

UNIVERSITE DE OUAGADOUGOU
INSTITUT SUPERIEUR POLYTECHNIQUE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Présenté en vue de l'Obtention
du Diplôme d'Ingénieur du Développement Rural
Option : Agronomie

Station Agricole de Kamboinsé
Projet Stockage du Niébé

Le Stockage Traditionnel du Niébé en Haute-Volta
Etude et proposition d'Amélioration

Juln 1982

SOME
Salibo Jean Arsène

AVANT-PROPOS



Le présent travail a été réalisé au "Projet Stockage du Niébé" à la station agricole de Kamboinsé, avec le soutien de l'Institut Supérieur Polytechnique (I.S.P.).

Nous ne saurions commencer l'exposé des résultats acquis du 29 Juin 1981 au 10 Mai 1982, date à laquelle nous avons effectué notre stage, sans remercier la Direction des Services Agricoles (D.S.A) qui a bien voulu nous accueillir et le "Projet de Lutte contre les Insectes Prédateurs du Niébé" de l'I.S.P, qui nous ont apporté un soutien financier pour la réalisation de ce stage.

Nos remerciements vont plus particulièrement

- à Madame DABIRE, Entomologiste, notre maître de stage qui a dirigé ce travail tout au long du stage.
- à Monsieur DOCAO, notre professeur de stage qui a supervisé ces travaux, dont l'aide nous a été très précieuse
- à Monsieur P.A. QUEDRAOGO, qui a été à l'origine même de la réalisation du travail.

Que toute l'équipe du "Projet Stockage du Niébé" soit remerciée pour nous avoir prodigué tant de marque d'intérêt et de bienveillance. Nous n'oublions pas non plus tous les collègues de la station qui, de près ou de loin, ont contribué à des titres divers, à la réalisation de ce travail.

Nos remerciements vont enfin à la Direction de l'Institut de Recherche sur les Substances Naturelles (I.R.S.N) qui a remarquablement contribué à la connaissance des données de l'Hyptis Spiciqera Lam

En hommage à tous, nous exprimons notre profonde gratitude.

SOMMAIRE

--*--

	<u>Page</u>
<u>INTRODUCTION</u>	1
<u>CHAPITRE I</u>	
<u>Le NIEBE (<i>Vigna unguiculata</i> walp) et ses PARASITES</u>	
1 - <u>LE NIEBE</u>	5
1.1 <u>Description des caractères distinctifs</u>	5
1.1.1 Systématique	
1.1.1 Botanique	
1.1.3 Physiologie	
1.2 <u>Origine et variétés</u>	6
1.3 <u>Intérêt économique du niébé</u>	7
1.3.1 Le niébé dans le monde	
1.3.2 La culture du niébé en Haute-Volta et son utilisation	
2 - <u>LES RAVAGEURS DU NIEBE - LE RAVAGEUR PRINCIPAL</u> <u>(<i>Callosobruchus maculatus</i> F)</u>	10
2.1 <u>Les ravageurs du niébé</u>	10
2.2 <u>Le principal ravageur des stocks de niébé</u> <u>(<i>C. maculatus</i> F)</u>	12
2.2.1 Classification systématique	
2.2.2 Description sommaire	
2.2.3 Biologie et dégâts	
<u>CHAPITRE II</u>	
<u>LE STOCKAGE TRADITIONNEL DU NIEBE EN HAUTE-VOLTA</u>	
Terminologie	19
1 - <u>LES MOYENS DE STOCKAGE</u>	19
Généralités	19
1.1 <u>Le grenier en paille - secco -</u>	23
1.2 <u>Le grenier en terre - banco -</u>	26
1.3 <u>Le grenier intermédiaire</u>	28
1.4 <u>Les poteries (jarres, canaris, pots en terre cuite)</u>	31
1.5 <u>Bilan des avantages et des inconvénients des principaux types de greniers (secco, banco, intermédiaire)</u>	33
2 - <u>LES METHODES TRADITIONNELLES DE LUTTE CONTRE LES</u> <u>INSECTES RAVAGEURS DES STOCKS DE NIEBE</u>	34
2.1 <u>Les moyens traditionnels de lutte utilisés</u>	34
2.2 <u>Techniques d'emploi et de stockage</u>	35
2.2.1 Les matières inertes (la cendre de bois et la terre fine)	
2.2.2 Les plantes odorifiantes	
2.2.3 Les résidus de beurre de karité	

.../...

3 - <u>LES OPERATIONS PRECEDANT L'ENGRANGEMENT DU GRAIN</u>	39
3.1 <u>Les traitements au champ</u>	39
3.1.1 Entretien des cultures	
3.1.2 Stade de maturité, période et technique de récolte	
3.3 <u>Le transport</u>	40
3.4 <u>Le séchage</u>	40
3.5 <u>Le battage et le vannage</u>	41
3.6 <u>La préparation du grenier au stockage</u>	42
4 - <u>LES CROYANCES ANCESTRALES EN MATIERE DE STOCKAGE DU NIEBE</u>	43
<u>Conclusion</u>	44

CHAPITRE III

ETUDE ANALYTIQUE DU STOCKAGE TRADITIONNEL DU NIEBE EN HAUTE-VOLTA

1 - <u>BUT DE L'ETUDE</u>	45
2 - <u>MATERIELS ET METHODES</u>	46
2.1 <u>Matériel biologique</u>	46
2.1.1 Les bruches	
2.1.2 La plante hôte utilisée	
2.1.3 La cendre	
2.1.4 L' <u>Hyptis spicigera</u> Lam	
a) Description botanique	
b) Propriétés	
c) Composition chimique	
d) Préparation pour les expériences	
2.2 <u>Matériels techniques</u>	50
2.2.1 Les boîtes de pétri	
2.2.2 Le four	
2.3 <u>Les paramètres expérimentaux utilisés dans l'étude des trois méthodes de lutte (cendre, <u>Hyptis</u>, chaleur)</u>	50
2.3.1 Pour les expériences au laboratoire	
2.3.2 Pour l'étude comparative des stockages avec la cendre et l' <u>Hyptis</u> dans les greniers	
2.4 <u>Condition physique de travail</u>	51
2.5 <u>Les analyses des données</u>	51
3 - <u>L'EFFET DE LA CENDRE SUR LE DEVELOPPEMENT DE <i>C. maculatus</i></u>	52
3.1 <u>Méthode expérimentale</u>	52
3.2 <u>Résultats</u>	53
3.2.1 L'effet des différents traitements de cendre sur la longévité des bruches	
- conclusion et discussion	
3.2.2 L'effet de la cendre sur la fécondité de la bruche	
- conclusion et discussion	

3.2.3	L'effet de la cendre sur les éclosions des oeufs de la bruche	
	- conclusion et discussion	
3.2.4	L'effet de la cendre sur le développement larvaire	
	- conclusion	
3.2.5	L'effet de la cendre sur la durée du cycle (de l'oeuf à l'adulte)	
	- conclusion	
3.3	<u>Conclusion sur l'effet de la cendre sur le développement de C. maculatus</u>	63
4	<u>L'EFFET DE L'HYPTIS SPICIGERA L. SUR LE DEVELOPPEMENT de C. maculatus (F)</u>	64
4.1	<u>Matériels et méthodes</u>	64
4.2	<u>Résultats</u>	64
4.2.1	La recherche de l'air pur par les bruches	
	- conclusion et discussion	
4.2.2	L'effet de l' <u>Hyptis</u> sur la longévité des adultes mâles et femelles	
	- conclusion et discussion	
4.2.3	L'effet de l' <u>Hyptis</u> sur la fécondité	
	- conclusion et discussion	
4.2.4	L'effet de l' <u>Hyptis</u> sur les éclosions des oeufs	
	- conclusion	
4.2.5	L'effet de l' <u>Hyptis</u> sur le développement larvaire	
	- conclusion et discussion	
4.2.6	L'effet de l' <u>Hyptis</u> sur la durée du cycle (de l'oeuf à l'adulte)	
	- conclusion et discussion	
4.3	<u>Conclusion sur l'effet de l'Hyptis spicigera L. sur le développement de C. maculatus (F)</u>	74
5	<u>L'EFFET DE LA CHALEUR SUR LE DEVELOPPEMENT DE C. MACULATUS</u>	
5.1	<u>Matériels et méthodes</u>	75
5.2	<u>Résultats</u>	76
5.2.1	L'effet de la chaleur sur les éclosions des oeufs	
5.2.2	L'effet de la chaleur sur le développement larvaire	
5.3	<u>Conclusion et discussion</u>	78
5.4	<u>Test de germination</u>	78
5.4.1	But	
5.4.2	Matériels et méthodes	
5.4.3	Résultats	
5.4.4	Conclusion	
5.5	<u>Conclusion et proposition</u>	79

6 - <u>ETUDE COMPARATIVE DES STOCKAGES AVEC LA CENDRE ET L'HYPTIS DANS LES GRENIERS</u>	83
6.1 <u>But</u>	83
6.2 <u>Matériels et méthodes</u>	83
6.2.1 Les greniers	
6.2.2 Le niébé	
6.3 <u>Résultats partiels</u>	84

CHAPITRE IV
=====

AMELIORATION DU SYSTEME TRADITIONNEL DE STOCKAGE DU NIEBE

1 - <u>REMARQUE</u>	87
2 - <u>RECOMMANDATIONS SUR LES OPERATIONS PRECEDANT L'ENGRANGEMENT DU GRAIN</u>	88
2.1 <u>Les traitements au champ</u>	88
2.1.1. Les traitements insecticides	
2.1.2 Les récoltes - la maturité des graines	
2.1.3 Le système culturel	
2.2 <u>Le séchage</u>	89
2.3 <u>Battage - vannage - triage</u>	90
2.4 <u>La préparation du grenier à l'engrangement</u>	90
2.5 <u>Les techniques de lutte et de stockage</u>	90
2.5.1 Stockage avec la cendre	
2.5.2 Méthode de lutte par la chaleur	
3 - <u>AMELIORATION DES GRENIERS</u>	92
3.1 <u>Le type de grenier (traditionnel) choisi pour être amélioré</u>	92
3.2 <u>Présentation de l'idée d'amélioration</u>	93
3.3 <u>Conclusion</u> : avantages et inconvénients du stockage amélioré du niébé	98
CONCLUSION GENERALE	99

-♦-

///-) N N E X E I

- PRODUCTION BRUTE DES RECOLTES
EN QUANTITE (1970-1978)

///-) N N E X E II

- METHODE UTILISEE DANS LE TRAVAIL D'ENQUETE SUR
LE SYSTEME TRADITIONNEL DE STOCKAGE DU NIEBE
 - 1 - But des enquêtes
 - 2 - Méthode utilisée pour toucher les paysans
 - 3 - Le guide interview employé
 - 4 - Les localités visitées

///-) N N E X E III

- RESULTATS DES EXPERIENCES ANTERIEUREMENT MENEES
PAR LE "PROJET STOCKAGE DU NIEBE" AUX TEMPERATURES
DE 40°C ET 45°C SUR LE DEVELOPPEMENT DES OEUFS
ET DES LARVES DE C. MACULATUS F.

INTRODUCTION

La carence protéique et la dépendance alimentaire sont à l'heure actuelle les problèmes de première importance pour la Haute-Volta, comme d'ailleurs pour tous les pays pauvres.

La F.A.O estimait en 1970 que 25 % de la population de ces pays, soit 434 millions de personnes, avaient une ration en protéine inférieure au minimum (V. Labeyrie⁽⁹⁾ citant T. T. Poleman 1975).

Certains pensent, pour résoudre ce problème, que la carence protéique dans ces pays est due à l'insuffisance de l'élevage et préconisent qu'on y consente des efforts particuliers. La viande est sans conteste une source protéique très intéressante. Malheureusement le développement de l'élevage des bovidés dans les régions intertropicales s'avère peu rentable : N. W. Pirié (1976) cité par V. Labeyrie⁽⁹⁾, déclare que environ la moitié des 100 millions de vaches du monde sont dans les tropiques ; la plupart étant sous-alimentées, leur production de viande et de lait correspond seulement au dixième de ce qui pourrait être obtenu d'animaux mieux alimentés et mieux élevés. Pour nos pays sahélien, la sous-alimentation de vaches entraînant une production faible de viande et de lait s'expliquerait en partie par la faible disponibilité en herbe verte à cause des courtes saisons pluvieuses, des sécheresses prolongées et du déboisement qui conduisent de plus en plus à l'installation du désert ; or, selon F. Ramada (1978) cité par V. Labeyrie⁽⁹⁾, pour obtenir 1 kg de boeuf il faut 80 kg d'herbe verte. Le développement de l'élevage ne semble donc pas être la solution la meilleure pour lever le problème posé.

Pour vaincre la carence protéique et la dépendance alimentaire des pays pauvres et particulièrement de la Haute-Volta, il semble plutôt nécessaire de développer la production de graines de légumineuses. D'ailleurs, selon V. Labeyrie⁽⁹⁾, des études ethnologiques et l'examen des pratiques agricoles montrent que dans la plupart des cas, les besoins en protéines des régions tropicales étaient assurés pendant des siècles par la culture de légumineuses.

Les légumineuses alimentaires contiennent les 24 acides aminés indispensables à l'alimentation dans des proportions - à l'exception des acides aminés soufrés - correspondant aux besoins humains. Elles sont d'autre part, très riches en vitamines et en sels minéraux.

V. Labeyrie⁽⁹⁾ souligne que la récolte annuelle peut atteindre et largement dépasser 1 000 kg/ha pour la plupart des espèces ; et que ce rendement peut être multiplié en faisant des cultures irriguées. Ce même auteur pense que dans la mesure où la teneur en protéine des légumineuses alimentaires est supérieure à 20 % dépassant 30 % ou même 50 % (soja), il est possible d'obtenir plus de 200 kg de protéine à l'hectare. L'auteur souligne d'autre part, en comparaison avec la formation du veau qui exige plus d'un an depuis le début de la gestation, que la disponibilité en protéines alimentaires des légumineuses pourrait dépasser 50 fois celle des bovins.

Enfin, les légumineuses permettent, par la rapidité de leur cycle biologique, de répondre en quelques mois, à une augmentation des besoins. En cas de surproduction on peut constituer des stocks pouvant durer plus d'une année. Ces denrées sont beaucoup consommées dans de nombreux pays ; et selon J. SMARTT (1976) cité par Labeyrie⁽⁹⁾, la consommation moyenne dépasse 50 grammes par jour dans les pays les moins avancés.

En Haute-Volta, la lutte pour l'autosuffisance alimentaire s'oriente en partie vers le développement des cultures de légumineuses, notamment, de la culture du niébé (*vigna unguiculata walp*). Celle-ci est très répandue dans le pays. Elle est classée parmi les cultures secondaires majeures. C'est une culture très riche en protéine comme toutes les légumineuses mais elle est particulièrement riche en lysine, un acide aminé essentiel. La culture du niébé est très productive ; le rendement peut atteindre 1 500 kg/ha voire 2 000 kg/ha en culture pure fertilisée avec protection contre les parasites. Malheureusement le développement de cette culture poserait d'énormes problèmes pour la conservation des récoltes. Les légumineuses en général, sont très attaquées par les insectes, notamment par les coléoptères bruchidae dans les stocks. Les larves de ces insectes ne consomment et ne se développent que dans les graines (B.J. Southgate 1979)⁽²¹⁾. Les conséquences sont très graves et essentiellement à l'origine de l'échec de la politique de protection contre les bruches. La destruction par les bruches peut atteindre 30 %, et parfois même 100 %, des graines de légumineuses entreposées pour l'alimentation directe (V. Labeyrie)⁽⁹⁾. Le niébé en particulier, selon la conférence sur les aspects techniques et économiques de l'entreposage des grains (Rome 1973)⁽¹⁴⁾, qui contient à peu près 25 % de protéine, subit une perte de poids annuelle de 2,5 % due aux bruches ; ce qui équivaldrait, selon toujours la même conférence, à une perte en protéine de 1 500 tonnes pour la production de 250 000 tonnes au Nigéria. Le pouvoir de multiplication des bruches

sur les stocks de graines est tel, que des taux initiaux de contamination de l'ordre de 1 à 2 % atteignent au bout de quelques mois 80 % (G.H Caswell 1961)⁽³⁾. Les pertes dûes aux bruches en Haute-Volta sont encore mal connues.

