient susceptibles d'être pris en considération en même temps que le problème de la protection des denrées.

Cette opération a fait l'objet de la publication d'une plaquette, fin 1955, sous la signature de M. Bonnefoi, spécialiste des questions raticides.\*

## SOMMAIRE

Cette communication rapporte l'intérêt de la méthode de dératisation et de désinsectisation simultanées des bateaux comparativement aux traitements habituels de ceux-ci par l'acide cyanhydrique. Cette technique préconisée en Santé Publique est valable dans le domaine de la protection des denrées au cours de leur transport sur mer puisqu'elle vise à l'éradication permanente des rats et des insectes du bord.

La méthode est fondée sur l'emploi des anticoagulants, (à base de Coumafène), et des insecticides de synthèse (lindane). Elle a été expérimentée sur le s.s. *Djenné* au cours d'un essai contrôlé officiellement pendant plusieurs mois.

Un memento pratique d'application de cette technique précise l'emploi des raticides et insecticides :

-2.800 kg. d'un appât à base de Coumafène par cale; manière d'approvisionner les postes, de disposer les appâts, de contrôler le traitement.

— insecticides ; lindane en émulsion à raison de 60 g. de lindane par 10 litres d'eau pour traitement des parois. Possibilité d'emploi d'autres insecticides.

La nécessité de la lutte contre les rongeurs et parasites, est reconnue de tous, puisqu'elle a été sanctionnée par des règlements internationaux.

• Centre Technique Antiparasitaire et de Dératisation, 25, rue Lesueur, PARIS (16°).

Cependant, le traitement à l'acide Cyanhydrique, de pratique courante, ne répond pas entièrement aux critères essentiels de qualité :

- efficacité réelle et constante,
- innocuité pour l'homme et les animaux,
- conservation des denrées et des matériaux,
- facilité d'application,
- économie de prix de revient.

Il est inutile d'insister sur les sujétions que les traitements gazeux imposent aux navires. Aussi on mesure l'intérêt de l'application sur ceux-ci des principes de lutte fondés sur l'emploi des procédés spécifiques de destruction des rats et des insectes, emploi maintenant courant dans les locaux de stockage à terre. Ces procédés remplissent les critères de qualité mentionnés plus haut, et nous estimons qu'après l'expérience officielle entreprise à ce propos sur le s.s. *Djenné*, la méthode de dératisation et de désinsectisation simultanées est au point et susceptible de généralisation.

Cette dératisation repose sur l'emploi d'anticoagulants, et la désinsectisation sur celui des insecticides modernes de synthèse. Les modalités d'application ont été adaptées à la conformation et aux servitudes particulières à un navire.

L'expérience du *Djenné*, contrôlée officiellement pendant plusieurs mois, s'est poursuivie jusqu'à maintenant, la méthode de dératisation et de désinsectisation ayant été jugée la plus pratique et la plus rentable. En effet, la dératisation permanente et une désinsectisation sérieuse basée sur 8 traitements annuels, revient à environ 60.000 francs français par an pour un navire comme le *Djenné* (8.700 tonnes).

Si l'on tient compte par ailleurs des bénéfices résultant de la suppression de l'immobilisation et de l'obligation de débarquer le personnel de bord, il est de toute évidence que les traitements spécifiques combinés constituent un progrès considérable sur l'utilisation du gaz cyanhydrique, tant du point de vue technique que sur le plan économique et pratique, et ceci d'autant plus que le gaz cyanhydrique n'a pas d'action rémanente et n'empêche pas la réinfestation à brève échéance.

Nous proposons donc, concernant la dératisation et la désinsectisation des bateaux, le memento pratique suivant.

## DÉRATISATION

#### Technique

Produit utilisé : Poudre à 0,5% de Coumafène, mélangée à du blé saturé d'une huile minérale, spéciale. Le produit est formulé de manière à ce que l'absorption d'une seule dose normale soit mortelle pour un rat.

Il faut disposer les postes partout où peuvent séjourner les rats en procédant de proche en proche, d'un bout à l'autre du navire et de babord à tribord, pour être sûr de ne négliger aucun endroit. Les postes seront numérotés et disposés de long des parois.

•

Comme il est souhaitable de détruire en un temps très court tous les rongeurs, il faut évidemment adapter les quantités d'appât à l'importance de la population murine du bord. Ce facteur fondammental de réussite implique la vérification des appâts et le renouvellement des quantités consommées jusqu'à l'arrêt total des consommations qui indique le terme des opérations.

#### Approvisionnement des postes

Dans le cas particulier des navires, il est pratiquement impossible de vérifier journellement les appâts placés à fond de cale ou dans les fauxponts. Cette difficulté a été tournée en disposant des postes plus importants représentant en puissance la destruction d'un nombre de rats supérieur aux prévisions d'infestations les plus massives.

C'est ainsi que sur le *Djenné*, l'unité d'appâtage a été de 700 g. par poste. Chaque cale a reçu quatre postes disposés dans chaque coin, soit un total de 2.800 kg. par cale d'un raticide spécialement préparé pour conserver indéfiniment son efficacité, malgré la chaleur et l'humidité, et dosé de telle façon que la dose minimum mortelle se trouve dans 1,20 g. d'appât. Cette quantité représenterait donc en puissance la destruction de plus de 2.000 rats. Mais comme le rat consomme habituellement 15 à 20 g. par jour, soit douze à seize fois la dose minimum léthale et qu'il aura la force de s'alimenter au moins pendant deux jours, 2,800 kg. ne représentent pratiquement qu'un potentiel de destruction de 70 rats environ par cale.

Il est bien évident qu'une invasion subite de 70 rats par cale est absolument improbable; par contre, en raison de l'extraordinaire capacité de prolifération de ces animaux, une population d'une trentaine de rats pourrait facilement engendrer deux ou trois cents individus en quatre ou cinq mois, c'est-à-dire entre deux dératisations semestrielles.

L'intérêt majeur de la méthode de prévention permanente est justement d'interdire une telle pullulation, puisque les postes définitifs assurent la destruction systématique des rongeurs au fur et à mesure de leur arrivée. Connaissant la consommation normale d'un rat (40 à 50 g.), ce procédé présente aussi l'avantage de permettre d'apprécier à la fois l'importance des invasions de rats, et celle de leur destruction même si l'on ne retrouve qu'une faible partie des cadayres.

Complètement vidés de leur sang, les rats tués se dessèchent rapidement.

#### Disposition rationnelle des appâts

Pour éviter la perte de produit et permettre aux rongeurs d'accéder facilement aux appâts, ceux-ci sont disposés sous abris métalliques transportables. Un modèle permettant de placer les appâts à fond de cale et d'entasser par dessus des tonnes de marchandises a été mis au point.

#### Contrôle du traitement

Le contrôle des postes doit se faire chaque fois que les cales sont vides et en principe chaque fois que les abris métalliques sont accessibles, de façon à maintenir en permanence l'approvisionnement initial.

Les quantités consommées sont remplacées par une quantité égale mais si les appâts sont par trop souillés, il convient de les renouveler intégralement.

Une fiche de conduite des opérations est établie. On y mentionne les postes touchés, les quantités consommées. Les postes renouvelés doivent rester rapidement intacts si l'opération est bien menée. L'absence de consommation, en effet, est un élément d'appréciation de la réussite du traitement mais celle-ci doit être confirmée par la disparition absolue des traces et l'absence de déprédation sur les denrées consommables et les matériaux.

#### Toxicité

La concentration en matière active de l'appât est telle qu'il n'y a aucun danger d'intoxication accidentelle ou criminelle pour l'homme; la même assurance ne saurait être donnée pour les poudres d'épandage sur les pistes. Ni les chiens, ni les chats ne mangent ordinairement le blé. Les dangers d'intoxication pour un chat consisterait dans la consommation, en deux ou trois jours, d'une vingtaine de cadavres et de 40 ou 50 pour un chien de poids moyen. Ces éventualités sent logiquement irréalisables.

## DÉSINSECTISATION

#### Produit utilisé et dose

Emulsion à 120 g./litre de lindane employé à la dose de  $\frac{1}{2}$  litre pour 10 litres d'eau.

En même temps que la pose des appâts raticides, on applique l'émulsion de lindane sur les parois à l'aide d'un pulvérisateur à pression préalable. On peut aussi pratiquer par fumigation à l'aide de comprimés de lindane.

L'application d'insecticide met le navire à l'abri des insectes ailés, parasites des denrées conservées ou des moustiques, mouches, cafards, ainsi que de tous les ectoparasites du rat qui s'échappent du pelage après la mort de leur hôte. Selon les cas, des bouillies à base de Malathion ou d'un mélange de lindane et Malathion, peuvent être préconisées pour la désinsectisation ; on peut aussi avoir recours à des poudrages.

On voit que le schéma rapporté ici est très souple et susceptible de modifications, en fonction des parasites, des considérations du moment ou locales.

#### Toxicité

Que ce soit en pulvérisation ou en fumigation, le lindane est inoffensif pour l'homme et les animaux et ne nécessite par conséquent aucune précaution particulière d'emploi. Il en est de même pour le Malathion.

Nous pensons avoir mis en évidence dans cet exposé l'intérêt que la méthode de dératisation et de désinsectisation simultanée présente, non seulement en Santé Publique (cadre de l'expérience du *Djenné*), mais aussi pour la protection des denrées lors de leur transport.

Nous estimons que cette technique permet d'assurer d'une manière radicale la protection des bateaux dans l'un et l'autre de ces deux domaines et nous en souhaitons une diffusion dont se portent garants les résultats obtenus à ce jour.
# CONTRIBUTION A UN AVANT-PROJET DE LÉGISLATION SUR LA DÉSINSECTISATION DES VIVRES

## par E. J. BUYCKX

Chef de la Division de Phytopathologie et d'Entomologie agricole, Institut National pour l'Etude Agronomique du Congo belge.

Au Congo belge, le problème de la conservation des produits vivriers réside dans la nécessité de protéger les graines et les farines contre les moisissures, les rongeurs et les insectes. S'il est relativement aisé d'éviter les moisissures et les déprédations des rongeurs par un séchage et un entreposage dans des récipients ou des locaux adéquats, il est par contre difficile d'éliminer les insectes ou de prévenir leurs dégâts. Le recours à des insecticides qui sont mélangés intimement aux graines se révèle indispensable. La toxicité de ces produits varie selon leur nature. Sauf quelques-uns qui sont très dangereux pour l'homme, la plupart ne présente qu'une faible toxicité, bien que certains, s'éliminant difficilement, puissent s'accumuler dans l'organisme. Par ingestion répétée la quantité de produit toxique augmente dans certains organes au point d'atteindre des doses qui peuvent provoquer des lésions sérieuses. Il faut donc être très prudent dans le choix des insecticides à recommander pour la conservation des graines.

Si l'élimination des insecticides gazeux ne présente généralement pas de difficultés, vu la chaleur du climat congolais, il n'en est plus de même pour les poudres dont on ne voit d'ailleurs pas de traces dans la farine. Or la plupart des graines sont consommées après mouture. La nécessité de protéger le consommateur par une réglementation en la matière s'impose donc impérieusement.

Les législations des Etats-Unis et de la plupart des nations européennes, y compris la Belgique, sont quasi unanimes et formelles au sujet des traitements insecticides : elles ne tolèrent la présence d'aucun résidu de quelque produit phytopharmaceutique que ce soit dans les farines. Seules les législations françaises et allemandes admettent des résidus du lindane.

Quant au traitement des graines de céréales et de légumineuses, il n'existe généralement pas de prescriptions légales mais bien des avis et conseils émanant de stations agricoles et de laboratoires officiels. Ces conseils se résument comme suit : il y a lieu de donner la préférence aux traitements par fumigation qui, l'opération terminée, ne laissent plus aucune trace des produits employés. A défaut, on peut utiliser des insecticides à base de pyrèthre et de ses stabilisateurs et dans certains cas, s'il n'y a vraiment pas d'autres moyens, on tolère les préparations à base d'isomère gamma (lindane) de l'hexachlorocyclohexane à des doses bien déterminées, en recommandant d'éliminer l'insecticide avant de mettre la denrée en vente. Les prescriptions légales, valables actuellement dans la plupart des pays, interdisent de vendre et de recommander l'application de spécialités de lutte antiparasitaire sur des produits agricoles destinés à l'alimentation humaine, s'il n'est pas prouvé, soit qu'ils ne laissent aucun résidu sur les vivres, soit que ces résidus ne sont pas nuisibles à la santé. Des limites de tolérances bien définies sont fixées pour les résidus, elles ne peuvent être dépassées.

Si on considère les pertes élevées enregistrées au Congo belge dans la conservation des produits vivriers, pertes qui sont dues, d'une part, au fait que les greniers et les lieux d'entreposage ne permettent pas le maintien de bonnes conditions sanitaires ni la pratique de la fumigation et, d'autre part, au climat qui favorise la multiplication intense des déprédateurs, il parait indispensable de fournir aux agriculteurs et commerçants un moyen de lutte efficace ne nécessitant qu'un matériel d'application simple. Il ne faut pas perdre de vue que la population n'est pas familiarisée avec l'emploi d'insecticides.

Comme produits de désinsectisation des denrées, les insecticides gazeux qui ne laissent aucune trace après le traitement viennent en tête. Parmi ceux-ci, le plus intéressant par son efficacité et son application relativement facile, est le bromure de méthyle. L'emploi d'autres insecticides gazeux qui conviennent également réclame des appareils coûteux et dont le maniement est compliqué.

Pour nous guider dans le choix des insecticides liquides ou en poudre convenant pour protéger les grains, nous avons pris comme référence l'ensemble des propositions de la U.S. Food and Drug Administration, publiées le 20 octobre 1954, concernant les limites de tolérance pour les divers insecticides.

Pour certains produits, aucune tolérance n'est admise, c'est-à-dire que les fruits, etc., traités ne doivent contenir aucune trace du produit. Pour d'autres, parmi lesquels le pyrèthre, le roténone et leurs produits synergiques, aucune limite de tolérance n'est imposée.

Parmi les quatre premiers produits, méthoxychlore (14 ppm), lindane (10 ppm), D.D.T. et D.D.D. (7 ppm), seul le lindane présente une activité insecticide suffisante à la concentration de 0,001%. Le méthoxychlore n'est pas assez efficace et le D.D.T. doit être utilisé à la dose de 0,005 à 0,01%, soit à une concentration de 50 à 100 ppm.

Il parait inutile de souligner que les propositions de la F.D.A. n'ont été publiées qu'après examen approfondi de toutes les données du problème, en particulier de celles ayant trait à son aspect toxicologique. Ces limites de tolérance, aux termes de l'ordonnance, ne s'appliquent qu'aux fruits et aux légumes frais et lors de leur établissement on s'est basé sur l'expérience, en tenant compte du pourcentage de fruits et de légumes dans l'alimentation totale. Ces indications valables pour les U.S.A., ne peuvent donc être prises en considération que sous certaines réserves dans d'autres pays dont la population se nourrit de façon différente. Les graines des céréales et des légumineuses, les farines qui en dérivent et la farine de manioc entrent pour une grande proportion dans l'alimentation de la population congolaise. Pourtant, on doit également noter que les limites de tolérance indiquées ne sont pas celles qui peuvent encore être supportées à la rigueur sans dommage, mais qu'elles comprennent déjà une marge de sécurité habituellement de l'ordre de 100 fois la dose limite réelle.

Nous pensons donc que, malgré cette remarque restrictive, la protection des graines à l'aide du lindane peut être recommandée. D'ailleurs, l'insecticide est éliminé dans une forte proportion lors de la préparation des aliments (lavage et cuisson).

En conclusion, parmi les poudres insecticides, seules peuvent être admises la poudre de pyrèthre et celle à base de lindane. Comme insecticide liquide, le pyrèthre naturel ou synthétique et son produit synergique, le butoxyde de piperonyl, peuvent être utilisés.

Quant aux farines, il y a lieu d'être plus sévère, car l'insecticide y est invisible et très difficile à éliminer.

En France, la désinsectisation des produits récoltés (grains de céréales et de légumineuses) peut être effectuée par des spécialités à base de lindane, à raison de 5 g au maximum d'insecticide par 1,000 kg de grains. "Toutes précautions doivent être prises pour que le mélange soit homogène et pour que la farine obtenue contienne moins d'un millionième de lindane" (article 1 abrogeant et remplaçant l'article 3 de l'arrêté du 26 février 1947). En Allemagne, la limite de tolérance actuellement admise pour le lindane dans les farines serait de 2,5 ppm.

L'élimination de la poudre insecticide à base de lindane ne présente pas un gros problème. Soit par un procédé puissant de soufflage ou d'aspiration, soit par lavage pour de faibles quantitées, on peut enlever la plus grande partie de l'insecticide avant la mouture, de façon à obtenir une farine qui ne tombe pas dans la catégorie des produits alimentaires impropres à la consommation. On peut également diminuer la concentration de lindane en mélangeant avec une farine provenant de grains non-traités.

