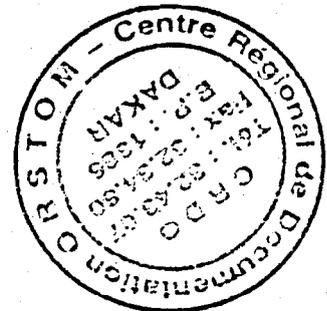


INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE
Département de BIOLOGIE APPLIQUEE

année scolaire 96/97
29e promotion



RAPPORT DE STAGE DE SECONDE ANNEE

CRDO - DAKAR	
date	07-11-97
n°	11802
cote	RAP 404 DEL

Bases d'une lutte physique contre la bruche de l'arachide : ETUDE DE LA RESISTANCE THERMIQUE

DELOBEL Pierre
du 16 mai au 26 juin
encadré par Dr. SEMBENE P.M.
dans le Laboratoire de Protection des Stocks
centre ORSTOM-ITA
B.P. 1386
Dakar
SENEGAL

Fonds Documentaire ORSTOM

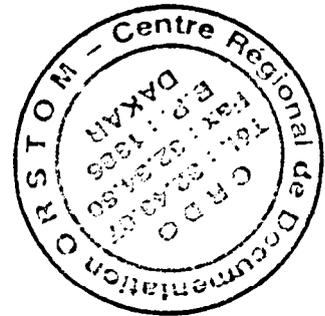


010014315

TH
Me in
97/abc

INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE
Département de BIOLOGIE APPLIQUEE

année scolaire 96/97
29e promotion



RAPPORT DE STAGE DE SECONDE ANNEE

CRDO - DAKAR	
date	07 - 11 - 97
n°	11804
cote	RAP 404 DEL

Bases d'une lutte physique contre la bruche de l'arachide : ETUDE DE LA RESISTANCE THERMIQUE

DELOBEL Pierre
du 16 mai au 26 juin
encadré par Dr. SEMBENE P.M.
dans le Laboratoire de Protection des Stocks
centre ORSTOM-ITA
B.P. 1386
Dakar
SENEGAL

Fonds Documentaire ORSTOM
Cote: Ax14315 Ex:

<u>INTRODUCTION</u>	p 1
<u>I LE CADRE DU STAGE</u>	p 2
1) le Sénégal (Devey, 1997)	p 2
2) le centre I.T.A.	p 3
A) les axes de travail	p 3
B) l'organigramme, figure 1	p 3
3) le laboratoire de protection des stocks	p 3
A) composition du laboratoire	p 3
B) les programmes de recherche	p 4
<u>II PROBLEMES POSES POUR LA CONSERVATION DE L'ARACHIDE</u>	p 4
1) l'arachide	p 5
A) importance de la culture	p 5
B) la culture	p 6
C) le stockage	p 6
2) la bruche de l'arachide <i>Caryedon serratus</i> Ol.	p 6
A) sa biologie (Delobel et Tran, 1993)	p 7
B) les dégâts sur les graines	p 8
3) les moyens de lutte contre la bruche	p 9
4) la solarisation	p 10
<u>III LE TRAVAIL EFFECTUE</u>	p 11
1) les courbes de mortalité	p 11
A) le matériel biologique	p 11
B) préparation et établissement du protocole	p 12
C) réalisation des essais	p 15
2) les résultats	p 16
A) courbes de mortalité et calcul des TL 50	p 16
B) discussion - conclusion	p 16
3) le travail de technicien	p 18
<u>CONCLUSION</u>	p 20
<u>Références bibliographiques</u>	p 21

INTRODUCTION

J'ai décidé de réaliser mon stage diplômant dans le secteur qui m'attire : la lutte biologique contre les insectes nuisibles. La possibilité de le réaliser à l'étranger m'était offerte , ainsi j'ai été accepté par le laboratoire de "Protection des stocks" (ORSTOM et ITA) de Dakar au Sénégal. Cela me permettait de faire un stage dans le domaine qui m'intéressait mais aussi de découvrir un autre milieu culturel.

Le laboratoire où j'ai effectué mon stage est issu de la collaboration entre un organisme de recherche français outremer, l'ORSTOM (Institut Français de Recherche pour le Développement en Coopération), et un centre de recherche sénégalais, l'ITA (Institut de Technologie Alimentaire) située à Dakar.

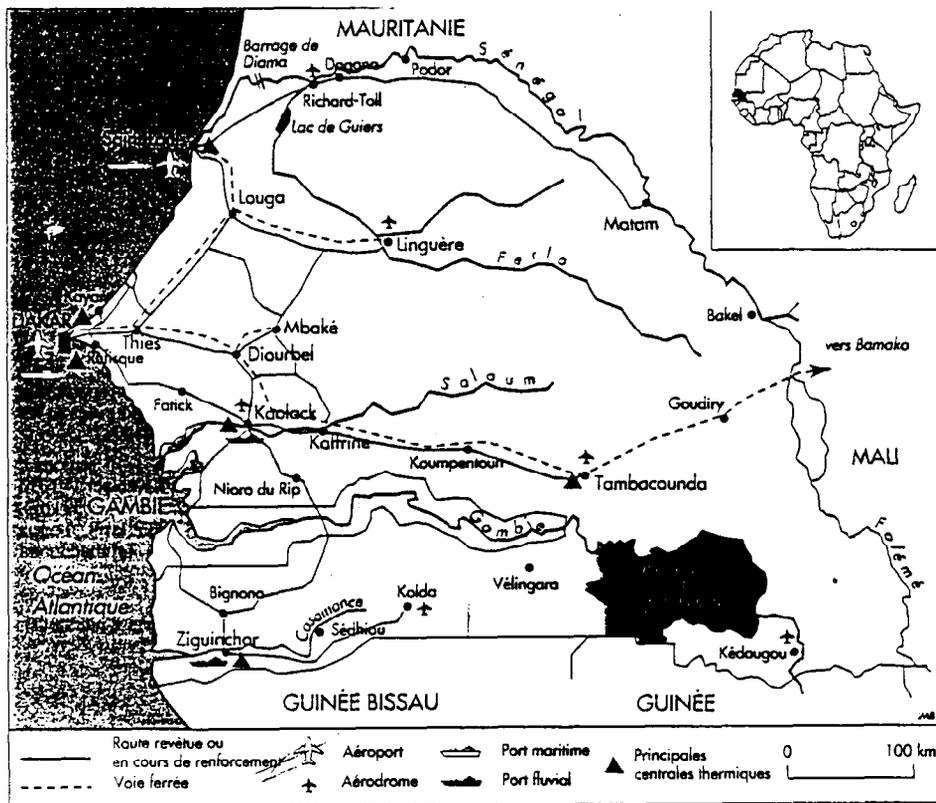
Un problème majeur dont le laboratoire s'occupe est celui de la conservation de l'arachide, légumineuse très importante pour l'alimentation et l'économie locale. Dans l'optique d'élaborer un moyen de lutte contre la bruche *Caryedon serratus*, principal prédateur de l'arachide, qui soit disponible aisément pour tous les paysans, un stagiaire de l'école nationale supérieure d'agronomie devait faire un stage de 6 mois à partir de mi-juin sur la solarisation. Cette technique consiste à tuer les insectes présents dans un stock de graines en élevant fortement la température de celui-ci grâce au rayonnement solaire. Ce travail étant assez long, il était préférable de préparer le travail en établissant les courbes de mortalités des bruches en fonction de la chaleur, c'est ce travail qu'il m'a été demandé de réaliser.

I LE CADRE DU STAGE

1) le Sénégal (Devey, 1997)

Le Sénégal est un pays sahélien de la façade atlantique. Il est situé dans la partie extrême occidentale du continent africain (cf carte 1). Sa superficie est de 197 161 km² (2,7 fois plus petit que la France). Les pays voisins du Sénégal sont :

- au nord : la Mauritanie
- à l'est : le Mali
- au sud : la Guinée Conakry et la Guinée Bissau
- une enclave dans la partie sud du Sénégal : la Gambie.



Carte 1 : le Sénégal et ses infrastructures

Deux saisons sont bien marquées : la saison chaude et humide en été et la saison sèche en hiver.

La population de 8,5 millions d'habitants est en majorité rurale (61%), elle se compose de nombreux groupes ethniques (40% wolof, 20% sérère, 15% peulh, 10% toucouleur...).

La langue officielle est le français mais la langue nationale la plus parlée est le wolof.

Le pays est en très grande majorité de religion musulmane (90%).
(cf annexe 1)

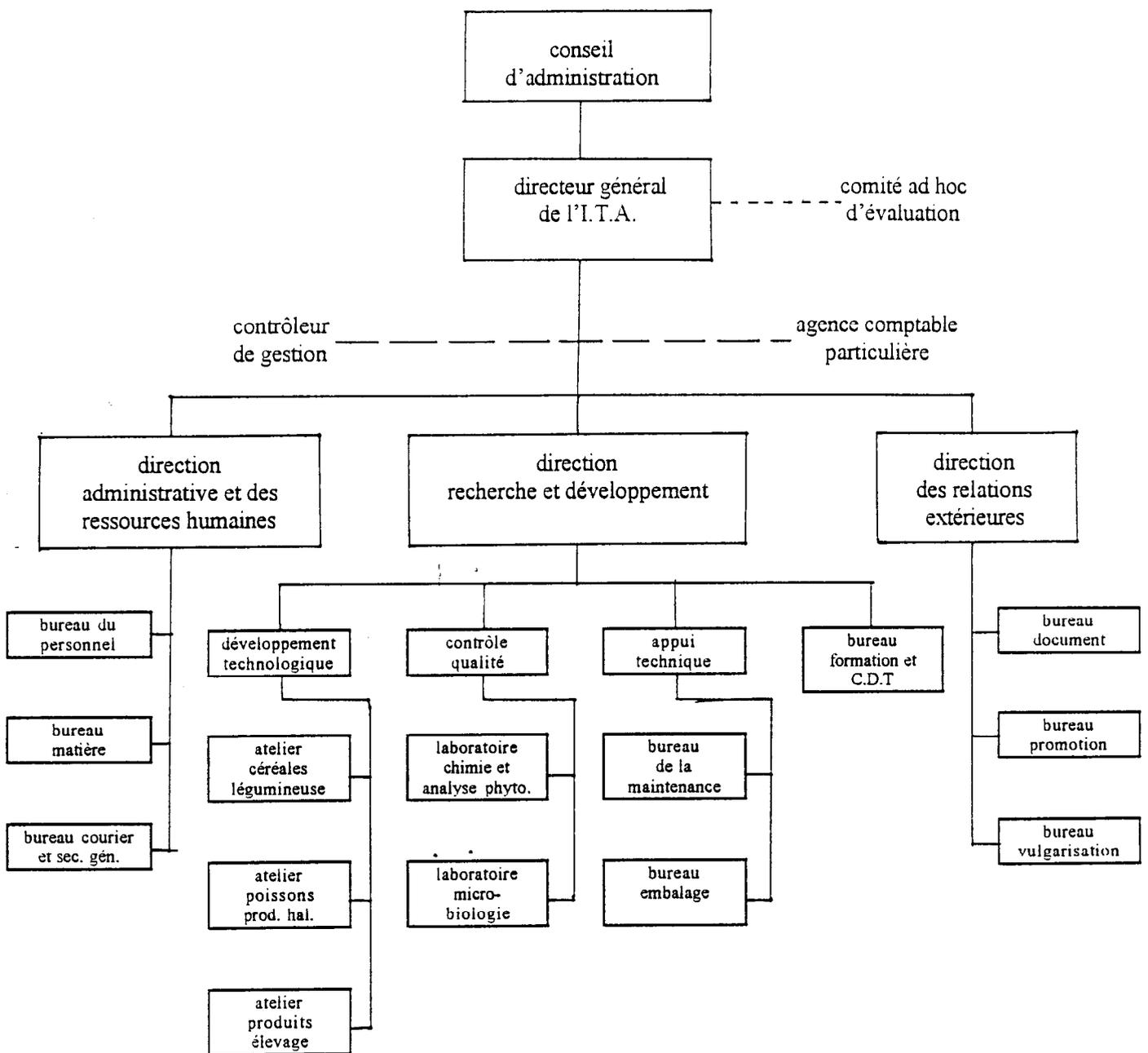


Fig. 1 : Organigramme de l'organisation générale de l'I.T.A.
(approuvée le 02/11/1995)

2) le centre I.T.A.