L'importance alimentaire reconnue au niébé et les difficultés que l'on rencontre dans sa conservation - surtout en milieu rural -, explique le choix de notre sujet de travail qui s'intitule "LE STOCKAGE TRADITIONNEL DU NIEBE EN HAUTE-VOLTA - ETUDE ET PROPOSITION D'AMELIORATION". Le choix de ce sujet a aussi d'autres fondements :

Depuis la grande crise de 1973, une politique de stockage s'est intensifiée tant au niveau national qu'au niveau régional. Mais malheureusement, le paysan n'a pas été associé efficacement où il devrait l'être pour améliorer son propre système de stockage et de conservation des récoltes, notamment des récoltes de niébé. Les techniques proposées jusque là pour une meilleure conservation des graines semblent n'avoir aucun rapport avec les réalités socio-économiques du tiers-monde ; les légumineuses étant un aliment familial traditionnel des pays aux agricultures peu industrialisées (V. Labeyrie)⁽⁹⁾, les techniques déjà utilisées : l'irradiation, la fumigation et le poudrage avec des produits chimiques toxiques sont, selon le même auteur, non seulement inutilisables dans la plupart des cas, car elles ne peuvent intervenir ^{que} sur le circuit extrêmement limité de ces graines, mais dangereuses car des graines de semence peuvent être récupérées - les disettes étant fréquentes - comme aliment.

Or les méthodes traditionnelles de conservation des récoltes, souvent techniquement dépassées et anachroniques, présentant quelques fois des performances non négligeables. Aussi, ces méthodes sont généralement sans coût et sans danger pour l'homme. Le problème est celui de les considérer et de les étudier à fond pour déceler les défaillances afin de pouvoir proposer des méthodes d'amélioration simples, peu chères et donc facilement vulgarisables au niveau paysan.

L'objet précis de ce travail est celui de rechercher les voies et moyens pour asseoir une technologie appropriée en vue d'assurer une meilleure protection des stocks de niébé. La maîtrise de ces données pouvant permettre l'extention de la culture de celui-ci, donc l'amélioration même de notre couverture alimentaire.

Ce sujet est trop vaste pour être épuisé en moins d'un an. Nous nous sommes limités essentiellement à la phase primordiale ; c'est-à-dire, à la connaissance-même des différents systèmes tradition-

nels de conservation du niébé (moyens de stockage, moyens de lutte contre les insectes ravageurs, techniques de stockage). Nous espérons pouvoir ensuite faire des études au laboratoire sur quelques moyens de lutte, notamment la cendre, l'Hyptis spiciqera L et la chaleur, pour voir dans quelle mesure ils sont efficaces dans la protection du niébé contre les insectes. Notre souhait serait de pouvoir donner à la fin de ce travail, des idées d'amélioration du stockage traditionnel, non pas en se basant forcément sur des données quantitatives - puisque nous ne sommes pas sûrs d'en recueillir suffisamment - mais en se basant plutôt sur des données purement qualitatives.

CHAPITRE I

LE NIEBE (*Vigna unguiculata* walp) et SES PARASITES

1. Le niébé

1.1 Description des caractères distinctifs

1.1.1 Systematique

Le niébé est une légumineuse du genre vigna. Son nom botanique est Vigna unguiculata (walp). Le nom "niébé" que l'on donne à cette espèce du vigna en Afrique Occidentale vient du wolof, langue nationale la plus parlée du Sénégal. En Haute-Volta, le niébé est connu sous le nom de "Benga" en moré, de "Sosso" en dioula et de "Niébé" en peul.

1.1.2 Botanique du niébé

Le niébé est une plante annuelle ; on distingue quatre types suivant le port végétal :

- Type semi-dressé
- Type rampant
- Type grimpant.

Les plants sont feuillus avec des feuilles trifoliolées, lisses, peu brillantes à brillantes. Les fleurs du niébé sont blanches, avec des taches pourpres ou totalement sombres.

Les cultivars ont des pédoncules moyens (20 cm) ou très longs (50 cm) sur lesquels de nombreux racèmes prennent naissance. Une bonne variété donne 2 à 4 gousses ou plus, par pédoncule.

La présence d'un long axe floral est l'un des caractères les plus distinctifs du niébé par rapport à d'autres espèces. Cette caractéristique facilite aussi bien la récolte mécanique que manuelle.

Les gousses sont lisses, longues de 15 à 20 cm, plus ou moins cylindriques et quelques fois incurvées. A l'état sec, elles sont jaune-blanchâtres ; mais d'autres variétés ont une coloration brune ou pourpre.

Les graines ont la forme du haricot - Phaseolus vulgaris - mais sont plus courtes.

Les couleurs variétales varient du blanc, marron, rougeâtre ou presque noir au grivélé ou bariolé irrégulièrement tacheté. Certaines variétés ont spécifiquement une tache noire sur le hile.

1.1.3 Physiologie

Le niébé est une culture de région chaude. Comparé au haricot -Phaseolus vulgaris - Le niébé tolère la sécheresse, même durant le dernier stade de formation et de remplissage des gousses.

Il est ainsi plus adapté aux régions semi-humides à semi-arides d'Afrique, à pluviométrie de 500 à 800 mm, à température moyenne de 25°C à 28°C pendant le cycle végétatif. Il supporte les températures élevées et les sécheresses prolongées.

Cette culture s'adapte bien à toute une gamme de sols : des terrains sablonneux aux sols lourds, des sols fertiles au moins fertiles, y compris ceux qui sont presque acides. Cela ne veut pas dire que le niébé préfère les sols acides ou ingrats ; mais les tolère sous des conditions de pluviométrie adéquate. La culture du niébé n'est pas adaptée aux sols de faible drainage.

La sensibilité à la photopériode varie avec les variétés (voir ci-après : origine de variétés)

1.2 Origine et variétés

A la lumière des travaux de Faris en 1965, le niébé a été reconnu comme étant une plante d'origine africaine ; sur un total de 170 espèces dans le monde, 120 ont été relevées comme provenant d'Afrique. On classe les niébés en trois groupes variétaux d'après leur physiologie :

- Variétés peu sensibles à la photopériode, précoces, allongeant leur cycle en saison sèche froide ;
- Variétés sensibles fleurissant en jours de 11 h 30, tardives, raccourcissant leur cycle en contre-saison ;
- Variétés non sensibles.

On distingue les variétés suivant le port, la coloration des feuilles et des graines ainsi que leur grosseur. Les variétés disponibles actuellement proviennent principalement du Nigeria, des Etats-Unis et du Sénégal. Les principales variétés cultivées en Haute-Volta sont Beng-pélèga, Beng-raga, et Beng-bèda (noms en moré) ; mais il existe aussi de nombreuses autres variétés plus ou moins répandues dans le pays.

1.3 Intérêt économique du niébé

1.3.1 Le niébé dans le monde

Le niébé n'est pas important sur le marché mondial. C'est pourquoi les renseignements sur sa production sont rares. La production des graines pour l'usage individuel - familial - est probablement plus importante en Inde, en Afrique de l'Ouest et dans la Partie Nord du Nigeria où la production annuelle est estimée à un million de tonnes pour 5 à 6 millions d'hectares. En Afrique de l'Est la production est aussi importante : Au Burundi le niébé constituerait un des aliments de base pour la population.

1.3.2 La culture du niébé en Haute-Volta et son utilisation

A - La production

Contrairement au Burundi où le niébé constitue un aliment de base au même titre que le mil, donc une culture principale, en Haute-Volta cette légumineuse est classée dans les cultures secondaires majeures avec le maïs et le riz. Elle est largement cultivée dans toutes les régions du pays. En milieu rural sa culture se fait en association avec le mil, le sorgho, le riz pluvial où même avec le maïs. Mais l'on rencontre quelque fois aussi du niébé semé dans des parcelles uniques, principalement dans les nouveaux champs. Généralement semé en même temps que le mil ou le sorgho en Mai-Juin, la récolte se fait de Septembre à Novembre. La variété rampante - "Beng gnanga" ou "Beng péléga" dont la fructification est échelonnée dans le temps, est tardive. La variété précoce -Beng raga - elle, se récolte en une fois, trois mois après les semis, en Août-Septembre.

Soumis à de fortes attaques d'insectes, le niébé en culture traditionnelle est peu productive (100 à 200 kg/ha). Néanmoins, au point de vue quantité produite, les statistiques agricoles (1970-1978)* montrent que le niébé se place en tête des légumineuses et en quatrième position après le mil, le sorgho et le maïs.

Les facteurs limitants du rendement sont par ordre d'importance :

- Les attaques d'insectes (surtout sur les fleurs)
- Les techniques culturales défectueuses
- Les problèmes variétaux.

* Voir annexe I

On doit noter aussi que le niébé est planté en saison sèche par les maraîchers locaux pour ses feuilles recherchées pour la sauce.

Le rendement du niébé en culture irriguée serait de 30 à 40 qx/ha pour une demande en eau de 970 mm et pour une durée de végétation supérieure à 4 mois ; culture irriguée en saison sèche.

Dans les différentes régions du pays le niébé est cultivé pour plusieurs utilisations à la fois.

B - Les usages

a) l'alimentation humaine

En Haute-Volta cette légumineuse est beaucoup consommée sous forme de mets extrêmement variés. Le tableau 1 présente un inventaire de ces différents mets.

Tableau 1 : Les différents mets préparés en Haute-Volta avec le niébé

Nom en français du met	Nom en moré du met	Principaux constituants du met	Milieu de consommation (marché, famille)
beignets de niébé	Sam-Sam	farine de niébé	marché, rarement en famille
galettes de niébé	gonré	niébé écrasé	marché et famille
		feuilles fraîches de niébé pilées + mil ou maïs écrasé	marché et famille
	gnon		
tô (pâte) de niébé	beng-sagb	farine de niébé + farine de mil ou de sorgho	famille
niébé simple	benga	niébé seul ou niébé + mil ou maïs ou riz	famille
sauce de graines de niébé	beng-ziendo	graines de niébé grillées puis écrasées	famille
sauce des feuilles de niébé	beng-vad-ziendo	feuilles de niébé pilées seules, ou ajoutées de fruits de gombo frais*	famille

* gombo = Hibiscus esculentus

Les beignets et les galettes de niébé se rencontrent dans tous les marchés de Haute-Volta. Préparés et vendus sur les places de marché par les femmes, ils constituent avec le dolo - bière de mil - les principales sources financières pour les paysannes : c'est par ces activités qu'elles peuvent satisfaire leurs besoins personnels en habillements et en équipements de cuisine.

Les beignets et les galettes sont principalement à la base de la commercialisation des graines de niébé sur les marchés du pays. A ce propos, le niébé-grain est vendu par tine* ou échangé contre des grains de céréale ou contre des grains du Parkia biglobosa (nééré). Le prix est variable suivant la période de l'année : bas à la fin des récoltes en Septembre-Novembre, il est très élevé en début de saison en Mai-Juin et surtout Juillet, bien que la qualité décroisse considérablement avec le temps.

Il faut noter enfin, que le niébé est largement consommé en Haute-Volta aussi bien dans les villes que dans les campagnes. Sa valeur alimentaire est montrée dans les tableaux suivants :

Valeur alimentaire du niébé (Smartt 1964)⁽²⁰⁾

Tableau 2 : Composition chimique du niébé en pourcentage

Protéines	Lipides	Glucides	Fibres
23,4	1,3	56,8	3,9

Tableau 3 : Les amino-acides renfermés dans les graines de niébé en mg/gr

Isoleucine	Leucine	lysine	Phénylalanine	Tyrosine	Sulfur AA	Méthionine	Cystéine	Thréonine	Valine
260	450	410	340	210	230	120	110	220	340

La richesse du niébé en lysine constitue la principale raison de la valeur nutritive qu'on lui connaît car cet amino-acide n'est pas synthétisé par l'organisme.

* tine = unité de mesure utilisée par les commerçants de graines alimentaires dans les marchés locaux. Sa capacité est d'environ 20 dm³.

* Les graines du nééré (nom en dioula) servent à la préparation du sumbala, condiment important dans la cuisine paysanne en Haute-Volta.

b) Alimentation animale

La culture du vigna unguiculata walp n'est pas seulement destinée à l'alimentation humaine. Les fannes de niébé constituent un aliment de très bonne valeur fourragère pour les animaux. Après la récolte des gousses, les fannes sont ramassées et conservées sur de petits hangars ou les toits des maisons, exposées à l'air libre et au soleil pour prévenir l'alimentation des animaux - chevaux, ânes, moutons, boeufs de trait - pendant la saison sèche. Dans les villes, on a souvent recours aussi à ces fannes pour nourrir des lapins.

c) Importance agronomique

Le niébé, comme toutes les légumineuses, comporte au niveau de ses racines, des nodules renfermant des micro-organismes (bactéries) capables de fixer l'azote atmosphérique. Ainsi, une plantation de niébé apporte de l'azote au sol. C'est pour cette importance agronomique que le niébé est souvent conseillé dans les rotations des cultures. Aussi, les variétés rampantes cultivées en association avec d'autres cultures telles que le mil ou le sorgho, couvrent bien le sol et le protègent contre l'érosion par les pluies.

2. LES RAVAGEURS DU NIEBE - LE RAVAGEUR PRINCIPAL

2.1 Les ravageurs du niébé

Les ravageurs du niébé sont essentiellement des insectes. Les dégâts sont très importants. Le tableau 4 donne la classification de ces insectes

Tableau 4 : Classification des insectes parasites du niébé
(selon M. DIAW, 1982)⁽²⁾

Noms communs	Ordres	Familles	Espèces
Cicadelles	Homoptère	Jassidae	Empoasca dolichi poali
Thrips du feuillage	Thysanoptère	Thripidae	Séricothrips occipitalis Hood
	Coléoptère	Chrysomelidae	Paraluperodes quaternus
			Oothéca mutabilis
Pucerons	Hémiptère	Aphididae	Aphis craccivora - koch
Thrips des fleurs	Thysanoptère	Thripidae	Taeniothrips sjostedti
Mineuses des fleurs et gousses	Lépidoptère	Pyralidae	Maruca testulalis Guy
Punaises de gousses	Hémiptère	Coreidae	Riptortus dentipes
			Clavigralla horridaoum
			Anaplocnemis curvipes
Mineuses des gousses	Lépidoptère	Olethrentidae	Cydia ptychora
Charançon du grenier	Coléoptère	Bruchidae	Callosobruchus maculatus
			Callosobruchus rhodosianus
			Bruchidius atrolineatus
			Acanthoscelides obtectus
Punaises des gousses	Hémiptère	Pentamidae	Nezera viridula
	Coléoptère	Lagriidae	Lagria villosa
	Coléoptère	Lagriidae	Chrysiolagria niarobona
	Coléoptère	Curculionidae	Apion varium
	Coléoptère	Curculionidae	Nematoarus acubus
	Coléoptère	Galerucidae	Barombia humeralis
	Orthoptère	Pyrgamorphidae	Zonocerus variegatum
	Lépidoptère	Lycaenidae	Euchrysops malathana
	Lépidoptère	Pyralidae	Eldana saccharina
	Coléoptère	Meloidae	Mylabris fuquharsonis
	Lépidoptère	Noctuidae	Prodenia litura
	Lépidoptère	Arctidae	Amsacta meloneyi
	Diptère	Agromyzidae	Melonagromyza phaséoli
	Coléoptère	Buprestidae	Sphénoptéra spp.

Les attaques sont importantes au moment de la floraison : Les Thrips et les chenilles de lépidoptère s'attaquent surtout aux bourgeons floraux et aux fleurs dont ils peuvent provoquer la destruction complète. Souvent aussi, les tiges tendres, les pédoncules et les gousses sont attaqués.

Le rendement peut être considérablement réduit, voir même nul.

Stocké, le niébé est soumis à de fortes attaques de bruches. Ces insectes se multiplient beaucoup à l'intérieur du grenier où ils trouvent les conditions idéales de vie.

Les bruches s'attaquent au niébé depuis le champ et sont introduites dans le grenier avec les récoltes. Elles sont extrêmement nuisibles et difficiles à combattre. Le niébé est vite détruit par ces insectes : Selon la conférence sur les aspects techniques et économique de l'entreposage des grains, (Rome 1973)⁽¹⁴⁾ il peut perdre 50 % de son poids après trois mois de stockage.