## Recommendations

Nous proposons donc de recommander les insecticides suivants pour la protection contre les insectes et pour la désinsectisation des graines destinées à l'alimentation humaine :

1. par fumigation — tout insecticide gazeux à condition qu'il ne laisse aucun résidu ni n'altère les propriétés nutritives des graines; en particulier, le bromure de méthyle, par fumigation à la pression atmosphérique en enceinte fermée, à la dose de 100 centimètres cubes par mètre cube d'espace clos ou par fumigation sous vide partiel dans des installations conçues pour ces opérations;

2. par enrobage — la poudre de pyrèthre dosant au minimum 1,3%

de pyréthrines totales à la dose de 0,5%; le lindane (isomère gamma de l'hexachlorocyclohexane) à une dose ne dépassant pas 10 pp. Par exemple 0,1% d'une poudre insecticide contenant 1% d'isomère gamma, à l'exclusion des autres isomères.

3. par vaporisation — les préparations à base de pyrèthre naturel ou synthétique et de butoxyde de piperonyl.

Par grains il faut entendre les fruits mûrs des céréales (maïs, riz, sorgho, mil, éleusine, coix, froment, seigle, orge, avoine), des légumineuses (arachides, soja, pois, haricots, fèves, féveroles, lentilles) et du sésame.

En proposant de limiter à quelques produits phytopharmaceutiques la pratique de la désinsectisation par mélange aux vivres, on vise à éviter la présence dans les aliments de substances nuisibles à la santé. On rejoint, ici sur le plan législatif, la notion de produit alimentaire impropre à la consommation.

D'après les législations nord-américaines et européennes, un produit alimentaire doit être considéré comme impropre à la consommation lorsqu'il peut être nuisible à la santé ou s'il contient des impuretés, même s'il est prouvé qu'elles ne sont pas nocives.

Une denrée alimentaire sera réputée nuisible à la santé dans les cas suivants :

- (i) quand elle peut provoquer un empoisonnement ou tout autre trouble ou bien quand en raison de son état de détérioration ou de malpropreté, de sa mauvaise préparation, ou de quelque autre circonstance analogue, elle doit être considérée comme inadéquate ou impropre à la consommation humaine;
- (ii) quand on a quelque motif valable de penser qu'elle risque de propager une maladie, notamment du fait qu'une personne atteinte d'une maladie infectieuse ou un porteur de germes de contagion a participé à sa préparation.

En visant la protection du consommateur congolais aussi bien que celle du consommateur européen, on peut répartir les principales denrées alimentaires d'usage courant au Congo belge en trois catégories :

- les graines,
- les farines et les denrées alimentaires qui en dérivent,
- les fruits, poissons et viandes séchés,

et appliquer à chacune de ces catégories la notion de produit alimentaire impropre à la consommation. Le contrôle des viandes et poisons séchés relevant des services vétérinaires, cette question n'est pas envisagée ici.

Une réglementation de la vente des grains, des farines et leurs dérivés ainsi que des fruits séchés devrait inclure les prescriptions suivantes.

Sont considérés comme substances alimentaires nuisibles :

1. — Les grains de céréales et de légumineuses qui sont altérés, moisis ou charançonnés dans une proportion qui dépasse 5%. 2. — Les grains non débarrassés autant que possible de toutes matières terreuses (pierres, sable) et de tous produits nuisibles ou sans valeur nutritive tels que matières végétales vénéneuses, poils ou excréments de rongeurs, insectes et autres parasites, leurs excréments, leurs dépouilles, leurs larves. La totalité des impuretés ou de matières étrangères ne peut dépasser 2%.

3. — Les grains qui contiennent des résidus de produits phytopharmaceutiques tels que fongicides, insecticides etc., à l'exception du pyrèthre naturel ou synthétique, du butoxyde de piperonyl et du lindane.

4. — Les grains contenant un résidu de lindane dépassant la concentration de dix parties par million.

5. — Par grains, il faut comprendre les fruits mûrs du maïs, du riz, du froment, du seigle, de l'avoine, de l'orge, du sorgho, du mil, de l'éleusine, de l'arachide, du soja, des pois, des haricots, du sésame, des fèves, des féveroles et des lentilles.

6. — Les farines auxquelles ont été ajoutées, en si minime proportion que ce puisse être, une matière minérale ou un insecticide.

7. - Les farines qui ont été préparées à partir :

- (i) de grains non débarrassés autant que possible de toutes matières terreuses (pierres, sable) et de tous produits nuisibles ou sans valeur nutritive tels que matières végétales vénéneuses, poils ou excréments de rongeurs, insectes et autres parasites, leurs excréments, leurs dépouilles, leurs larves: des grains dont la totalité des impuretés ou de matières étrangères dépasse 2%.
- (ii) de grains altérés ou avariés, par exemple : des grains moisis, charançonnés, ou atteints d'ergot, etc.,
- (iii) de grains contenant des résidus de produits phytopharmaceutiques tels que fongicides, insecticides etc., à l'exception du pyrèthre naturel ou synthétique, du butoxyde de piperonyl et du lindane. Toutes les précautions doivent être prises pour que la farine obtenue à partir de grains enrobés au lindane ne contienne pas plus d'un millionième de cet insecticide.

8. — Les denrées alimentaires dérivés de farines altérées ou avariées, soit qu'elles dégagent une odeur anormale, soit qu'elles soient moisies, soit qu'elles soient endommagées par des insectes, soit qu'elles contiennent des insectes et autres parasites, leurs excréments, leurs dépouilles ou leurs larves.

9. — Les fruits séchés altérés ou avariés, soit qu'ils soient moisis, soit qu'ils soient endommagés par des insectes, soit qu'ils contiennent des insectes et autres parasites, leurs excréments, leurs dépouilles ou leurs larves.

L

# Contributory Remarks with regard to Draft Legislation on the Disinfection of Foodstuffs

## SUMMARY

Grain storage conditions in the Belgian Congo allow for rapid and heavy infection through insects.

In view of the severe losses, it appeared necessary to recommend positive control methods, which at the same time meant health protection against harmful residues.

According to the draft, grain sold for consumption should not contain more than 5% of damaged grain.

Total impurities should not exceed 2%. Only residues of natural or synthetic pyrethrin of piperonyl butoxide and of lindane should be tolerated ; the lindane residue should not be higher than 10 p.p.m.

Flour impurities should not exceed 2% and no residue other than natural or synthetic pyrethrins, piperonyl butoxide or lindane (not more than 1 p.p.m.) should be found.

160

# LISTE DES INSECTES DES DENRÉES TROUVÉS AU CONGO BELGE

par J. DECELLE

## Assistant à la Division de Phytopathologie et d'Entomologie agricole Institut National pour l'Etude Agronomique du Congo belge

#### Coleoptera

Cleridae Necrobia rufipes De G. Necrobia violacea L. Trogositidae (=Ostomatidae) Trogosita mauritanica L. Lophocateres pusillus Klug. Dermestidae Dermestes cadaverinus F. (=ater De G.) Dermestes vulpinus F. (=maculatus De G.) **Bostrychidae** Rhizopertha dominica F. Dinoderus minutus F. Dinoderus bifoveolatus Woll. Anobiidae Lasioderma serricorne F. Nitidulidae Carpophilus hemipterus L. Carpophilus dimidiatus F. Carpophilus humeralis F. Cucujidae Oryzaephilus surinamensis var. mercator Fauvel. Ahasverus advena Walt. Laemophloeus ferrugineus Steph. Laemophloeus minutus Ol. (=pusillus Schöenh.) Laemophloeus turcicus Grouv. Laemophloeus janeti Grouv. Cathartus quadricellis Guér. Tenebrionidae Gnathocerus maxillosus F. Latheticus oryzae Waterh. Tribolium castaneum Herbst. (=ferrugineum F.) Tribolium confusum jacq. Duv. Alphitobius diaperinus Panz. Alphitobius laevigatus F. Bruchidae Acanthoscelides obtectus Say. Callosobruchus phaseoli Gyll. Callosobruchus maculatus F. Callosobruchus chinensis L. Zabrotes subfasciatus Boh. (trouvé en un seul exemplaire) Anthribidae Araecerus fasciculatus De G.

Curculionidae Sitophilus (Calandra) oryzae L.

## Lepidoptera

Tineidae

Setomorpha rutella Zell.

Gelechiidae

Sitotroga cerealella O1.

Cosmopterygidae

Pyroderces risbeci Ghesq.

Pyralidae

Plodia interpunctella Hbn.

Phycitidae

Mussidia nigrivenella Rag. Ephestia elutella Habn. Ephestia cautella Walk.

Galleriidae

Corcyra cephalonica Statton.

## Psocoptera

Ge. sp. du groupe Liposcelis.

## Arachnida

Un certain nombre d'acariens s'en prennent aux produits déjà altérés par les déprédateurs primaires.

## Les déprédateurs des principales denrées

Maïs

En champ, les grains mûrs sont attaqués à peu près uniquement par Mussidia nigrivenella. Sitophilus (Calandra) oryzae ne se trouve en plein champ qu'à proximité des villages et seulement dans les épis mal protégés par leurs spathes. Les dégâts commencent surtout au moment du séchage et sont l'oeuvre de *Sitophilus oryzae* et de *Dinoderus minutus*, subsidiairement à quelques teignes.

Si le séchage est trop lent, des moisissures s'installent sur les grains et attirent Araecerus fasciculatus. Durant l'entreposage Calandra et Dinoderus poursuivent leurs dégâts dans les grains décortiqués et leur population s'accroit. Des insectes secondaires (Cucujidae divers et Tribolium) deviennent bientôt plus nombreux. Puis Trogosita mauritanica apparaît. Ensuite la population de calandres diminue, celle des acariens progresse.

Si le produit est humide les Alphitobius sont présents.

#### Riz

Dans les champs, les grains de riz peuvent déjà être attaqués par Sitotroga cerealella qui poursuit ses dégâts sur le paddy conservé en panicules. Sur le riz décortiqué, cet insecte devient plus rare. Le riz paddy n'est guère attaqué par les Calandres.

Le processus d'attaque du riz décortiqué est le même que celui du maïs, les dégâts primaires étant l'oeuvre de *Calandra oryzae* et de *Rhizopertha dominica*.

#### Sorgho

Cette céréale a comme principal destructeur la calandre Sitophilus oryzae. Il n'est pas rare qu'au bout de 5-6 mois de conservation la totalité des grains soit attaquée. Les grains altérés sont colonisés par les déprédateurs secondaires habituels (Cucujidae, notamment Ahasverus surinamensis très fréquent, et les Tribolium).

## Arachides

Les arachides non décortiquées ne sont sujettes aux attaques d'insectes que si leur coque est brisée. Par contre, les moisissures peuvent causer d'importants dégâts. Les arachides décortiquées sont primairement attaquées par *Ephestia cautella* et *Tribolium castaneum*. Par la suite les *Laemophloeus* y apparaissent et les psocides s'y multiplient.

## Haricots

La bruche des haricots, *Acanthoscelides obtectus*, constitue le principal ravageur primaire des haricots qui sont moins fréquemment attaqués par les *Callosobruchus*.

#### Autres légumineuses

Les dégâts aux autres légumineuses sont surtout causés par les Callosobruchus chinensis et maculatus. Callosobruchus phaseoli n'a été rencontré que sur des doliques au Ruanda.

# RÉSULTATS D'UNE ENQUÊTE SUR LA CONSERVATION DES DENRÉES AU CONGO BELGE

par E. J. BUYCKX et J. DECELLE

Chef de Division Assistant Division de Phytopathologie et d'Entomologie agricole Institut National pour l'Etude Agronomique du Congo belge

Dans les régions intertropicales, le problème de la conservation des récoltes et des denrées se pose de façon plus aiguë que dans les zones tempérées pour plusieurs raisons d'ordre physique, biologique et social.

La principale cause des pertes réside dans l'infestation par les insectes, qui trouvent des conditions de vie proches de l'optimum pendant toute l'année. Dans la plupart des cas, les récoltes sont déjà infestées sur pied.

Au Congo belge, surtout dans la zone forestière équatoriale, les conditions défavorables à la conservation jouent pleinement et les pertes sont parfois importantes. On conviendra qu'il est irrationnel de pousser à la production agricole en général et vivrière en particulier, si les moyens pour conserver aux produits leur qualité alimentaire ne se développent pas parallèlement.

Aussi, lors de la réunion annuelle du Service de l'Agriculture et de l'Inéac en 1951, il fut décidé d'effectuer une enquête générale sur le stockage de la production vivrière au Congo belge afin, d'une part, de connaitre les méthodes de conservation actuellement pratiquées et d'obtenir une estimation des pertes, d'autre part, d'examiner les possibilités d'améliorer les premières et de réduire les secondes.

Le Service de l'Agriculture et les Stations de l'Institut furent chargés de recueillir les informations pour les différentes régions de la Colonie; cette documentation fut centralisée et dépouillée par la Division de Phytopathologie et d'Entomologie agricole à Yangambi.

On peut considérer que dans la plupart des cas la production vivrière passe, du producteur au consommateur, par trois échelons : le milieu indigène, les intermédiaires et les transformateurs et/ou distributeurs.

Voici les données générales recueillies sur la conservation des produits vivriers aux trois échelons.

## **CONSERVATION EN MILIEU INDIGÈNE**

#### **Principes et Méthodes**

D'une manière très générale, sauf dans l'Est, le paysan congolais entrepose très peu de produits pendant un laps de temps assez long. Tout ce qui est destiné à la vente est écoulé rapidement aux marchés qui suivent la rentrée des récoltes et leur séchage. Cette méthode, conseillée depuis longtemps par le Service de l'Agriculture, est excellente. On ne peut

## LES PRODUITS ALIMENTAIRES EMMAGASINÉS

La désinfection des stocks attaqués par les insectes est rarement réalisée par fumigation ; c'est le sulfure de carbone qu'on utilise.

Les pertes signalées sont des plus variables et parfois élevées ; leur évacuation n'est pas chiffrable. Les grains ensachés subissent surtout des pertes. Les insectes peuvent également y faire de gros dégâts mais l'utilisation des insecticides pour la protection des sacs permet de réduire ces pertes. L'échauffement est à craindre dans le cas de stockage de denrées humides, notamment pour le riz dans les silos. Pour la même raison, les cossettes de manioc ne peuvent être conservées pendant de très longues périodes, sauf en climat sec.

## CONCLUSIONS

Le problème de la conservation se pose aux différents échelons. La portion conservée par le producteur pour sa propre consommation et comme semences est généralement faible. Si l'indigène exerce une surveillance suivie et respecte les quelques principes élémentaires de conservation qu'il connait, les dégâts sont de peu d'importance. Dans l'Est, pour le sorhgo et les haricots conservés sur une vaste échelle, le problème est différent et les pertes sont importantes.

Les intermédiaires essayent de garder les produits le moins longtemps possible chez eux, la durée du stockage étant fonction des possibilités d'évacuation.

Chez le distributeur et le tranformateur, les quantités stockées sont considérables. Certaines entreprises sont parvenues à réduire considérablement les dégâts. Toutefois les pertes globales sont encore élevées. Les résultats obtenus dans le Kasai et le Katanga pour le maïs destiné aux grandes régions minières du Sud sont encourageants: on est parvenu à ramener le taux de charançonnage de 20% à moins de 5%, conséquence directe de l'évacuation rapide du produit du producteur au transformateur et des mesures législative édictées.

Les pertes subies par les produits vivriers ne peuvent être estimées globalement.

Comme on vient de le constater, leurs causes sont multiples : la dessication, les insectes, la pourriture et les rongeurs. Elles varient non seulement d'après la région, le produit, l'année, mais surtout d'après les soins apportés au stockage. Les pertes dues aux insectes sont les plus tangibles. Celles dues à la pourriture passent la plupart du temps inaperçues et peu de données ont été recueillies à leur sujet, alors que dans de nombreux cas elles sont certainement élevées. Elles proviennent d'une récolte tardive ou d'un séchage insuffisant. Les rongeurs causent énormément de dégâts surtout chez l'indigène et dans le cas de grains ensachés dans des magasins mal conditionnés. L'arachide en souffre particulièrement, on signale jusqu'à 40 et 50% de pertes.

Voici pour les principales plantes alimentaires, une estimation des pertes que l'agriculture au Congo belge aurait subies en 1954 et 1955, basée sur les statistiques publiées au Bulletin agricole du Congo belge.\*

Culture		Production		Devenue	
		totale	livrée au commerce	moyen de pertes (estimé)	Pertes estimées
Maïs		319.300	79.800 81.000	10%	32.000 32.000
Riz (paddy)	••	179.200 198.100	103.700 128.300	5%	8.500
Arachides	••	187.400 175.300	47.400	15%	27.000 26.000
Pois et haricots	·	69.800 76.170	16.900	10%	6.900 7.600
Froment	••	4.100 3.930	1.700 1.800	inférieur à 5%	100 100
Autres		40.100	2.200	supérieur	2.000 ?
céréales Quantités en tonnes		37.420	3.800	à 5%	2.000 ?