L'Institut de Technologie Alimentaire (I.T.A.) de Dakar est un centre de recherche appliquée fondé en février 1963 et qui dépend du Ministère de la Recherche Scientifique et de la Technologie. Depuis 1985, l'I.T.A. est devenu un établissement public à caractère industriel et commercial afin de mieux répondre à l'objectif national d'autosuffisance alimentaire.

A) les axes de travail

La mission essentielle de l'ITA est de contribuer à l'amélioration des performances du secteur agro-alimentaire au Sénégal. L'ITA aide les entreprises artisanales ou industrielles du secteur agro-alimentaire dans la conception, la fabrication et la certification de produits de qualité.

Les axes de travail de l'ITA sont :

- la recherche / développement au niveau de la qualité nutritionnelle des aliments
- le transfert de technologie aux entreprises
- la mise aux normes nationales et internationales
- la minimisation des pertes des unités de productions
- la formation de techniciens spécialisés
- le contrôle de la qualité.

B) l'organigramme, figure 1

3) le laboratoire de protection des stocks

Ce laboratoire est rattaché au laboratoire de chimie et analyse phytosanitaire, partie du contrôle qualité.

Le laboratoire de protection des stocks est une unité mixte, résultant de la collaboration entre l'O.R.S.T.O.M. (organisme français) et l'ITA, suite à une convention passée entre ces deux organismes.

A) composition du laboratoire

Ce laboratoire se compose de trois personnes fixes et deux employés temporaires ainsi que de tésards ou de stagiaires.

Fig. 2 : Composition du laboratoire de protection des stocks en juin 97

Nom	Qualité	Employeur	Date d'arrivée dans ce service	Autre information
Dr. Delobel A.	directeur de recherche	ORSTOM	octobre 94	chef du laboratoire
M. Thiam M.	technicien supérieur	ITA	octobre 94	
M. Tran M.	assistant ingénieur	ORSTOM	octobre 94	
Dr. Sembène P. M.	allocataire de recherche	ORSTOM	février 95	seconde thèse
M. Gning N.	ouvrier temporaire	ORSTOM	décembre 95	
M. Ndour A.	ouvrier temporaire	ORSTOM	décembre 95	
M. Gueye M. T.	stagiaire	ITA	février 97	thèse
M. Sall A.	stagiaire	ITA	juin 97	stage de fin d'étude

B) les programmes de recherche

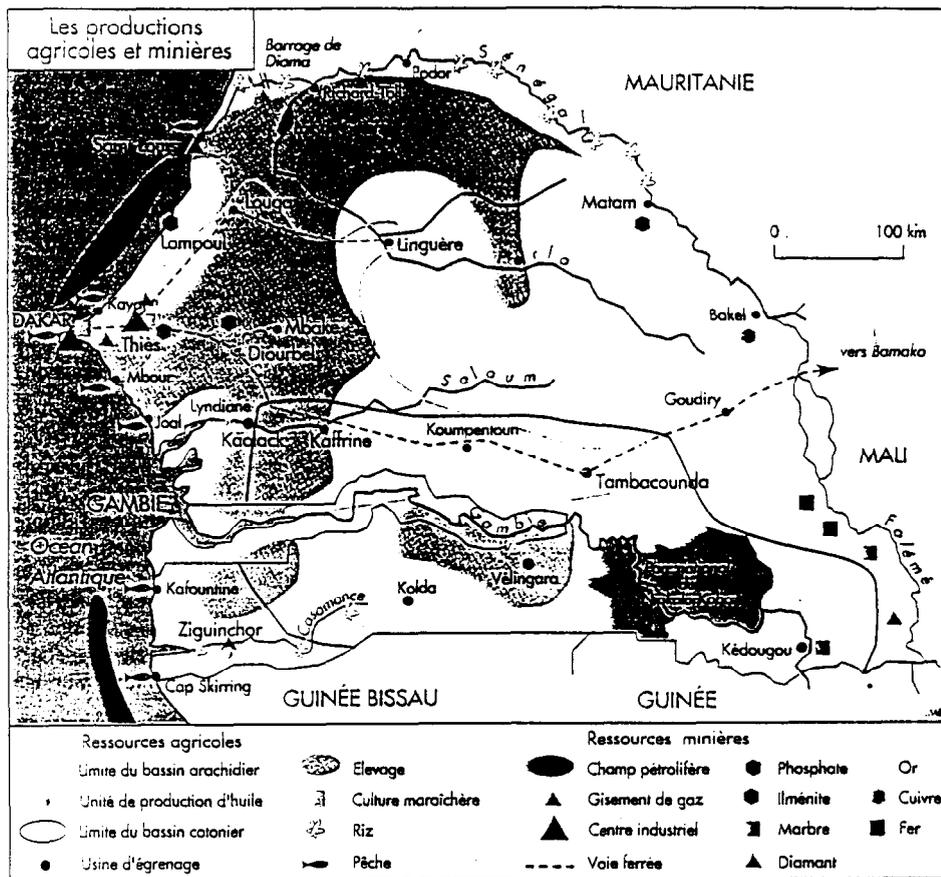
Le travail de ce laboratoire rentre dans le "contrôle qualité", pour les axes de travail de l'ITA et au sein des grands programmes de l'ORSTOM, il fait partie de l'unité de recherche "bases biologiques et biotechnologiques des applications agronomiques de la biodiversité".

Les programmes propres de cette unité de recherche sont :

- relation plante-insecte chez le genre *Caryedon* :
 - génétique des populations et étude des modalités d'infestation des stocks d'arachide par *Caryedon serratus*
 - spéciation et phylogénie évolutive dans le genre *Caryedon*
- relation insecte-aflatoxine
- les bruches des légumineuses arborescentes.

II PROBLEMES POSES POUR LA CONSERVATION DE L'ARACHIDE

La bruche de l'arachide pose de gros problèmes pour la conservation des stocks, c'est l'insecte le plus étudié dans le laboratoire de protection des stocks et ce fut le principal sujet de mon stage.



Carte 2 : les productions primaires du Sénégal

1) l'arachide

L'arachide (*Arachis hypogaea* L., Fabaceae) est une plante annuelle herbacée. Cette légumineuse, originaire Amérique du sud, a été introduite en Afrique, et précisément au Sénégal vers la fin du XVI^{ème} siècle.

Les plants d'arachide (cf figure 3) forment de petits buissons d'environ 50-60 centimètres de hauteur. Ses fruits, appelés couramment cacahuètes, se développent dans le sol suite à l'allongement du pédoncule floral après la fécondation des fleurs.



Fig. 3 : plantation d'arachide

A) importance de la culture

L'arachide est avant tout plantée pour ses graines. Celles-ci sont utilisées dans la consommation humaine sous forme de légume ou transformées en purée ou en huile. De plus, les fanes constituent un très bon fourrage.

La surface cultivée au Sénégal dépasse un million d'hectares, dont 600 000 sont utilisés pour la culture de l'arachide (cf carte 2). La production

moyenne est d'environ 1 000 kg/ha (plus faible dans le nord que dans le sud en raison de la différence hygrométrique) (Sembène, 1997 et Devey, 1997).

Les paysans représentent 70% de la population du Sénégal et la vente des gousses d'arachide représente à peu près la moitié de leur revenu.

Les huiles et les tourteaux représentent plus de la moitié des exportations du pays.

B) la culture

Les graines sont semées après la première pluie et la récolte s'effectue après 3-4 mois, à la fin de la saison des pluies. Les plants sont arrachés et laissés sécher au champ, tout d'abords en petits tas appelés moyettes durant deux semaines, puis en meules pendant deux mois environ.

Les gousses sont alors récupérées pour être stockées ou être décortiquées avant le stockage.

C) le stockage

Les cacahuètes sont conservées dans des greniers soit en coque soit décortiquées. Le plus souvent ces greniers sont traditionnels, ils sont construits isolés du sol, généralement par une plate-forme surélevée, leurs parois sont faites de banco (terre sèche), pour les plus solides, ou de paille.

Lorsque cela est possible, les paysans peuvent garder des arachides pour leur consommation pendant une année; les graines devant servir de plant doivent être conservées durant 8 mois. Mais très souvent les longues conservations sont difficiles voire impossibles sans l'utilisation d'insecticides chimiques.

2) la bruche de l'arachide *Caryedon serratus* Ol.

C'est un insecte d'origine africaine dont la systématique est la suivante :

- Ordre : Coléoptère
- Famille : *Bruchidae*
- Sous-famille : *Pachymerinae*
- Tribu : *Caryedini*
- Genre : *Caryedon*
- Espèce : *serratus* Olivier

Ce ravageur est passé de légumineuses africaines sauvages à l'arachide. Ce changement d'hôte a été remarqué au début de ce siècle (Robert, 1995).

A) sa biologie (Delobel et Tran, 1993)

L'adulte (cf figure 4) est brun à mordoré, mouchete de noir et sous la pubescence, la cuticule est de couleur marron et noir. Le corps, ovale allongé, possède des fémurs postérieurs très fortement dilatés, denticulés sur leur bord ventral. La longueur des adultes est d'environ 6mm. Ils peuvent se nourrir de pollen et d'eau ce qui fait passer leur longévité de 15 à 90 jours.

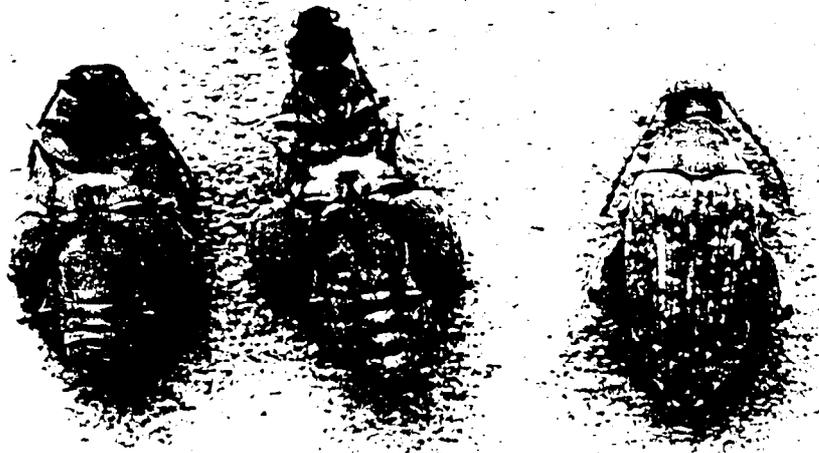


Fig. 4 : adultes de *Carryedon seratus* :
de gauche à droite : mâle, femelle et femelle en vue dorsale

L'œuf est collé au tégument de la gousse, la larve en sort sans passer à l'air libre en pénétrant directement dans la graine. En tout il existe quatre stades larvaires. A maturité la larve mesure environ 6mm. Elle est de couleur blanc-jaunâtre virant au rosé au moment de la construction du cocon. Ses pattes fonctionnelles lui permettent de se déplacer activement à la recherche d'un site de nymphose. Le cocon est translucide et de texture membraneuse. Il est construit soit à l'intérieur des gousses, soit à l'extérieur sur un support végétal ou dans les premiers centimètres du sol.