Le principal ravageur est Callosobruchus maculatus f

2.2 Le principal ravageur des stocks de niébé : Callosobruchus maculatus (figure 1)

2.2.1 Classification systématique

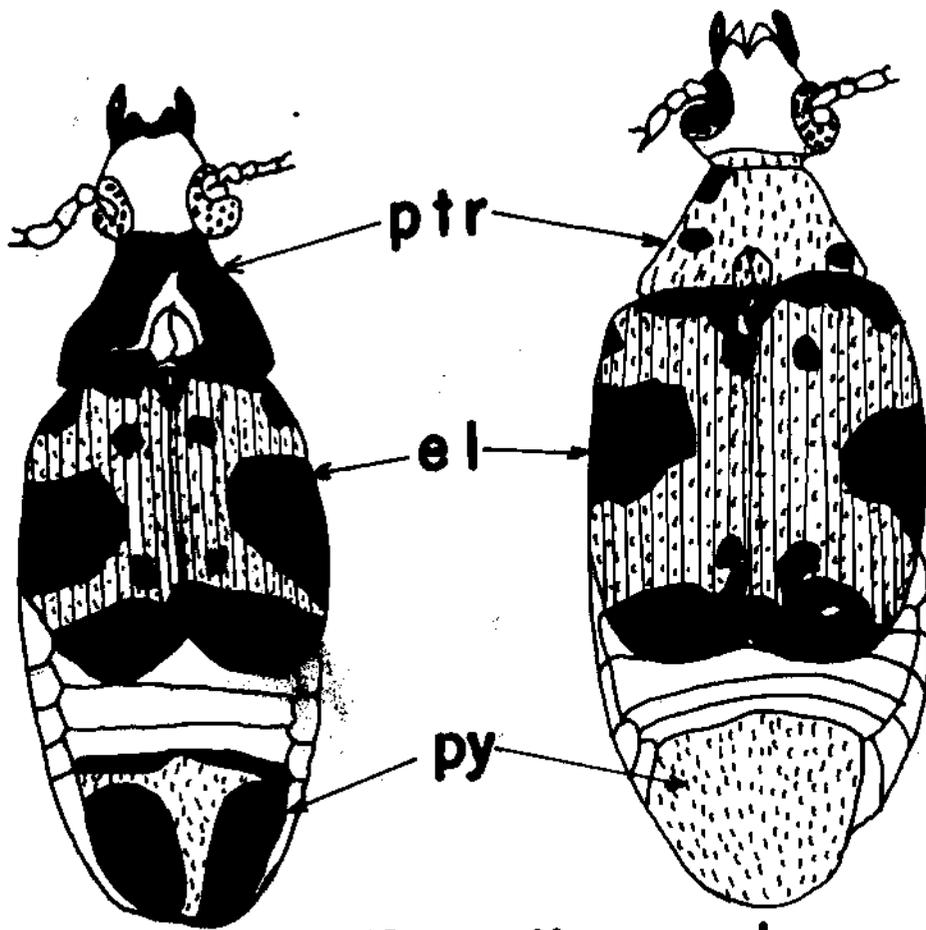
Bridwell (1929)⁽²⁾ désigne sous le nom de Callosobruchus maculatus fabricius, cette bruche qu'on rencontre dans les graines de niébé. C'est un coléoptère de la famille des Bruchidae ; Antérieurement de nombreux auteurs ont eu à faire des descriptions plus ou moins contradictoires de cette bruche. C'est ainsi que dans certains documents on rencontre des noms différents désignant ce même insecte : On a parfois substitué "quadrinaculatus" à "maculatus" après les noms génériques de Bruchus

Mylabris

Laria

Pachymerus

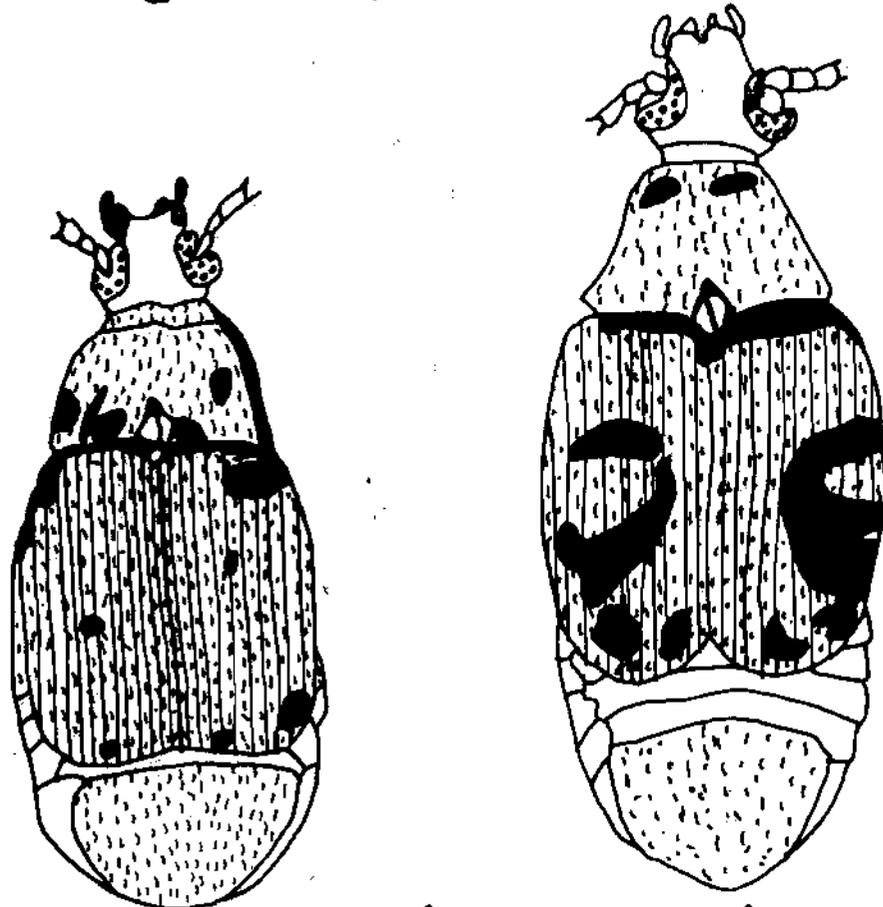
L'espèce "maculatus" est la première décrite. On l'emploie actuellement après le nom du genre "Callosobruchus". Nous avons donc adopté, pour désigner l'insecte qui fait l'objet de notre étude, l'appellation Callosobruchus maculatus fabricius.



a Femelles **b**

- a**: Femelle de la forme non voilière
- b**: Femelle de la forme non voilière
- c**: Mâle de la forme voilière
- d**: Mâle de la forme voilière

ptr Prothorax
el Elytre
py Pygidium



c Mâles **d**

2.2.2 Description sommaire de C. maculatus (f):

Utida (1954)⁽¹⁷⁾ au Japon signale l'existence chez C. maculatus (f) de deux formes d'adultes caractérisées principalement par la présence ou non d'aptitude au vol. L'auteur parle de forme voilière pour désigner les adultes capables de voler et de forme non voilière pour désigner ceux qui en sont incapables. Il a trouvé en 1972⁽¹⁶⁾, que la différence entre ces deux formes tient non seulement de leur morphologie, mais aussi de leur physiologie, de la constitution chimique de leur corps et de leur comportement.

La description de C. maculatus (f) ne peut donc être globale; elle concernera chacune des deux formes précitées. Cette description est totalement empruntée à P.A. OULURAGO (1978)⁽¹³⁾.

A - La femelle des deux formes.

(dessins a et b)

La forme du corps de la femelle des deux formes, voilière et non voilière, est ellipsoïdale, avec une partie de l'abdomen dépassant nettement les élytres au moment de l'émergence. Cependant le corps de la femelle voilière est plus ramassé, son abdomen plus court et moins étroit. Son pygidium est uniformément recouvert de poils blanc-jaunâtre. Il en est de même de son prothorax. Le pygidium de la femelle non voilière porte par contre deux tâches noires séparées par une ligne blanche pubescente. Son prothorax est noir.

Le dessin élytral des deux formes se compose de 4 taches noires, placées latéralement; les deux plus grandes vers le milieu et les deux autres plus petites vers l'apex.

B - Le mâle des deux formes.

(dessins c et d)

Chez le mâle des deux formes le pygidium est uniformément coloré en blanc jaunâtre. Le mâle voilier a le corps trapu et plus ramassé. Le corps du mâle non voilier est ellipsoïdal. Le dessin des élytres des deux formes est également différent. Il est plus tacheté chez la forme voilière

2.2.3 Biologie de C. maculatus (f) et les dégats provoqués

A - Biologie

Comme mentionné plus haut, l'attaque du niébé par C. maculatus (f) commence au champ et il est introduit dans le grenier en même temps que les récoltes.

La femelle pond ses oeufs individuellement sur le niébé. L'oeuf est protégé par une mince couverture dure. Après éclosion la larve pénètre dans la graine ; elle va y demeurer toute la vie larvaire et dévore les réserves de la graine pour assurer son développement. L'insecte n'en ressortira donc qu'à l'état adulte après avoir perforé un trou de 1 mm de diamètre environ. Selon P.A. QUEDRAGO (1978)⁽¹³⁾ la durée de développement de l'oeuf à l'adulte varie de 32 à 48 j à 20°C et 22 à 32 j à 29°C dans les conditions de 70 % d'humidité relative. (voir figure 2)

Les mâles non voiliers vivent environ 10 jrs et les femelles 12 jrs (Rodger Mitchell 1975)⁽¹¹⁾ Selon encore P.A. QUEDRAGO (1978)⁽¹³⁾ Les femelles non voilières nouvellement émergées pondent $84,6 \pm 4,2$ oeufs (n = 9) - Dans nos témoins à Kamboinsé, ce nombre est de 66 à 71 en moyenne (n = 15). La fertilité est de 86 %.

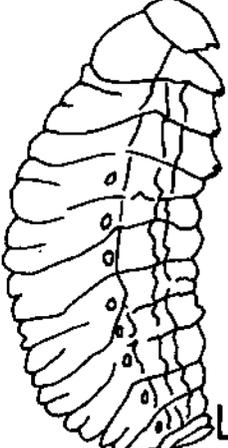
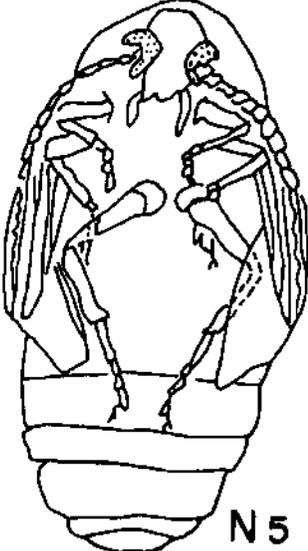
La femelle de la forme voilière a une fécondité faible. La fertilité est d'environ 69 %. Les individus de la forme voilière, mâles comme femelles, en l'absence de plante hôte et de copulation vivent très longtemps.

Certains individus vivent ainsi 4 à 5 mois. L'accouplement, non seulement permet la ponte mais il intervient pour diminuer la longévité des 2 formes.

- L'apparition des formes voilières

La forme non voilière ou forme normale qui trouve, dans les conditions de stockage et dans celles du laboratoire, un milieu favorable (présence de plante-hôte, grande possibilité de copulation, facteurs climatiques stables) à son développement, est la plus nuisible aux graines de niébé stockées. La forme voilière ou forme active, apte à voler et seule rencontrée dans la nature, provient de la transformation morphologique et biologique de la forme non voilière ou forme nor-

Figure 2 : Les larves de *C. maculatus* F.

 <p style="text-align: center;">L 1</p>	<ul style="list-style-type: none"> - apparaît toujours à l'endroit de dépôt de l'oeuf, à l'intérieur même de celui-ci. 24 à 48 h après elle pénètre dans la graine où elle se localise dans l'épaisseur du cotylédon. - Larve de type chrysomélien, corps blanchâtre ; présence de 3 fines paires de pattes non fonctionnelles et d'une plaque prothoracique. - mue vers le 10^e - 11^e jour à 20°C et vers le 5^e-6^e jour à 29°C - capsule céphalique : <ul style="list-style-type: none"> - longueur moyenne : $0,12 \pm 0,01$ mm - largeur moyenne : $0,13 \pm 0,01$ mm
 <p style="text-align: center;">L 2</p>	<ul style="list-style-type: none"> - plus de plaque prothoracique ni de pattes - corps blanchâtre sauf la tête qui est marron-jaunâtre - type rynchophorien - présence d'une paire d'antennes articulées à 3 articles - grossit et élargit la galerie en une 1^{ère} logette - presque toujours localisée dans le cotylédon de pénétration - mue vers le 17^e ou le 18^e jour après la ponte à 20°C et vers les 8^e-9^e jours à 29°C - capsule céphalique : <ul style="list-style-type: none"> - longueur moyenne : $0,33 \pm 0,01$ mm - largeur moyenne : $0,25 \pm 0,01$ mm
 <p style="text-align: center;">L 3</p>	<ul style="list-style-type: none"> - type apode comme la L2 - continue à agrandir la galerie en une 2^e logette - grossit considérablement et mue vers le 24^e jour à 20°C et vers le 14^e jour à 29°C - capsule céphalique : <ul style="list-style-type: none"> - longueur moyenne : $0,50 \pm 0,01$ mm - largeur moyenne : $0,41 \pm 0,02$ mm
 <p style="text-align: center;">L 4</p>	<ul style="list-style-type: none"> - même type que L2 et L3 - creuse une 3^e logette qui n'est séparée de l'extérieur que par une fine membrane tégumentaire de la graine. - cette logette est arquée et sa taille est définitive - nymphose vers le 28^e jour après la ponte à 20°C ou vers le 19^e jour à 29°C. - capsule céphalique : <ul style="list-style-type: none"> - longueur moyenne : $0,77 \pm 0,01$ mm - largeur moyenne : $0,57 \pm 0,02$ mm
 <p style="text-align: center;">N 5</p>	<p style="text-align: center;">La nymphe est au départ blanchâtre et porte encore sur sa face ventrale l'exuvie de la larve de 4^e stade. La nymphose a lieu dans la logette n° 3, aménagée par la larve 4. Sa paroi est formée par le tégument de la graine. Son pourtour est tapissé par la coque de nymphose.</p>

male - notons qu'une fois dans des conditions de stockage la forme active se transforme aussi peu à peu en forme normale, morphologiquement et biologiquement. C'est donc dire que la transformation est réversible pour les deux formes.

Utida (1972)⁽¹⁸⁾ au Japon, signale que l'apparition de la forme voilière est induite par la densité des larves dans la graine de haricot, par la faible teneur en eau de celle-ci, par les hautes températures et par les très courtes ou très longues photopériodes ; l'origine de cette apparition de la forme voilière serait liée selon Utida, à un facteur héréditaire. Decelle (1972)⁽⁶⁾ attribue l'apparition de la forme voilière à des facteurs externes à l'individu exclusivement. Il pense qu'il s'agit "peut-être d'une phéromone".

Mais P.A. OUEDRAOGO (1978)⁽¹³⁾ trouvait après plusieurs expériences, que ce phénomène n'était lié ni à la densité des larves dans la graine, ni à la teneur en eau de celle-ci, ni à la température ; il conclut qu'il semble être plutôt lié à un facteur génétique.

B - Les dégâts dûs à C. maculatus (f)

Commencant par des degrés variables d'infestation au champ, celle-ci se produit essentiellement dans le grenier.

Une expérience menée par Larson et Fisher (1924)⁽¹⁰⁾ en Californie montra que 69 pounds de la variété "Blackeyed" infestés avec 25 couples de cet insecte étaient réduits en l'espace de sept mois et demi à 26,25 pounds avec une perte d'environ 62 % en poids. Au Nigeria il a été estimé une perte de poids d'environ 24 000 tonnes par an évaluée à 0,84 million de livres soient 42 millions de francs CFA.

De plus, jusqu'à 37 % des graines ont été perforés entraînant une perte considérable en qualité et en valeur marchande. A Potchefstroom, union of south-Africa, oos-thuizen (1940)⁽¹²⁾ reporta que des graines lourdement infestées perdaient 50 % de leur poids en trois mois.

Kieffer déclarait en 1927 que les producteurs de haricots dans trois régions de Californie ont eu une perte de 1 à 1,25 million de dollars sur leurs récoltes de 1926, due aux ravages des 2 espèces Bruchus obtectus et C. maculatus (f)

Les dégâts de la bruche causés au niébé ne sont pas limités seulement aux pertes de poids et de la valeur marchande. Il y a aussi les pertes en éléments nutritifs (protéines, hydrate de carbone) : selon la conférence sur les aspects techniques et économiques de l'en-

treposage des grains (Rome 1973)⁽¹⁴⁾, au Nigeria, le niébé qui contient à peu près 25 % de protéines, subit une perte de poids annuelle de 2,5 % due au C. maculatus (f), soit une perte en protéine de 1 500 tonnes pour la production de 250 000 tonnes.

Le souillage des graines par les insectes et leurs excréments ne sont guère à négliger. Les graines mal triées et comportant toujours des larves, donnent un goût désagréable au niébé après cuisson.

Enfin, la perte de semence n'est pas du tout à oublier : les germes des semences sont d'autant plus affectés qu'il y a plus de larves dans la graine. La destruction des germes des semences endommage les graines emmagasinées comme semences pour l'année prochaine. L'insuffisance du pouvoir germinatif est très sérieuse et peut réduire sévèrement le rendement de la production. En Californie, Larson montra expérimentalement en 1924 que la plantation de niébé parasité réduisait le rendement du fait des facteurs suivants :

1°) en blessant les embryons et causant de large pourcentage de ~~fontes~~ de semis à la germination

2°) en accélérant la décomposition des graines pendant qu'elles germent

3°) en gardant les cotyledons collés tout en empêchant le développement des premières feuilles, et,

4°) en déplaçant et en rendant une grande partie des réserves nutritives inutilisable par le jeune plant ; ce dernier devient alors chétif et improductif.