• B.A.C.B., XLVIII, 3, annexe.

÷

# PROTECTION DE L'ARACHIDE AU SÉNÉGAL CONTRE LES INSECTES NUISIBLES

## par J. APPERT

# Entomologiste au Centre de Recherches Agronomiques de Bambey (Sénégal)

Le Sénégal est caractérisé du point de vue climatologique par une saison des pluies (de juin à novembre) qui est la période des cultures et une saison sèche et chaude sans aucune précipitation (de novembre à juin) durant laquelle le sol n'est pas cultivé (exception faite des zones de décrue du fleuve Sénégal et des cultures maraichères de la presqu'ile du Cap Vert). La presque totalité des champs est ensemencée en arachide et en mil et sorgho. Ces produits récoltés sont stockés soit pour la vente, soit pour la consommation, soit pour constituer les semences de la prochaine campagne.

L'arachide constitue la principale production agricole (704.000 hectares en 1955 avec une production commercialisée de 540.000 tonnes).

Les arachides en coque et décortiquées sont attaquées par un certain nombre d'insectes nuisibles.

Thysanoures :	Lépismatinés :	Lepisma saccharina L.
•	-	Thermobia domestica Pack.
Isoptères :	Termitidés :	Termites divers.
Embioptères :	Embiidés :	<i>Embia vayssierei</i> Navas.
Coléoptères :	Anobiidés	Lasioderma serricorne F.
•	Bruchidés :	Caryedon fuscus Goeze
		(=Pachymerus cassiae Gylh.).
	Cucujidés :	Oryzaephilus mercator Fauv.
	Dermestidés :	Attagenus sp.
	Nitidulidés :	Carpophilus dimidiatus F.
	Ténébrionidés :	Alphitobius piceus Ol.
		Homala polita Sol.
		Thalpophila abbreviata F.
		Tribolium castaneum Hbst.
		Tribolium confusum Duv.
	Ostomatidés	Tenebroides mauritanicus L.
Lépidoptères :	Pyralidés	Corcyra cephalonica Staint.
	Phycitidés :	Ephestia cautella Walk.
Hétéroptères :	Lygaeidés :	Áphanus sordidus Fabr.
•		Aphanus apicalis Dall.
		Dieuches armipes F.
		Dieuches patruelis Stahl

Parmi toutes ces espèces, seules la Bruche (*Caryedon fuscus*) et les Lygaeidés (*Aphanus* spp. et *Dieuches* spp.) provoquent des dégats sensibles et justifient une intervention phytosanitaire.

Méthodes de stockage.

Bien que certains paysans conservent leurs semences sous forme décortiquées dans des poteries, le plus souvent les arachides sont stockées en coque aussi bien par les commerçants que par les Sociétés de Prévoyance. La Bruche est la seule espèce à attaquer exclusivement l'arachide non décortiquée dont la gousse est indemne (non fendue, exempte de trous de termites). La conservation sous cette forme permet donc de se protéger de toutes les autres espèces. Malheureusement, il semble que la Bruche est, à elle seule, plus dangereuse que tous les autres insectes nuisibles à l'arachide décortiquée et il apparaitrait plus logique de conserver l'arachide en sac sous forme décortiquée, ce qui permettrait non seulement une protection totale contre la Bruche, mais un gain de place, une manipulation plus aisée et un contrôle du stock plus facile. Quoiqu'il en soit, à l'heure actuelle les arachides sont conservées en vrac sous forme d'immenses tas soit à l'intérieur de magasins en tôles, soit en plein air (" seccos ").

La Bruche de l'arachide.

Caryedon fuscus se rencontre au Sénégal, en Gambie, Soudan, Haute-Volta, Dahomey, Niger, Nigeria, Tchad. Elle se reproduit également dans les fruits du tamarinier mais peut se multiplier uniquement sur arachide. L'adulte ne se nourrit pas, n'a nul besoin d'eau et ne provoque pas de dégâts. Agée de 2 jours la femelle commence à pondre ; les oeufs déposés sur la coque donnent naissance au bout de 8 à 15 jours à une larve qui pénètre à l'intérieur de la graine et s'attaque immédiatement aux amandes. A son complet développement, la larve qui a dévoré la graine en presque totalité, découpe dans la coque un trou circulaire. La nymphose a lieu dans la graine au niveau de cet orifice qui est alors operculé ou à l'extérieur entre deux gousses.

Une génération d'adulte à adulte dure environ 2 mois. La forme larvaire peut persister longtemps à l'intérieur du cocon et l'espèce peut ainsi facilement survivre dans les lieux de stockage d'une récolte à l'autre. La longévité de l'adulte est très variable. Certains individus meurent le lendemain de leur éclosion alors que d'autres survivent un mois. La plupart des adultes vivent environ 8 jours ; les femelles meurent presque aussitôt la fin de la ponte. L'activité est surtout nocturne, l'adulte recherche l'obscurité.

L'accouplement se produit quelques heures après l'éclosion et la ponte débute 36 à 48 heures après. Il n'y a pas de localisation particulière de l'oeuf sur la gousse si ce n'est que celui-ci est généralement déposé dans les dépressions de la coque. La durée du cycle est d'autant plus brève que la température et le degré hygrométrique de l'air sont plus élevés. demander actuellement au Congolais de stocker des quantités importantes de vivres et de les garder en bon état, il n'en a généralement ni les moyens ni les connaissances techniques suffisantes. La base de sa nourriture est en effet le manioc dont la récolte peut s'étendre sur toute l'année. Les autres produits ne sont guère consommés que pendant la récolte ou peu de temps après. Les semences constituent le plus souvent les seuls stocks.

Dans l'Est, la situation est différente ; le stockage dú sorgho, de l'éleusine et des haricots s'y fait sur une vaste échelle et pendant une période dépassant parfois une année.

Les méthodes de stockage actuelles en milieu indigène sont dérivées des vieilles méthodes ancestrales. Les moyens mis en oeuvre pour assurer une bonne conservation sont : le séchage, la protection contre l'humidité, la fumigation par enfumage, la réalisation de l'enceinte fermée (accès mécaniquement interdit aux déprédateurs) et enfin le mélange de cendres de bois et parfois de poudre de pyrèthre aux graines.

Les produits se conservent le plus souvent dans leur enveloppe naturelle de protection : le mais reste en épi muni de ses spathes, l'arachide en coque, le sorgho et l'éleusine en panicule, le riz sous forme de paddy.

Le séchage s'effectue au soleil, plus rarement au-dessus d'un feu; dans les régions humides, ou pendant la saison des pluies, il est rarement suffisant. La protection contre l'humidité est assurée avec plus ou moins de succès par le stockage sous toit, dans des greniers aérés où les produits se trouvent isolés du sol, à l'abri des pluies. L'entretien d'un feu sous les greniers ou le stockage dans les cases au-dessus des foyers est une méthode très générale et fort répandue, car la fumée dégagée écarte les insectes. Ce moyen très efficace présente malheureusement le désavantage d'affecter la valeur des produits qui sont pour ainsi dire fumés, quoique l'indigène ne considère pas toujours ce fait comme dépréciateur.

On empêche mécaniquement l'accès des déprédateurs, rongeurs et insectes, par divers dispositifs, allant de l'emballage dans de simples ballots d'herbes sèches à la touque à essence usagée de 200 litres, en passant par les paniers finement tressés, les cylindres d'écorce, les poteries diverses et les greniers-silos. A l'exception du fût métallique, une telle réalisation du principe de l'enceinte fermée est rarement efficace, elle nécessite des inspections fréquentes pour contrôler l'état de siccité et réparer les dégats causés par les rats. Elle assure néanmoins un certain degré de protection. Il nous parait superflu d'insister sur le fait que ce genre de stockage n'est satisfaisant que pour des produits convenablement séchés.

La pratique de mélanger des cendres de bois aux graines de haricot et de sorgho est surtout répandue dans l'Est du Congo belge.

Cette technique donne des résultats divers, elle semble quand même offrir une protection relative. Par endroits (au Ruanda-Urundi), les indigènes conseillés par l'Européen utilisent avec succès la poudre de pyrèthre.

### LES PRODUITS ALIMENTAIRES EMMAGASINÉS

Les produits sont donc généralement conservés dans les cases audessus des feux, plus rarement dans des constructions spéciales. Il n'y a guère que dans l'Est que l'on rencontre couramment de vastes greniers indigènes destinés surtout au sorgho, parfois au mais dans d'autres régions. Ces greniers consistent en un grand panier monté sur pilotis et recouvert par un toit amovible servant de porte. Ce panier est parfois calfeutré à l'aide de boue séchée.

Le Service de l'Agriculture tente de propager le système du gardiennage communal des semences pour assurer la conservation de la quantité nécessaire aux emblavures. Le type de grenier communal généralement conseillé (type Franquin) s'inspire des méthodes indigènes de conservation. Les semences sont mises en panier dans des greniers à claire voie montés sur pilotis, sous lesquels on entretient un feu. Les résultats obtenus sont satisfaisants, seuls les rongeurs y occasionnent des dégâts.

## LES MODES DE CONSERVATION DES DIVERS PRODUITS

### Le Maïs

Généralement, le maïs est conservé en épi entouré des spathes. Le plus fréquemment, on l'entrepose dans les cases au-dessus des foyers, parfois, dans des greniers sur pilotis. Chez certaines peuplades, les épis sont simplement pendus à des branchages et à des cordes tendues entre deux piquets. S'il est conservé en grain, on utilise comme récipient le fût métallique.

Les pertes par charançonnage varient fortement. Le pourcentage de grains charançonnés oscille généralement autour de 10% mais peut s'élever à 25% et plus dans le cas de stockage sans feu. Les pertes par pourriture sèche ne sont pas négligeables, mais le plus souvent elles passent inaperçues. Dans le Kasai, le maïs vendu par les indigènes peu de temps après la récolte est faiblement charançonné, par contre le pourcentage de grains pourris peut atteindre 20% en moyenne, soit 5 à 6% de pertes en poids.

## Le Riz

Ce produit stocké sous forme de paddy ne subit qu'exceptionnellement des dégâts d'insectes. Par contre, l'échauffement est à craindre en cas de séchage insuffisant. Le paddy est conservé surtout en paniers, plus rarement en vrac ou dans des poteries.

#### Le Sorgho

Surtout cultivée dans l'Est et dans les régions à saison sèche prolongée, cette céréale est le plus généralement stockée en panicules dans des greniers sur pilotis. Elle est très attaquée par les insectes ; après un an de stockage, le pourcentage de grains charançonnés atteint souvent 50 à 75%. Les petites quantités sont conservées dans des poteries ou dans des bottes d'herbes sèches. On peut estimer en moyenne que les insectes détruisent 20 à 25% de la récolte.

## L'Eleusine

La conservation de cette céréale est aisée. On peut la garder intacte, deux ou trois ans, dans des greniers silos ou dans des poteries.

## L'Arachide

En milieu indigène, l'arachide est toujours conservée en coque ; elle est ainsi plus ou moins à l'abri des insectes. Les rats sont les principaux déprédateurs de cet oléagineux, aussi la conservation se fait généralement dans des paniers suspendus, des tonnelets d'écorce, des poteries ou des fûts métalliques. Les pertes par pourriture, consécutives à un mauvais séchage ou à une reprise d'humidité, sont importantes dans certaines régions particulièrement humides. Les pertes globales sont de l'ordre de 15%.

#### Le Haricot

C'est la culture de base des régions orientales. La récolte est quelquefois laissée en gousses et conservée ainsi en vrac ou en ballots entourés d'herbage sec mais, en règle générale, le haricot est décortiqué. Les petites quantités sont stockées dans des calebasses et des poteries, tandis que les volumes plus importants sont mis en paniers dans les cases ou dans des greniers sur pilotis. Les dégâts sont élevés : le pourcentage de graines bruchées s'élève en moyenne à 20%. Pour réduire ces dégâts l'indigène mélange parfois des cendres ou du sable aux graines. Cette méthode donne quelques résultats mais n'assure pas une protection totale. Au Ruanda, l'usage de la poudre de pyrèthre et le stockage en touques se répandent.

## Le Manioc

Le manioc est généralement récolté, roui et préparé au fur et à mesure des besoins. La quantité de racines ou de cossettes séchées et fumées, conservées au-dessus des foyers dans les cases est minime ; cette réserve alimentaire est consommée après quelques jours. Les cossettes destinées à la vente sont fréquemment mal séchées, mais elles restent peu de temps chez l'indigène.

Dans quelques régions, le producteur est dans l'obligation de conserver cette denrée pendant une période assez longue. On enregistre alors des dégâts dus aux rongeurs et aux insectes. La farine de manioc est rarement produite par les indigènes. Dans l'Equateur, on signale la fabrication de tapioca destiné à la vente.

168

## LA PARTIE COMMERCIALISÉE DE LA RÉCOLTE

Les produits destinés à la vente ne sont stockés que temporairement par le paysan congolais. Généralement, il croit dans son intérêt de sécher incomplètement afin d'augmenter le poids de la récolte vendue. Jusqu'au jour du marché ces produits sont d'habitude conservés dans des paniers, ou dans des greniers, ou encore dans des sacs distribués par l'acheteur. On enregistre peu de pertes, mais c'est généralement à ce moment que le produit est contaminé, s'il n'a pas déjà été infesté en champ. Partout, le maïs est décortiqué au moment de la vente, les arachides le sont également dans le Kasai et le Katanga, plus rarement ailleurs.

## L'ENTREPOSAGE CHEZ LES INTERMÉDIAIRES

Par intermédiaire, nous envisageons principalement ici, les commerçants et les entreprises qui achètent les produits vivriers à l'indigène pour les écouler soit vers les distributeurs, gros employeurs de main-d'oeuvre, soit vers les transformateurs. Les magasins des Coopératives et des Paysannats sont donc à ranger dans cette catégorie. Les produits achetés dans les villages par les intermédiaires sont le plus souvent stockés ensachés, plus rarement en vrac, dans des magasins de brousse sommairement construits en matériaux locaux ; parfois, le maïs, les arachides et les haricots sont conservés en touques. Ils sont ensuite évacués dès que possible vers les magasins centraux des intermédiaires où, en général, ils ne font que transiter. L'acheteur n'ignore pas qu'il a avantage à écouler les denrées le plus rapidement possible.

Les magasins des intermédiaires sont de types très variables. Ceux de brousse sont des plus primitifs, les sacs y sont souvent laissés à même le sol ou parfois à peine abrités. Si le stockage se prolonge quelque peu dans de telles conditions, les dégâts deviennent rapidement considérables. Les magasins centraux sont mieux construits. De plus en plus on trouve des bâtiments en briques, ciment et toit de tôles avec aire cimentée. En outre, les sacs sont rangés sur un plancher surélevé.

Dans les provinces du Kasai et du Katanga, des arrêtés réglementent les types de magasins autorisés. Ils doivent être appropriés à leur utilisation, bien aérés, leur pavement doit être surélevé d'au moins 15 cm par rapport au sol environnant. Au Katanga, le long des grandes voies de communication, l'aire des magasins importants doit être cimentée. En outre, les produits des différentes récoltes doivent être séparés, les magasins désinsectisés avant tout nouvel entreposage et les sacs de réemploi désinfectés. Au Kasai, en plus, les périodes d'achat du maïs sont déterminées et il est défendu de stocker du maïs pendant lontemps ailleurs que dans des silos. Certains intermédiaires protègent leurs denrées par poudrage extérieur des sacs avec des poudres à base de D.D.T. ou de lindane. Parfois les sacs sont traités par trempage dans des suspensions ou émulsions des mêmes produits. Le maïs et les haricots sont quelquefois additionnés de D.D.T. et de pyrèthre, plus rarement de lindane. Les résultats de cette pratique sont variables, le dosage convenable et le mélange parfait étant difficile à réaliser.

En conclusion, les intermédiares essayent de garder les produits le moins longtemps possible chez eux; si les moyens d'évacuation le permettent le stockage ne dépasse pas un mois. Aussi constate-t-on peu de dommages. Si le stockage se prolonge, les dégâts dus aux rongeurs et aux insectes deviennent importants et il peut y avoir échauffement et pourriture surtout dans les magasins de brousse mal conditionnés. Par contre, dans la zone du rail, grosse productrice de maïs pour le Katanga et le Bas-Congo, l'évacuation de cette céréale est rapide et les dégâts dus aux insectes minimes.

# LE STOCKAGE CHEZ LES DISTRIBUTEURS ET/OU LES TRANSFORMATEURS

Les intermédiaires centralisateurs doivent être considérés à cet échelon.