Fig. 5 : plantes hôtes naturelles de *Caryedon serratus* :
 (a), *Bauhinia rufescens* ; (b), *Cassia sieberiana* ;
 (c), *Piliostigma reticulata* ; (d), *Tamarindus indica*

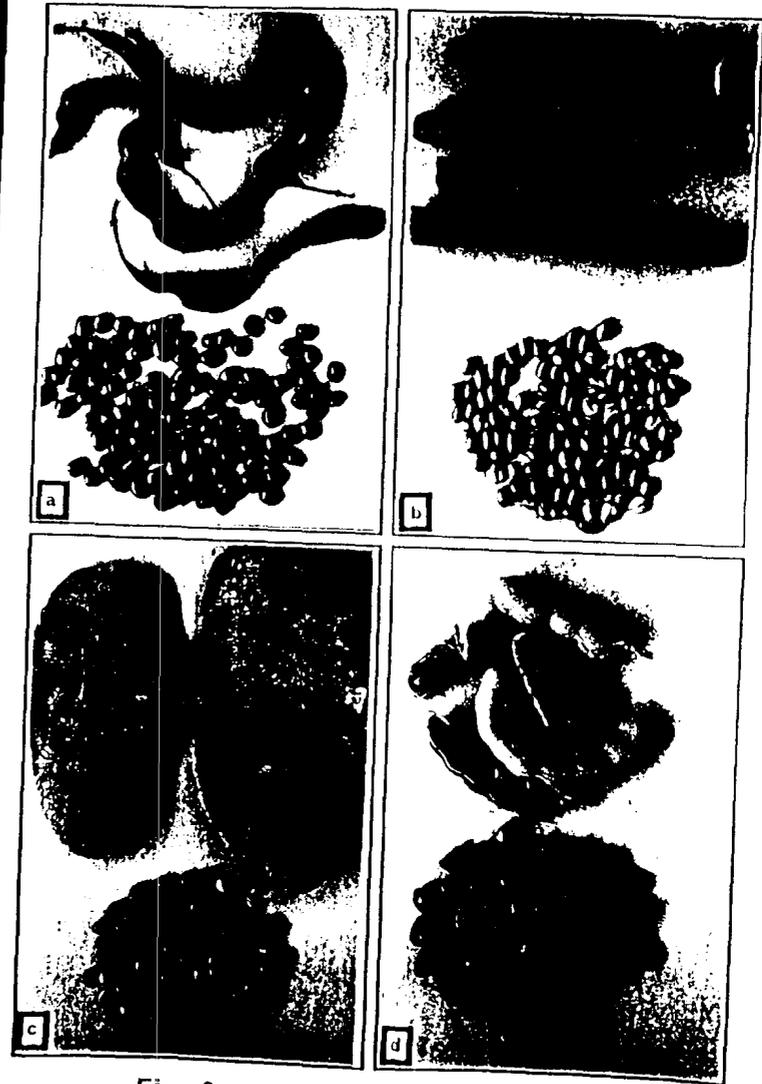


Fig. 6 : gousses et graines de :
 (a), *Bauhinia rufescens* ; (b), *Cassia sieberiana* ;
 (c), *Piliostigma reticulata* ; (d), *Tamarindus indica*

Les hôtes naturels de cet insecte sont des légumineuses sauvages des genres *Acacia*, *Bauhinia*, *Cassia*, *Piliostigma* et *Prosopis* (cf figure 5 et 6). Cette bruche s'attaque aussi aux fruits de *Tamarindus indica*, d'arachide et de *Prosopis juliflora* (denrées stockées).

Le développement de cette bruche dure une quarantaine de jours de l'œuf à l'adulte dans les conditions optimales, c'est à dire 30°C et 70% d'humidité relative.

B) les dégâts sur les graines

Plusieurs phénomènes, principalement biologiques, peuvent modifier la qualité des graines d'arachide et cela aux différents stades de la récolte. Durant la campagne 95-96, Delobel et al. (1996) signalent les dégâts suivants:

- En terre, des gousses peuvent avoir une extrémité noire due à un arrêt du développement avant maturité; des nématodes provoquent des taches brunes sur la coque ; des termites (1%) et d'iules (0,3%) consomment une certaine proportion de graines

- Lors de la récolte, des gousses sont tranchées par les outils (1,5%).

- Durant le séchage, il est possible de voir des moisissures et des attaques de wangs (*Aphamys sordidus*, Hémiptère). Les wangs piquent les graines pour aspirer de l'huile. Leur influence sur le stock est double car ils entraînent d'une part une perte de poids (faible) et d'autre part, ils diminuent fortement la qualité de l'huile. Les attaques de wangs varient fortement selon les champs, de 0 à 6% des graines sont piquées.

- Lors du stockage les pertes augmentent principalement à cause du développement des populations d'insectes ayant infesté les stocks lors du séchage. Par ordre croissant de nuisibilité on peut trouver (selon les régions et les champs) :

- des chenilles (*Corcyra cephalonica*, Lépidoptère) causent de légères pertes

- des triboliums (*Tribolium castaneum* et *T. confusum*, Coléoptères) entraînent, eux aussi, de faibles dégâts.

- des bruches (*Caryedon serratus*, Coléoptère), dont l'attaque varie beaucoup selon les régions, provoquent de 0 à 100% de perte après 6 à 8 mois de stockage (cf figure 7). De plus, leur développement entraîne celui de champignons, dont des *Aspergillus flavus* qui synthétisent des composés cancérogènes, les aflatoxines. La disparité selon les régions semble liée à

l'absence d'un des hôtes sauvages – le *Piliostigma* (Sembene, 1996). Il semblerait que seules les bruches inféodées à cet arbre soient capables de passer sur arachide. Des études phylogénétiques sont en cours pour déterminer les relations entre les *C. serratus* inféodés à chacun des hôtes.

La bruche de l'arachide est donc le problème principal pour la conservation des stocks de cacahuètes.



Fig. 7: cocons et adultes de *C. serratus* sur arachide (coques et graines)

3) les moyens de lutte contre la bruche

Les méthodes de lutte contre ce ravageur sont nombreuses et plus ou moins efficaces (Robert, 1995). Les moyens utilisés ont changé par rapport au début du siècle, pétrole, sulfure de carbone et paradichlorobenzène ne sont plus utilisés (Giraud, 1938).

- Les méthodes prophylactiques visant à éloigner les sources de contamination extérieure sont peu réalisables mais un bon nettoyage des greniers et des sacs pour supprimer les insectes pouvant s'y trouver limite l'infestation initiale du stock et donc retarde les pertes.

- La constitution de seccos (gros tas d'arachides en vrac) n'est réalisable que pour d'importants stocks. Son efficacité réside dans la température élevée à l'intérieur de l'amoncellement qui limite le développement des insectes au pourtour du tas.

- Les moyens traditionnels sont les moins coûteux mais ils ne sont pas toujours employés et leur efficacité n'a pas toujours pu être prouvée (Anonyme, 1985). On trouve l'utilisation de plantes à effet insecticide ou insectifuge mais leur efficacité est variable selon les auteurs (par exemple *Azadirachta indica*, *Bosciana senegalensis*, *Nicotiana tabacum* ...). Dans certaines régions du sable ou des cendres sont mélangés avec la récolte, leur action est abrasive sur la cuticule des insectes adultes. Ce procédé est peu employé car il existe des problèmes pour la commercialisation de tels stocks.

- Les méthodes physiques sont représentées par l'utilisation de poudres abrasives et le stockage en fûts hermétiques qui est coûteux et peu pratique pour des stocks d'une certaine taille.

- La lutte biologique et la résistance variétale n'ont donné aucun résultat concluant.

- La lutte chimique est de loin la plus efficace. Elle se pratique soit à l'aide de fumigants soit avec des insecticides de contact mais son utilisation est très chère et présente des dangers pour les utilisateurs. Elle est donc peu utilisée.

Les greniers offrent une certaine protection contre de nouvelles infestations. Ce sont les insectes qui contaminent le stocks lors du séchage qui sont la plus grande cause de perte (Conway, 1983). Si un stock est mis en place indemne d'insectes, il pourra être mieux conservé. Ainsi donc une méthode peu onéreuse et utilisable par les agriculteurs qui pourrait désinfester les graines avant engrangement limiterait considérablement les pertes. Le principe de la solarisation peut être une solution.

4) la solarisation

Le principe est très simple : c'est l'utilisation de la chaleur du soleil pour tuer les insectes présents dans un stock de graines. Des essais ont déjà été menés sur d'autres plantes avec succès ainsi Murdock et Shade (1991) concluent qu'une brève exposition de niébé infesté à 65°C ou plus, tue tous les insectes et qu'une exposition plus longue à une température inférieure (>57,3°C) a le même effet. Un système est proposé pour éradiquer les insectes de stocks de niébé :