CHAPITRE II

LE STOCKAGE TRADITIONNEL DU NIEBE EN HAUTE-VOLTA (Résultats d'enquêtes)*

Terminologie

Selon le document du CILSS⁽⁴⁾ sur le stockage des céréales dans les pays du sahel, l'expression "stockage traditionnel" qui s'oppose couramment à celle du "stockage moderne", recouvre plusieurs termes qui en précisent telle ou telle particularité. Ainsi, "stockage à la production" ou encore "stockage local" se réfèreraient à la notion de géographie tandis que "stockage paysan" relèverait plutôt de l'aspect sociologique. Il en est de même de "stockage villageois" par rapport à "stockage familial", alors que tous les deux se distingueraient des termes précédents en soulignant la dimension collective ou communautaire du phénomène. Il y aurait aussi d'autres termes tels que "stockage artisanal" ou "stockage rural" qui font état de l'aspect artistique ou technique du stockage.

N.B : L'expression que nous utiliserons ici est celle du "stockage traditionnel" parce que notre étude traite du système traditionnel de stockage au niveau paysan dans sa généralité et non dans une particularité donnée.

1 - LES MOYENS DE STOCKAGE

Généralités

Selon toujours le même document du CILSS cité plus haut, le stockage des grains au niveau paysan est une pratique très ancienne qui bénéficie d'une expérience éprouvée. Les techniques utilisées dans la construction des greniers - matériaux, formes, dimensions, disposition - témoignent d'une grande capacité d'adaptation aux ressources locales et d'une maîtrise architecturale qui sait allier esthétique et efficacité.

Les enquêtes, que nous avons menées à travers le pays, ont permis de constater que les méthodes de stockage des denrées alimentaires en général, varient selon les zones climatiques,

* Voir annexe II : guide interview et localités visitées.

Les ethnies, la nature et parfois aussi avec la destination (consommation, semence) des produits stockés. Il a été aussi facile de constater que les moyens de stockage sont d'une très grande polyvalence - un même grenier, par exemple le secco, peut servir à conserver n'importe quelle denrée alimentaire ; aussi, dans l'ancien temps paraît-il, les greniers, les jarres et les canaris servaient aussi de cantines ou de coffres-forts où les paysans gardaient leurs vêtements ou leurs coris*. Il n'existe donc pas de particularité dans la conception des conteneurs destinés à contenir le niébé. C'est pourquoi la description des moyens traditionnels de stockage sera générale.

Ces moyens traditionnels de stockage sont multiples et peuvent être classés de plusieurs façons :

A - Classification suivant le matériel utilisé

a) Moyens de stockage en terre

- . greniers en terre-banco-
- . jarres
- . canaris
- . pots (en terre cuite)

b) Moyens de stockage en paille

- . greniers en paille-secco-

c) Greniers intermédiaires

(corps en banco, toit en paille)

B - Classification suivant la taille (taille généralement rencontrée).

Par ordre de capacité décroissante on aura :

- . Les greniers intermédiaires
- . Les greniers en paille-secco-
- . Les greniers en terre-banco-
- . Les jarres
- . Les canaris
- . Les pots en terre cuite.

* coris = coquillage de mer servant autre fois de monnaie en Afrique

C - Classification suivant la technique de construction

a) Maçonnerie

- . Greniers en terre
- . Greniers intermédiaires

b) Vannerie

- . Greniers en paille

c) Poterie

- . Jarres
- . Canaris
- . Pôts en terre cuite

D - Classification suivant la forme géométrique

a) Greniers cylindriques

b) Greniers coniques

c) greniers divers (autres formes)

Il existe un dernier moyen de stockage qui n'est pas du tout traditionnel mais qu'il faut mentionner puisque largement utilisé par les paysans pour la conservation des semences. Il s'agit de la bouteille de verre qui a remplacé presque partout la gourde traditionnelle.

Les capacités de ces différents moyens de stockage sont **très** variables. L'hétérogénéité des formes géométriques et la disparité des dimensions rendent difficiles les mesures de volume. De plus, l'évaluation de la capacité d'un grenier dépend du mode physique sous lequel est engragé le grain. Pour ce qui concerne le niébé par exemple, il peut être stocké en gousses ou en grain battu. Les gousses sont conservées avec des rameaux de plantes insectifuges en couches intercalaires ou non, et le grain-battu mélangé avec des poudres inertes (terre fine, cendre de bois) ou avec des poudres des mêmes plantes "insectifuges" utilisées dans le cas précédent.

Ce que l'on pourrait néanmoins souligner, c'est que les greniers utilisés pour le stockage du niébé sont généralement de petite taille. Mais cela s'expliquerait par le fait que le niébé étant une culture secondaire, est produite en très faible quantité. De plus, c'est une denrée fortement endommagée au stockage ; le paysan n'en garde généralement que très peu - rien que les semences dans certains cas - par crainte des ravages dûs aux insectes.

E - Construction

Les méthodes de construction de chacun des moyens de stockage cités plus haut, varient suivant les régions et parfois avec les ethnies. Mais il s'agit toujours d'un travail plus ou moins collectif, au moins familial (cas des grands greniers). La construction des jarres et canaris est, quant à elle, individuelle puisque souvent exclusive au potier ou à la potière. Contrairement à certaines vanneries qui peuvent être rapidement faites dans le champ pendant la saison pluvieuse, les greniers et les poteries sont généralement construits pendant la saison sèche. Il aurait été intéressant de connaître la durée de construction de ces moyens de stockage en fonction du type et de la taille, ainsi que le coût des différents matériaux. Nous avons fait construire des greniers-tests à Kamboinsé sur le modèle traditionnel. Mais les conditions de travail étaient totalement différentes de celles du milieu rural, et les indications chiffrées à ce propos ne pourraient pas refléter vraiment la réalité. Ces greniers étaient de taille moyenne (secco, banco, intermédiaire). Les frais de construction de chacun de ces greniers étaient de quatre mille (4 000) francs CFA. Le coût des différents matériaux n'a pas pu être étudié. La durée de construction allait de 4 à 5 jours pour les seccos, à 8 jours pour les bancos et les greniers intermédiaires.

Dans le Sud-Ouest, la construction des grands greniers (intermédiaires) peut prendre 15 à 21 jours.

Ce qu'il faut souligner, c'est l'ingéniosité et la maîtrise technique que représente la réalisation de ces ouvrages dans sa diversité. Il ne nous semble pas d'ailleurs très correct de mesurer le temps consacré à la construction des moyens de stockage en terme seulement économique. En effet, ces moyens de stockage sont des produits de sociétés rurales agricoles enracinées dans un terroir ; il sont conçus dans une économie d'autosubsistance et ont assuré la subsistance des populations pendant des générations ; en même temps qu'ils demeuraient comme le signe de toute une tradition architecturale et le témoin de la culture locale. La qualité professionnelle n'excluant pas le souci d'une expression artistique, il semble important que l'on tienne compte aussi de la valeur - et du coût - sociale de ces ouvrages.

1.1 Le grenier en paille-secco-

1.1.1 Adaptation géoclimatique

Le grenier en paille appartient traditionnellement à la zone Sahélienne et à la zone Soudano-Sahélienne du pays. Mais, il ne se rencontre plus aujourd'hui que dans cette dernière zone, essentiellement dans le plateau mossi. Sa rareté constatée dans la partie sahélienne semble pouvoir s'expliquer par les matériaux de plus en plus difficiles à trouver sur place pour sa confection. On rencontre aussi de temps en temps les greniers en secco dans la partie soudano-guinéenne du pays ; mais presque essentiellement dans les villages où résident des immigrants mossis ou peuls.

1.1.2 Description physique et technique de construction

Les greniers en paille sont pour la majorité, de petites dimensions, posés sur de petits supports en bois ou des pieux en forme de fourche. Les plus modestes de ces greniers sont pratiquement de grands paniers souvent en forme de cône renversé dont le sommet repose généralement sur une pierre qui l'isole du sol (photo n° 2). Les plus grands sont souvent cylindriques, posés sur un plancher de rondins ou de bois simplement croisés, supportés par des pieux plus élevés (photo n° 1) ou par de grosses pierres, ce qui leur permet d'être mieux protégés du sol, des prédateurs, de l'humidité et aussi des indiscretions. Leur hauteur du sol est d'environ 40 cm. Ces grands greniers semblent ainsi donc plus aptes à des stockages de longue durée. Leur durée de vie serait de 3-4 à 5 ans en moyenne alors que celle des plus petits serait de 2 à 3 ans au maximum.

Quelle que soit la taille de ces greniers, les prélèvements et les remplissages se font par le haut. Après quoi, ils sont recouverts par un chapeau de paille très maniable et facile à remettre en place.

Le grenier en paille se compose ainsi donc de trois parties essentielles :

A - Le support en bois = Squelette du grenier (un exemple (photo n° 3))

Il est constitué uniquement de bois que le paysan sait choisir pour sa dureté et pour sa résistance aux termites. Les différentes attaches du support sont effectuées à l'aide d'écorces d'Adansonia digittata (bombacacée), de Lanea microcarpa (Anardiacee) ou des tiges

GRENIERS en PAILLE-secco-



Photo n° 1 : grand grenier en paille
La forme est cylindrique. Le corps
du grenier est posé sur un plancher
de bois simplement croisés supporté
par des pieux. Hauteur du sol = 50 cm
(Kamboinsé)



Photo n° 2 : Grenier conique ; le som-
met du cône repose sur une pierre qui
l'isole du sol. (Fada)



Photo n° 3 : Un exemple de squelet-
te pour grenier cylindrique : les
attaches sont réalisées avec des é-
corces d'Adansonia digitata (Bomba-
cacée) (Fada)

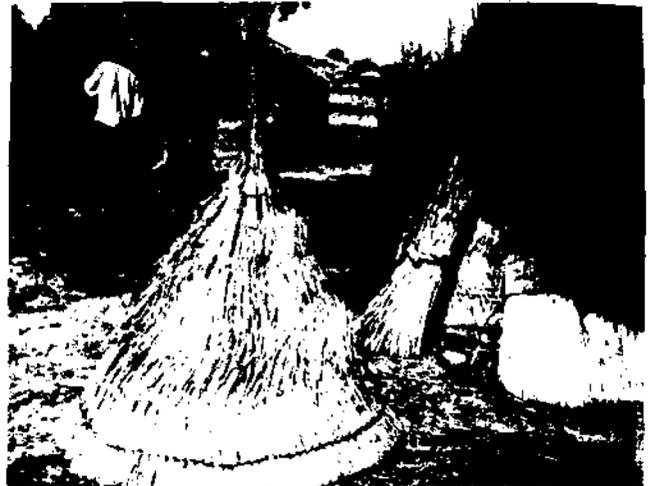


Photo n° 4 : Chapeau de grenier en
paille c'est le même utilisé pour les
greniers intermédiaires. (Owaga = Kam-
boinsé)



Photo n° 5 : Stockage Paul : la récolte
est simplement groupée en tas au-dessus
d'une sorte de hangar et recouverte de
secco (Ouahigouya)

souples de Saba sénécalensis.

Pour éviter que les **pieux** soient attaqués par les termites, au moment de les fixer dans le sol, on introduit dans les trous destinés à les recevoir, des os d'animaux qui attireront des fourmis, ennemies naturelles de ceux-ci. A défaut d'os, on n'y met que de la cendre de bois en quantité appréciable.

B - Le secco = corps du grenier

Il s'agit de paille d'Andropogon gayanus ou d'Andropogon gigantes tressée comme un treillis. A la base du secco on établit une ligne d'attaches pour l'empêcher de se défaire, avec l'un quelconque des types d'écorces mentionnés plus haut. Lorsque le secco est destiné à la construction de grand grenier, il est très large et assez long ; et un ou deux suffisent souvent pour construire un bon grenier de grandes dimensions. Quand il s'agit de petit grenier conique, il est plus petit et enroulé en forme de cône et les extrémités des pailles laissées non tressées sont alors nouées ensemble pour constituer le sommet du cône. L'épaisseur du secco est d'environ 4 à 5 cm. Certaines fois le secco est doublé d'un second pour augmenter cette épaisseur afin d'éviter que l'eau des pluies traverse les parois latérales et gagner l'intérieur. Il faut signaler enfin, que l'étanchéité du secco est souvent assurée par un enduit de terre ou de bouse de vache sur la paroi intérieure.

C - Le chapeau (photo n° 4)

La paille utilisée pour la confection du chapeau est généralement celle d'Andropogon gigantes du fait qu'elle est plus souple.

La technique de confection du chapeau est presque semblable à celle du grenier conique. De même, le chapeau est souvent épaissi par une doublure pour éviter la pénétration des eaux de pluie. La pente de ce toit de paille est variable avec le diamètre du grenier. Elle est faible sur les grands greniers cylindriques et assez forte sur les petits greniers coniques. Très souvent, pour éviter que le chapeau ne soit emporté par le vent, on utilise des fibres des mêmes écorces cités auparavant pour le maintenir fixé aux pieux du grenier.

1.1.3 Disposition

Il convient de distinguer à ce niveau, deux types de stockage : le stockage temporaire et le stockage définitif. Pour ces deux types de stockage les greniers utilisés sont pratiquement les mêmes. Même si les greniers affectés au stockage définitif sont plus grands parce que destinés à rassembler toutes les récoltes de tous les champs. Les greniers à stockage temporaire sont installés dans les champs et sont destinés à stocker provisoirement les récoltes au moment de la moisson en attendant le transport à la maison ou le battage. Ils sont souvent de petite taille. Soulignons qu'il existe aussi des stockages effectués sur les aires de battage (photo n° 16). Ces stockages sont très grands et jouent le même rôle de stockage provisoire. Mais ils n'ont rien à voir avec les greniers proprement dits.

Quant aux greniers à stockage définitif, ils sont habituellement établis près des concessions, des domaines privés des familles ou à proximité du village. La principale raison de cet éloignement des habitations serait le risque d'incendie, donc de perte irréparable. Mais cet éloignement n'est pas sans favoriser les vols dont on nous a fait cas en certains endroits. Il faut noter enfin, que de tout petits greniers servant de garde-manger sont seuls installés au milieu des cases.

1.2 Le grenier en terre - banco -

1.2.1 Adaptation géo-climatique

Le grenier en terre se rencontre partout en Haute-Volta.

1.2.2 Description physique et technique de construction

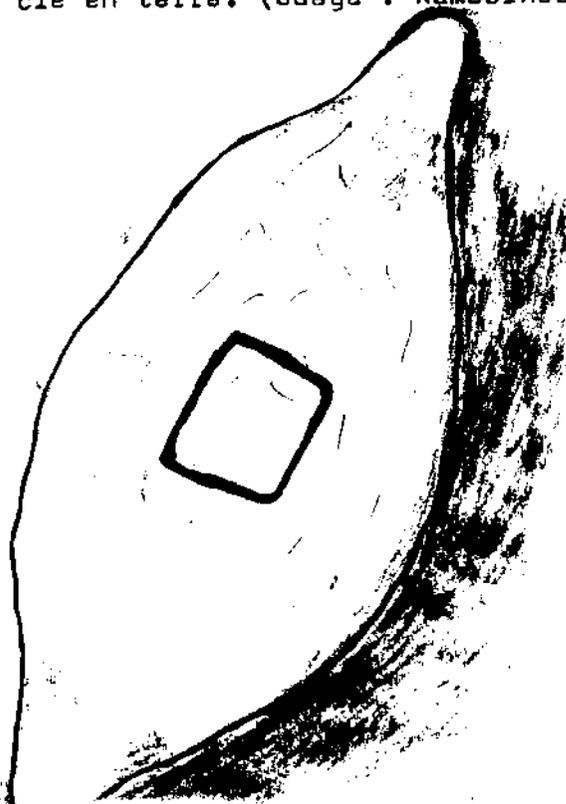
Construit en terre compactée par couches circulaires confondues, il présente généralement la forme d'énorme bouteille, de terminaison ou cylindrique, terminé par un dôme plus ou moins parfait - plateau mossi (photo n° 6 et 7) - Au centre du dôme une ouverture ronde et assez large permet de descendre à l'intérieur. Une fois rempli, il est fermé hermétiquement à l'aide d'une dalle en terre ou d'un large morceau de jarre ou de canari cassé. L'étanchéité est assurée à ce niveau par de la terre pétrie ou de la bouse de vache, servant de ciment. Certains de ces greniers comportent une trappe de vidange à mi-hauteur. Les remplissages et les prélèvements se font par le haut ou par la trappe. La refermeture du grenier est toujours hermétique après chaque prélèvement. Dans le plateau mossi, la base du grenier est constituée d'une dalle construite avec la même terre compactée que le corps du



Photo n° 6 : Grenier en terre "type mossi"
Il est rempli de niébé-grain (Ouaga : Zag-
touli)



Photo n° 7 : Grenier en terre "type mossi"
toujours. La forme cylindrique est plus
nette ici. On remarque bien la dalle-couver-
cle en terre. (Ouaga : Kamboinsé)



Dessin

Grenier en terre
"type Dagara"
Ovoïde avec l'ou-
verture à mi-hau-
teur. (Sud-Ouest :
Diébougou)

grenier. Celle-ci est assez épaisse et très solide. Elle est posée sur des pierres qui servent de supports et isolent ainsi le grenier du sol. Dans le Sud-Ouest, ces greniers en terre ont parfois une forme ovoïde terminée par deux sommets plus ou moins pointus dont l'un repose sur le sol, et sert de support. Le corps du grenier est adossé contre le mur à l'intérieur des maisons et comporte une seule et petite ouverture à mi-hauteur. La fermeture est aussi hermétique (Dessin).