Ce sont eux qui stockent le plus longtemps de grosses quantités, c'est chez eux que le problèms de la conservation est le plus ardu car ils reçoivent souvent une marchandise déja contaminée. Le stockage s'y fait le plus généralement en sacs, plus rarement en vrac.

Les magasins sont d'habitude en matériaux définitifs avec aire cimentée. Au Katanga et au Kasai, ils doivent répondre aux desiderata exprimés dans la législation locale déja signalée plus haut. Les sacs sont généralement empilés avec ordre et isolés du sol. Quelques entreprises traitent avec succès leurs sacs au moyen d'insecticides (D.D.T. et lindane). Les magasins eux-mêmes sont parfois désinsectisés. Le principe de l'enceinte fermée est également appliqué. Il faut, dans cet ordre d'idée, signaler l'utilisation de touques, de bacs silos en bois et béton et de vrais silos en bois, béton ou métal. Les fûts métalliques conviennent parfaitement dans certaines petites entreprises qui ne traitent que des quantités peu importantes. Les bacs sont surtout utilisés pour le riz paddy, plus rarement pour le maïs, parfois pour les cossettes de manioc.

Des silos en bois servent au Maniema à stocker le paddy. Les silos métalliques et en béton que l'on rencontre dans quelques grandes entreprises servent uniquement au maïs. Ces installations sont parfois très mécanisées et comprennent des dépoussiéreurs, mais un système de traitement à l'air chauffé est rarement prévu.

Certains entreposeurs mélangent aux graines des poudres de D.D.T., d'isomère gamma de l'H.C.H. ou de pyrèthre. Les doses utilisées sont de 500 g de pyrèthre pour 100 kg. de graines, ou de 50 à 100 g de D.D.T. à 10% ou de lindane 1%. Les résultats de ces techniques sont variables mais généralement satisfaisants.

## LES PRODUITS ALIMENTAIRES EMMAGASINÉS

La désinfection des stocks attaqués par les insectes est rarement réalisée par fumigation ; c'est le sulfure de carbone qu'on utilise.

Les pertes signalées sont des plus variables et parfois élevées ; leur évacuation n'est pas chiffrable. Les grains ensachés subissent surtout des pertes. Les insectes peuvent également y faire de gros dégâts mais l'utilisation des insecticides pour la protection des sacs permet de réduire ces pertes. L'échauffement est à craindre dans le cas de stockage de denrées humides, notamment pour le riz dans les silos. Pour la même raison, les cossettes de manioc ne peuvent être conservées pendant de très longues périodes, sauf en climat sec.

## CONCLUSIONS

Le problème de la conservation se pose aux différents échelons. La portion conservée par le producteur pour sa propre consommation et comme semences est généralement faible. Si l'indigène exerce une surveillance suivie et respecte les quelques principes élémentaires de conservation qu'il connait, les dégâts sont de peu d'importance. Dans l'Est, pour le sorhgo et les haricots conservés sur une vaste échelle, le problème est différent et les pertes sont importantes.

Les intermédiaires essayent de garder les produits le moins longtemps possible chez eux, la durée du stockage étant fonction des possibilités d'évacuation.

Chez le distributeur et le tranformateur, les quantités stockées sont considérables. Certaines entreprises sont parvenues à réduire considérablement les dégâts. Toutefois les pertes globales sont encore élevées. Les résultats obtenus dans le Kasai et le Katanga pour le maïs destiné aux grandes régions minières du Sud sont encourageants: on est parvenu à ramener le taux de charançonnage de 20% à moins de 5%, conséquence directe de l'évacuation rapide du produit du producteur au transformateur et des mesures législative édictées.

Les pertes subies par les produits vivriers ne peuvent être estimées globalement.

Comme on vient de le constater, leurs causes sont multiples : la dessication, les insectes, la pourriture et les rongeurs. Elles varient non seulement d'après la région, le produit, l'année, mais surtout d'après les soins apportés au stockage. Les pertes dues aux insectes sont les plus tangibles. Celles dues à la pourriture passent la plupart du temps inaperçues et peu de données ont été recueillies à leur sujet, alors que dans de nombreux cas elles sont certainement élevées. Elles proviennent d'une récolte tardive ou d'un séchage insuffisant. Les rongeurs causent énormément de dégâts surtout chez l'indigène et dans le cas de grains ensachés dans des magasins mal conditionnés. L'arachide en souffre particulièrement, on signale jusqu'à 40 et 50% de pertes.

Voici pour les principales plantes alimentaires, une estimation des pertes que l'agriculture au Congo belge aurait subies en 1954 et 1955, basée sur les statistiques publiées au Bulletin agricole du Congo belge.\*

Culture		Production		Devenue	
		totale	livrée au commerce	moyen de pertes (estimé)	Pertes estimées
Maïs		319.300	79.800 81.000	10%	32.000 32.000
Riz (paddy)	••	179.200 198.100	103.700 128.300	5%	8.500
Arachides	••	187.400 175.300	47.400	15%	27.000 26.000
Pois et haricots	·	69.800 76.170	16.900	10%	6.900 7.600
Froment	••	4.100 3.930	1.700 1.800	inférieur à 5%	100 100
Autres		40.100	2.200	supérieur	2.000 ?
céréales Quantités en tonnes		37.420	3.800	à 5%	2.000 ?

• B.A.C.B., XLVIII, 3, annexe.

÷

# PROTECTION DE L'ARACHIDE AU SÉNÉGAL CONTRE LES INSECTES NUISIBLES

## par J. APPERT

# Entomologiste au Centre de Recherches Agronomiques de Bambey (Sénégal)

Le Sénégal est caractérisé du point de vue climatologique par une saison des pluies (de juin à novembre) qui est la période des cultures et une saison sèche et chaude sans aucune précipitation (de novembre à juin) durant laquelle le sol n'est pas cultivé (exception faite des zones de décrue du fleuve Sénégal et des cultures maraichères de la presqu'ile du Cap Vert). La presque totalité des champs est ensemencée en arachide et en mil et sorgho. Ces produits récoltés sont stockés soit pour la vente, soit pour la consommation, soit pour constituer les semences de la prochaine campagne.

L'arachide constitue la principale production agricole (704.000 hectares en 1955 avec une production commercialisée de 540.000 tonnes).

Les arachides en coque et décortiquées sont attaquées par un certain nombre d'insectes nuisibles.

Thysanoures :	Lépismatinés :	Lepisma saccharina L.
•	-	Thermobia domestica Pack.
Isoptères :	Termitidés :	Termites divers.
Embioptères :	Embiidés :	<i>Embia vayssierei</i> Navas.
Coléoptères :	Anobiidés	Lasioderma serricorne F.
•	Bruchidés :	Caryedon fuscus Goeze
		(=Pachymerus cassiae Gylh.).
	Cucujidés :	Oryzaephilus mercator Fauv.
	Dermestidés :	Attagenus sp.
	Nitidulidés :	Carpophilus dimidiatus F.
	Ténébrionidés :	Alphitobius piceus Ol.
		Homala polita Sol.
		Thalpophila abbreviata F.
		Tribolium castaneum Hbst.
		Tribolium confusum Duv.
	Ostomatidés	Tenebroides mauritanicus L.
Lépidoptères :	Pyralidés	Corcyra cephalonica Staint.
	Phycitidés :	Ephestia cautella Walk.
Hétéroptères :	Lygaeidés :	Áphanus sordidus Fabr.
•		Aphanus apicalis Dall.
		Dieuches armipes F.
		Dieuches patruelis Stahl

Parmi toutes ces espèces, seules la Bruche (*Caryedon fuscus*) et les Lygaeidés (*Aphanus* spp. et *Dieuches* spp.) provoquent des dégats sensibles et justifient une intervention phytosanitaire.

Méthodes de stockage.

Bien que certains paysans conservent leurs semences sous forme décortiquées dans des poteries, le plus souvent les arachides sont stockées en coque aussi bien par les commerçants que par les Sociétés de Prévoyance. La Bruche est la seule espèce à attaquer exclusivement l'arachide non décortiquée dont la gousse est indemne (non fendue, exempte de trous de termites). La conservation sous cette forme permet donc de se protéger de toutes les autres espèces. Malheureusement, il semble que la Bruche est, à elle seule, plus dangereuse que tous les autres insectes nuisibles à l'arachide décortiquée et il apparaitrait plus logique de conserver l'arachide en sac sous forme décortiquée, ce qui permettrait non seulement une protection totale contre la Bruche, mais un gain de place, une manipulation plus aisée et un contrôle du stock plus facile. Quoiqu'il en soit, à l'heure actuelle les arachides sont conservées en vrac sous forme d'immenses tas soit à l'intérieur de magasins en tôles, soit en plein air (" seccos ").

La Bruche de l'arachide.

Caryedon fuscus se rencontre au Sénégal, en Gambie, Soudan, Haute-Volta, Dahomey, Niger, Nigeria, Tchad. Elle se reproduit également dans les fruits du tamarinier mais peut se multiplier uniquement sur arachide. L'adulte ne se nourrit pas, n'a nul besoin d'eau et ne provoque pas de dégâts. Agée de 2 jours la femelle commence à pondre ; les oeufs déposés sur la coque donnent naissance au bout de 8 à 15 jours à une larve qui pénètre à l'intérieur de la graine et s'attaque immédiatement aux amandes. A son complet développement, la larve qui a dévoré la graine en presque totalité, découpe dans la coque un trou circulaire. La nymphose a lieu dans la graine au niveau de cet orifice qui est alors operculé ou à l'extérieur entre deux gousses.

Une génération d'adulte à adulte dure environ 2 mois. La forme larvaire peut persister longtemps à l'intérieur du cocon et l'espèce peut ainsi facilement survivre dans les lieux de stockage d'une récolte à l'autre. La longévité de l'adulte est très variable. Certains individus meurent le lendemain de leur éclosion alors que d'autres survivent un mois. La plupart des adultes vivent environ 8 jours ; les femelles meurent presque aussitôt la fin de la ponte. L'activité est surtout nocturne, l'adulte recherche l'obscurité.

L'accouplement se produit quelques heures après l'éclosion et la ponte débute 36 à 48 heures après. Il n'y a pas de localisation particulière de l'oeuf sur la gousse si ce n'est que celui-ci est généralement déposé dans les dépressions de la coque. La durée du cycle est d'autant plus brève que la température et le degré hygrométrique de l'air sont plus élevés.

#### LES PRODUITS ALIMENTAIRES EMMAGASINÉS

L'emploi de fumigants donne une garantie absolue de désinsectisation mais les installations que nécessite ce procédé ne permettent pas de l'envisager ailleurs qu'à la Station du port de Dakar. Le moyen de lutte recommandé est l'incorporation de poudre insecticide au tas au fur et à mesure de sa constitution, à l'aide d'une poudreuse à main. Le toxique employé est exclusivement le H.C.H. à 25%. Toutefois, malgré les traitements, on constate chaque année la présence de bruches dans les arachides poudrées. Ce fait est dû, en grande partie, à ce que l'H.C.H., sous l'effet des fortes insolations et des températures élevées de la saison sèche (40°-45° C.), perd rapidement son pouvoir toxique. On a préconisé l'emploi de la Dieldrine, dont la persistance est plus longue et à laquelle la bruche se montre très sensible mais son prix de revient et les risques d'accidents n'ont pas permis de vulgariser cet insecticide. Cette année on essaye sur une échelle réduite d'utiliser la " Lévilite", poudre inerte formée de silice qui a donné des résultats encourageants au cours d'essais en laboratoire.

## Lygaeidés

Ces punaises commencent à pulluler dès la récolte et ne se raréfient qu'à l'approche de la saison humide. A tous les stades de sa croissance, l'insecte se nourrit en suçant l'huile de l'amande qu'il atteint en perçant la coque avec son rostre. La piqûre n'est pas visible mais les graines se vident, se flétrissent et se rident. Elles ont un goût amer et rance qui les rend impropres à la consommation et à l'industrialisation. En trois mois les graines peuvent perdre jusqu'à 50% de leur faculté germinative. On estime à 1 pour mille la perte pondérale que subit un secco pendant la période de stockage du fait de ces hémiptères.

Leur activité est nocturne, ils se nourrissent de l'huile de l'amande mais ne peuvent subsister avec cette seule nourriture, l'eau leur est indispensable. Dans la nature, l'eau leur est fournie par la rosée ou la sève des végétaux.

La ponte commence 7 jours après la dernière mue, les oeufs sont déposés dans le sable humide par petits paquets de 6 environ; chaque femelle pond de 100 à 200 oeufs; la durée de l'incubation varie de 5 à 10 jours.

Les procécés physiques de lutte sont à la fois simples, économiques et efficaces lorsqu'ils sont conduits rationnellement. Ils sont basés sur le besoin vital en eau de l'insecte. On s'efforcera donc, soit de priver celui-ci de ses sources de liquide, soit de le piéger en exploitant son hygrotropisme. L'entreposage des arachides dans des magasins permet de les protéger efficacement des attaques des Lygaeidés, ceux-ci ne pouvant pénétrer à l'intérieur.

Si on est obligé d'entreposer à l'extérieur en secco, il faut nettoyer, débrousser et traiter à la chaux ou à l'H.C.H. l'aire de stockage en arrosant ou en incorporatnt superficiellement le produit à la terre. Chaque soir on saupoudrera la surface du stock ainsi que la base de poudre d'H.C.H. On peut également piéger les Lygaeidés en disposant le soir, à proximité des tas d'arachides, de la paille mouillée dans laquelle les punaises se réfugient pendant la nuit. Le matin, de bonne heure, ces pièges sont jetés brusquement dans le feu ou dans un récipient contenant du pétrole.

## SUMMARY

The main crops of Senegal are groundnuts and millets (Guinea corn and Bulrush millet).

Groundnut is attacked by numerous insects among which are to be found: Caryedon fuscus (=Pachymerus cassiae) and Lygaeidés of the species Aphanus and Dieuches.

Groundnut in shell is stored in bulk, in huge heaps called "Seccos" in storehouses made of iron-sheets, or sometime it happens that groundnut is stored in the open.

We generally fight against the "groundnut Weevil" by means of dustings with B.H.C. 25. Dieldrin also gives good results against the groundnut Weevil disease but its high cost price and the risks of accident involved do not permit a general use of this product. Levilit which is an inert powder with a siliceous basis has also given most encouraging results at the trials.

Against "Lygaeidés" it has been recommended to dust the storage area with B.H.C. and to catch adults by means of humidified straw which is then burnt.

## LA DÉSINSECTISATION DU POISSON SÉCHÉ EN AFRIQUE OCCIDENTALE FRANCAISE

## par A. MALLAMAIRE

#### Chef de la protection des Végétaux en A.O.F.

Le poisson séché, fumé ou salé, qu'il s'agisse de poissons de mer ou de poissons de rivière, constitue en Afrique occidentale, une ressource précieuse pour l'alimentation des populations et sa commercialisation donne lieu à un trafic important.

Il existe un courant d'échange portant sur plusieurs milliers de tonnes entre Dakar et les ports du Sud (jusqu'en A.E.F.) pour le poisson de mer séché et salé, et le Soudan qui commerce régulièrement avec la Haute-Volta, la Côte d'Ivoire et le Ghana pour le poisson séché et fumé du fleuve Niger.

Dans ce dernier cas, c'est essentiellement par Mopti que ce commerce s'effectue et on estime à une dizaine de milliers de tonnes les expéditions annuelles qui se font par la route avec les camions des traitants.

Si les poissons de mer ou de rivière sont d'excellente qualité, très appréciés par les consommateurs africains, il faut toutefois reconnaitre qu'ils sont très souvent attaqués par des insectes nuisibles qui occasionnent des pertes parfois très importantes durant le transport et le stockage avant consommation.

Parmi les insectes les plus fréquents et les plus nuisibles, il faut citer deux Coléoptères :

- Dermestes frischii Kug. (Dermestidés).

- Necrobia rufipes Deg. (Corynétidés).

## Dermestes frischii Kug.

Adulte: 7 à 10 mm., noir, prothorax orné antérieurement et plus abondamment sur les côtés d'une pubescence blanc-jaunâtre entourant près des angles postérieurs une petite tache latérale noire. Cette pubescence se rejoint presque toujours sous forme d'une bande transversale étroite, interrompue au milieu. Elytres ornées de fins poils noirs, peu visibles, entremêlés de poils blanc-jaunâtres, bien apparents, peu denses, répartis assez irrégulièrement, mais jamais groupés en mouchetures. Ventre à pubescence blanche avec deux taches latérales noires sur chaque sternite abdominal. Dernier sternite blanc sur sa moitié antérieure, noir au bord postérieur.

Nymphe : mesure environ 8 à 10 mm. de longueur sur 3 mm. de largeur ; elle est de couleur blanc ivoire et recouverte d'une pubescence fine et courte, plus longue sur les côtés. Le dernier segment abdominal est muni dorsalement de deux urogomphes chitinisés correspondant à ceux de la larve.