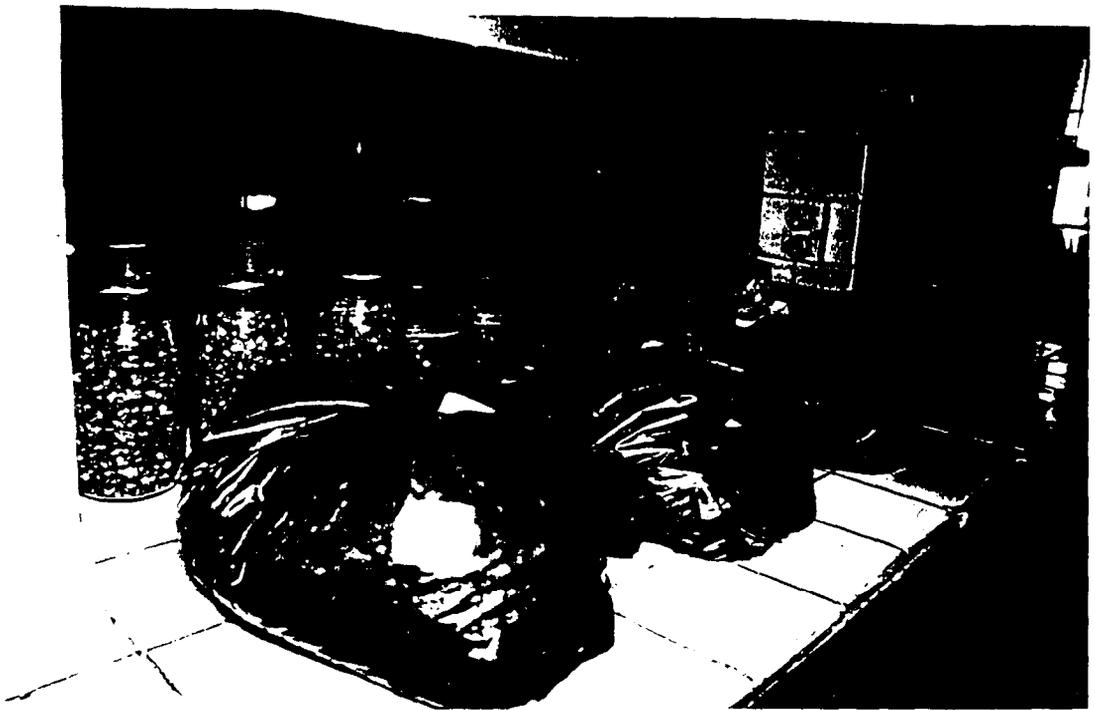


Fig. 8 : élevage de masse de *C. serratus* sur arachide

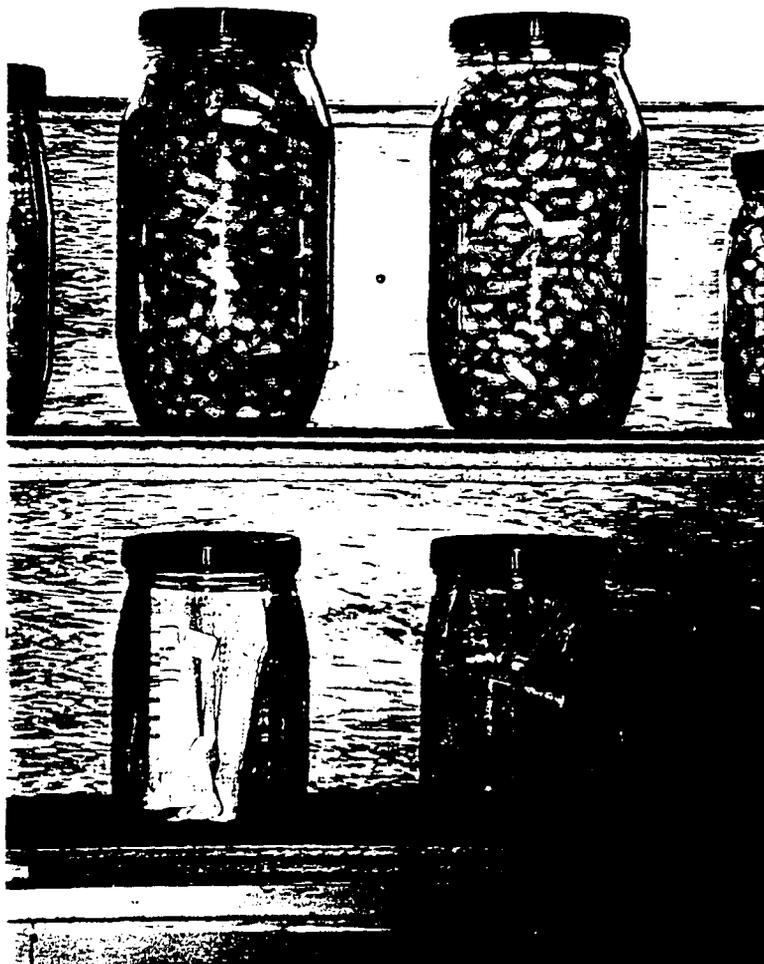
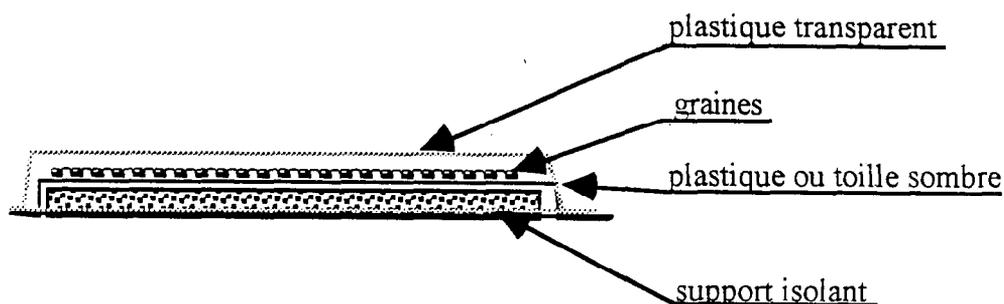


Fig. 9 : matériel d'élevage

en haut, bocaux d'élevage de bruches de l'arachide sur gousses d'arachide ; en bas à droite, bocal avec des manchons pour la récupération des oeufs de bruche ; en bas à gauche, bocal pour la conservation des adultes avec une feuille pliée en accordéon et de la nourriture.



D'après Kitch et al. (1992)

Ce four permet d'atteindre des températures moyennes de 58 à 64 °C et permet d'éliminer les insectes si les graines y sont laissées au moins une heure.

III LE TRAVAIL EFFECTUE

Lors de son stage de six mois, A. Sall doit étudier le système de la solarisation pour l'éradication des bruches de l'arachide d'un stock. Mon stage a principalement consisté en la préparation de ce travail en élaborant les courbes de mortalité de différents stades des bruches en fonction de la température et de la durée d'exposition.

Pour éviter les fortes chaleurs de l'après midi, la journée commençait à 7 heures avec la récupération du matériel biologique (durant une demi-heure à 2 heures) et finissait à 15 heures 30.

1) les courbes de mortalité

Il m'a été demandé d'établir les courbes de mortalité de larves, de cocons, d'adultes et d'œufs de *C. serratus* à des températures de 47,5 à 67,5°C tous les 2,5°C dans une étuve (cf figure 10). Pour cela il a été nécessaire que je définisse le matériel biologique à utiliser et ses conditions d'utilisation.

A) le matériel biologique

L'élevage est très simple, il consiste en la conservation, aux conditions ambiantes, de gousses ou de graines infestées provenant de stocks non traités (cf figure 8 et 9).

Les individus et les stades, utilisés lors de l'expérience, ont été choisis dans le but de diminuer la mortalité "parasite" (des témoins) et le temps avant l'obtention des résultats.

Les oeufs utilisés sont pondus la nuit précédente sur des manchons de papier remplis de cacahuètes. A l'aide d'une loupe binoculaire les oeufs douteux ou abîmés sont éliminés. Le manchon est découpé de manière à obtenir des groupes de dix oeufs considérés comme viables.

On utilise des larves L4 à la recherche d'un lieu de nymphose (stade baladeur) ; il y a alors peu de risques d'abîmer les larves en les récupérant et ces dernières sont prêtes à former leur cocon. Ces larves mobiles sont sélectionnées par leur capacité à passer activement au travers d'un tamis de maille de 2mm.

Les cocons les plus âgés possible sont utilisés (la récupération régulière de cocons venant d'être formés permet de connaître leur âge), sans pour autant prendre des individus presque adultes (dont le cocon est sombre). Les cocons doivent être sans trou et d'une certaine solidité au toucher.

Les adultes sont jeunes (de deux jours) et ont été alimentés (eau et pollen). Ils doivent être capables de courir et ne présenter à l'oeil nu aucune malformation.

B) préparation et établissement du protocole

Un obstacle est apparu rapidement : le but de la technique étant de mesurer des mortalités, définir un individu mort après traitement s'est avéré très difficile à cause de "knock down"¹ prolongés.

Pour commencer il fallait établir les critères définissant la mort, ou plutôt l'incapacité à perpétuer l'espèce ainsi que les gammes de temps à utiliser pour chaque essai.

Pour établir le mode de lecture des résultats il a fallu suivre des insectes exposés à la chaleur durant un certain temps (variable selon les stades).

- Les oeufs sont considérés morts si les larves n'ont pas éclos après 11 jours. Certaines larves étaient alors toujours vivantes mais elle se sont toujours révélées incapable d'éclore.

¹ : état comateux durant laquelle l'insecte n'a aucune réaction visible à l'oeil nu

- Les larves sont laissées 8 jours dans une boîte de pétri de verre avec un papier plié en accordéon et si elles n'ont alors pas tissé leur cocon, elles sont considérées comme mortes.

- Les cocons sont laissés à émerger durant 1 mois.

- Les adultes sont observés après 24 heures. Ils sont stimulés à l'aide de pinces et l'on observe leur mobilité. seuls les individus incapables de se mouvoir sont considérés comme morts (des individus étaient seulement capables de se traîner mais ils étaient quand même capables de pondre des oeufs viables).

Pour limiter le nombre d'insectes utilisés, la recherche de la gamme de temps s'est faite de la manière suivante : les premières gammes furent espacées de 80 minutes puis si nécessaires ajustées à 40 ou 20 minutes et dans certains cas établis toutes les 5 ou 10 minutes, toujours à partir de zéro. A chaque température, on cherche à disposer (si possible) de 3 points significatifs pour le calcul de la TL50 (température létale 50%).

Ces mises au point ont permis de définir le protocole de nos essais.

Test sur les oeufs

Dans un bocal contenant un grand nombre de jeunes adultes alimentés, on dépose un soir de trois à six manchons remplis de cacahuètes (cf annexe 2). Le lendemain matin, après avoir programmé l'étuve, les manchons sont vidés et dépliés et le scotch est retiré. Les oeufs sont observés à la loupe binoculaire et ceux ne présentant ni trou ni dépression (considérés comme viables) sont marqués d'un petit trait désignant les oeufs individuellement et précisément. Une fois que tous les oeufs utilisables sont marqués, le manchon est découpé en morceaux contenant 10 oeufs (d'une surface d'environ 6 à 10 cm²). Un groupe d'oeufs constitue une répétition. Les oeufs correspondant à chaque durée d'exposition (une ou plusieurs répétitions) sont enfermés dans une boîte de pétri en verre de diamètre 9 cm. Une fois que toutes les boîtes sont prêtes, on les enfourne le plus rapidement possible dans l'étuve en une seule épaisseur à l'exception du témoin qui reste sur la pailleasse. Un chronomètre est lancé au moment où la porte est refermée et les boîtes sont sorties de l'étuve lorsque leur temps d'exposition est atteint, ici aussi le temps d'ouverture de la porte doit être minimal. Les oeufs sont gardés 11 jours dans les conditions ambiantes (entre 23°C, 70% HR et 30°C, 90% HR) dans des boîtes de pétri de 9 cm en plastique. Ce délai passé, les oeufs sont observés et tous ceux qui n'ont pas éclos sont considérés comme morts.

Test sur les larves

Les larves sont récupérées en passant au tamis de 4 mm des arachides décortiquées préalablement infestées. Par ce tamisage, on récupère les déchets avec les larves, les déchets sont éliminés en passant au tamis de 2 mm ce qui est issu du premier tamis. Les larves, restés dans le tamis, sont laissés tranquilles. Seules celles qui traversent activement le tamis de 2 mm sont gardées pour la suite. Des lots de dix larves sont réalisés en ne mettant pas les individus qui paraissent fripés. Chaque lot est gardé dans une boîte de pétri en verre de 9 cm. Lorsque tous les lots sont prêts, on les enfourne rapidement et l'on déclenche le chronomètre, le témoin reste sur la table. Quand toutes les boîtes sont sorties, on place avec les larves un papier (6x6 cm) plié en accordéon. Aussi les larves trouvent une surface où tisser leur cocon. 8 jours plus tard on compte comme mort les individus n'ayant pas fait leur cocon.

Test sur les nymphes

Les cocons sont récupérés régulièrement et stockés pendant 1 à 3 semaine. Il ne faut pas que le cocon apparaisse sombre (trop âgé) et il ne doit présenter aucun trou et être assez solide au toucher. Les cocons sont regroupés en lots de 10 et passent dans l'étuve dans des boîtes de pétri de 9 cm en verre. Un chronomètre est lancé lors de l'enfournement des boîtes. Le stockage des cocons s'effectue dans des tubes en plastique bouchés par une toile maintenue par un bouchon troué. Le nombre d'adultes non émergés est observé après 1 mois.

Test sur les adultes

Lorsque l'on tamise pour obtenir les larves on peut récupérer les adultes passant le tamis de 4 mm. Ceux ci sont gardés dans de grands bocaux (1 à 2 litres) avec un coton humide et des grains pollen. Deux jours après avoir été nourris, on récupère les adultes qui peuvent courir et qui ne présentent à l'oeil nu aucune malformation. Des lots de 10 insectes non sexés sont isolés dans des boîtes de pétri de verre puis passés à l'étuve (sauf les témoins). Une fois tous les insectes sortis de l'étuve, ils sont transférés dans des boîte de pétri en plastique et conservés 24 heures. On regarde alors leur mobilité en les stimulant mécaniquement (en leur soufflant dessus, en leur pinçant une patte ou en leur appuyant légèrement sur le ventre). Les insectes incapables de se mouvoir sont considérés comme inaptes à la perpétuation de l'espèce.