La taille des greniers en terre est variable mais elle est généralement petite. La technique employée pour construire le grenier fait toujours appel à un mélange de paille et de terre, jouant le rôle d'armature comme dans le torchis. La terre utilisée est celle provenant de vieilles termitières ou simplement de l'argile. Quant à la paille, il s'agit souvent de Loudetia Toggensis (graminée).

1.2.3 Disposition

Les greniers en terre sont généralement affectés aux cultures secondaires ; mais ils se prêtent aussi au stockage de tout grain-battu. Parce que de petite taille et servant parfois de garde-manger, ils sont installés habituellement à l'intérieur des maisons au pied du mur ; ou alors isolés au milieu des cases.

1.3 Les greniers intermédiaires

Nous appelons "greniers intermédiaires" ceux dont le corps est en terre ou en parpaings et le toit en paille.

1.3.1 Adaptation géo-climatique

Ces greniers se rencontrent aussi un peu partout ; mais plus fréquemment dans la zone soudano-guinéenne et dans la zone sahélienne. Mais ils semblent appartenir traditionnellement à la partie soudano-guinéenne du pays ; la construction des greniers intermédiaires dans la partie nord du pays semble être récente et liée à la rarefaction des herbes utilisées jadis pour la confection des seccos.

1.3.2. Description physique et technique de construction

Les greniers intermédiaires sont généralement les greniers de plus grandes dimensions. Leur taille varie suivant l'importance de la famille et surtout de sa production. Certains peuvent avoir 3 à 4 m.

GRENIERS INTERMÉDIAIRES



Photo n° 8 : Grenier intermédiaire "type plateau mossi". La section est carrée. Hauteur : 2,5 m largeur : 1,5 m (Ouahigouya)



Photo n° 9 : Grenier intermédiaire "type plateau mossi" couvert de son chapeau de paille (Ouahigouya)



Photo n° 10 : Grenier intermédiaire "type Sud-Ouest" en construction. On peut y noter la technique de construction. (Diébougou)



Photo n° 11 : Grenier intermédiaire "type Sud-Ouest" en fin de construction. (Diébougou)



Photo n° 12 : Greniers intermédiaires "type Comoé". Ils sont cylindriques et groupés devant les cases d'habitation. Le chapeau est identique à celui des greniers en paille. (Benfora)



Photo n° 13 : Grenier intermédiaire installé parmi les cases. L'harmonie avec l'habitat est remarquable. (Ouahigouya)

de haut et 1,5 à 2 m de diamètre. Pour accéder aux plus petits de ceux-ci, on se sert d'une échelle rudimentaire, souvent une grosse branche noueuse. Les plus grands modèles ont une ouverture munie d'une petite trappe en bois à mi-hauteur et parfois même une porte à la base (photo n° 8). Une corde que l'on descend à l'intérieur depuis le sommet permet de sortir par le haut.

Dans la plupart de nos régions, la technique traditionnelle de construction des murs de ces greniers restent identiques à celle des greniers en terre. Mais dans le Nord principalement la section du corps est presque toujours carrée (photo n° 8-9). Ailleurs, ces greniers ont des formes très variées mais ils comportent ^{toujours} un dôme vers le sommet, au milieu duquel un col est levé autour d'une ouverture ressemblant à un "trou d'homme" (photo n° 10-11). La base de ces greniers est une plate-forme établie sur des pierres qui servent de support et les isolent ainsi légèrement du sol.

La façon classique de construction de cette plate-forme est la suivante : sur des pierres disposées en trois rangées, on établit une charpente de bois bien serrée. La charpente est ensuite recouverte de rameaux de plantes "insectifuges" -hyptis spicigera ou Cassia nigricans généralement. Puis, on y étale une couche de terreau ou de terre ordinaire. Pour certains, cette couche est suffisante, elle est alors bien épaisse, et bien damée. Pour d'autres, on ajoute à cette couche, alors moins épaisse, une couche de cendre de bois, d'épaisseur appréciable. Puis on ajoute une dernière couche de terre. On laisse l'ensemble sécher légèrement puis on dame très solidement. Les parois peuvent être montées un à deux jours après.

Les plantes "insectifuges" et la cendre ont pour but d'éviter les termites. De même, sous les pierres, de la cendre est déposée pour toujours prévenir les attaques de termites.

Le toit ^{de} chaume est du même type que dans le cas des greniers en paille ; ses dimensions et sa pente sont aussi très variables (photo n° 12).

Ce qui est à souligner c'est que la construction de ces greniers comme d'ailleurs celle des deux autres types déjà décrits, demande beaucoup d'expérience et de travail.

1.2.3.3 Disposition

Dans l'Ouest et le Sud-Ouest du pays, ces constructions souvent majestueuses, font corps avec la concession : le corps du grenier est entièrement à l'intérieur de la maison tandis que l'ouverture se trouve au-dessous du toit ; fermée par le chapeau de paille. Certaines fois le grenier est installé dehors mais contre le mur, le corps toujours sous un toit en terrasse qui prolonge celui de la maison d'habitation (photo n° 10). Dans les deux cas, l'important à noter c'est que le grenier est protégé du soleil et de la pluie. Dans les autres régions, ils sont tout petits parmi les greniers en paille à côté des cases (partie centrale du pays) ou alors très grands - parfois ressemblant aux cases - dressés au milieu de ces dernières (photo n° 13). Il est remarquable dans les villages que les greniers en général, ne manquent pas d'esthétique et s'harmonisent très bien au paysage et à l'habitat traditionnel par leurs formes et par leurs matériaux.

1.3 Les jarres, canaris et pots en terre cuite

1.3.1 Adaptation géoclimatique

Ces conteneurs sont traditionnellement utilisés partout en Haute-Volta. Ils sont utilisés surtout pour le stockage à court terme de petites quantités de denrées.

1.3.2. Description physique et technique de construction

Ce sont des produits de la poterie traditionnelle. Les différents termes employés pour les désigner ne font que les distinguer par leur forme et par leur taille (photo) les uns par rapport aux autres. Par ordre de capacité décroissante on aura :

- Les jarres (photo n° 14)
- Les canaris (photo n° 15)
- Les pots (photo n° 16)

La construction fait toujours appel à de l'argile longuement pétrie souvent en mélange avec des gravillons.

1.3.3 Disposition

Ces poteries sont généralement installées à l'intérieur des maisons au pied du mur et servent souvent de garde-manger. Les canaris et les pots notamment, sont souvent destinés au stockage des semences.

LES POTERIES



Photo n° 14 : Jarre



Photo n° 15 : canari



Photo n° 16 : Pot

1.4 Tableau 5 : Bilan des avantages et inconvénients des principaux types de greniers (secco - banco - intermédiaire)

	Avantages			Inconvénients		
	Secco	Banco	Intermédiaire	Secco	Banco	Intermédiaire
Construction et Matériaux	<ul style="list-style-type: none"> Techniques de construction connues et maîtrisées Matériaux disponibles, maniables et normalement gratuits Activité de saison creuse et de forme souvent collective 			<ul style="list-style-type: none"> Rareté croissante de la paille et du bois entraînant risque d'aggravation du déboisement Vulnérabilité des matériaux (prédateurs, parasites, incendies) Faible longévité 	<ul style="list-style-type: none"> Technique maîtrisée par quelques personnes seulement Vulnérabilité de la glaise (rongeurs, termites) Vulnérabilité de la glaise (rongeurs, termites) et du chapeau (incendie) 	
Conservation du grain	<ul style="list-style-type: none"> Capacité importante Bonne aération, ventilation permanente Isolation de l'humidité et des rongeurs Meilleure résistance des gousses Facilité de contrôler et d'accès 	<ul style="list-style-type: none"> Capacité importante Bonne résistance aux intempéries Aptitude au grain-battu Isolation de l'humidité Étanchéité aux insectes et aux parasites 	<ul style="list-style-type: none"> Capacité très importante Bonne résistance aux intempéries Aptitude au grain-battu et aux gousses Isolation de l'humidité 	<ul style="list-style-type: none"> Risque de coulage et de vol Mauvaise étanchéité aux insectes et à l'eau Bon développement des insectes 	<ul style="list-style-type: none"> Risque de concentration d'humidité ou d'échauffement Difficulté de chargement et de prélèvement 	Idem
Aspects économiques et culturels	<ul style="list-style-type: none"> Coût et frais minimum Moyen de sécurité économique et témoin de la culture. Proximité des lieux de production et de consommation rurale. 			<ul style="list-style-type: none"> Lenteur de la manutention 		

2. Les moyens traditionnels de lutte contre les insectes ravageurs des stocks de niébé

La lutte contre les insectes ravageurs des récoltes est une pratique qui semble aussi dater de très longtemps. Elle est menée par des méthodes extrêmement variées, généralement héritées des ancêtres. C'est dire donc qu'elle bénéficie aussi de très longues expériences. Ces méthodes de lutte varient souvent avec le mode physique sous lequel est stocké le grain (en épis ou gousses, ou en grain-battu) et aussi avec le type de grenier utilisé (secco ou banco). Leur capacité respective de protéger les récoltes contre les ravageurs semble n'avoir été indiquée que par le bon sens du paysan. En effet, généralement dès qu'un produit paraît dangereux ou tout au moins agressif aux sens de l'homme, le paysan pense qu'il peut avoir les mêmes effets sur les insectes ravageurs de son grain stocké. Il l'utilise alors, et ce sont les résultats de cette utilisation plus ou moins répétée qui vont lui confirmer ou non son efficacité.

2.1 Les moyens traditionnels de lutte utilisés

Des travaux antérieurs sur les méthodes traditionnelles de stockage (projet stockage)⁽¹⁵⁾ et les investigations que nous avons menées à travers le pays sur le système traditionnel de stockage du niébé, nous ont permis de faire un inventaire de ces différents moyens de lutte ainsi testés et en usage par les paysans. Ces moyens, bien que indiqués pour la conservation du niébé, sont aussi largement utilisés pour la protection de tous les autres produits agricoles, notamment les grains.

Ces moyens de lutte sont les suivants :

- Matières inertes
 - Cendre de bois mort
 - Terre fine
- La chaleur
 - Feu vif
 - Soleil
- Les résidus de beurre de karité
- Les plantes odorifiantes.

Tableau : 6

Famille	Nom botanique	Nom en moré	Nom en dioula
Labiées	<i>Hyptis spicigera</i> Lam.	Gnunum gnugu = = rungui rungui	Husso fin
	<i>Ocimum basilicum</i>	"Kum rigd youngou"	Sukona
	<i>Ocimum gratissimum</i> L.	Youlin younga	
Verbenacées	<i>Lippia chevalieri</i>	Kafi	
Graminées	<i>Cymbopogon schoenanthus</i> Spreng	Soa piga	
Capparidacées	<i>Boscia Sénégalensis</i>	Naabré = Lamboï	
Solanacée	<i>Capsicum frutescens</i>	Kiparé	Foruto
Cesalpiniacée	<i>Cassia migricans</i>	Zandarkuka	Djala ni nkuna

Les rameaux de ces plantes sont cueillis alors que celles-ci sont en fleurs ou en fruits.

Concernant le Capsicum, ce sont les fruits mûrs qui sont seulement cueillis. Il faut signaler que toutes ces plantes sont utilisées à l'état sec. Le séchage se fait au soleil.

A titre d'information, il est fait état au Nigéria de l'utilisation de l'huile d'arachide dans la lutte contre les bruches du niébé.

2.2 Techniques d'emploi et de stockage

2.2.1 Les matières inertes : la cendre du bois et la terre fine

Ces deux matières inertes sont généralement utilisées individuellement - rarement mélangées l'une avec l'autre - pour la conservation du grain-battu. Mais la cendre est de loin la plus employée des deux, et même de tous les moyens de lutte cités plus haut, à l'except-

tion peut-être de la chaleur, dans toutes les régions du pays. Les méthodes d'emploi de ces poudres inertes sont les mêmes pour la conservation de niébé. Il en existe deux :

- une méthode simple
- et une méthode "par la chaleur"

a) La méthode simple

Elle consiste pour la cendre de bois par exemple, à tamiser celle-ci avec un tamis fin (1 mm) et à la mélanger avec le niébé-grain. La proportion dans le mélange varie avec la disponibilité en cendre. Elle est souvent de un volume de cendre pour deux ou trois volumes de niébé-grain. Mais elle peut aller jusqu'à 1 pour 1 lorsque la quantité de cendre le permet. L'essentiel dans tous les cas, serait que la cendre occupe tous les vides entre les grains de niébé.

Le complexe "cendre-grain", est mis ensuite dans un grenier en terre, une jarre, un canari ou un pôt en terre cuite ; puis bien tassé pour éviter toute poche d'air à l'intérieur du complexe. On s'arrange toujours à ne pas remplir complètement le conteneur pour combler le reste par une épaisse couche de cendre ; et ceci, quelle que soit la poudre utilisée (odorifiante ou inerte). Certaines fois, cette couche de cendre suffit à constituer la fermeture hermétique dans le cas des jarres, canaris et pots où elle forme un dôme au dessus du bord. D'autres fois, elle est complétée par une couche de terre compactée - argile en général - qui formera le dôme. Dans le cas des greniers comme certaines fois avec les canaris, du fait de l'ouverture étroite, la couche de cendre atteint juste le bord du grenier et l'on ferme l'ouverture par une dalle en terre ronde (photo n° 7) ou par une large pièce de jarre ou de canari cassé. L'étanchéité à ce niveau est toujours assurée par de la terre pétrie ou de la bouse de vache qui sert de ciment. Mais dans tous les cas, la couche de cendre est toujours légèrement arrosée d'eau et fortement tassée pour mieux s'assurer de l'herméticité du stockage.

b) La méthode par la chaleur

Elle consiste à utiliser de la chaleur. Le mélange "niébé-cendre" contenu dans une marmite, est posé sur du feu vif ; au fur et à mesure que le chauffage se fait, ce mélange est remué à l'aide d'un bâton en fourche, en même temps qu'on "prend" régulièrement la température avec le revers de la main. L'opération est arrêtée lorsqu'on res-

sent une température un peu trop forte. A Ouahigouya où nous avons pu assister à une telle opération, la température d'arrêt était de 160° après 5 mn de chauffage. L'opératrice avait utilisé une marmite en fer.

Enlevé du feu on laisse refroidir ce complexe puis on le stocke de la même façon que précédemment.

2.2.2 Les plantes odorifiantes (repulsives ou insecticides)

Ce sont des plantes dont l'odeur repousse parfois certains parasites, principalement les bruches et les charançons. La forme sous laquelle sont utilisées ces plantes varie suivant le mode de stockage adopté (grain-battu ou en gousse) et suivant le moyen de stockage employé. Ainsi, ces plantes sont utilisées sous deux formes différentes

- a) sous forme brute : c'est-à-dire, les tiges avec les feuilles, les fleurs ou les fruits tels que cueillis dans la nature.
- b) sous forme de poudre : c'est-à-dire, séchés et pilés.

La première forme est employée pour la conservation des gousses dans les greniers en paille et quelques fois aussi dans les greniers intermédiaires selon la méthode en sandwich. Cette méthode est la suivante :

- on constitue au fond du grenier un tapis de plante odorifiante ; au dessus de ce tapis on dispose une couche de "niébé-gousse", puis une couche de plante odorifiante, et une couche de niébé ; et ainsi de suite. La dernière couche de niébé est toujours recouverte de plante odorifiante ; puis le grenier est recouvert de son chapeau de paille. L'épaisseur de ces différentes couches est variable ; mais elle est généralement d'environ 3 à 4 cm pour les plantes odorifiantes et de 40 à 50 cm pour les gousses de niébé. Il faut noter que les plantes "insectifuges" sont généralement utilisées individuellement.