Larve: atteint jusqu'à 14 mm. de longueur à son complet développement ; elle est allongée, étroite, et va en diminuant insensiblement de largeur jusqu'à l'extrémité postérieure où elle se rétrécit alors brusquement. Peau dure et coriace, brune à reflets noirâtres sur la face dorsale avec une ligne médiane de taches claires ; blanc-jaunâtre sur la face ventrale, la face dorsale est ornée de poils denses et hérissés, brun roux, dont certains assez longs ; la face dorsale des segments abdominaux est ornée d'une fine pubescence courte et dressée.

Le dernier segment abdominal tubuleux est pourvu sur la face dorsale de deux urogomphes fortement sclérifiés dont le diamètre va en diminuant progressivement de la base au sommet.

**Oeuf :** allongé, cylindrique, mesure environ 1 mm., 4 de longueur sur o mm. 5 de largeur, blanc brillant au moment de la ponte.

Biologie: Les femelles peuvent pondre pendant plusieurs mois de 150 à 200 oeufs et sans doute plus.

Les oeufs sont déposés par petits amas de 2 à 10 isolés, dans les fissures du poisson séché et dans les galeries larvaires.

Dès leur naissance, les larves creusent des galeries très irrégulières dans la chair du poisson, en tous sens, toujours superficielles. Au moment de la nymphose, par contre, la larve s'enfonce profondément.

Le développement larvaire dure 5 à 8 semaines en moyenne au cours desquelles la larve subit sept à huit mues. Au moment de l'avant-dernière mue la larve cesse de s'alimenter, puis elle s'immobilise pendant deux semaines environ (stade nymphal); puis elle se transforme ensuite en nymphe et huit à dix jours plus tard, le jeune adulte apparait.

Dans nos régions chaudes, il existe des adultes et des larves toute l'année; on constate toutefois une recrudescence d'insectes s'attaquant aux poissons séchés durant la saison des pluies, chaude et très humide, c'est-à-dire de fin juillet à fin octobre.

Les Dermestes sont des insectes qui s'attaquent aux produits et aux denrées les plus divers (peaux, fourrures, lard, poisson séché, etc. . . .).

En Afrique, ils sont extrêmement fréquents, en particulier sur les poissons d'eau douce ou de mer.

## Necrobia rufipes Deg.

Adulte: corps de taille assez variable atteignant 3,5 à 7 mm. de longueur de teinte bleue métallique, parfois plus ou moins verdâtre ou violacée. Pattes et premiers articles antennaires d'un beau jaune rougeâtre ; antennes de 11 articles dont le premier très allongé et les trois derniers très élargis et presque noirs.

Elytres ornées de 10 rangées longitudinales apparentes de ponctuations.

Nymphe: libre, abdomen de couleur foncée, pourvu latéralement et dorsalement de fines et longues soies.

Larve: corps allongé, renflé ventralement, mesurant 10 mm. de long et 2 mm. de large à son complet développement, orné de nombreuses soies longues et grêles.

**Oeuf:** de forme allongée et courbée, mesure 1 mm. de longueur sur 0,25 mm. de largeur ; il est brillant et translucide au moment de la ponte.

Biologie : Necrobia rufipes est une espèce dont les adultes et les larves peuvent avoir des moeurs prédatrices et carnivores et même, à l'occasion, peuvent s'entre-dévorer. Ce sont surtout des nécrophages et saprophages qui affectionnent particulièrement les denrées animales desséchées (produits fumés : bacon, jambon, lard . . .), poissons et certains produits végétaux gras tel que le coprah.

Au Sénégal, Necrobia rufipes est particulièrement abondant dans le poisson de mer séché et salé.

L'accouplement commence peu après la mue imaginale et la ponte commence quelques jours plus tard. Les femelles pondent dans les fissures et anfractuosités des denrées attaquées (137 à 313 oeufs et jusqu'à 2.000 oeufs; éclosion au bout de 4 à 5 jours. La vie larvaire dure de 25 à 35 jours et le cycle complet peut s'effectuer en 2 à 3 mois.

Dans nos contrées, il peut y avoir plusieurs générations chevauchantes par an et on rencontre communément adultes, nymphes et larves dans les poissons attaqués où ils sont abondants et mélangés à *Dermestes frischii* Kug.

## **MOYENS DE LUTTE**

La lutte contre les insectes du poisson séché doit viser la destruction radicale des insectes nuisibles quel que soit leur stade et in situ et, autant que faire se peut, elle doit être aussi préventive que possible c'est-à-dire qu'elle doit intervenir tout à fait au début du développement des insectes nuisibles afin de limiter leurs dégâts, d'une part, et afin d'arrêter définitivement'l'infestation d'autre part, ce qui permet le transport et la conservation du poisson séché durant de nombreux mois. Un seul procédé peut être recommandé dans ce cas, c'est la fumigation sous vide partiel à l'aide d'un fumigant approprié, procédé élégant et pratique, qui n'altère en rien les qualités organoleptiques du poisson et qui permet de traiter sous emballage définitif en évitant ainsi des manipulations délicates et coûteuses.

C'est le procédé qu'emploie actuellement la Station de Désinfection de Dakar où ont eu lieu les premiers essais de fumigation concernant le poisson séché et où des quantités importantes de poisson séché et salé sont actuellement désinsectisées à la satisfaction générale des utilisateurs.

Le fumigant employé est le bromure de méthyle à la dose de 80 à 100 grammes par mètre cube d'autoclave pendant une durée de deux heures.

Tous les insectes sont tués, quel que soit leur stade et quelle que soit leur situation, soit en surface, soit en profondeur. L'opération

179

terminée, le poisson traité est immédiatement consommable et il peut rester indemne de tout parasite pendant plusieurs mois à condition évidemment qu'il soit mis à l'abri de toute nouvelle infestation.

## TECHNIQUE

La technique de la désinsectisation est très simple. La formule employée est celle recommandée par Lepigre :

o --- 700 --- 20 --- 2 R

#### BIBLIOGRAPHIE

LEPESME, P. Les Coléoptères des denrées alimentaires et des produits industriels entreposés. Paris 1944.
HINTON, H. E. A Monograph of Beetles associated with stored products, London 1945.
LEPIGRE, A. L. Désinsectisation par fumigation avec vide préalable, Alger 1949.
MALLAMAIRE, A. La Station de Désinfection de Dakar. Bulletin de la Protection des Végétaux en A.O.F. No. 1 1954.

#### SUMMARY

Dried fish is attacked in French West Africa by two insects which are responsible for important losses : Dermestes frischii (Dermestidés) and Necrobia rufipes (Corynétidés).

In order to avoid damage done by these insects it is recommended to submit the packets of dried fish to a treatment of methyl bromide under partial vacuum, at a ratio of 80 grams per cubic metre during two hours.

It is also recommended to treat the packing with D.T.T. or Lindane and to desinfect the storehouse containing the dried fish.

180

## CATALOGUE DES PRINCIPAUX INSECTES NUISIBLES AUX DENRÉES ALIMENTAIRES EMMAGASINÉES EN AFRIQUE OCCIDENTALE FRANCAISE

## par A. MALLAMAIRE

## Chef de la Protection des Végétaux en A.O.F.

Ce catalogue indique par ordre systématique la liste sommaire des principaux insectes nuisibles aux denrées alimentaires emmagasinées rencontrés en Afrique occidentale française.

## THYSANOURES

Lepisma saccarina L. — Répandu portout, le "petit poisson d'argent " (=The Silver Fish) aux moeurs nocturnes, s'attaque particulièrement à l'arachide stockée, aux tourteaux, au blé et aux marchandises les plus diverses ; dégâts cependant minimes.

Thermobia domestica Pack. — Le " ravet " (=The firebrat) est répandu dans les habitations où il s'attaque à de nombreuses denrées. Il pullule dans les magasins d'arachides et peut occasionner des dégâts.

# ISOPTÈRES

Des Termites divers (=White Ants) peuvent s'attaquer aux denrées dans de mauvaises conditions (champs, silos en terre, magasins avec sol de terre battue ou sol cimenté fendillé).

L'arachide stockée, en particulier, est attaquée par certaines espèces (Odontotermes, Microtermes, Bellicositermes) qui peuvent occasionner des dégâts négligeables.

## **EMBIOPTÈRES**

*Embia vayssierei* Navas se multiplie dans les tas d'arachides stockées dont les graines sont reliées entre elles par un réseau de soie tissé par l'insecte ; dégâts peu importants.

## **PSOCOPTÈRES**

Les psoques se rencontrent quelquefois en grande quantité dans les denrées déjà attaquées par d'autres insectes et déjà avariées (farines, semoules, grains, etc.).

#### ORTHOPTÈRES

Blattidés. — Les Blattes, Cafards, Cancrelats s'attaquent à toutes les denrées alimentaires et pullulent dans les ports, les magasins, les habitations. La Blatte germanique (*Blattella germanica* L. = The German cockroach); La Blatte orientale (*Blatta orientalis* L. = The large black oriental cockroach) et la Blatte américaine (*Periplaneta americana* L. = The American cockroach) se rencontrent partout. Leur intense multiplication qui s'effectue à longueur d'année rend leurs méfaits encore plus importants d'autant plus que ces insectes s'attaquent à toutes les denrées stockées, les tissus, etc., qu'ils dévorent, souillent de leurs excréments et imprègnent de leur mauvaise odeur.

## HÉMIPTÈRES

Lygéidés. — Au Sénégal, en particulier, quatre espèces de lygéidés s'attaquent aux arachides stockées en suçant les graines dont le faculté germinative et le rendement en huile diminuent.

Il s'agit de : Aphanus sordidus Fabt. et Aphanus apicalis Dall., Dieuches patruelis Stahl. et Dieuches armipes F. dénommées "wangs" en wolof.

# **COLEOPTÈRES**

## Corynétidés

Necrobia rufipes Deg. — Le clairon à pattes rouges (=The coprah Beetle) est un insecte fréquent dans les chairs des poissons secs, qu'il s'agisse de poissons d'eau douce ou de poissons de mer.

Associé à Dermestes frischii Deg., il cause des pertes importantes au commerce du poisson séché.

## Anobiidés

Stegobium paniceum L. — La vrillette du pain (=The bread Beetle, the drugstore Beetle) est très polyphage et se rencontre dans les semoules, couscous, biscuits, pain de guerre, pâtes alimentaires, etc.

Lasioderma serricorne, F. — Le Lasioderme du tabac (= The Tobacco Beetle) est essentiellement un ennemi du tabac, qu'il s'agisse de tabac en feuilles ou manufacturé (cigares, cigarettes). Il s'attaque aussi à de nombreux produits : arachides, semoules, pâtes, biscuits, poisson séché, etc.

## Anthribidés

Araecerus fasciculatus D.G. — La bruche des grains de café (=The coffee-bean Weevil) est un insecte particulièrement abondant dans les régions côtières de la Côte occidentale où il s'attaque aux fèves de cacao, au café, au maïs, pouvant causer d'importants dégâts dans les entrepôts et les cales des navires par sa multiplication rapide.

## Bostrychidés

Rhizopertha dominica F. - Le capucin des grains (=The Australian

wheat Weevil) s'attaque à toutes les graines de céréales emmagasinées (Blé, farine, semoule, sorgho, petit mil, riz, maïs, semoule de maïs, etc.) auxquelles il peut causer des dégâts importants.

Bruchidés. — Les bruches constituent les ennemis les plus importants des graines des légumineuses et occasionnent des dégâts souvent importants.

Bruchus obtectus Say. ou bruche des haricots (=The common bean Weevil) espèce cosmopolite, s'attaque à toutes les graines du genre Phaseolus, Vigna, Cajanus. Cette espèce, qui peut avoir jusqu'à 6 générations par an, se reproduit à la fois sur les plantes et dans les graines emmagasinées, commettant ainsi des dégâts dans les stocks alimentaires et lors de la conservation des semences.

Callosobruchus quadrimaculatus F. — Bruche à quatre taches ou bruche du niébé (=The four-spotted bean Weevil) s'attaque également aux graines du genre Phaseolus, Dolichos, Soja, Cajanus et affectionne particulièrement les semences du niébé (Vigna unguiculata) causant ainsi des préoccupations sérieuses aux cultivateurs africains, pour la protection de leurs semences qu'ils prennent bien soin de conserver en gousses, attachées en paquets, sous le toit enfumé de leur case.

Callosobruchus chinensis L. — La bruche chinoise (=The cowpea Weevil) d'origine asiatique, se rencontre dans les pays à climat chaud; en A.O.F. sur Phaseolus, Dolichos, Cajanus et Vigna.

Pachymerus cassiae Gylh. (=Caryedon fuscus Goeze). — La bruche des arachides (=The peanut Weevil) est un insecte très dangereux pour les gousses d'arachide; l'espèce peut avoir jusqu'à 6 générations par an et pulluler dans les "seccos" du mois de décembre au mois de juillet, où ses larves perforent les gousses et en dévorent les graines.

Elle a été rencontrée également sur Kerstingiella, Tamarindus, Prosopis, Acacia, Cassia.

Spermophagus subfasciatus Boh. — La bruche du Pois du Cap, ou bruche brésilienne, s'attaque aux graines de Phaseolus, Vigna, Dolichos, Cajanus, Soja; l'attaque commence dans les champs et se poursuit dans les magasins.

D'autres espèces ou sous-espèces de bruches de moindre importance économique ont été également signalées en A.O.F. :

Callosobruchus ornatus Boh. sur Vigna, Dolichos; Bruchus vicinus var. innotatus Pic. sur Voandzeia; Bruchus analis F. sur Vigna.

## Cucujidés

Oryzaephilus surinamensis L. — Le silvain (= The saw-toothed grain Beetle = The merchant grain Beetle) est une espèce commune fréquente dans les stocks de céréales, farines, pâtes, biscuits, semoules, arachides, etc. Cette espèce peut être responsable d'assez gros dégâts, bien que le plus souvent, elle soit associée aux charançons et aux tribolies dont elle complète les méfaits.

Ahasverus advena Waltl. — Cet insecte (=The foreign grain Beetle) se rencontre dans les magasins et entrepôts de tous les ports de la Côte occidentale d'Afrique et dans les cargaisons des navires; il s'attaque surtout aux grains de céréales qui ont déjà subi un commencement d'altération et en particulier à ceux qui sont moisis.

Laemophloeus minutus Ol. (=The flat grain Beetle). — Cet insecte cosmopolite s'attaque à la plupart des produits stockés : grains, cacao, fruits et légumes secs, etc.

## Curculionidés

Sitophilus granarius L. — Le charançon du blé (=The corn Weevil) espèce des régions tempérées, se rencontre dans tous les arrivages de céréales originaires d'Europe et d'Amérique du Nord.

Sitophilus eryzae L. — Le charançon du riz (=The rice Weevil) espèce des régions tropicales, est également répandu partout et provoque des dégâts considérables aussi bien aux chargements de grains des navires qu'aux stocks de céréales emmagasinées dans les entrepôts ou chez les paysans. Riz, maïs, sorgho, petit mil, blé, gruau, semoules, farines, pâtes alimentaires sont très fortement attaqués, de même que les légumineuses (Phaseolus, Vigna), les cossettes de manioc, etc.

Pour les céréales, la ponte s'effectue dans les champs, sur les panicules ou les épis, avant la récolte, ou dans les magasins, entrepôts, silos, qui sont le plus souvent contaminés en permanence.

Il peut y avoir 7 à 8 générations par an; comme la longévité des femelles peut atteindre 6 à 7 mois et que leur fécondité est importante (200 à 400 oeufs), les dégâts peuvent être très importants si une lutte efficace n'est pas entreprise.

Balanogastris kolae Desbr.

Paremydica insperata Fst.

Les charançons de la noix de Kola (=Kola nut Weevils) causent des dégâts sérieux aux noix de Kola qui constituent, pour les Africains, à la fois une friandise, un toni-cardiaque et un aliment d'épargne.

L'infestation se produit sur les arbres, avant la récolte des cabosses, et se poursuit dans les ateliers d'emballage en général mal tenus.

## Scolytidés

Hypothenemus (Stephanoderes) hampei Ferr. — Le scolyte du grain de café (=The coffee berry borer) attaque les cerises de caféier dans les plantations où la femelle effectue sa ponte dans les cerises qui approchent de leur maturité. L'évolution des larves se poursuit dans les cerises desséchées sur les arbres ou sur les aires de séchage et même après usinage

#### LES PRODUITS ALIMENTAIRES EMMAGASINÉS

dans les grains décortiqués et déparchés dans les entrepôts et il arrive souvent que des cafés originaires de la Côte d'Afrique arrivent en France à la bonne saison avec des scolytes vivants qui continuent leurs dégâts.