C) réalisation des essais

Trois types de problèmes sont survenus durant le stage. A mon arrivée l'étuve dont je devais me servir était hors service mais heureusement elle a été assez vite réparée. De plus, durant toute la durée du stage il y a eu de nombreuses coupures de courant ; jusqu'à quatre par semaine à la fin du stage et parfois tout l'après midi. Plus grave, la sonde thermique (cf figure 10) dont A. Sall devait se servir pour ses expérimentations est arrivée environ un mois après moi, et c'est en faisant la courbe de correction de température entre celle donnée par l'étuve et celle affichée par la sonde que je me suis aperçu de la grande inertie thermique des boîtes contenant les insectes lors de leur passage à la chaleur. Cela a entraîné une modification du protocole des expériences ; les boîtes de pétri n'étaient plus fermées par leur couvercle mais laissées ouvertes ou, si besoin, elles étaient fermées par une fine toile retenue par un élastique. Il a fallu refaire les essais qui avaient été réalisés avec les boîtes fermées.

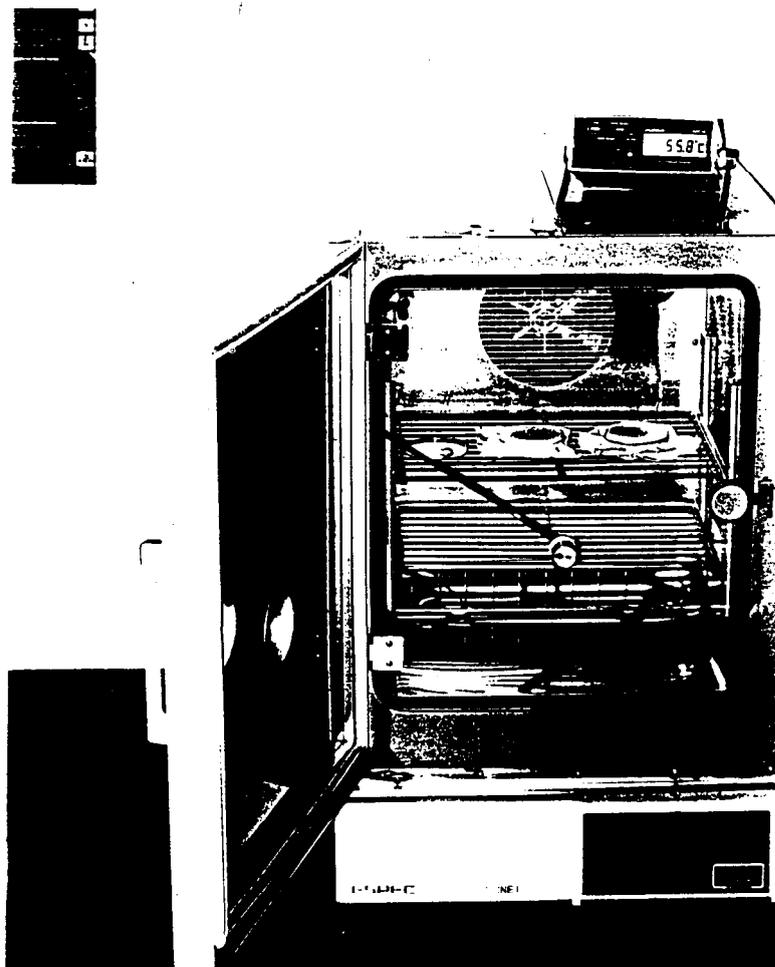
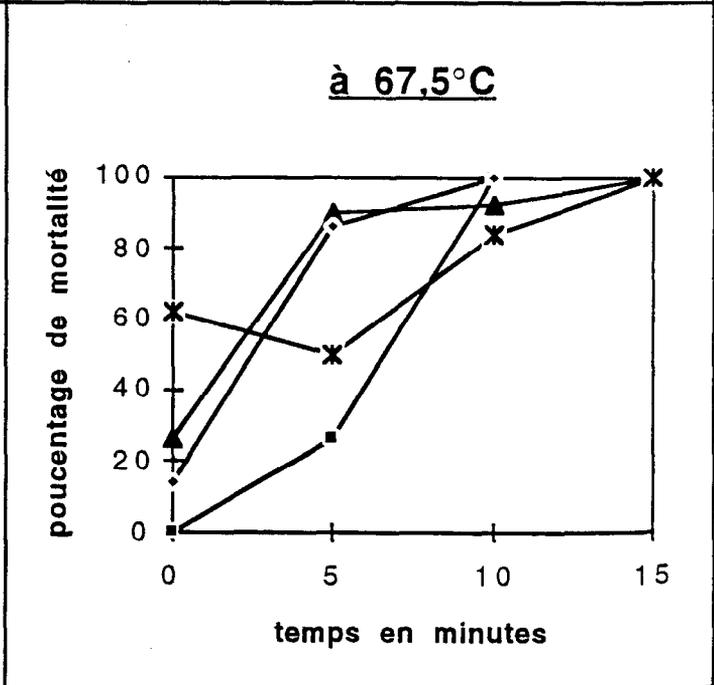
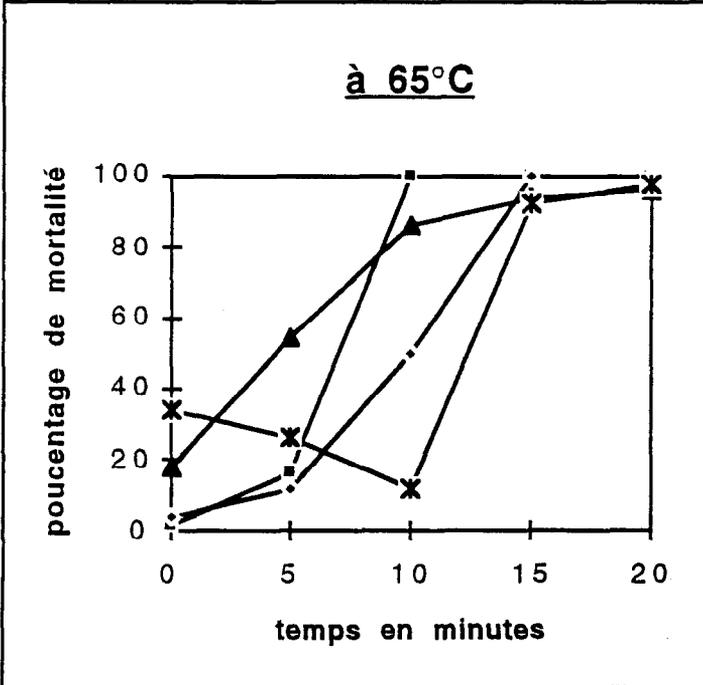
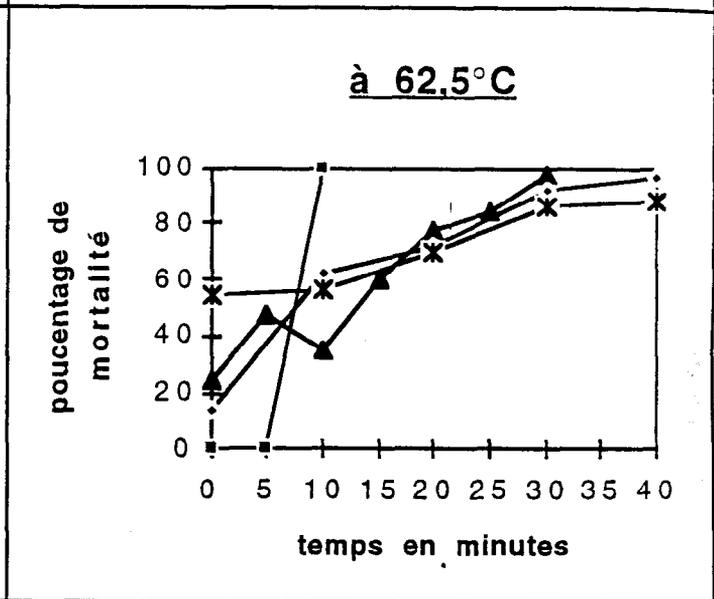
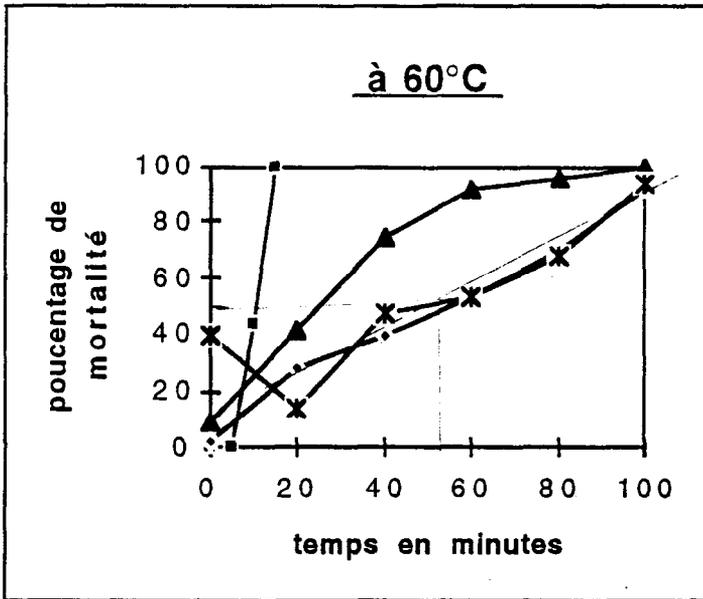
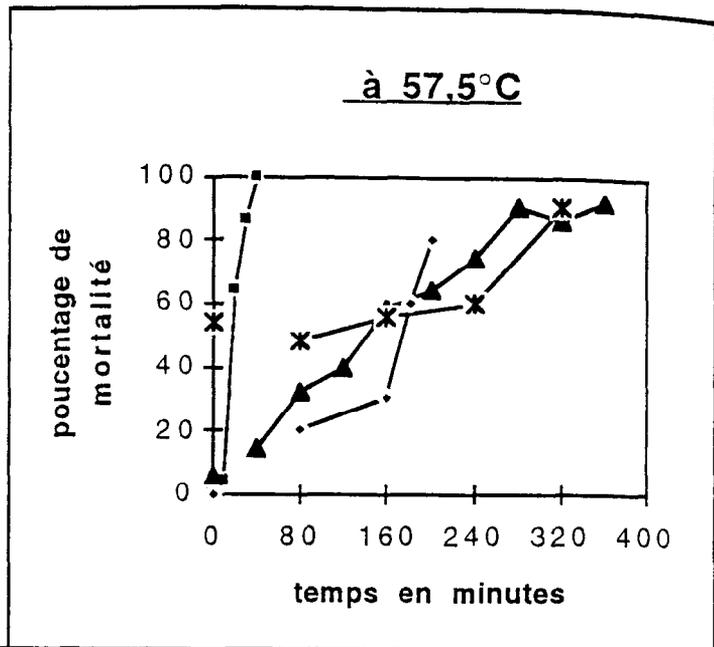


Fig. 10 : étuve utilisée pour les expériences de mortalité
à l'intérieur, on remarque deux boîtes d'adultes ; sur le dessus, on voit la sonde thermique dont les deux thermocouples (peu visibles) entrent dans l'étuve

Fig. 11 : évolution de la mortalité de différents stades de *C. serratus* en fonction du temps d'exposition, à différentes températures

—■— adultes
 —▲— oeufs
 —●— larves
 —×— cocons

légende



2) les résultats

Les différentes répétitions figurent en annexe 3. Je remercie A. Sall d'avoir relevé les derniers résultats et particulièrement toutes les émergences d'adultes car le délai précédant l'obtention des résultats étant très long, je n'ai pas pu le faire moi-même.