La deuxième forme d'utilisation de ces plantes concerne la conservation du niébé-grain dans les greniers en terre, les poteries (jarres, canaris, pôts) et les bouteilles de verre. Il s'agit là, de stockage hermétique. Lorsqu'il s'agit de grenier en terre ou de jarre, la méthode en sandwich est utilisée parce que la quantité de niébé à stocker est importante et le mélange préalable avec la poudre de plante s'avère difficile. Mais dans le cas des stockages de petites quanti-

tés - généralement les semences - dans les canaris, les pôts ou les bouteilles, le niébé-grain est mélangé avec la poudre "insectifuge" et stocké hermétiquement. Très souvent, ces mini-stockages sont laissés sur le toit des maisons ou au-dessus des hangars pour être chauffés chaque jour par le soleil. Ce qui augmente l'efficacité de la méthode (c'est là que intervient l'utilisation de la chaleur solaire dans la lutte contre la bruche du niébé).

2.2.3 Les résidus de beurre de karité*

Ce sont les derniers résidus qui sont recueillis après l'extraction du beurre.

Ils sont donc bien imprégnés d'huile. Ils sont bien malaxés, mélangés avec le niébé-grain et l'ensemble est introduit dans les canaris, pôts ou bouteilles de verre puis exposé au soleil presque continuellement. Les conditions hermétiques ne sont pas nécessaires ici. Cette méthode ne s'adresse qu'aux semences.

Tableau 7 : Avantages et inconvénients des moyens traditionnels de lutte

Avantages	Inconvénients
. Pas dangereux pour l'homme	. Utilisation non rationnelle
. Ne nécessitent pas des précautions d'emploi	
. Faciles à trouver (dans la nature)	. Demande beaucoup de volume pour le stockage
. Produits normalement gratuits	. utilisation entraînant destruction de l'environnement.

* Karité = *Butyrospermum parkii* (Sapotacées)

3 - Les opérations précédant l'engrangement

La conservation des grains demande beaucoup de soins ; mais elle est d'abord conditionnée par les opérations qui précèdent l'engrangement. Les conditions physiques et physiologiques du grain à l'engrangement dépendent des différents traitements dont il a été l'objet depuis le champ jusqu'au moment où il doit être stocké.

Sa prédisponibilité aux attaques d'insectes et aux moisissures, autrement dit, la dégradation de sa qualité et les pertes de son poids pendant le stockage, dépendent beaucoup de ces conditions physiques et physiologiques ; et partant, des traitements subis avant l'engrangement. C'est pourquoi il nous a paru important de parler de cet aspect du problème tel que rencontré au niveau paysan.

3.1 Les traitements au champ

3.1.1 Entretien des cultures

La qualité d'une graine à la récolte dépend généralement des soins dont a bénéficié le plant tout au long de son développement - principalement les soins insecticides au moment de la floraison et de la fructification, pour ce qui concerne le niébé -

Chez nos paysans, le niébé ne bénéficie d'aucun traitement particulier au champ. Contrairement au coton qui fait l'objet de multiples soins culturaux, insecticides notamment, le niébé est généralement négligé ; il est par conséquent attaqué par de nombreux parasites (voir tableau 4, chapitre I). Le rendement obtenu à la récolte est alors faible et la qualité des graines souvent diminuée. Rentré dans le grenier, cette mauvaise qualité des graines peut favoriser les attaques des parasites.

3.1.2 Stade de maturité, période et technique de récolte

Le stade de maturité d'une graine, la période et la technique de récolte jouent un rôle important dans la conservation de cette dernière. Les récoltes mécaniques par exemple, endommagent souvent beaucoup de graines en les brisant. Ce qui les prédispose aux attaques des parasites. Aussi, une récolte au milieu de la saison ou à un stade de maturité incomplète, peut porter préjudice aux graines stockées.

En Haute-Volta, les récoltes de niébé sont toujours manuelles ; ce qui évite tout endommagement des graines. La période de récolte varie avec les variétés. Elle correspond aux mois de juillet-août pour les variétés natives telle que "Beng raga" (moré) et septembre-octobre pour les variétés tardives comme "Beng pèlèga". Mais quelle que soit la variété ou la période de récolte, le niébé est toujours cueilli à maturité complète et à un état bien sec ; c'est-à-dire au "stade blanc". Cependant une exception doit être faite des récoltes au "stade jaune" pour des consommations immédiates (à frais)

Ce qui semble néfaste pour le niébé c'est que sa culture correspond à la saison d'hivernage et les pluies se poursuivent généralement jusqu'à la post-récolte (variétés précoces surtout). Même si les pluies sont terminées à la récolte (variétés tardives), l'hygrométrie de l'air reste assez élevée ; il faut alors veiller à ce que le séchage du grain se fasse bien pour éviter tout risque d'échauffement, de moisissure et même de germination précoce.

3.2 Transport

Les graines sèches en général ne craignent pas le transport surtout dans les conditions paysannes de chez nous : le niébé comme toutes les autres récoltes, est transporté grâce à trois moyens différents :

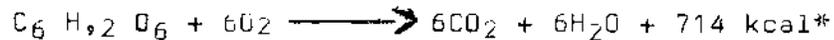
- à pieds dans des paniers portés sur la tête (par les femmes en général)
- dans des charrettes à âne
- à vélos dans des sacs ou des paniers.

Il va sans dire que le transport des gousses demande beaucoup plus de voyages ; les gousses nécessitant un volume plus grand par rapport au grain-battu, à poids de niébé-grain égal.

3.3 Le séchage

Comme dit plus haut, le niébé est généralement récolté en milieu de saison ou vers la fin de l'hivernage. L'air encore chargé d'humidité, influe beaucoup sur la teneur en eau des graines. Or, une teneur trop élevée en eau active la respiration des graines et provoque ainsi une perte de matière sèche se traduisant par des dégagements de gaz carbonique, de chaleur et d'eau - La réaction de dégradation se

traduirait globalement comme suit :



Aussi, la forte humidité dans les graines favorise la multiplication des microorganismes (champignons notamment).

Le séchage s'avère donc être une opération de grande importance. L'élimination de l'eau libre des graines, peut se faire par divers procédés physiques.

En Haute-Volta, la méthode utilisée par les paysans consiste à laisser les gousses sécher dans le champ. D'abord sur le plant, puis, récoltées, groupées en tas plus ou moins épais au dessus de petits hangars. Dans beaucoup de régions, le niébé est directement transporté à la maison où il est séché au-dessus des terrasses. Le séchage dure souvent jusqu'à ce que l'on ait fini de récolter et même de stocker le mil et le sorgho. Il faut noter qu'à cause de la longue durée de séchage et aussi à cause des pédateurs, de petits greniers en paille sont parfois confectionnés sur place pour contenir les gousses en attendant la transport au village ou sur les aires de battage (plateau mossi notamment).

3.5 Le battage et le vannage

Généralement, ces opérations sont collectives (photo n° 17). Les tâches sont réparties : le battage aux hommes et le vannage aux femmes. Mais l'aspect collectif du phénomène n'est lié qu'à la quantité souvent importante de la récolte à battre. S'agissant par exemple du niébé, du fait de la faible production, le battage ne nécessite souvent qu'une ou deux personnes seulement. Il en est de même du vannage.

Le battage est manuel et se fait par percussion à l'aide de bâton de bois (on peut le remarquer sur la photo n° 17). Cette méthode entraîne, si l'on n'y prend garde, des brisures de graines. Le vannage est aussi manuel : placé en biais par rapport à la direction du vent, le niébé battu est porté en hauteur dans une calebasse - généralement - puis laissé tomber doucement au sol. Pendant sa chute, le vent le débarrasse de ses impuretés. Bien entendu, avant le vannage les gousses vides et autres grosses impuretés sont enlevées.

* l'unité cal. n'étant plus utilisée, cette valeur en kcal est égale à : $714 \times 4,18 = 2\,984,52 \text{ KJ}$



Photo n° 17 : battage des récoltes. C'est une activité collective. Le battage se fait avec des bâtons de bois (fada)



Photo n° 18 : Stockage provisoire des récoltes sur l'aire de battage. Il ne s'agit pas de grenier : la récolte est entassée à même le sol puis recouverte au besoin. (fada)

3.6 La préparation du grenier au stockage

Un grenier, surtout un grenier déjà utilisé, nécessite toujours une sérieuse désinfection avant tout nouvel engrainement de grain. Les parasites du dernier stockage peuvent s'introduire dans les fissures des parois et du fond du grenier pour s'y cacher. Aussi, certains peuvent avoir déposé leurs oeufs ou se fixer sur ces parois pour passer une vie ralentie. Ces derniers sont susceptibles de se développer en temps opportun et envahir le nouveau stock de grain. Ainsi donc, tous les efforts menés depuis le champ pour la meilleure conservation du grain peuvent être rendus inutiles. Les paysans comprennent bien l'importance de cette dernière opération pré-stockage.

Ils utilisent pour la désinfection de leur grenier en terre ou de leurs greniers intermédiaires, la méthode par enfumage. Les mêmes plantes utilisées pour le stockage, notamment Cassia nigricans et Hyptis spicigera, sont encore employées ici. Très souvent aussi, les tiges de maïs sont utilisées. Ces plantes peuvent être employées individuellement ou mélangées les unes aux autres. Notons que Cassia nigricans est le plus apprécié.

Cueillies sèches ou mi-sèches, on les dépose au fond du grenier en un seul tas ; puis on les enflamme. La fumée qui se dégage est assez épaisse - surtout lorsque les plantes sont mi-sèches - et l'odeur est plus ou moins repulsive. Ce qui confère à l'atmosphère dans le grenier, un caractère fortement asphyxiant. La combustion est lente et peut durer 15 à 20 mn et la température peut monter jusqu'à 50-60°C. Les parasites peuvent ainsi être éliminés en grande partie. Les débris non consommés sont ensuite balayés et la cendre éparpillée au fond du grenier. Le stockage peut enfin commencer dès refroidissement du grenier. Certaines fois, lorsqu'il s'agit de nouveau grenier, les parois et le fond de celui-ci sont saupoudrés d'Hyptis spigera ou de Cassia nigricans; l'enfumage n'est pas jugé nécessaire.

Notons que dans le cas des greniers en paille, des jarres, canaris et pots, il n'y a pas de désinfection aussi sérieuse : pour les poteries par exemple, un nettoyage rapide et énergique de l'intérieur est souvent suffisant.

Tous ces efforts consentis aux préparatifs de stockage, y compris les diverses méthodes de lutte étudiées, ne semblent pas être assez efficaces pour éliminer complètement les ravageurs des grains stockés, notamment du niébé.

Cette persistance des ravageurs à l'intérieur des greniers malgré ces multiples opérations préventives a poussé les paysans à des croyances qui nous semblent superflues, héritées des ancêtres.

4 - Croyances ancestrales en matière de stockage du niébé

Malgré les précautions prises au moment du stockage, des dégâts sont souvent considérables. La constatation des dégâts au prélèvement et la vue des bruches circulant dans la masse de graines, suscitent des incompréhensions qui sont aussitôt attribuées à des phénomènes plus ou moins naturels. Ainsi des règles sont établies en matière de stockage. Pour le niébé particulièrement, les opérations de stockage sont confiées à une seule personne ; mais une personne reconnue avoir de "bonnes mains" ; autrement dit, chanceuse. C'est la même personne qui doit se charger des prélèvements pendant l'année et personne d'autre ne doit s'y mêler, au risque d'annihiler les effets de la "bonne main" du stockeur. C'est dire que les règles sont très strictes. Et ceci est général dans tout le pays. Mais dans les différentes régions, il existe des particularités.

A Fada N'Gourma par exemple, le stockeur doit faire ses préparatifs la veille du stockage proprement dit, le soir avant de se coucher. Il doit éviter de se laver ; sauf peut-être s'il ne s'agit que des mains. Puis, le lendemain matin avant le lever du soleil, et sans rien manger, effectuer le stockage. Certains ajoutent même qu'il ne doit pas adresser la parole à quelqu'un avant de finir de stocker. Dans d'autres localités, le stockage ne doit se faire qu'en période de lune pleine et ainsi de suite.

Il faut signaler que la conservation du niébé avec la cendre est toujours réservée aux femmes parce que la cendre est un produit de cuisine ; alors que le stockage des gousses dans les greniers intermédiaires et les seccos semble plutôt réservé aux hommes. Mais la conservation du grain-battu avec les poudres odorifiantes se fait indifféremment par l'homme, par la femme ou par un enfant ; pourvu que la personne soit reconnue avoir de "bonnes mains".

CONCLUSION

-*-*-

Les paysans comprennent bien l'importance des précautions qu'il faut prendre pour une bonne conservation des récoltes - notamment du niébé - la diversité des méthodes de lutte et la rigidité des règles^{regies} par les croyances ancestrales en la matière, en témoignent beaucoup. Les techniques de construction des greniers, bien que reposant uniquement sur des matériaux locaux, n'en témoignent pas moins.

Souvent perçu comme étant irrationnel, le système traditionnel de stockage a pu cependant assurer la survie des populations depuis des générations. Généralement dicté par la nature et par les traditions, il paraît toujours convenir à l'économie d'autosubsistance qui caractérise encore le milieu paysan dans notre pays. Mais il nous semble inévitable que ce système traditionnel va rencontrer de sérieuses difficultés dans un proche avenir :

. la rarefaction des matériaux, due à la désertification progressive, conduit petit à petit à la disparition des seccos dans le Nord du pays.

. Aussi, l'intensification des cultures vivrières - notamment du niébé - préconisée par les divers programmes et projets de développement, amènera certainement le stockage paysan à jouer un double rôle : assurer la subsistance et garder le grain pour le marché. L'entrée dans l'économie du marché pour ce qui concerne le niébé principalement, s'avère inquiétante pour le système traditionnel de stockage dont les nombreuses défaillances mal cernées par les paysans, ont conduit aux superstitions bien connues ; superstitions qui d'ailleurs, ôtent souvent aux paysans, toute initiative de recherche de la vérité des phénomènes.

La science moderne se doit de trouver alors à ce niveau, une raison d'action pour tenter de rationaliser et de rentabiliser le "traditionnel" généralement négligé ou même parfois méprisé.

C'est dans cet optique d'ailleurs que se poursuivra notre travail.

CHAPITRE III

ETUDE ANALYTIQUE DU STOCKAGE TRADITIONNEL DU NIEBE EN HAUTE-VOLTA

1 - But de l'étude :

La technique traditionnelle a longtemps été négligée, minimisée ou parfois même rejetée au profit de la technologie importée des pays développés. Aujourd'hui ce n'est plus tellement le cas : l'on s'accorde de plus en plus à reconnaître que les méthodes traditionnelles présentent quelques fois des aspects intéressants et l'on accepte alors qu'elles ne doivent plus être déconsidérées d'office.

La grosse plaie du "traditionnel" semble être le manque de recherche approfondie de la vérité des phénomènes ou même le manque de simples calculs scientifiques qui lui auraient permis d'être rationalisé afin d'être plus efficace.

Cette plaie est donc à l'origine de nombreuses défaillances des méthodes traditionnelles de stockage des produits agricoles en général, du niébé en particulier. Pour combler ces défaillances, certains proposent des méthodes tout à fait nouvelles ; d'autres au contraire proposent des améliorations des méthodes locales à partir d'études analytiques de ces dernières.

Nous avons opté pour cette deuxième voie.

Notre étude qui s'intéresse au stockage traditionnel du niébé, a pour but essentiel de permettre l'amélioration de ce dernier à partir des résultats que nous aurons trouvés. Cette étude se compose de deux parties principales.

1) La détermination de l'efficacité réelle de trois moyens traditionnels de lutte contre les insectes ravageurs du niébé stocké. La cendre, une plante : Hyptis spicigera lam, la chaleur - afin de rationaliser l'utilisation de ces derniers.

2) L'étude comparative des stockages du niébé avec la cendre et Hyptis spicigera L., qui a pour but de déterminer le produit le mieux adapté au stockage hermétique d'une part, et la forme sous laquelle le niébé stocké résiste le plus aux attaques des insectes ; notamment de la bruche, d'autre part.

2 - Matériels et méthodes

2.1 Matériels biologiques

2.1.1 Les bruches (voir description chapitre 1, 2)

Les bruches utilisées étaient celles de la forme non voilière. Cette forme est particulièrement adaptée aux conditions de vie dans les greniers (facteurs climatiques stables, présence de plante hôte, grande possibilité de copulation). Nous utilisons des bruches nouvellement émergées des graines de niébé et non encore accouplées.

- Obtention des bruches nouvelles

La veille de l'expérience, nous triions des graines de niébé comportant des bruches sur le point d'émerger. Ces graines sont indiquées par des tâches noires caractéristiques de la présence de bruches sur le point d'émerger. Nous les isolions une à une dans des boîtes de pétri pour éviter qu'elles ne s'accouplent dès leur sortie et commencer à pondre. Lorsque nous rencontrions des émergences mixtes (mâle(s) et femelle(s)) dans une même boîte, nous les éliminions car les femelles qui seraient déjà fécondées pourraient avoir déjà commencé leurs pontes.