#### Dermestidés

Trogoderma granarium Everts. — Le Dermeste des grains (=The Khapra Beetle) est un parasite très important des graines stockées (céréales, légumineuses) que la larve attaque et souille de ses déjections. L'arachide décortiquée est sérieusement attaquée; l'action du Dermeste se traduit par une perte de produit, une production de graines poudreuses et une augmentation notable de l'acidité de l'huile.

La résistance de cet insecte aux insecticides courants rend nécessaire une vigilance permanente si l'on veut éviter des dégâts importants.

Dermestes frischii Kug. — En Afrique occidentale c'est le Dermeste du poisson séché, toujours très abondant dans les carcasses de poissons séchés de mer et de rivière, dont les Africains font une grande consommation (à l'état séché, fumé ou salé). L'insecte est quelquefois si abondant que les ballots de poissons secs expédiés sur les ports du Sud ne contiennent souvent plus que des arêtes, lorsque les marchandises arrivent à destination.

Associé à Necrobia rufipes Deg. cet insecte commet des dégâts très importants.

## Nitidulidés

Les Carpophiles : Carpophilus hemipterus L. (=The dried fruit Beetle) ; Carpophilus dimidiatus F. (=The corn sap Beetle) se rencontrent couramment dans les stocks d'arachides, sur coprah, karité, cacao, etc. ; toutefois, ces espèces ne se sont jamais révélées très nuisibles.

#### Ténébrionidés

Alphitobius piceus Ol.; Alphitobius laevigatus F. et Alphitobius viator Muls et God. (=The grain mold Beetles) sont des espèces mycophages que l'on rencontre dans les entropôts et les ports, sur denrées déjà altérées et moisies : céréales, manioc, arachides, cacao, etc.

Gnathocerus cornutus F. — Le cornu (= The broad horned flour Beetle) s'attaque à de nombreuses denrées : céréales (riz, maïs), farine, semoule, son, haricots, cacao.

Homala polita Sol. et Thalpophila abbreviata F. s'attaquent à l'arachide lorsque les gousses sont détériorées ; les larves peuvent également occasionner quelques dégâts.

Tribolium castaneum Hbst. (=The rust-red flour Beetle) et Tribolium confusum Duv. (=The confusum flour Beetle) sont deux espèces extrêmement fréquentes dans les arachides décortiquées ; larves et adultes pullulent toute l'année, particulièrement durant la saison des pluies, et se nourrissent aux dépens des arachides brisées par le décorticage, réduisant les morceaux de cotylédons en farinette et augmentant le taux d'acidité. Fréquents également sur tourteaux et farinettes d'arachides, coprah, graines de sésame, ricin.

Très abondants également dans les entrepôts, magasins et cales de navires où ils s'attaquent aux farines, semoules, gruaux, pâtes, riz, maïs (grain et semoule) sorgho et mil, légumineuses diverses (*Phaseolus*, *Vigna*) manioc, patates douces, fruits secs, etc.

#### Trogositidés

Tenebroïdes mauritanicus L. — La cadelle (=The broad Beetle) est un insecte cosmopolite dont la larve attaque de nombreuses denrées; arachides, blé et farine, semoule, couscous, pâtes, biscuits, tourteaux et farinettes d'arachides, sorgho et petit mil, maïs (grains et semoule), riz, cacao, et même le tabac.

# LÉPIDOPTÈRES

Un certain nombre de chenilles de lépidoptères s'attaquent en Afrique occidentale française aux denrées stockées.

Parmi les espèces les plus dangereuses il faut citer :

## Galleriidés

Corcyra cephalonica Staint. — La Teigne du riz (=The rice Moth); la chenille de cette teigne qui s'enveloppe dans un fourreau de soie, commet des dégâts importants sur arachides décortiquées, tourteaux, farinettes; sur les céréales stockées : blé, riz, maīs, sorgho, petit mil; sur les farines, semoules et gruaux; graines de sésame, de coton, de karité, fèves de cacao, etc.

## Géléchiidés

Sitotroga cerealella Ol. — L'alucite des céréales (=The Angoumois grain Moth) est une espèce particulièrement dangereuse pour les céréales : sorgho, petit mil, maïs et surtout riz.

Aux dégâts de la chenille, qui s'abrite dans un fourreau de soie, s'ajoutent le goût et l'odeur désagréables que contractent les produits infestés, ce qui les rend non seulement impropres à la consommation humaine, mais encore pour celle des animaux.

#### Phycitidés

*Ephestia kuehniella* Zeller.—La teigne de la farine (=The Mediterranean flour Moth) s'attaque surtout aux farines entreposées, semoules et gruaux.

*Ephestia cautella* Walk. — Cette teigne (=The fig Moth) se rencontre souvent sur les tas d'arachides en magasin; les adultes pondent sur les coques et les chenilles pénètrent dans les gousses fendues ou brisées par le décorticage. On les rencontre également sur d'autres denrées stockées : maïs, riz et graines de coton. *Ephestia elutella* Hb.—La teigne du cacao (=The tobacco Moth) attaque couramment les fèves de cacao auxquelles elle peut causer des dommages importants, particulièrement en Côte d'Ivoire; elle se rencontre aussi sur chocolat, tabac préparé, et ne dédaigne pas le riz, les pâtes alimentaires, gâteaux secs, arachides et tourteaux.

*Plodia interpunctella* Hb. Cette teigne (=The Indian meal Moth) s'attaque à de nombreuses denrées végétales : blé, riz, farine, pâtes, légumes secs, fruits secs, arachides, etc.

## Pyralidés

*Pyralis farinalis* L. — La pyrale de la farine (=The meal Moth) se rencontre quelquefois dans les ports et les cales de bateaux où elle s'attaque à la farine, au blé, au son, à la semoule, particulièrement quand ces produits commencent à s'altérer et à moisir.

#### SUMMARY

The insects attacking foodstuffs stored in French West Africa are numerous. Most of them belong to cosmopolitan species. Among the most dangerous of these species are: Necrobia rufipes and Dermestes frischii; Stegobium paniceum, Rhizopertha dominica, Sitophilus oryzae, Trogoderma granarium, Tribolium castaneum and T. confusum, Corcyra cephalonica are the most dangerous insects for stored seeds, and particularly rice, maize, millets; Pachymerus cassiae, Trogoderma granarium, Tribolium castaneum and T. confusum, Corcyra cephalonica and Ephestia cautella attack stored groundnuts (both shelled and unshelled) and are liable to account for important damage.

Bruchus obtectus, Callosobruchus quadrimaculatus, Callosebruches chinensis and Spermophagus subfasciatus attack the seeds of leguminosae; Lasioderma serricorne can be responsible for important damage done to stored and manufactured tobacco, Araecereus fasciculatus and sometimes Hypothenemus hampei attack the "market" coffee; lastly, cocoa can be attacked by Ahasverus, Laemophloeus, Carpophilus, Alphitobius, Tribolium and Ephestia elutella.

۲,
#### LA DÉSINSECTISATION DES NOIX DE KOLA EN AFRIQUE OCCIDENTALE

#### par A. MALLAMAIRE

#### Chef de la Protection des Végétaux en A.O.F.

En Afrique occidentale française, le kolatier est l'objet d'une exploitation importante et lucrative, entièrement entre les mains des Africains.

Depuis la Casamance jusqu'à la frontière du Nigeria, toute la région forestière est particulièrement propice au développement de cette Sterculiacée stimulante.

C'est surtout la Guinée, la Côte d'Ivoire et le Dahomey qui produisent d'importantes quantités de noix de kola. Une certaine partie de la récolte est consommée sur place ; la plus grande partie est expédiée sur les régions soudanaises et sahéliennes où les populations font une grosse consommation de noix de kola dont elles sont friandes.

Les kolas sont ainsi transportées, depuis les temps les plus anciens, des régions de production (Rivières du Sud, pays Kissi et pays Konian en Guinée; Pays Dan, Yakouba, Bété, Gouro, Abbé, Ngan, etc. . . . en Côte d'Ivoire; . cercles de Porto-Novo, Cotonou et Ouidah au Dahomey) vers les régions de consommation.

L'exploitation se fait soit par semis naturels, lors des défrichements forestiers, soit par semis, soit, exceptionnellement, par bouturage.

Les insectes les plus nuisibles aux noix de Kola sont incontestablement les charançons :

Balanogastris kolae Desbr. et

Paremydica insperata Fst. (Curculionidés, Coléoptères) qui occasionnent des dégâts souvent très importants.

Ces charançons vivent dans les noix des différentes espèces et variétés de kolatiers (*Cola nitida*, *Cola acuminata*). On les rencontre souvent dans les follicules des fruits prosque mûrs, encore adhérents aux arbres. Mais c'est surtout dans les magasins où sont stockées les noix de kola que leurs dégâts sont les plus considérables.

Les insectes nouvellement éclos s'accouplent au bout de 2 à 3 jours. La ponte commence quatre jours après l'accouplement. La femelle dépose ses oeufs séparément, dans un trou qu'elle a creusé avec son rostre.

La ponte a lieu d'abord dans la pulpe qui entoure la noix, l'insecte profite pour cela des lésions faites dans les fruits. L'attaque a lieu, par la suite, dans les cotylédons mêmes de la noix. La larve creuse une longue mine sinueuse, se dirigeant de haut en bas et vers le centre de la graine, le trajet est irrégulier, la galerie est remplie par les déjections de la larve. Au moment de la nymphose, cette dernière creuse une chambre légèrement plus large dans laquelle elle se transforme. L'attaque commence souvent sur les arbres, le charançon adulte se déplace facilement et peut visiter beaucoup de fruits ; il semble profiter des blessures faites sur ces derniers par d'autres insectes ou des traumatismes provoqués au cours de la cueillette. *B. kolae* a cependant une préférence marquée pour les fruits tombés à terre et ces derniers sont souvent des réservoirs à insectes. La majorité des fruits arrivent au magasin piqués ou infestés, ce qui oblige à trier noix par noix avant l'expédition. On nous a signalé dans la région d'Adzopé (Côte d'Ivoire) des pertes de noix pouvant être supérieures à 30%.

L'attaque continue dans les magasins mal tenus, ainsi qu'au cours des longs voyages que les noix de kola effectuent à travers toute l'Afrique ce qui oblige les commerçants et les colporteurs à vérifier tous les 5 à 8 jours le contenu de leurs paniers de kola et à faire consommer immédiatement toutes les noix piquées.

## MOYENS DE LUTTE CONTRE LES CHARANÇONS DES NOIX DE KOLA

A. Chevalier et E. Perrot (1) indiquent, dans l'ouvrage important qu'ils ont consacré au kolatier, que les colporteurs Dioulas d'Afrique occidentale, utilisent certains procédés pour mettre leurs noix de kola à l'abri des attaques des charançons. Ces colporteurs lavent les noix à l'eau de savon dit de "Marseille" ou à l'eau de savon indigène fabriqué avec des cendres et de la graisse de Kobi (Carapa procera Méliacées).

Au Ghana, W. H. Patterson (13) relate que les colporteurs Haoussas emploient pour le même usage un mélange de jus d'écorce de *Rauwolfia vomitaria* (Apocynacées) et de jus de papaye (*Carica papaya* Caricacées), ce que J. M. Dalziel confirme dans son ouvrage (The Useful plants of Tropical Africa — 1937).

Les premiers essais de désinsectisation des noix de kola ont été effectués par P. Lesne, et Joanny Martin (9) en 1898.

Ils ont utilisé le sulfure de carbone et le chloroforme pendant 2 à 3 jours, à la pression atmosphérique ; les charançons ont bien été détruits, mais les noix ont été altérées.

Avec le gaz d'éclairage, employé sous vide partiel (obtenu par trompe à eau) les résultats ont été meilleurs car les noix étaient beaucoup moins altérées.

E. Hargreaves (5) a essayé, en 1928, au Sierra-Leone, la conservation des noix en saumure; la protection est efficace mais les noix conservées sont désagréables au goût. Le sulfure de carbone et l'acide cyanhydrique tuent le charançon mais altèrent les noix.

A. Mallamaire (11) a utilisé en 1933, au Laboratoire de Bingerville (Côte d'Ivoire) la chloropicrine. Les essais ont été faits à la pression atmosphérique et ont permis de conclure que 5g./m3 durant 15 heures, 7g.5/m3 durant 10 heures et 10 g./m3 durant 5 heures tuent les adultes et les mymphes de *Balanogastric kolae*. Par contre, des doses doubles et des durées d'action quadruples sont insuffisantes, dans les mêmes conditions, pour tuer les larves parfaitement protégées dans les galeries par leurs déjections qu'elles tassent derrière elles. La chloropicrine à ces doses n'altère pas les noix; ce n'est pas, cependant, un procédé recommandable.

En 1936, E. Hargreaves (6) au Sierra-Leone, a fait connaitre que le traitement au sulfure de carbone à 3% durant 3 heures tuait les charançons à tous les stades et n'altérait pas les noix ; par contre, l'eau bouillante et le tétrachlorure de carbone étaient inefficaces et abimaient les noix.

En 1938, nous avons repris la question avec le concours éclairé de M. le Professeur P. Vayssière et de P. Lepesne.

Les noix de kola provenaient de Bingerville (Côte d'Ivoire); elles étaient très parasitées à la fois par *Balanogastris kolae* et *Paremydica insperata*.

Ces essais de désinfection ont été effectués dans l'autoclave expérimental de 1 m3 (système Mallet) du Museum National d'Histoire Naturelle sous vide partiel, avec le mélange bromure de méthyle gaz carbonique.

Il a été reconnu que le traitement avec 80 gr./m3 durant 1 heure (avec vide préalable) donnait des résultats parfaitement satisfaisants aussi bien en ce qui concerne la destruction des charançons à tous les stades, qu'en ce qui concerne la bonne conservation des noix traitées.

A la suite de ces essais, que les circonstances de guerre n'avaient pas encore permis de publier, il parait opportun de recommander l'installation de quelques ateliers de désinfection avec vide préalable, notamment dans les centres où un important tonnage de noix de kola est manipulé (Agboville, Sassandra, Abengourou, Gagnoa, Bouaké, Bobo-Dioulasso, Kankan etc...)

Deux formules peuvent être recommandées :

-l'installation fixe;

- l'installation mobile.

#### INSTALLATION FIXE DE DÉSINFECTION

Elle comprend essentiellement un autoclave cylindrique à paroi métallique muni d'une ou deux portes à fermeture étanche où le vide peut être porté rapidement à 670 et même 720 mm. de mercure, une pompe à vide appropriée, des canalisations, un appareil à vaporiser le produit insecticide, un gazomètre, un appareil doseur et les instruments de contrôle.

La Société Mallet spécialisée dans la désinsectisation avec vide préalable a même créé des stations monoblocs transportables, qui sont susceptibles de rendre de grands services dans le cas particulier de la désinsectisation des noix de Kola.

L'autoclave (5 m3) et les appareils annexes sont réunis sur le même bâti et l'ensemble peut être transporté par chemin de fer et par camion. Il suffit ensuite de l'installer sous un hangar convenable.

#### INSTALLATION MOBILE DE DÉSINSECTISATION

La même installation peut être montée sur le chassis d'un camion puissant et devient alors mobile par ses propres moyens, ce qui représente bon nombre d'avantages.

Un appareillage de ce genre a été construit pour l'Algérie pour la désinsectisation des figues de la Kabylie.

#### MÉTHODE DE TRAITEMENT

La méthode de traitement à l'aide de bromure de méthyle que l'on peut recommander est la suivante : on réalise un vide de 670 mm. que l'on maintient dans l'autoclave durant 15 minutes avant de commencer à y introduire le mélange de fumigant et d'air. Cette technique permet l'établissement de l'équilibre de pression entre l'atmosphère de l'autoclave et celle des galeries où vivent les larves des charançons qui tassent fortement derrière elles leurs excréments et obstruent ainsi presque hermétiquement celles-ci.

L'atmosphère toxique est maintenue durant une heure quand la température n'excède pas 25-26° et 45 minutes quand elle dépasse ce chiffre.

L'introduction du mélange dosé en proportion constante du fumigant et d'air (80G./m3) fait chuter le vide de 670 à 20 mm. et l'exposition aux vapeurs se fait sous ce vide de 20 mm. On casse ensuite le vide jusqu'à O, c'est-à-dire que l'on revient à la pression atmosphérique puis on procède à 2 rinçages, en revenant chaque fois à la pression atmosphérique et en faisant le vide à 670 mm.

A l'heure actuelle on emploie le bromure de méthyle seul, sans addition de gaz carbonique. Fabriqué couramment par notre indústrie, le bromure de méthyle est livré en bouteilles métalliques et voyage parfaitement. Il suffit de prévoir un approvisionnement régulier.

Avec un autoclave de 5 m3 on peut faire 4 à 6 opérations journalières ; à raison de 200 kgs. par m3, il est possible de traiter 4 à 6.000 kgs. de noix emballées par jour.