Les taux moyens de mortalité pour chaque stade aux différentes températures en fonction du temps sont donnés en annexe 4.

A) courbes de mortalité et calcul des TL 50

Afin de comparer plus simplement les résultats, ceux-ci ont été transformés en courbes de mortalité. Sur le même graphique figure l'évolution de la mortalité en fonction du temps, il a donc fallu tracer un graphique pour chaque température. Ces courbes sont présentés à la figure 11.

Les résultats ont permis de déterminer les TL50 et TL90 (temps au bout duquel 50% ou 90% des individus sont considérés comme morts) qui sont présentés à la figure 12.

B) discussion - conclusion

L'ordre des mortalités entre les différents stades varie en fonction des températures d'exposition. On remarque (Fig. 11) que les adultes meurent plus rapidement que les autres stades pour des températures de 57,5 °C à 62,5 °C mais au-delà, aucune courbe n'est nettement séparée. Les oeufs, les larves et les nymphes ont à peu près le même comportement face à la chaleur. Par manque d'individus, il n'a pas été possible de répéter l'expérience des larves à 57,5 °C ce qui fait que ces valeurs sont moins fiables. On peut remarquer aussi les taux de mortalité très importants des nymphes témoins généralement suivi d'une diminution. Plusieurs explications peuvent être envisagées pour expliquer ce phénomène :

- tout d'abord, une brève exposition à la chaleur pourrait stimuler les insectes dans leur métamorphose
- ou, en raison de la fragilité des nymphes, la mortalité pourrait être associée à la manipulation des cocons (peut envisageable car seuls les témoins en ont souffert)
- ou, plus vraisemblable, cette mortalité serait due à une différence de traitement entre les témoins et les autres individus, en effet, les témoins ont été conservés dans des boîtes différentes (plaques multipuits de 24

TL50_90

températures en °C	stades de développement							
	adultes		oeufs		larves		cocons	
	TL 50	TL 90	TL 50	TL 90	TL 50	TL 90	TL 50	TL 90
57,5	20 ±5	29 ±4	179 ±18	318 ±16	180 **	280 **	285 ±31	355 ±40
60	10 *	15 *	27 ±15	61 ±10	51 ±12	106 ±17	76 ±8	108 ±11
62,5	7,5 *	8,5 *	15 ±2	28 ±3	9 ±17	32 ±5	27 ±5	44 ±6
65	7 *	8,5 *	5 ±6	14 ±2	9 ±2	14 ±2	7 *	16 *
67,5	6 *	8 *	3 *	7,5 *	3 *	7,5 *	5 *	11 *

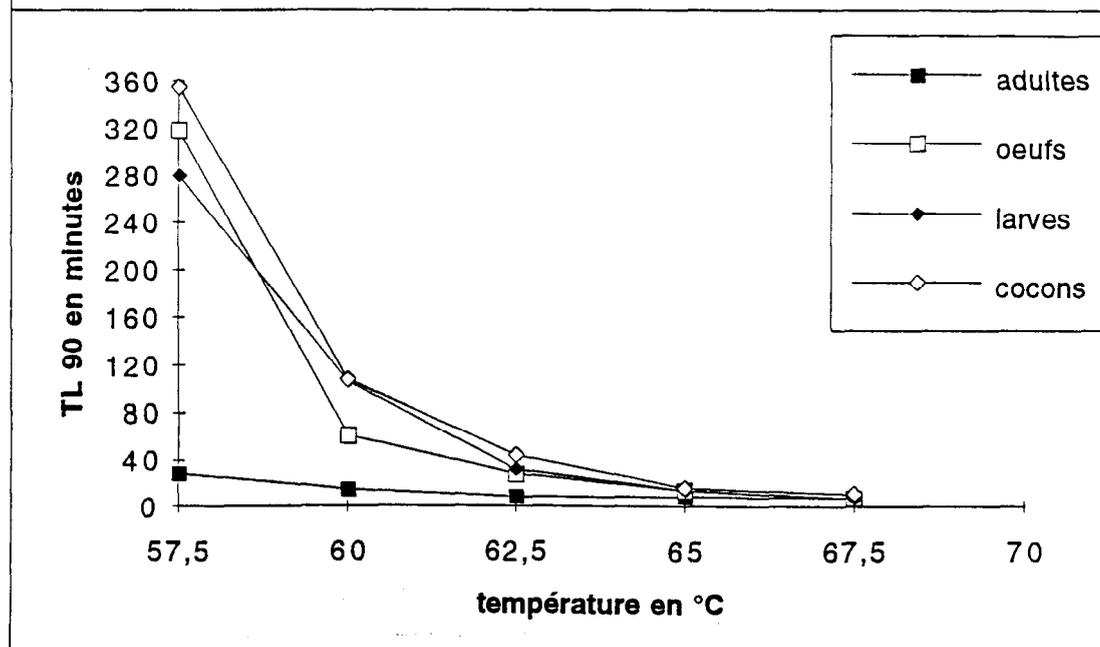
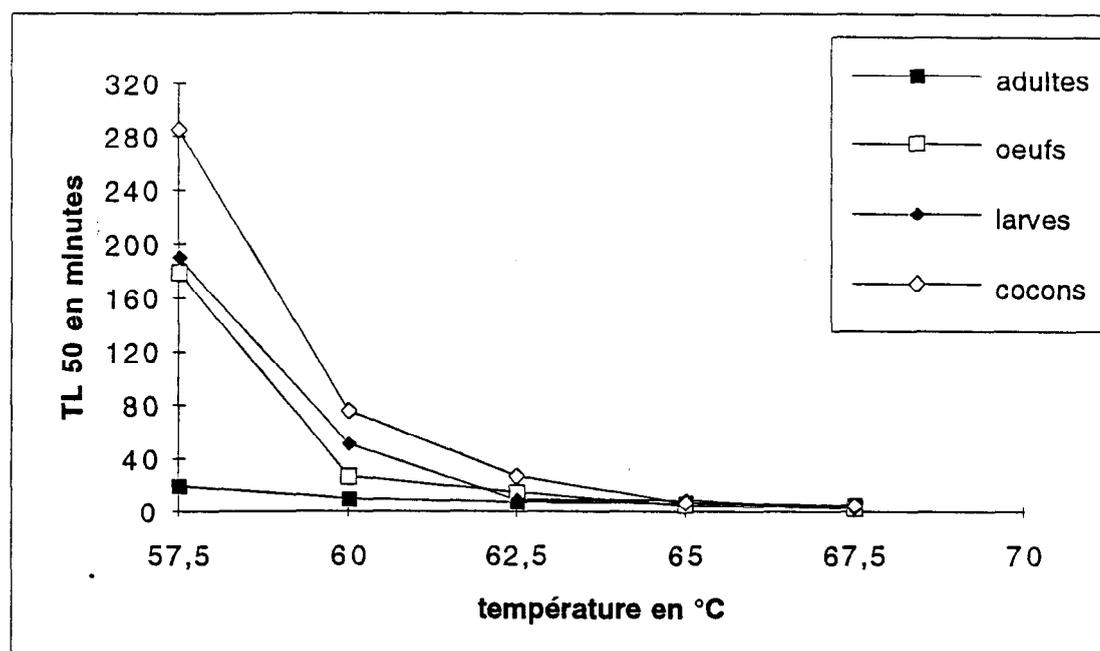


Fig. 12 : TL50 et TL90 de différents stades de C. serratus à différentes températures

Le tableau donne le temps au bout duquel la moitié (TL50) ou 90% (TL90) des individus d'un stade de développement sont morts suite à leur exposition à une température donnée. Les colonnes portent les temps létaux pour chaque stade et chaque ligne correspond à la température subie par les insectes.

Les valeurs sont calculés par le programme "Toxicologie" de Febvay G. et Rahbé Y. sans transformation des temps en log. suivies de leur intervalle de confiance. "*" signifie que ces valeurs ont été obtenus graphiquement, "***" signifie que la valeur a été extrapolée.

Les graphiques montrent l'évolution du TL50 ou du TL90 en fonction de la température pour les quatre stades traités (adultes, oeufs, larves et nymphes)

cupules pour culture cellulaire) pour disposer d'individus vierges pour d'autres expérimentations ; ces boîtes neuves pourraient être nocives ou limiter les échanges gazeux et entraîner une accumulation de dioxyde de carbone produit par la respiration des nymphes.

Pour l'utilisation des résultats un problème se pose : quelle est la température effectivement subie par les individus. Pour le savoir, une sonde thermique a été placée dans une boîte, comme les individus testés, dans l'étuve et la température affichée sur l'étuve a été corrélée avec celle donnée par la sonde. Le résultat donne une légère différence entre les deux appareils : $t^{\circ}C \text{ de la sonde} = t^{\circ}C \text{ de l'étuve} \times 0,97 + 0,1$ (annexe 5). Les valeurs de température sont donc à corriger avant d'être utilisés car les deux appareils divergent, la sonde donnant la température réelle. La mortalité a été étudiée sans tenir compte de l'humidité or celle-ci est variable dans un stock de graines et peut avoir une influence ; les essais sur des stocks devront tenir compte de ce paramètre. De plus les insectes ont été soumis à la chaleur sans protection mais dans la réalité ils peuvent se trouver à l'intérieur d'une graine, il faut donc tenir compte de l'inertie thermique des graines. Ici les données sont transposables pour les oeufs et les adultes, à peu près pour les cocons mais pas du tout pour les larves. Pour connaître la température minimale subie par les insectes il est nécessaire de placer une sonde thermique à l'intérieur d'une graine, c'est à cet effet que le thermocouple à sonde implantable a été commandé.

Il est très intéressant de connaître l'évolution de la mortalité des insectes avec la température mais il faut faire attention à deux limites très importantes :

- En pratique artisanale de la solarisation les temps très courts sont difficiles à respecter, ce qui peut être néfaste.

- Une exposition à de fortes températures ou trop longue peut altérer les qualités de la graine : perte d'huile, dénaturation de l'huile ou perte du pouvoir germinatif. Les limites fixées par la graine sont à connaître ; je ne pouvais tester que le taux d'humidité et le taux de germination, une exposition de 160 minutes à 65 °C a entraîné une légère modification de la teneur en eau (réalisé sur 10 graines, 6,05% pour les témoins et 5,25% pour les traitées) mais aucune modification du taux de germination (100% de graines germées dans les deux cas sur 20 graines).

La difficulté qui va rester sera d'optimiser le couple temps température tout en respectant les qualités de la graine et en conservant un faible coût pour le dispositif de solarisation.

3) le travail de technicien

En plus de ce travail sur la mortalité des bruches, d'autres petits travaux m'ont été demandés afin de pratiquer différentes tâches d'un technicien dans ce laboratoire.

Afin de connaître les insectes consommateurs de graines sauvages (principalement les bruches) et leur parasites (peut-être utilisables en lutte biologique), A. Delobel récolte souvent des graines. Ces graines sont enfermées dans des sacs percés de petits trous pour ne pas asphyxier les insectes mais sans les laisser s'échapper. Pour disposer de la chronologie des émergences des adultes des différentes espèces et/ou populations, il faut réaliser une surveillance régulière des sacs. Cette surveillance est très simple mais nécessite du temps car il faut vider les sacs dans un bac et récupérer tous les insectes sortis en vérifiant toutes les graines. Les bruches sont séparées des autres insectes (Hyménoptères) dans des tubes différents. Suite à ce travail il faut étaler les insectes pour faciliter leur identification et leur classement. La taille des insectes étant réduite (2 mm à 1 cm), ceux-ci sont collés sur une paillette et étiquetés (cf annexe 6).