2.1.2 La plante hôte utilisée

Il s'agit du Vigna unguiculata walp = niébé décrit dans le chapitre I, 1. La variété utilisée était le "Beng péléga" (nom en moré, i : e, niébé blanc) ; cette variété est la plus répandue en Haute-Volta ; elle est aussi l'une des plus attaquées par C. maculatus f.

Les graines étaient achetées dans les marchés de Ouagadougou ; donc elles pouvaient provenir de localités différentes et de producteurs différents.

Pour les expériences au laboratoire nous utilisons des graines saines ; c'est-à-dire non perforées par les insectes, ne comportant ni oeufs ni larves et ayant séjourné dans un congélateur pendant 48 à 72 h à -18°C. Les oeufs, les larves et les adultes des insectes, notamment de C. maculatus f., sont ainsi tués systématiquement. Ensuite, nous triions les graines ne comportant ni perforation, ni larve, ni oeufs.

2.1.3 La cendre

Il s'agit de la cendre de bois ordinaire. La cendre était préalablement séchée et utilisée immédiatement après. Avant utilisation elle était toujours tamisée avec un tamis fin (1 mm de ϕ) pour éliminer les impuretés.

2.1.4 L'Hyptis spicigera Lam (figure 3)

a) Description botanique

C'est une plante herbacée annuelle haute de 50 cm à 1 m, ou d'avantage, à feuilles opposées. Le limbe est lancéolé, long de 7 à 10 cm, large de 12 - 13 mm, à base cunéiforme et au sommet atténué en pointe. Le limbe est parcouru par 4 à 6 nervures latérales et, entre elles, un réseau très détaillé de nervilles, toutes translucides à l'état frais. Le limbe est criblé, dessous, de points glanduleux verts. Les feuilles sont glabres.

Le pétiole est long de 1 à 4 cm. La tige est quadrangulaire, finement pubescente, avec un sillon profond sur chaque face.

Les fleurs sont en épis terminaux compactes, longs de 2 à 10 cm, larges de 12 à 15 mm, formés surtout par les calices et les bractées filiformes, revêtus de poils fins bien distincts. La corolle est blanche, petite et dépasse à peine les dents du calice.

Cette plante, à forte odeur aromatique, appartient à une grande famille cosmopolite (Lamiacées syn. Labiées) comprenant des herbes et des arbrisseaux parfumés. Les labiées comprennent 170 genres et 300 espèces ; le genre Hyptis comporte en lui seul plusieurs espèces très voisines ; d'où la description expressément détaillée pour éviter des risques de confusion.

b) Les propriétés

La cendre des feuilles et des fleurs est employée en friction contre la gale. Contre les céphalées et le coryza, on introduit les inflorescences dans les narines.

Les graines sont oléagineuses. Elles contiennent 20 à 30 % d'huile fortement siccatrice qui pourrait servir en peinture.

La tisane de graines et de la plante entière rendrait les forces et procurerait une excellente sensation de bien-être.



Hyptis
spicigera

T. PENG

Fig. 3

La plante entière donne une tisane fébrifuge. Elle est prescrite en boisson contre la toux.

On l'emploie avec succès dans les maladies de l'utérus. Le suc astringent est prescrit à la fin de certaines diarrhées.

La plante écrasée est appliquée sur la tête pour calmer les céphalées.

La plante fraîche brûlée chasserait les moustiques.

Dans les greniers à mil, cette plante éloignerait les termites.

On se sert parfois de cette plante pour frotter les cadavres et les embaumer pendant la veillée mortuaire.

c) Composition chimique

Selon des données recueillies à l'Institut de Recherche sur les substances Naturelles (IRSN), les graines de cette espèce ont fait l'objet de travaux, au cours desquels leurs auteurs signalent :

20 à 30 % d'une huile jaune comestible et très siccatrice dont les acides gras sont : acide linoléique (60 %), linoléique (23 %), oléique (9 %), stéarique (8 %), palmitique (4 %). Les protéines sont estimées à 16 %, et il semblerait que les graines ne contiennent pas d'amidons, de tanins et ni d'alcaloïdes.

Les parties aériennes renfermeraient principalement des alcools terpeniques et non terpéniques, des aldéhydes et des cétones.

d) Préparation pour les expériences

Les préparations de cette plante étaient faites selon les indications des paysans : d'abord, nous récoltions la plante entière après maturation complète ; puis nous les séchions bien au soleil.

Pour les expériences au laboratoire et le stockage hermétique dans les greniers en terre, nous cueillions les feuilles et les épis que nous pilions ensemble pour les réduire en poudre fine.

Pour le stockage des gousses dans les sacs,

C'est la plante entière qui était utilisée.

2.2 Matériels techniques

2.2.1 Les boîtes de pétri

Les boîtes de pétri que nous utilisons au laboratoire étaient de deux types :

. Pour les "essais-Hyptis" nous utilisons de petites boîtes en matière plastique. Les couvercles étaient percés d'un trou circulaire de 1 cm de diamètre que nous couvrons d'un grillage fin en nylon. Ce grillage laissait ainsi passer l'air alors qu'il empêchait les bruches de sortir de la boîte.

. Pour les "essais-cendre" et les "essais-chaleur" les boîtes de pétri étaient de 60 cm de \varnothing en verre pyrex.

2.2.2 Le four

Le four utilisé pour les traitements à la chaleur était gradué de 5° en 5°, de 50°C à 200°C. Il était muni d'un système automatique de contrôle de température. Les températures étudiées étaient 50°C et 55°C.

2.3 Les paramètres expérimentaux utilisés dans l'étude des trois méthodes de lutte - cendre, Hyptis, chaleur -

2.3.1 Pour les expériences au laboratoire

- . la durée de vie des adultes
- . les éclosions
- . le développement larvaire des bruches
- . la durée du cycle

2.3.2 Pour l'étude comparative des stockages avec la cendre et l'Hyptis dans les greniers

- . l'évolution des attaques
- . les pertes de poids
- . la teneur en eau des graines
- . les types d'insectes rencontrés

2.4 Conditions physiques de travail

Il nous était difficile de maintenir les conditions constantes faute de matériels adéquats. Ainsi donc la température du laboratoire variait de 27 à 29°C alors que l'humidité relative était de 70 % en moyenne.

2.5 Les analyses des données

Toutes les données (pontes, éclosions, émergences) ont été statistiquement analysées. Nous avons adopté à cet effet, la méthode des blocs complets randomisés ; la comparaison des moyennes étaient faites par le méthode des F.

Lorsque celle-ci s'avérait insatisfaisante, nous utilisions le test de l'écart multiple de Duncan.

Les répétitions correspondaient aux blocs et les niveaux de cendre ou d'Hyptis aux traitements.

3 - L'EFFET DE LA CENDRE SUR LE DEVELOPPEMENT DE CALLOSBRUCHUS
MACULATUS

3.1 Méthode expérimentale

Nous avons utilisé quatre doses de cendre

C₀ = témoin (pas de cendre)

C₁ = passé à la cendre : les graines de niébé étaient bien malaxées à la cendre de façon à ce que les poussières de cendre adhèrent bien à leur surface. Ces graines étaient alors enlevées soigneusement de la cendre et utilisées ainsi poussiéreuses. Les oeufs étant déposés sur la cendre, le principe actif de la cendre pourrait pénétrer dans le chorion encore perméable de l'oeuf.

C₂ = Niveau moyen de cendre (3,5 g). Les graines étaient à moitié noyées dans la cendre, pour voir, si la bruche allait pondre indifféremment sur la graine (partie découverte, et partie noyée) ou si elle allait pondre préférentiellement sur la partie découverte seulement.

C₃ = niveau élevé de cendre (7 g). Les graines étaient complètement noyées dans la cendre pour voir si la bruche était à mesure de déposer ses oeufs sur les graines étant à l'intérieur de cette poudre.

Dans chaque boîte de pétri nous introduisions d'abord cinq graines de niébé, puis un couple de bruches et enfin la cendre. Pour chaque dose de cendre il y avait cinq répétitions ; et l'expérience toute entière était répétée trois fois.

Les C₂ et C₃ étaient toujours secoués pour disperser les bruches à l'intérieur du complexe et aussi pour bien répartir la cendre à l'intérieur de la boîte. L'important était que la cendre occupe tous les méats entre les graines pour éviter des poches d'air pour la vie des bruches.

Les pontes étaient transférées journalièrement dans de nouvelles boîtes de pétri contenant les mêmes niveaux de cendre, puis comptées. Des graines nouvelles étaient remises à la place ; et ceci se répétait chaque jour jusqu'à la mort de la femelle.

Les éclosions et les émergences étaient aussi journalièrement suivies et comptées. De même, la mortalité des adultes, mâles et femelles, était chaque jour contrôlée et notée.

3.2 Résultats

3.2.1 L'effet des différents traitements de cendre sur la longévité des bruches

. Tableau 8 : Répartition des morts journalières dans les différents traitements

Temps en jours	Co		C1		C2		C3	
	Mâle	Femelle	Mâle	Femelle	Mâle	Femelle	Mâle	Femelle
1er jour	0	0	0	0	0	0	0	2
2è jour	0	0	3	1	2	1	1	0
3è jour	3	0	2	3	5	3	4	5
4è jour	1	2	3	5	5	5	7	4
5è jour	4	4	4	4	1	2	3	2
6è jour	5	4	2	2	2	3	0	2
7è jour	0	2	1	0	0	1		
8è jour	2	0						
9è jour		1						
10è jour		2						
11è jour								

. Tableau 9 : Longévité moyenne des mâles et des femelles dans les différents traitements.

Le nombre d'individus est constant pour tous les traitements (15 mâles, 15 femelles)

Dose de cendre pour 5 graines (en g)	Longévité moyenne des bruches (en jours)	
	Mâles	Femelles
Co (0 g)	5,27	6,33
C1 (une pellicule de cendre)	4,2	4,2
C2 (3,5 g)	3,73	4,33
C3 (7 g)	3,8	3,67

Dans ^{presque} tous les traitements, la durée de vie des mâles est plus courte que celle des femelles.

L'insecte mâle a la vie la plus brève dans la dose moyenne de cendre tandis que la femelle s'y comporte comme dans le traitement avec une pellicule de cendre. Il est intéressant de noter que dans l'ensemble, le traitement à la cendre, réduit la durée de vie de la bruche.

La cendre couvrant le corps de l'insecte contribuerait-elle à abréger sa vie ?

- Conclusion - discussion

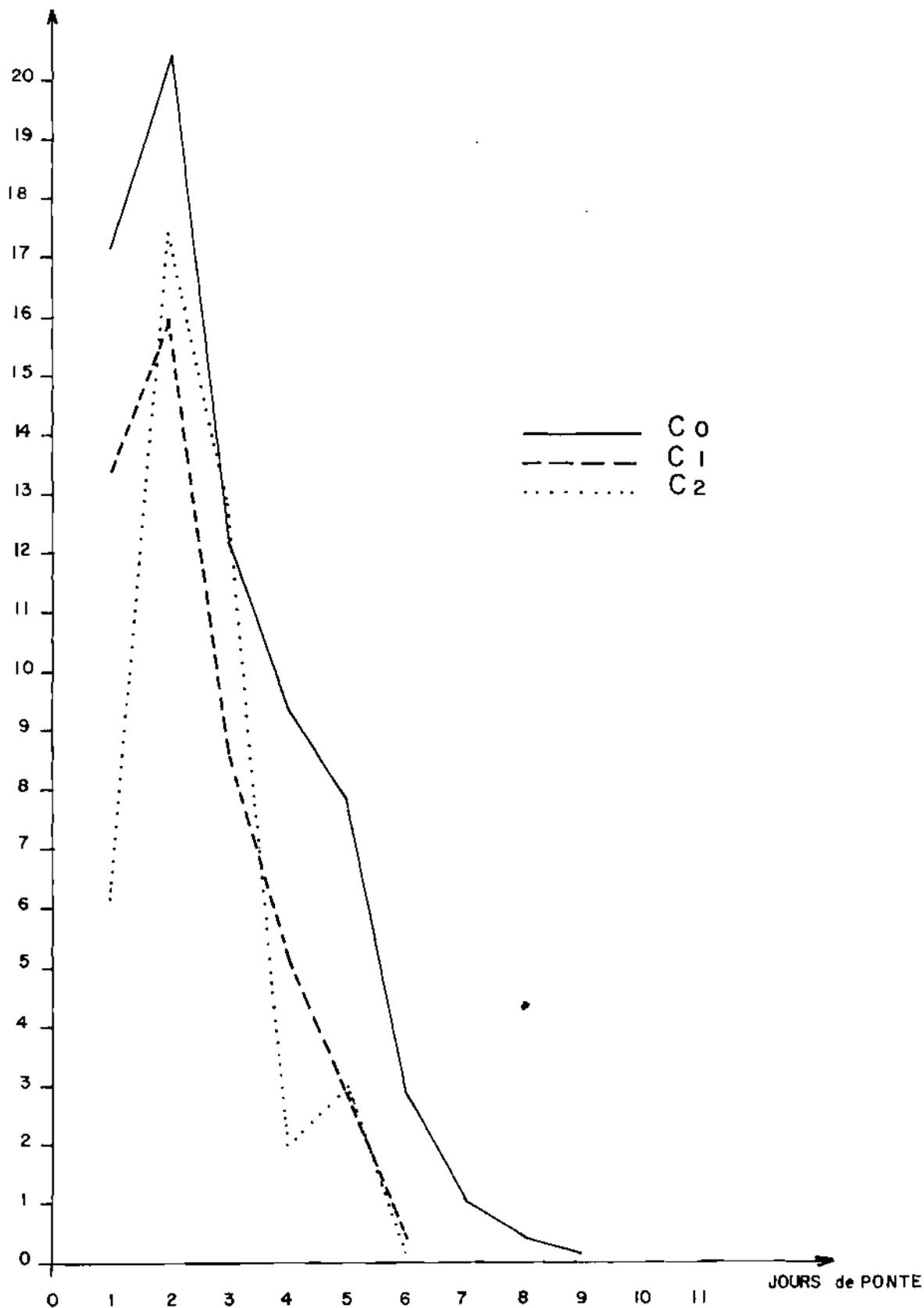
La mort précoce des bruches dans les niveaux C1, C2 et C3 pourrait s'expliquer par le fait que les insectes s'embourbent dans la cendre. Leurs déplacements sont alors rendus difficiles et il leur faut dépenser beaucoup d'énergie pour cela. Il est peut-être possible aussi que les stigmates latéraux se bouchent, réduisant ainsi la capacité respiratoire. Si la durée de vie est plus inférieure dans le C3, cela ne ferait que confirmer quelque peu ces hypothèses. Dans le C1, les bruches ne s'embourbent pas vraiment ; mais les antennes et les pattes sont généralement encombrées de poussières de cendre ; et à force de se débattre pour s'en débarrasser, elles dépensent beaucoup d'énergie ; ce qui concourt à la réduction de leur vie.

3.2.2 L'effet de la cendre sur la fécondité de la femelle

Nous constatons que les pontes dans le traitement C2 avaient lieu presque uniquement sur les parties découvertes de la graine au-dessus de la cendre. Aussi, dès qu'on introduisait la cendre dans le traitement C3 les bruches remontaient presque aussitôt au-dessus de la cendre et ne redescendaient plus jusqu'à leur mort ; il n'y avait jamais eu donc de ponte, du moins, sur les graines. Nous constatons enfin que les pontes des bruches dans les différents traitements s'arrêtaient souvent un jour avant la mort de la femelle. Par ailleurs, selon nos expériences, les femelles des bruches commencent à pondre dès le premier jour de leur émergence et elles déposent le maximum des oeufs le 2^e jour qui suit l'émergence ; puis, le nombre d'oeufs déposés baisse rapidement dans les traitements C1 et C2 ainsi que dans le témoin. Tandis que dans le témoin la ponte s'étale jusqu'au 9^e jour, elle s'arrête dès le 6^e jour dans la cendre car l'insecte va mourir. (fig 4) il n'ya

Courbe de répartition des pontes journalières
dans les différents traitements de cendre

Nb. d'œufs moyen



aucune ponte dans le traitement C3 ; du moins, sur les graines (tableau 10). Nos expériences montrent donc que tant que la graine n'est pas complètement submergée, la bruche peut pondre dessus. La cendre réduit aussi le nombre d'œufs pondus par les bruches sur les graines : $C_0 = 71 - C_1 = 42 - C_2 = 46 - C_3 = 0$. Pourtant les analyses statistiques ne révèlent pas une différence significative entre les traitements C1, C2 et le témoin C0 alors que tous ces trois diffèrent significativement du traitement C3 (voir analyse statistique des données)

. Analyse statistique des données

- Tableau 10 : Moyennes des pontes arangées par bloc et par traitement

Blocs	B1	B2	B3	B4	B5	Σx	\bar{x}
Co	85,33	33,33	68,67	72,33	94,67	354,33 352,33	70,87
C1	47	65,67	37,33	24	35,33	209,33	41,87
C2	46,67	42,67	45	55	43	232,34	46,47
C3	0	0	0	0	0	0	0
Total bloc	179	141,67	151	151,33	173	196	39,8

Après avoir fini toutes les comparaisons nous avons constaté que les pontes de la bruche dans les traitements Co, C1, C2, sont significativement plus élevées (à 5 %) que celles dans le traitement C3 ; et qu'il n'y a pas de différence significative (à 5 %) entre les pontes dans ces derniers eux-mêmes (Co, C1, C2). Nous avons donc souligné : C3, C2, C1, Co.