#### MESURES PROPHYLACTIQUES

En attendant que les installations officielles et privées se réalisent, il ne faut pas perdre de vue que certaines mesures prophylactiques sont susceptibles de donner de très bons résultats. Ces mesures sont les suivantes :

#### Récolte et destruction de tous les fruits tombés à terre

Ces fruits, toujours plus ou moins altérés, sont des nids à charançons. Ces derniers y pullulent littéralement ; comme il peut y avoir une génération par mois, la même cabosse abandonnée sur le sol peut, pendant 2 ou 3 mois, donner naissance à 2 et même 3 générations (au delà de ce laps de temps les noix sont, en général, entièrement détruites ou pourries).

Il sera bon de faire procéder à l'enlèvement des fruits tombés et à leur destruction par incinération ou enfouissement profond.

#### Récolte des fruits de l'inter-récolte avant maturité et destruction ainsi que le recommande W. K. PATTERSON (14-p. 194)

Ce procédé est évidemment recommandable et permet d'éviter la présence de couvain à l'état permanent dans les plantations, mais le signataire de ces lignes estime que si l'on peut, à la rigueur, obtenir des planteurs africains qu'ils récoltent et détruisent les fruits avariés, on ne les décidera pas à détruire une partie de leur récolte.

#### Nettovage des magasins et maintien dans un état de propreté parfait des ateliers d'emballage des noix de kola

Il faut avoir vu les ateliers d'emballage des noix de kola en Afrique occidentale pour se rendre compte des excellentes conditions de développement qui sont offertes aux charancons.

Il est recommandé d'opérer l'emballage sur des parquets cimentés et non pas sur la simple terre battue qui permet aux charançons de trouver de multiples abris. Tous les détritus provenant du triage des noix (débris de cabosses, noix attaquées, feuilles "d'orofira" constituant les emballages) . . . seront détruits par incinération ou profondément enfouis. Les magasins seront chaulés fréquemment et si possible les parois et le sol en seront traités avec une bouillie de D.D.T. 50 (à raison de 2 Kgs. de produit par 100 litres d'eau) ou une émulsion de lindane à 15% (5 litres de produit pour 100 litres d'eau) à raison de 50 cc. par mètre carré.

#### SUMMARY

The most damageable insects for the Kola nuts are the Weevils Balanogastris kolae Desbr. and Paremydica insperata Fst. whose larvas bore deep mines into the nuts.

It is possible to fight successfully against the Weevils by keeping the storehouse clean, by a careful selection of the nuts and by fumigation under partial vacuum of the packed nuts with methyl bromide at a 80 grams per cubic metre ration during one hour.

#### BIBLIOGRAPHIE

CHEVALIER, A. et PERROT, E. 1911. Les Kolatiers et la noix de Kola, Paris.
 COTTEREL, G. S. 1923. The biological control of insect pests of crops. *Journ. Gold Coast Agric. and Comm. Sc.* II 2 pp. 103-109.

- 3. DESBROCHERS DES LOGES, 1805. Balaninus Kolae n. sp. Bull. Sc. Entomo. de France. Séance du 27 mars 1895 p. 176.
- 4. HARGREAVES, E. 1925. Report of the Entomological section. Sierra Leone Ann. Rebort Lands and Forest Dept.
- 5. HARGREAVES, E. Report on the Entomological section, Section I Rep. Lands Forest Dept. Sierra Leone.
- Sterra Leone.
   HARGREAVES, E. 1936. Entomological Work. Rept. Dept. gric. Sierra Leone, pp. 39-43.
   LAMBORN, W. A. 1914. The Agricultural Pests of Southern Provinces of Nigeria. Bull. Ent. Research V pt. 3, pp. 197-214.
   LESNE, P. 1898. Description de la larve et de la nymphe du Charançon de la noix de Kola (Balanogastris Kolae Desbr.). Bull. Museum p. 140.
- 9. LESNE et JOANNY MARTIN. 1898. Note sur quelques essais en vue de la destruction du charançon de la noix de Kola (Balanogastris Kolae Desbr.). Bull. Soc. Entomo. de France pp. 280-282.
- France pp. 280-282.
  10. MALLAMAIRE, A. 1934. Extraits du rapport de la Station Expérimentale du Palmier d huile de la NE. Année 1933. Etude systématique et biologique des principaux animaux et insectes parasites des plantes cultivées en Côte d'Ivoire. Bull. Com. Etudes Hist. et Scient. A.O.F. T.17 pp. 434-485.
  11. MALLAMAIRE, A. (Année 1933.) Rapport annuel du Laboratoire de Phytopathologie et d'Entomologie de la Côte d'Ivoire. Archives Protection des Végétaux, Dakar.
  2. PUTURDAY, W. H. 2010. Rapport of the Entomologier. Communant of the Cold Coast
- PATTERSON, W. H. 1913. Report of the Entomologist. Government of the Gold Coast Rept. Agric. Dept. 1912, Accra.
   PATTERSON, W. H. 1919. Report of the Entomologist. Gold Coast Rept. Agric. Dept.
   PATTERSON, W. H. 1923. Report of the Entomologist. Gold Coast Rept. Agric. Dept.
   PATTERSON, W. H. 1923. Report of the Entomologist. Gold Coast Rept. Agric. Dept.
- Jan. 1922-March 1923, Accra.
- 15. PEREZ, J. 1895. Note sur un Curculionidé (Balaninus Kolae Desbr.) trouvé dans les fruits de Kola. Bull. Soc. Entomo. de France (séance du 27 mars 1895), p. 177.

#### L'ÉQUIPEMENT DE L'AFRIQUE NOIRE FRANCAISE EN STATIONS DE DÉSINSECTISATION SOUS VIDE PARTIEL

#### par A. MALLAMAIRE

#### Chef de la Protection des Végétaux en A.O.F.

En 1947, le Ministère de la France d'Outre-Mer (Direction de l'Agriculture) a prévu l'installation, dans les principaux ports d'Afrique Noire et de Madagascar, de Stations de désinsectisation sous vide partiel, destinées à traiter les denrées afin de les protéger contre les insectes, à l'importation, à l'exportation ou avant le stockage.

Ce plan, financé par le Fonds d'Investissement et de Développement Economique et Social (F.I.D.E.S.) a été mis en application à partir de l'année 1950.

STATIONS		AUTOCLAVES					MANUTENTION			
		70 m3	50 m3	20 m3	10 m3	4 m3	.Volume total par opération	Voies de o m8o	Plaques	Wagon- nets
En service DAKAR DOUALA POINTE NOIR En Projet	Ē	I I I	111	I I I	I I I	<u> </u>	m3 104 100 100	m 300 300 300	10 10 10	36 36 36
ABIDJAN LOME CONAKRY MOPTI	•••	<u> </u>	1 1 3	I I I —	I I I —		100 80 80 150	300 210 210 300	10 10 10 12	36 28 28 72

En 1952, la première station de désinfection de l'Afrique Noire Française entrait en fonctionnement à Dakar, puis par la suite, étaient mises en route la Station de Pointe Noire (1955) puis celle de Douala (1956).

Ces Stations de désinsectisation sont comparables à celles qui existent en France (Le Havre, Bordeaux, Marseille, Paris, etc.) et en Afrique du Nord (Alger, Oran, Bougie, Bône, etc.). Elles utilisent la fumigation sous vide partiel (Système breveté Mallet) à l'intérieur de tanks cylindriques étanches à l'aide de fumigants appropriés (bromure de Méthyle, oxyde d'éthylène, acide cyanhydrique).

Voici à titre d'exemple la description sommaire de la Station de Dakar et quelques détails sur son fonctionnement.

#### AUTOCLAVES

La Station de Désinfection de Dakar comprend :

- Un bâtiment à charpente métallique de 70 mètres de longueur sur 15 mètres de largeur avec toiture à double pente en tôle ondulée et pièces annexes sur le côté (bureau, laboratoire, salle des machines) édifié sur un socle en béton armé de 1 mètre de hauteur.

Ce bâtiment abrite les installations suivantes :

1. — les autoclaves et leurs accessoires.

2. — les appareillages de vide et leurs accessoires.

3. - les appareils générateurs de fumigant et leurs accessoires.

4. — les appareils de contrôle et de sécurité.

5. — les appareils de manutention.

La Station de Dakar est équipée avec 4 autoclaves :

- un autoclave de 70 m3 pouvant recevoir 12 wagonnets.

- un autoclave de 20 m3 pouvant recevoir 4 wagonnets.

- un autoclave de 10 m3 pouvant recevoir 2 wagonnets.

--- un autoclave de 4 m3 spécialement équipé pour le traitement des ... végétaux vivants à l'aide de l'acide cyanhydrique.

Les autoclaves sont en tôle d'acier, épaisse, de forme cylindrique, de 2 m. 20 de diamètre intérieur, ils sont munis à chaque extrémité d'une porte débouchant dans des salles distinctes de chargement et de déchargement, isolée l'une de l'autre par une paroi maçonnée continue, montant jusqu'au faîte du bâtiment, et rendant par conséquent impossible la recontamination des marchandises traitées par des insectes venant des marchandises non traitées; un dispositif mécanique simple empêche pour chaque autoclave l'ouverture simultanée des deux portes.

Chaque autoclave est pourvu d'un dôme de sécurité qui assure d'une manière absolue la protection contre une inflammation ou une explosion se propageant par la tuyauterie.

#### APPAREILLAGE DE VIDE

Le vide est obtenu à l'aide d'életro-pompes à vide sec rotatives à palettes qui peuvent produire un vide de 650 à 720 mm. de mercure en une dizaine de minutes.

Pour une installation de 104 m3 (70-20-10-4) on utilise deux groupes électro-pompes ayant les caractéristiques suivantes :

Volume engendré	•• ••	••	••	1.000 m3/heure
Vide maximum en vase	clos	••	••	90%
Puissance absorbée à 60	••	••	20 CV	
Puissance nécessaire au	moteur	••	••	24 CV

Chaque groupe est doté d'un dispositif de sécurité provoquant

l'arrêt immédiat du moteur électrique si, pour une raison quelconque (manque de pression dans le réseau d'alimentation, présence d'un corps étranger obstruant les canalisations d'amenée d'eau ou les lumières de la chemise de refroidisement), le débit d'eau est insuffisant ou n'est plus constaté à la sortie de la pompe.

Ce dispositif constitue également une protection contre les dangers d'inflammation interne des mélanges gazeux par suite d'échauffement excessif des pompes, si l'alimentation en eau de refroidissement ne se fait pas ou se fait très difficilement pendant son fonctionnement.

#### **APPAREILS GÉNÉRATEURS DE FUMIGANTS**

Pour les fumigants à bas point d'ébullition comme le bromure de méthyle, l'appareillage comprend :

- une balance automatique qui sert à vérifier la quantité de gaz utilisé à chaque opération.

- un flexible pour le raccord.

--- un vaporisateur constitué par une capacité jaugeuse, un dispositif de réchauffage par serpentin avec circulation d'eau chaude une jauge magnétique et un manomètre de contrôle.

- un chauffe-eau électrique à accumulation.

- un ballon d'expansion.

- une colonne de neutralisation (à carbonate de soude).

--- un tableau de commandes.

— un gazomètre régulateur et de stockage constitué par une cuve annulaire, une cloche équilibrée et compensée par dispositif à siphonnage breveté. La garde du gazomètre est constituée par de la glycérine et une couche d'huile protectrice.

- un dispositif avertisseur sonore (par contacteurs à mercure) de remplissage et de vidange, une règle de jauge, un dispositif de réchauffage par élements électriques.

#### APPAREILS DE CONTRÔLE ET DE SÉCURITÉ

Les appareils de contrôle sont constitués par un manomètre enregistreur branché sur chaque autoclave.

Les diagrammes donnés par cet appareil constituent une pièce de référence importante pour la marche de la Station et sont conservés durant un an.

La détection du bromure de méthyle, gaz assez toxique pour l'homme, est faite à l'aide d'acétate d'amyle incorporé au bromure à la dose de 3 0/00 et son odeur sert d'avertisseur.

En outre, la Station est équipée de deux lampes détectrices à halogénures qui brûlent en permanence lorsque la Station fonctionne.

#### TABLEAU CENTRAL DES COMMANDES

Les diverses vannes et robinets, les dispositifs de contrôle et commandes électriques sont rassemblés sur un tableau central de commandes placé dans le laboratoire.

Ce tableau commande les dispositifs suivants :

par autoclave:

- une vanne d'isolement du collecteur de vide.

- une vanne d'isolement du collecteur de gaz.

- une vanne d'isolement du collecteur de rinçage.

- un robinet 3 voies de service du joint.

- une minuterie pour contrôle du temps des fumigations.

--- un voyant de contrôle de mise sous vide.

- un mano-baromètre à mercure pour contrôle du vide.

--- un manomètre de contrôle de gonflement des joints.

- un enregistreur manométrique.

par pompe à vide :

- une vanne d'isolement du collecteur de vide.

- un robinet d'admission d'eau de refroidissement à poignée spéciale.

- une boite à boutons poussoirs.

- un voyant de contrôle de marche des moteurs.

par générateur:

- une vanne d'isolement des collecteurs de gaz.

par pompe hydraulique :

- un robinet d'isolement de refoulement.

- un manomètre de contrôle.

Un tableau électrique avec interrupteur général, voltmètre, ampèremètre, voyant du contrôle de fermeture du circuit général, commande tout le dispositif électrique.

#### **APPAREILS DE MANUTENTION**

La manutention des marchandises à traiter ou traitées, emballées en sacs ou en caisses, nécessite un important matériel de manutention constitué par des voies, des plaques tournantes et des wagonnets.

Les wagonnets sont entièrement métalliques, d'une force de 4 T. ; ils roulent sur des voies de 0 m 800 en rails à ornière, avec des plaques tournantes de 1 m. 500 de diamètre ; ils ont été aménagés avec des ridelles métalliques.

Le type de réseau employé est le réseau droit.

Un gabarit métallique installé à l'entrée permet un arrimage convenable des sacs sur les wagonnets et évite des pertes de temps à l'entrée des autoclaves. A l'extérieur, les voies de 0 m. 800 situées sur le quai de déchargement permettent la manutention rapide des marchandises à traiter.

Une voie ferrée, reliée au réseau du port, permet l'acheminement direct des wagons à partir des quais du môle 4.

#### **TECHNIQUE DE DÉSINFECTION**

La Station de Dakar utilise comme fumigant le bromure de méthyle (à raison de 80 gr./m3) pour les denrées et produits végétaux et l'acide cyanhydrique pour les végétaux vivants.

La technique employée est la suivante :

On fait le vide jusqu'à 700 mm. ; puis on introduit un mélange dosé et en proportions constantes de fumigant et d'air jusqu'à la chute du vide de 700 mm. à 20 mm.

L'exposition aux vapeurs insecticides, c'est-à-dire la désinsectisation proprement dite, se fait pendant la durée prévue (laquelle est fonction de la marchandise à traiter et de la température) sous vide de 20 mm., ensuite le vide est cassé jusqu'à o (retour à la pression atmosphérique) puis on répète l'opération qui consiste à remonter le vide à 700 mm. et à laisser aussitôt l'autoclave revenir à la pression atmosphérique (ce qu'on appelle un rinçage ou R).

Cette serie d'opérations a été mise en formule et s'exprime ainsi :

La durée d'action du bromure de méthyle est comprise entre 1 h. $\frac{1}{4}$  et 2 heures ; quelquefois même on laisse agir le fumigant durant toute la nuit (les autoclaves chargés en fin d'après-midi restent sous gaz jusqu'au lendemain matin).

Pour l'acide cyanhydrique on traite à 7 gr. par mètre cube durant 24 heures.

#### PERSONNEL

Le personnel chargé de l'exploitation de la Station comprend :

- un chef d'exploitation, Directeur de la Station.

- un chef mécanicien chargé de l'entretien et des réparations.

- un mécanicien africain, spécialement chargé du graissage.

- quatre manoeuvres chargés de la conduite des wagonnets à l'intérieur de la Station (le chargement et le déchargement à quai incombant aux utilisateurs).

- un gardien.

Ce personnel est suffisant pour assurer le fonctionnement normal et continu de la Station.

#### **CAPACITÉ DE TRAITEMENT**

La Station de Désinfection de Dakar peut traiter, en moyenne, 370 mètres cubes par jour de denrées diverses, en fonctionnement normal, c'est-à-dire sans opération de nuit.

Cela représente, à raison de 26 jours ouvrables par mois, une capacité mensuelle de traitement de 9.620 mètres cubes et une capacité annuelle de 115.440 mètres cubes.

#### SUMMARY

French Central and Equatorial Africa is gradually setting up part vacuum (Mallet patent method) disinfection stations which use fumigation with gas insecticides such as methyl bromide, ethylene oxide, cyanhydric acid in sterilisers with a pre-arranged part-vacuum of 700 mm. mercury.