Afin d'étudier les possibilités de développement de bruches (de différentes espèces et populations) sur une grande variété d'aliments, le laboratoire conserve un stock de graines de légumineuses (aliment principal des bruches étudiées ici). J'ai rangé des graines, ce qui consiste en leur un

emballage hermetique (sous vide ou non)², puis leur désinfestation par congélation durant plusieurs jours et enfin le rangement des sacs dans la collection. J'ai aussi rangé cette collection de graines en trois parties selon les familles de légumineuses³ puis dans l'ordre alphabétique suivant les espèces (cf. Fig. 13).

Ces types de travaux sont intéressants car ils forment les premières étapes des recherches menées dans le laboratoire.



Fig. 13 : collection de graines conservées au laboratoire

² : emballage par sachet de 100 g (ou moins) sauf pour les arachides qui sont stockées au congélateur en sacs de près d'un kilogramme (2 litres)

³ : la classification est parfaitement déterminée mais il existe deux versions légèrement différentes (la première étant l'officielle, la seconde étant l'ancienne) :

soit une superfamille : Légumineuses
avec trois familles : Mimosaceae, Caesalpiniaceae et Fabaceae
et aucune sous-famille

soit pas de superfamille
mais une famille : Leguminosaceae
et trois sous-familles : Mimosoideae, Caesalpinoideae et Papillioideae

CONCLUSION

Le stade le plus résistant à la température chez la bruche de l'arachide (*Caryedon serratus*) est la nymphe à l'intérieur de son cocon. Seuls les adultes ne possèdent pas une forte résistance (ils sont sensible dès 56°C) , mais ce stade dispose de la capacité d'évitement de par sa grande mobilité.

La gamme de températures utilisable s'étale de 63 à 68°C, températures aisément atteintes à l'intérieur des graines grâce au principe de la solarisation qui permet d'atteindre 70°C en quelques minutes.

deplus, ce stage a été très intéressant sur le plan technique et sur le plan humain. J'ai découvert un autre type de laboratoire où il faire avec ce qui est disponible. Cette contrainte n'est pas trop importante si le sujet de travail est mis au point en fonction de ce qui peut être réalisé et des contraintes locales. La découverte d'un autre milieu et d'un autre état d'esprit ont aussi été un aspect positif de ce stage.

Références bibliographiques

Anonyme 1985. *Dossier : "Technique traditionnelles de conservation des céréales locales"*, division du machinisme agricole, Bamako, Mali, 51 p.

Conway, J.A. 1983. Note on the biology and ecology of the groundnut seed beetle *Caryedon serratus* (Ol.) (Coleoptera : Bruchidae) under field conditions in Senegambia. *Trop. stored Prod.* **45**:

Delobel, A., Diouf, O., Kane, A., Mayeux, A. et Tran, M. 1996. *Conservation de l'arachide en milieu paysan : Analyse des pertes post-récolte, relation insectes / aflatoxine, essai de protection*, Laboratoire de Protection des stocks ORSTOM-ITA, Dakar.

Delobel, A. et Tran, M. 1993. *Caryedon serratus*. In: *les coléoptères des denrées alimentaires entreposées dans les régions chaudes*. ORSTOM éditions, Paris, pp. 322-324.

Devey, M. 1997. *Sénégal. Marchés tropicaux et méditerranéens, hors série Avril*.

Giraud, X. 1938. *L'arachide sénégalaise*, Librairie Technique et Economique, Paris.

Kitch, L.W., Ntoukam, G., Shade, R.E., Wolfson, J.L. et Murdock, L.L. 1992. A solar heater for desinfesting stored cowpeas on subsistence farms. *J. stored Prod. Res.* **28**: 261-267.

Murdock, L.L. et Shade, R.E. 1991. Eradication of Cowpea Weevil (Coleoptera : Bruchidae) in Cowpeas by solar heating. *American Entomologist* **4**: 228-231.

Robert, P. 1995. La bruche de l'arachide. Histoire (peu) naturelle d'une rencontre entre un insecte africain et une plante sud-américaine. *Phytoma - La Défense des végétaux* **468**: 44-47.

Sembène, P.M. 1997. *Modalité d'infestation de l'arachide par la bruche Caryedon serratus (Olivier) en zone soudano-sahélienne : identification morphométrique et génétique de populations sauvages et adaptées*. Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Faculté des sciences et techniques, département de biologie animale, Dakar, 127 p.

Sembène, P.M. 1996. *Pratiques culturales, plantes hôtes naturelles et infestation de l'arachide par Caryedon serratus (Ol.) au Sénégal*, Laboratoire de Protection des stocks ORSTOM-ITA, Dakar, 7 p.

annexes

annexe 1 : informations sur le Sénégal

(source Devey (1997))

REPÈRES

Superficie : 197 161 km². Pays entouré de 4 voisins : au nord, la Mauritanie; au sud, la Guinée Bissau et la Guinée Conakry; à l'est, le Mali ; au centre, une enclave, la Gambie.

Climat : sahélien au nord, soudanien au centre, sub-canarien sur le littoral nord, sub-guinéen en Casamance.

Hydrographie : le Sénégal (le plus important) et le Ferlo au nord ; le Saloum et son affluent le Siné au centre; la Casamance et la Gambie au Sud.

Population : 8,5 millions d'habitants (densité moyenne : 38,5 h/km²).
Aux de croissance : 2,7 % par an. Population rurale : 61 %.

Langue nationale la plus couramment parlée : le Wolof.

Langue officielle : français.

Principaux groupes ethniques : Wolof (40 %) Sérère (20%), Peulh (15%), Toucouleur (10%), Diola, Soninké, Mandingue, Lébou.

Religions : musulmans (90 %) se répartissant entre 2 principales confréries : les Mourides et les Tidjanes ; catholiques et animistes (10 %).

Organisation administrative : 10 régions dakar (550 km²). Thiès (6 601 km²). Kaolack (16 010 km²). Saint-Louis (44 117 km²). Diourbel (4 359 km²). Kolda (21 011 km²). Fatick (7 935 km²). Louga. (29 188 km²). Ziguinchor (7 339 km²). Tambacounda (59 602 km²).

Principales villes

- Dakar la capitale (environ 2 millions d'habitants), Thiès, Saint-Louis.
- taux de croissance urbaine : 4,2 % /an

Indicateurs sociaux :

taux de mortalité : 16/1 000 naissances

taux de mortalité infantile 68/1 000

espérance de vie : 50 ans.

taux de scolarisation brut 31 %. Primaire : 58 %.

taux d'alphabétisation adultes :35

Accès à l'eau potable : 48 %

Accès aux services de santé : 40 %.

Accès à l'assainissement: 55 %.

IDH (PNUD) 1992 : 0,340 (152^{ème} place).

Indicateurs économiques

PIB 1996 : 2 631,3 milliards de F CFA

Répartition du PIB : primaire : 20,6 % secondaire : 18,7 % tertiaire : 52,4 %.

Encours de la dette publique extérieure 1 722,3 milliards de F CFA (71 % du PIB).

Taux d'activité : brut : 41,8 % de la population totale ; 64 % de la population de 10 ans et plus.

Nbre emplois salariés : 200 000

Nbre fonctionnaires : 66 667 (1996).

L'AIDE PUBLIQUE FRANÇAISE 1994-1995

Aide-projet :

Coopération : 350,633 millions de FF (1994), 286,616 millions (1995).

- CFD : 75,352 millions de FF (1994), 131,924 millions (1995).

Fonds spécial de développement

20,62 millions de FF (1994), 20,68 millions (1995).

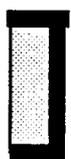
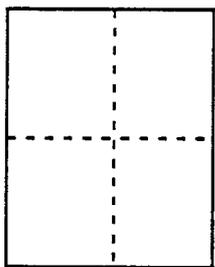
Autres ministères : 214,125 millions de FF (1994), 205 millions (1995).

Aide hors-projet

Subventions d'ajustement structurel (SAS) : 250 millions de FF (1994), 130 millions (1995). 70 millions (1996).

Annulation de dettes : 609,44 millions de FF (1994), 545 millions (1995).

annexe 2 : confection des manchons pour récupérer des oeufs de bruches de l'arachide



Prendre une feuille de papier à lettre de taille A4, la couper en 4 morceaux .

Plier en deux l'un des morceaux dans le sens de la longueur .
Fermer 2 des cotés avec du scotch sans laisser de trou.

Plier en accordéon le manchon dans le sens de la longueur puis le déplier.

Remplir de cacahuètes décortiquées les manchons ainsi obtenus, en s'arrêtant à 2 cm du bord.

Fermer le dernier coté avec du scotch aucun insecte ne doit pouvoir pénétrer dans le manchon.

annexe 3 : résultats des essais de mortalité

Chaque tableau représente une série d'expérience à une température donnée (marquée en tête de tableau) pour un stade de bruche donné en tête de colonne de 5 tableau. Les température marquées ne sont pas corrigées, se sont celles programmées sur l'étuve.

Dans un tableau, chaque ligne correspond à une durée de traitement thermique (en minutes). Chaque colonne est une répétition. Les résultats bruts sont portés en nombre d'individus morts (ou considérés comme tels) sur 10. La dernière colonne porte le nombre total de morts pour les 50 individus.

La ligne témoin est constituée d'insectes laissés à température ambiante ce qui correspond à un temps zéro de traitement. Le signe divisé signale une différence du nombre d'insectes utilisés, le nombre réel d'insectes est alors porté à sa droite.

annexe résultats des essais de mortalité

adultes morts

durée	57,5 °C					total
	R-1	R-2	R-3	R-4	R-5	
témoin	0	0	0	0	0	0
10	0	0	1	0	1	2
20	4	8	6	8	6	32
30	8	8	8	9	10	43
40	10	10	10	10	10	50

oeufs morts

durée	57,5 °C					total
	R-1	R-2	R-3	R-4	R-5	
témoin	1	1	1	2	1	6
40	1	2	2	0	2/9	7/49
80	3	5	3	1	4	16
120	5	3	4	4	4	20
160	5	6	4	4	10	29
200	4	7	7	4	10	32
240	9	6	5	7	10	37
280	10	7	9	9	10	45
320	9	8	7	9	10	43
360	9	10	8	9	10	46

durée	60 °C					total
	R-1	R-2	R-3	R-4	R-5	
témoin	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0
10	3	7	3	5	4	22
15	10	10	10	10	10	50

durée	60 °C					total
	R-1	R-2	R-3	R-4	R-5	
témoin	1	3/15	1	0	0	5/55
20	10	2	5	0	4	21
40	10/11	10	6	5	7	38/51
60	10	9	9	8	10	46
80	8	10	10	10	10	48
100	10	10	10	10	10	50

durée	62,5 °C					total
	R-1	R-2	R-3	R-4	R-5	
témoin	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0
10	10	10	10	10	10	50

durée	62,5 °C					total
	R-1	R-2	R-3	R-4	R-5	
témoin	2	3	5	2	0	12
5	7	4	3	8	2	24
10	4	3/9	2	4	4	17/49
15	5	6	3	8	8	30
20	8	9	5	8	9	39
25	8	4	10	10	10	42
30	10	10	9	10	10	49

durée	65 °C					total
	R-1	R-2	R-3	R-4	R-5	
témoin	0	0	0	1	0	1
5	1	1	0	3	3	8
10	10	10	10	10	10	50

durée	65 °C					total
	R-1	R-2	R-3	R-4	R-5	
témoin	2	2	2	2	1	9
5	10	0	2	6	9	27
10	10	10	9	6	8	43
15	10	10	10	7	10	47
20	10	10	9	9	10	48

durée	67,5 °C					total
	R-1	R-2	R-3	R-4	R-5	
témoin	0	0	0	0	0	0
5	2	3	2	4	2	13
10	10	10	10	10	10	50