The following stations are already in operation : Dakar (104 m3) since 1952, Pointe Noire (100 m3) since 1955 and Douala (100 m3) since 1956.

Arrangements have also been made for the seaports of Abidjan (100 m3), Lomé (80 m3), Conakry (80 m3) and for the river port of Mopti in the French Sudan (15 m3) for the disinfection of dried fish.

As an example is given a summary description of the Dakar Station in which the following machinery is used :

Vacuum installation-apparatus for the producing of fumigantscontrol and security apparatus-working apparatus.

A short explanation is also given concerning the technique of disinfection.

# LISTE DES PUBLICATIONS DU C.S.A.

## LIST OF C.S.A. PUBLICATIONS

No. I	Brochure
No. 2	Premier Rapport — Novembre 1950 à Juin 1952 First Report — November 1950 to June 1952
No. 3	Répertoire des Bibliothèques Scientifiques et Techniques en Afrique au Sud du Sahara (Provisoire) Directory of Scientific and Technical Libraries in Africa South of the Sahara (Provisional)
No. 4	Cartographie de l'Afrique au Sud du Sahara Maps of Africa South of the Sahara
No. 5	Deuxième Rapport — Juillet 1952 à Juin 1953 Second Report — July 1952 to June 1953
No. 6	Symposium sur l'Hydrobiologie et la Pêche en Eaux douces en Afrique (Octobre 1952)
	Symposium on African Hydrobiology and Inland Fisheries (October 1952)
No. 7	Recherches Relatives aux Sciences Humaines en Afrique au Sud du Sahara Research in the Social Sciences in Africa South of the Sahara
No. 8	Brochure (Edition revue de la Publication No. 1) Brochure (Revised from Publication No. 1)
No. 9	Botanistes et Zoologistes Effectuant des Etudes Systématiques (Provisoire) Systematic Botanists and Zoologists (Provisional)
No. 10	Répertoire des Bibliothèques Scientifiques et Techniques en Afrique au Sud du Sahara (Révisé) Directory of Scientific and Technical Libraries in Africa South of the Sahara
	(Revised)
No. 11	Troisième Rapport — Juillet 1953 à Juin 1954 Third Report — July 1953 to June 1954
No. 12	Cartographie et Relèvements Topographiques de l'Afrique au Sud du Sahara Mapping and Surveying of Africa South of the Sahara
No. 13	Botanistes et Zoologistes Effectuant des Etudes Systématiques en Afrique Systematic Botanists and Zoologists Working in Africa
No. 14	Répertoire des Instituts, Organismes et Services Scientifiques en Afrique au Sud du Sahara
	Directory of Scientific Institutes, Organisations and Services in Africa South of the Sahara
No. 15	Cartes Topographiques de l'Afrique au Sud du Sahara (1 <sup>ère</sup> Partie) Topographical Maps of Africa South of the Sahara (Part 1)
No. 16	Liste des Sociétés Scientifiques List of Scientific Societies
No. 17	Cartographie de l'Afrique au Sud du Sahara (2 <sup>ème</sup> Partie. Cartes Spéciales) Mapping of Africa South of the Sahara (Part 2—Special Subject Maps)
No. 18	Sixième Réunion du Conseil Scientifique Sixth Meeting of the Scientific Council
No. 19	Recherches sur la Nutrition en Afrique au Sud du Sahara Nutrition Research in Africa South of the Sahara
No. 20	Hydraulique agricole Irrigation water and drainage in agriculture

- Septième réunion du Conseil Scientifique No. 21 Seventh Meeting of the Scientific Council
- Phytogéographie No. 22 Phyto-geography
- Cartographie et Relèvements Topographiques de l'Afrique au Sud du Sahara. Mapping and Suveying of Africa South of the Sahara No. 23
- Les Grandes Divisions Chorologiques de l'Afrique (en français seulement in No. 24 French only) :
- Hydrobiologie et Pêche en Eaux Douces en Afrique African Hydrobiology and Inland Fisheries No. 25
- No. 26 Huitième Réunion du Conseil Scientifique Eighth Meeting of the Scientific Council
- No. 27 Eichhornia crassipes
- No. 28 Radio-isotopes \*
- Cartographie des Vecteurs de Maladie Mapping of Vectors of Disease No. 29
- Inventaire des Etudes Economiques \* No. 30 Inventory of Economic Studies
- Produits alimentaires emmagazinés No. 31 Stored Food Products
- No. 32 Neuvième Réunion du Conseil Scientifique Ninth Meeting of the Scientific Council

à paraître To be published

Publications Nos. 1-14, 16, 18, 19, 20-23, 26 are out of print. Les Publications No. 1-14, 16, 18, 20-23, 26 sont épuisées.

#### C.C.T.A.

#### Secrétariat C.C.T.A./C.T.A. Secretariat C.C.T.A./C.S.A.

#### Europe Abbey House, 2–8, Victoria Street, London, S.W. 1

Afrique

#### B.P. 949, Bukavu, Congo Belge

#### BUREAUX ET COMITÉS TECHNIQUES TECHNICAL BUREAUX AND COMMITTEES

FONDATION POUR L'ASSISTANCE MUTUELLE EN AFRIQUE AU SUD DU SAHARA FOUNDATION FOR MUTUAL ASSISTANCE IN AFRICA SOUTH OF THE SAHARA C.C.T.A./C.S.A. Secretariat, Abbey House, 2-8, Victoria Street, London, S.W. 1. Tel. Abbey 3920. FONDS INTERAFRICAIN DE LA RECHERCHE INTER-AFRICAN RESEARCH FUND C.C.T.A./C.S.A. Secretariat, Abbey House, 2-8, Victoria Street, London, S.W. I. Tel. Abbey 3020. BUREAU INTERAFRICAIN DES SOLS ET DE L'ECONOMIE RURALE (B.I.S.) INTER-AFRICAN BUREAU FOR SOILS AND RURAL ECONOMY (B.I.S.) 57, rue Cuvier, Paris Vo. Tél. Port Royal 36-25. SERVICE PÉDOLOGIQUE INTERAFRICAIN (S.P.I.) INTER-AFRICAN PEDOLOGICAL SERVICE (S.P.I.) c/o I.N.E.A.C., Yangambi, Congo Belge. COMMISSION PHYTO-SANITAIRE PHYTO-SANITARY COMMISSION c/o The Commonwealth Institute of Entomology, 56, Queen's Gate, London, S.W. 7, Tel. KNI 7501. COMITÉ CONSULTATIF INTERAFRICAIN SUR LES EPIZOOTIES (I.A.C.E.D.) INTER-AFRICAN ADVISORY COMMITTEE ON EPIZOOTIC DISEASES (I.A.C.E.D.) Muguga, P.O. Kikuyu, Kenya. BUREAU INTERAFRICAIN DES EPIZOOTIES (I.B.E.D.) INTER-AFRICAN BUREAU FOR EPIZOOTIC DISEASES (I.B.E.D.) Muguga, P.O. Kikuyu, Kenya. BUREAU PERMANENT INTERAFRICAIN POUR LA TSÉ-TSÉ ET LA TRYPANOSOMIASE (B.P.I.T.T.) TSETSE FLY AND TRYPANOSOMIASIS PERMANENT INTER-AFRICAN BUREAU (B.P.I.T.T.) c/o B.P. 557, Léopoldville, Congo Belge. Tél. 3388. COMITÉ SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL DE RECHERCHES SUR LES TRYPANOSOMIASES (I.S.C.T.R.) INTERNATIONAL SCIENTIFIC COMMITTEE FOR TRYPANOSOMIASIS RESEARCH (I.S.C.T.R.) C.C.T.A./C.S.A. Secretariat, Abbey House, 2-8, Victoria Street, London, S.W. 1. Tel. Abbey 3920. INSTITUT INTERAFRICAIN DU TRAVAIL (I.L.I.) INTER-AFRICAN LABOUR INSTITUTE (I.L.I.) B.P. 2019, Brazzaville, A.E.F. Tél. 32-80. COMITÉ CONSULTATIF INTERAFRICAIN DU TRAVAIL INTER-AFRICAN LABOUR ADVISORY COMMITTEE COMITÉ CONSULTIVO DO INSTITUTO INTER-AFRICANO DO TRABALHO c/o Ministério do Ultramar, Lisboa, Portugal. COMITÉ INTERAFRICAIN POUR LES SCIENCES HUMAINES INTER-AFRICAN COMMITTEE FOR SOCIAL SCIENCES 57, rue Cuvier, Paris Vº. Tél. Gobelins 71-98.

Comité Interafricain du Logement

INTER-AFRICAN COMMITTEE ON HOUSING

c/o South African Council for Scientific and Industrial Research, P.O. Box 395, Pretoria, South Africa. Tel. 4-5931.

Comité Interafricain des Statistiques (C.I.E.)

INTER-AFRICAN COMMITTEE ON STATISTICS (C.I.E.)

Comissão Inter-Africana de Estatistica (C.I.E.)

c/o Secção de Relações Internacionais, Ministério do Ultramar, Apartado No. 20/52, Lisboa, Portugal.

COMITÉ INTERAFRICAIN SUR LA MÉCANISATION DE L'AGRICULTURE

INTER-AFRICAN COMMITTEE ON THE MECHANISATION OF AGRICULTURE

C.C.T.A./C.S.A. Secretariat, Abbey House, 2-8, Victoria Street, London, S.W. 1. Tel. Abbey 3920.

Correspondant Scientifique Interafricain pour la Géologie

INTER-AFRICAN SCIENTIFIC CORRESPONDENT FOR GEOLOGY

c/o South African Geological Survey, P.O. Box 401, Pretoria, South Africa.

CORRESPONDANT SCIENTIFIQUE INTERAFRICAIN POUR LA CLIMATOLOGIE

INTER-AFRICAN SCIENTIFIC CORRESPONDENT FOR CLIMATOLOGY

c/o University of the Witwatersrand, Johannesburg, South Africa. Tel. 44-3781.

RÉSEAU DE CORRESPONDANTS POUR L'ENSEIGNEMENT

PANEL OF EDUCATION CORRESPONDENTS

c/o C.C.T.A., Abbey House, 2-8, Victoria Street, London, S.W. 1. Tel. Abbey 3920.

Réseau de Correspondants pour la Nutrition Panel of Nutrition Correspondents

PANEL OF INUTRITION CORRESPONDENTS

P.O. Box 170, Pretoria, South Africa. Tel. 36158.

Réseau de Correspondants dans le Domaine de la Santé Mentale

PANEL OF CORRESPONDENTS IN THE FIELD OF MENTAL HEALTH

c/o B.P.I.T.T., B.P. 557, Léopoldville, Congo Belge.

Réseau de Correspondants pour l'Utilisation des Radio-isotopes dans le Domaine Médical

PANEL OF CORRESPONDENTS FOR THE USE OF RADIO-ISOTOPES IN THE MEDICAL FIELD C/O B.P.I.T.T., B.P. 557, Léopoldville, Congo Belge.

Réseau de Correspondants pour l'Utilisation des Radio-isotopes dans l'Agriculture Panel of Correspondents for the Use of Radio-isotopes in Agriculture c/o B.I.S., 5, rue Cuvier, Paris V.

Réseau de Correspondants pour l'Utilisation des Radio-isotopes dans le Domaine des Sciences Naturelles, de la Chimie et de l'Industrie

PANEL OF CORRESPONDENTS FOR THE USE OF RADIO-ISOTOPES IN THE FIELDS OF INDUSTRY CHEMISTRY AND NATURAL SCIENCES

c/o C.C.T.A., Abbey House, 2-8, Victoria Street, London, S.W. 1. Tel. Abbey 3920.

Réseau de Correspondants en Matière d'Informations Économiques

PANEL OF CORRESPONDENTS ON ECONOMIC INFORMATION

c/o C.C.T.A. Secretariat, Abbey House, 2-8, Victoria Street, London, S.W. 1. Tel. Abbey 3920.

Comité Consultatif Interafricain sur les Cartes et les Services Topographiques Inter-African Advisory Committee on Maps and Surveys

C.C.T.A./C.S.A. Secretariat, Abbey House, 2-8, Victoria Street, London, S.W. 1. Tel. Abbey 3920.

COMITÉS RÉGIONAUX POUR LA CONSERVATION ET L'UTILISATION DU SOL REGIONAL COMMITTEES FOR THE CONSERVATION AND UTILISATION OF THE SOIL Afrique Méridionale — Southern Africa (S.A.R.C.C.U.S.) P.O. Box 965, Pretoria, South Africa, Afrique Occidentale - Western Africa (C.R.O.A.C.U.S.) c/o Bureau des Sols, Dakar, Afrique Occidentale Française. Afrique Orientale — Eastern Africa (C.R.E.A.C.U.S.) c/o E.A.A.F.R.O., P.O. Box 21, Kikuyu Kenya. Afrique Centrale - Central Africa (C.R.A.C.C.U.S.) c/o S.P.I.. Yangambi, Congo Belge. COMITÉS RÉGIONAUX POUR LA GÉOLOGIE **REGIONAL COMMITTEES FOR GEOLOGY** Ouest-Central - West-Central. c/o Direction Générale des Mines et de la Géologie, Dakar, Afrique Occidentale Française. Sud-Central - Southern-Central. Est-Central - East-Central. Comité Régional Ouest-Africain pour les Epizooties West African Regional Committee on Epizootic Diseases C.C.T.A./C.S.A. Secretariat, Abbey House, 2-8, Victoria Street, London, S.W. 1-Tel. Abbey 3920. CORRESPONDANT SCIENTIFIQUE INTERAFRICAIN POUR L'ANTHROPOLOGIE INTER-AFRICAN SCIENTIFIC CORRESPONDENT FOR ANTHROPOLOGY Prof. J. Hiernaux, Recteur de l'Université Officielle du Congo Belge et du Ruanda-Urundi, B.P. 1825, Elisabethville, Congo Belge. **CORRESPONDANT SCIENTIFIQUE INTERAFRICAIN POUR LES TESTS PSYCHOTECHNIQUES** INTER-AFRICAN SCIENTIFIC CORRESPONDENT FOR PSYCHOTECHNICAL TESTS Dr. S. Biesheuvel, Director, National Institute for Personnel Research, P.O. Box 10319, Johannesburg, South Africa. CORRESPONDANT SCIENTIFIQUE INTERAFRICAIN POUR L'HISTOIRE ET L'ETHNO-HISTOIRE INTER-AFRICAN SCIENTIFIC CORRESPONDENT FOR HISTORY AND ETHNO-HISTORY Prof. Dr. Silva Rego, Instituto Superior de Estudos Ultramarinos, Lisboa, Portugal. CORRESPONDANT SCIENTIFIQUE INTERAFRICAIN POUR LA PROTECTION DES ARCHIVES INTER-AFRICAN SCIENTIFIC CORRESPONDENT FOR THE PROTECTION OF ARCHIVES Mr. V. W. Hiller, Chief Archivist, Central Africa Archives, P.O. Box 8043, Causeway, Salisbury, Southern Rhodesia. CORRESPONDANT SCIENTIFIQUE INTERAFRICAIN POUR LA SÉISMOLOGIE INTER-AFRICAN SCIENTIFIC CORRESPONDENT FOR SEISMOLOGY Prof. A. L. Hales, Director Bernard Price Institute of Geophysical Research, University of the Witwatersrand, Milner Park, Johannesburg. CORRESPONDANT SCIENTIFIQUE INTERAFRICAIN POUR L'IONOSPHÈRE INTER-AFRICAN SCIENTIFIC CORRESPONDENT FOR IONOSPHERE c/o O.R.S.T.O.M., 47, bd des Invalides, Paris VIIe. CORRESPONDANT SCIENTIFIQUE INTERAFRICAIN POUR LE GÉOMAGNÉTISME INTER-AFRICAN SCIENTIFIC CORRESPONDENT FOR GEOMAGNETISM Dr. P. Herrinck, Service météorologique et géophysique, Léopoldville, Binza, Conge Belge. **CORRESPONDANT SCIENTIFIQUE INTERAFRICAIN POUR LES RAYONS COSMIQUES** INTER-AFRICAN SCIENTIFIC CORRESPONDENT FOR COSMIC RAYS Prof. J. P. Andrews, Professor of Physics, Makerere College, Kampala, Uganda.

# O CANZATION OF ATRICAN UNITY GULTUR I & SUMMER OF DEPERTMENT DURINY ENTRY NO.\_\_\_\_\_DATE\_\_\_\_

ADDIS ABABA

Seepher 7 1 m

•

# Date of Publication 12/58.

2

AFRICAN UNION UNION AFRICAINE

African Union Common Repository

http://archives.au.int

Organs

African Union Commission

# STORED FOOD PRODUCTS

# COMMISSION FOR TECHNICAL CO-OPERATION IN AFRICA SOUTH OF THE SAHARA

http://archives.au.int/handle/123456789/2655 Downloaded from African Union Common Repository