durée	67,5 °C					total
	R-1	R-2	R-3	R-4	R-5	
témoin	7	4	0	2	0	13
5	10	10	10	5	10	45
10	10	10	10	10	7	46

annexe résultats des essais de mortalité

larves mortes

durée	57,5 °C					total
	R-1	autres répétitions non réalisées				
témoin	0					
80	2					
160	3					
180	6					
200	8					

cocons morts

durée	57,5 °C					total
	R-1	R-2	R-3	R-4	R-5	
témoin	6	6	4	6	5	27
80	5	6	4	5	4	24
160	7	6	6	6	3	28
240	7	7	6	4	6	30
320	9	8	9	9	10	45

durée	60 °C					total
	R-1	R-2	R-3	R-4	R-5	
témoin	0	0	1	0	0	1
20	4	3	0	3	4	14
40	5	3	3	5	4	20
60	6/9	5	4	5	6	26/49
80	8	10	3	9	5	35
100	10	10	7	10	9	46

durée	60 °C					total
	R-1	R-2	R-3	R-4	R-5	
témoin	5	6	4	2	3	20
20	2	2	1	1	1	7
40	5	4	6	3	6	24
60	5/9	5/9	5	5/11	6	26/49
80	7	5	9	9	4	34
100	10	9	9	10	9	47

durée	62,5 °C					total sur 60
	R-1	R-2	R-3	R-4	R-5	
témoin	0	5/20	0	0	3	8
10	7	9/20	10	6	5	37
20	6	13/20	5	9	10	43
30	10	15/20	10	10	10	55
40	10	20/20	8	10	10	58

durée	62,5 °C					total
	R-1	R-2	R-3	R-4	R-5	
témoin	3	5	6	9	4	27
10	5	7	8	5	3	28
20	8	5	6	9	7	35
30	9	8	9	9	7	43
40	7	9	9	9	10	44

durée	65 °C					total
	R-1	R-2	R-3	R-4	R-5	
témoin	0	0	0	1/9	1	2/49
5	6	0	0	0	0	6
10	6	6	3	9	1	25
15	10	10	10	10	10	50

durée	65 °C					total
	R-1	R-2	R-3	R-4	R-5	
témoin	3	4	4	3	3	17
5	1	4	3	1	2	13
10	1	2	4	1	4/11	6/51
15	10	10	8	8	10	46
20	10	9	10	10	10	49

durée	67,5 °C					total
	R-1	R-2	R-3	R-4	R-5	
témoin	1	1	2	2	1	7
5	8	8	7	10	10	43
10	10	10	10	10	10	50

durée	67,5 °C					total
	R-1	R-2	R-3	R-4	R-5	
témoin	6	6	6	7	6	31
5	3	6	6	4	6	25
10	8	9	10	9	6	42
15	10	10	10	10	10	50

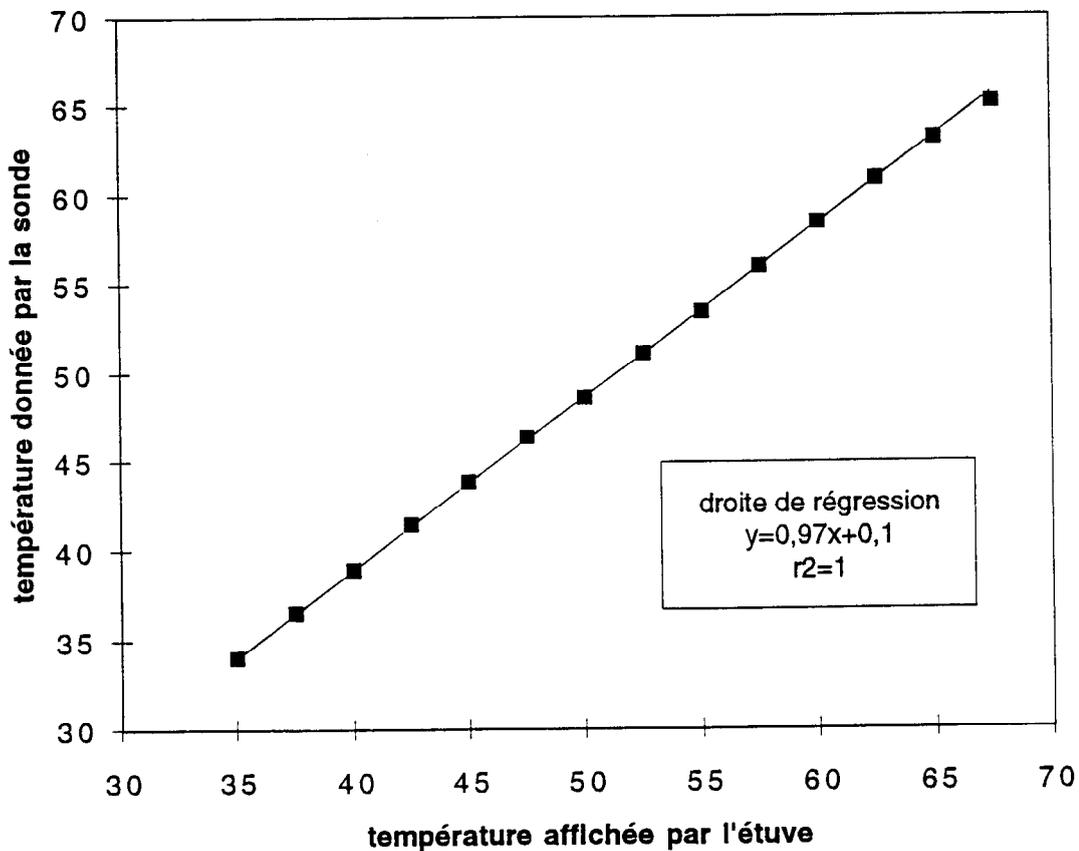
**annexe 4 : moyennes des taux de mortalités de différents stades
de la bruches de l'arachide à différentes températures**

températures en °C	durées en min	adultes morts	oeufs morts	larves mortes	cocons morts
57,5	0	0	6	0	54
	10	4			
	20	64			
	30	86			
	40	100	14		
	80		32	20	48
	120		40		
	160		58	30	56
	180			60	
	200		64	80	
	240		74		60
	280		90		
	320		86		90
360			92		
60	0	0	9	2	40
	5	0			
	10	44			
	15	100			
	20		42	28	14
	40		75	40	48
	60		92	53	53
	80		96	70	68
	100		100	92	94
62,5	0	0	24	13	54
	5	0	48		
	10	100	35	62	56
	15		60		
	20		78	72	70
	25		84		
	30		98	92	86
	40			97	88
65	0	2	18	4	34
	5	16	54	12	26
	10	100	86	50	12
	15	100	94	100	92
	20	100	96	100	98
67,5	0	0	26	14	62
	5	26	90	86	50
	10	100	92	100	84
	15	100	100	100	100

température affichée sur l'étuve	température lue avec la sonde
35	34
37,5	36,5
40	38,9
42,5	41,4
45	43,8
47,5	46,35
50	48,6
52,5	51,1
55	53,4
57,5	55,95
60	58,4
62,5	60,8
65	63,1
67,5	65,1

**annexe 5 : corrélation de température
entre l'étuve et la sonde**

corrélation des températures de la sonde par rapport à celles de l'étuve



annexe 6 : étalement des insectes de petite taille (2 mm à 1 cm)

matériel

Pour plus de simplicité, il vaut mieux disposer du matériel suivant :

- loupe binoculaire
- aiguilles n° 1 (taille peu importante)
- gomme arabique
- paillettes triangulaires en bristol (hauteur = 7 mm et base = 4 mm)
(pour étaler les génitalias il faut des paillettes rectangulaires 14 x 5 mm)
- pinces fines
- des insectes
- deux supports (polystyrène ou équivalent)

Toutes les opérations se déroulent sous la loupe binoculaire à faible grossissement (excepté le piquage des paillettes). Le matériel biologique est manipulé délicatement à l'aide des pinces fines.

A) étalement des bruches

Piquer le bristol à 1-2 mm de la base du triangle et enfoncer l'aiguille de 2 cm (il vaut mieux se placer sur un support assez rigide).

Si besoin redresser la paillette en la pinçant bien perpendiculairement à l'aiguille avec les pinces fines.

Encore à l'aide des pinces, plier 3 mm de la pointe vers le bas puis en replier 2 mm à l'horizontale (de manière à avoir une petite marche).

Encoller le petit replat d'une petite goutte de gomme arabique (prise en trempant une aiguille).

Poser l'insecte sur la goutte au niveau du thorax, sur le ventre, tête à gauche lorsque la pointe de bristol est dos au manipulateur.

Laisser sécher la gomme sans bouger l'aiguille.

B) étalement des hyménoptères

Piquer le bristol à 1-2 mm de la base du triangle et enfoncer l'aiguille de 2 cm (il vaut mieux se placer sur un support assez rigide).

Si besoin redresser la paillette en la pinçant bien perpendiculairement à l'aiguille avec les pinces fines.

Déposer une très petite goutte (variable selon la taille de la bête) de gomme sur la pointe.

Placer l'insecte sur le côté au niveau du thorax, ailes dans le vide, tête à gauche lorsque la pointe de bristol est dos au manipulateur.

Laisser sécher la gomme sans bouger l'aiguille.

C) étalement des génitalias

Piquer une paillette rectangulaire à 1-2 mm d'un petit côté (il vaut mieux se placer sur un support assez rigide).

Si besoin redresser la paillette en la pinçant bien perpendiculairement à l'aiguille avec les pinces fines.

Déposer une goutte de gomme à peu près centrée sur la paillette.

Les génitalias se trouvant dans de l'eau distillé pour l'observation, les récupérer sans trop d'eau, puis les étaler dans la goutte de gomme arabique.

Retirer la paillette et placer la sous l'insecte dont proviennent les génitalias.

Laisser sécher la gomme.

D) les étiquettes

L'étiquette déposée dès que la gomme est sèche, est celle de provenance. Elle doit donner le plus d'informations :

- permettre de retourner sur le lieu de capture de l'individu, ou le plus près possible si c'est en rase campagne, avec le pays, la région, la ville (le G.P.S., si possible)

- connaître le mode de récolte pour cet individu, avec la date de capture, la plante hôte (si attrapé sur une plante), le type de piège utilisé

- connaître le nom du récolteur.

Pour réduire la place prise par ces informations, Les étiquettes sont imprimées sur bristol par ordinateur en arial 7. Les étiquettes ainsi obtenues ont une taille de 18 x 6 mm.

Résumé

La bruche de l'arachide (*Caryedon serratus* Ol.), principal ravageur des stocks de cette plante doit être détruite avant la mise en grenier. Une méthode physique de lutte adaptée aux conditions locales, la solarisation, paraît être un moyen envisageable. La présente étude vise à en démontrer la faisabilité. Ce travail consiste en la détermination des stades utilisables, des critères de mortalité afin d'établir l'évolution des TL50 et TL90 en fonction de la température à laquelle sont exposés les insectes dans une étuve. Le stade le plus résistant est la nymphe dans son cocon (jusqu'à 65°C durant plusieurs minutes). Le procédé de solarisation qui permet d'atteindre des températures supérieures est donc applicable. Il reste à en déterminer les conditions pratiques d'application.

Abstract

Groundnut seed beetle (*Caryedon serratus* Ol.) is the most important pest of stored groundnut and must be killed before storage. A physical control method appropriate at farm level, solar-heating, seems to be a solution. This study wanted to show the feasibility of such a technic. The work consisted in determining which stages may be used, in optimizing mortality criteria, in establishing the variation of LT50 and LT90 as a fonction of temperature treatment.in a cabinet. The most heatproof stage is the pupa which may survive to 65°C for some minutes. Solar-heating method allows higher temperatures and is therefore applicable. The practical conditions have now to be determined