- Conclusion et discussion

La cendre semble jouer un double rôle dans le comportement de ponte de C. maculatus f sur les graines de niébé dans les conditions du traitement C3.

a) Elle semble avoir un pouvoir étouffant sur la bruche. La remontée de l'insecte au-dessus de la cendre le prouve. Ce phénomène pourrait s'expliquer par le fait que la poussière de cendre a un diamètre plus petit (inférieur à 0,02 micron) que celui des stigmates de la bruche. Ainsi donc, dès que la bruche tente de respirer alors qu'elle est noyée dans la cendre, les poussières de cette dernière peuvent boucher les stigmates et empêcher ainsi la respiration. La bruche se débat alors laborieusement pour remonter respirer l'air à la surface de la cendre. L'épreuve est si dure qu'elle ne redescende plus pour pondre sur les graines ; et celles-ci sont alors épargnées de l'infestation.

b) On pourrait aussi ajouter que la cendre empêche mécaniquement la bruche de pondre sur les graines en constituant autour de celles-ci une couverture poussiéreuse épaisse. Cela semble d'autant plus vrai que les pontes dans C2 n'avaient lieu que sur les parties découvertes de la graine. Mais ce constat peut-être aussi dû au fait que la bruche ne veuille plus redescendre dans la cendre du fait de l'étouffement.

L'arrêt des pontes souvent constaté un jour avant la mort de la femelle, pourrait s'expliquer par le fait que la bruche, avant sa mort, mène une vie moribonde pouvant aller de quelques heures à un jour, pendant laquelle elle semble trop faible pour continuer toute vie reproductive.

Il faut noter enfin que l'absence de ponte dans le traitement C3 n'est pas vérifiée. Les chiffres du tableau 10 ne concernent que les oeufs que nous avons pu compter aussi bien sur les parois de la boîte de pétri que sur les graines. Or dans le traitement C3 il n'y avait pas d'oeufs dans les deux cas. Les oeufs^{qui} peut-être ont été déposés dans la cendre n'ont pas pu être dénombrés faute de matériel approprié. C'est pourquoi nous avons préférés dire que les pontes étaient nulles.

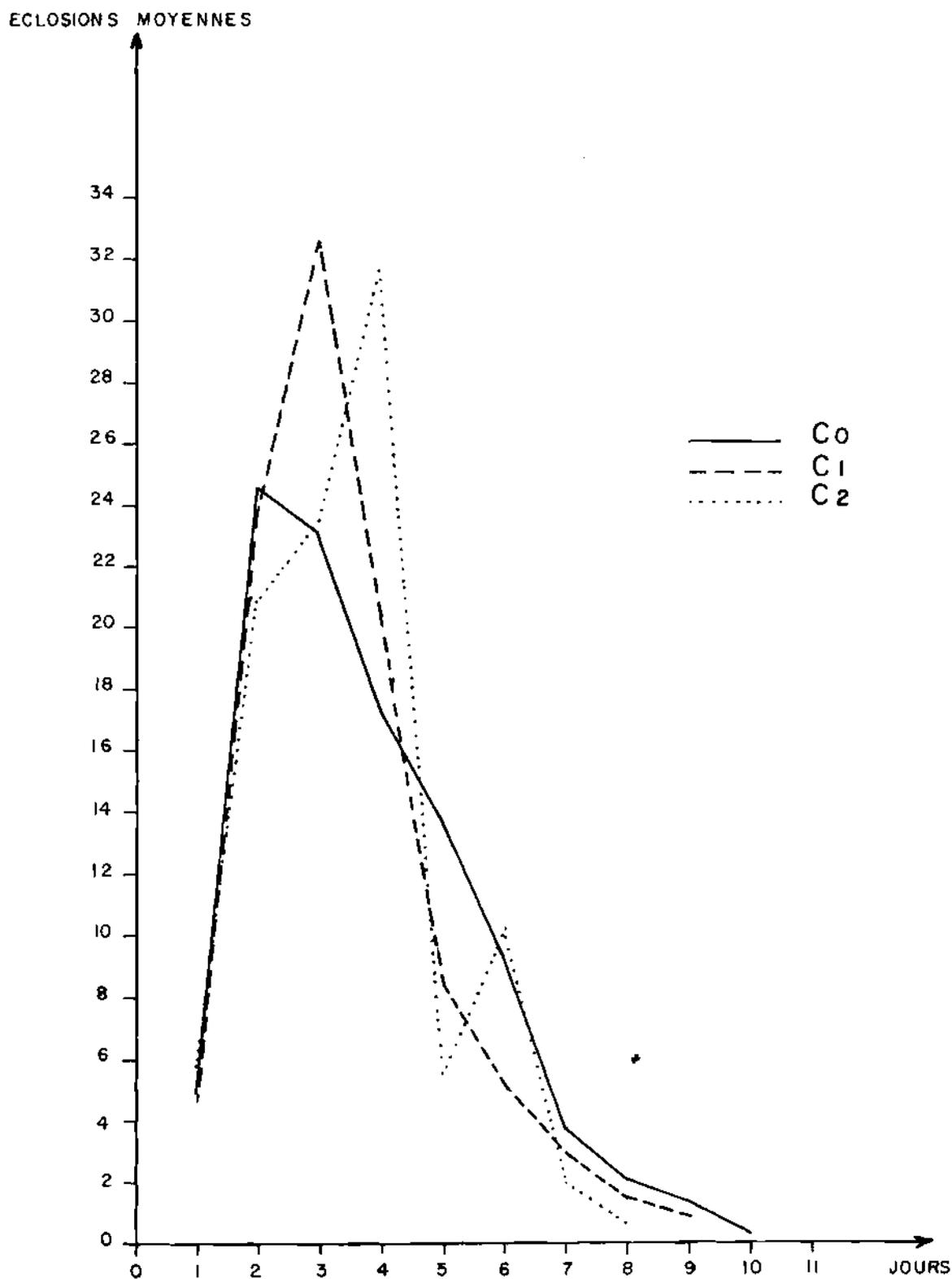
3.2.3 L'effet de la cendre sur les éclosions des oeufs

Les éclosions dans les différents traitements Co, C1 et C2 suivent une évolution presque semblable et présentent un maximum le 3è jour après leurs débuts, puis une chute assez rapide dès le 4è jour.

Les éclosions peuvent s'étaler jusqu'à 8 jours au moins dans tous les traitements. (figure 5)

Fig. 5

Courbes de répartition des éclosions journalières
dans les différents traitements de cendre



La moyenne des pourcentages d'éclosion dans le témoin Co est légèrement supérieure à celle dans chacun des traitements C1 et C2. Mais les analyses statistiques montrent que les différences constatées entre les trois traitements ne sont pas significatives. Elles sont dues à l'effet du hasard et non à l'effet de la cendre: F calculé étant inférieur à l'un et l'autre, F théorique pour les traitements (voir tableau 11 et résultats d'analyse statistique ci-après)

. Analyse statistique des données

Nous avons utilisé les pourcentages d'éclosion par rapport aux totaux d'oeufs introduits ; les oeufs introduits sont ceux pondus sur les graines.

. Tableau 11 : Pourcentage d'éclosions des oeufs dans les différentes doses (C3 ne figure pas puisqu'il n'y a pas eu de ponte sur les graines)

Blocs Traitements	: 81	: 82	: 83	: 84	: 85	Total Traitement	: \bar{X}
Co	: 88	: 88	: 89	: 92	: 67	: 438	: 87,60
C1	: 81	: 87	: 84	: 77	: 86	: 415	: 83
C2	: 87	: 76	: 83	: 88	: 68	: 402	: 80,40
Total bloc	: 256	: 251	: 250	: 257	: 241	: 1 255	: 83,67

Coefficient de variation = 12,59 %

	<u>Blocs</u>	<u>Traitements</u>
<u>F calculé</u>	: 0,08	0,39
5 % :	3,84	4,46
<u>F théorique</u>	1 % :	7,01
		8,65

- Conclusion et discussion

La cendre ne semble donc pas pouvoir empêcher les éclosions des oeufs une fois que ceux-ci sont pondus sur la graine.

Le déroulement normal des éclosions dans le traitement C1 fait naître plusieurs hypothèses :

- Soit que le malaxage était défailant et alors, toute la surface de la graine n'étant pas couverte de cendre, la bruche choi-

.../...

si les endroits non couverts pour pondre ses oeufs ; alors, ces derniers éclosent normalement comme dans le traitement Co

- Soit que la bruche pondait indifféremment sur les poussières de cendre ; et la larve qui sortait de l'oeuf n'en était pas gênée dans son travail de perforation de la graine.

3.2.4 Effet de la cendre sur le développement larvaire de la bruche

- . Courbes de répartition des émergences journalières dans les trois traitements -Co, C1, C2 - (figure 6)
- . Analyse statistique des données

Nous avons considéré les pourcentages d'émergences par rapport aux éclosions.

- Tableau 12 : Moyennes des pourcentages d'émergences par rapport aux éclosions, arrangées par bloc et par traitement.

Blocs :	81	82	83	84	85	Σx	\bar{x}
Traitements :							
Co	71	84	64	100	78	397	79,40
C1	60	76	74	79	73	362	72,40
C2	61	69	83	81	66	360	72
Total bloc	192	229	221	260	217	1 119	74,6

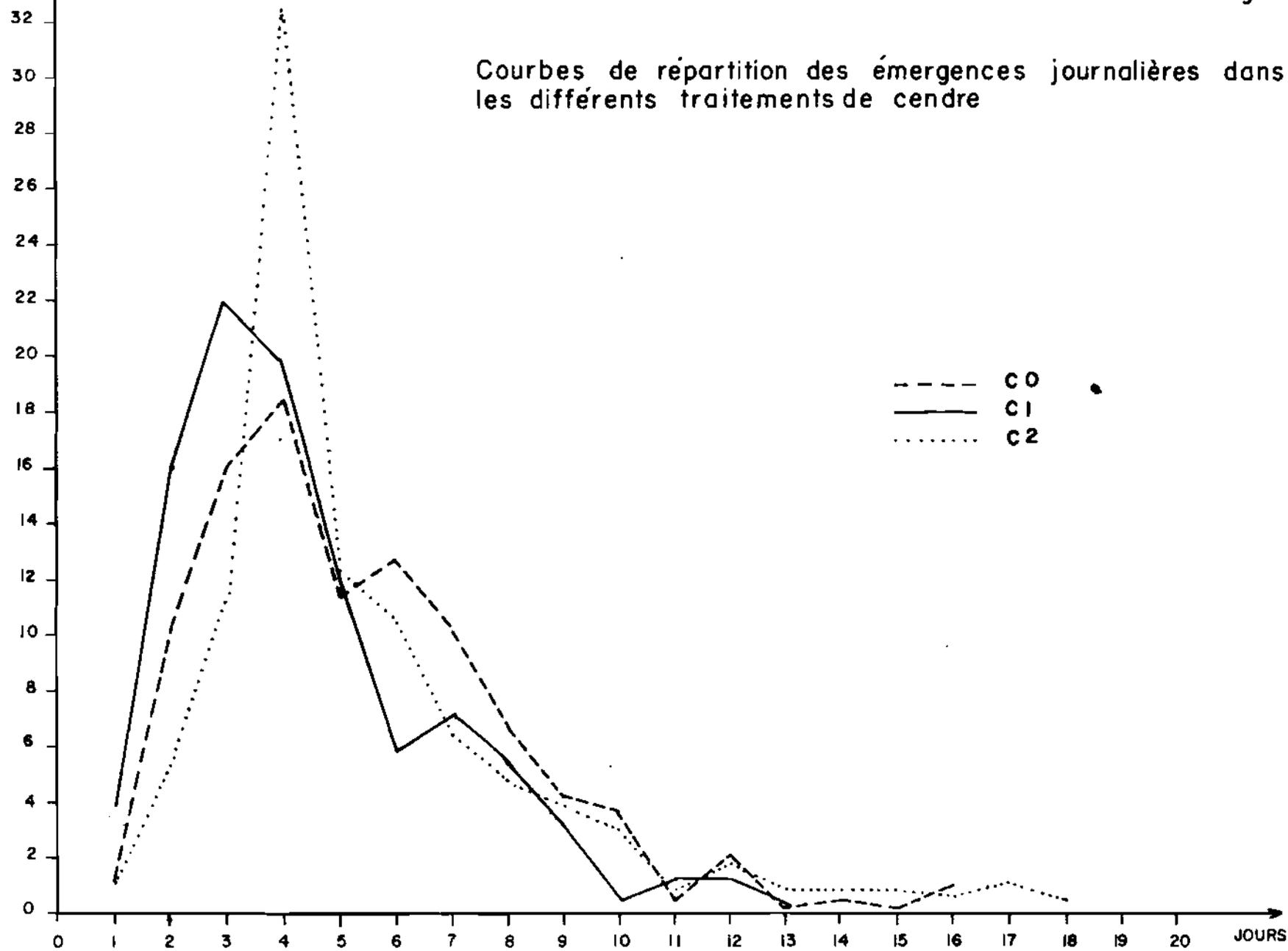
Coefficient de variation : 43,92 %

	Blocs	Traitements
<u>F calculé</u>	2,99	1,29
5 %	3,84	4,46
<u>F théorique</u>		
1 %	7,01	8,65

Fig. 6

EMERGENCES MOYENNES

Courbes de répartition des émergences journalières dans les différents traitements de cendre



- Commentaire

Les émergences dans les traitements C1 et C2 ont la même évolution générale que celles dans le témoin Co. Les émergences augmentent rapidement le 4^e jour après leurs débuts puis chutent dès le 5^e jour ; mais elles peuvent s'étaler sur plusieurs jours - 13 jours au moins pour les trois traitements - (figure 6)

L'analyse statistique des données révèle que les différences constatées entre les émergences dans les différents traitements - Co, C1 et C2 - sont simplement dues à l'effet du hasard et non à l'effet de la cendre ; cependant les émergences sont plus importantes dans le témoin Co que dans les traitements C1 et C2 (tableau 12)

- Conclusion

La cendre n'intervient pas dans le développement normal des larves de C. maculatus f même si les oeufs y sont plus ou moins noyés comme dans le C2.

3.2.5 Effet de la cendre sur la durée du cycle (de l'oeuf à l'adulte)

. Tableau 13 : Durée du cycle dans les différents traitements

Traitements	Nombre d'individus observés	Durée moyenne de l'incubation de l'oeuf	Durée moyenne du développement larvaire	Durée moyenne du cycle
Co	33	5,21	20,16	25,37
C1	25	4,97	20,35	25,32
C2	39	5,19	20,26	25,45
C3	-	-	-	-

- Conclusion

Nos expériences montrent que la durée du cycle de l'oeuf à l'adulte de C. Maculatus f dans les différents traitements - Co, C1 et C2 - est pratiquement la même, elle se situe, pour les trois traitements, entre 25 et 26 jours. Les traitements C1 et C2 ne différant pas telle-

ment du témoin Co, on pourrait conclure que la cendre n'a pas d'influence apparente sur la durée du cycle de C. maculatus f., donc, lorsque l'oeuf est pondu sur la graine, son développement n'est pas perturbé par la présence de la cendre jusqu'à l'émergence de l'imago .

3.3 Conclusion sur l'effet de la cendre sur le développement de C. maculatus f

Nous pouvons conclure à la fin de cette étude, que la cendre n'empêche pas les pontes des bruches lorsque les graines sont découvertes au-dessus de celle-ci ou simplement recouverte par ses poussières. Aussi, une fois que la bruche a pu pondre sur la graine, la cendre n'intervient pas dans le développement normal, ni de l'oeuf, ni de la larve. Les éclosions et les émergences se déroulent normalement dans la cendre.

L'efficacité réelle de cette poudre est basée essentiellement sur son pouvoir étouffant : les poussières de cendre sont à mesure de boucher les stigmates de la bruche à leur ouverture ; les bruches qui n'arrivent pas à respirer remontent en surface, épargnant ainsi les graines de leurs pontes. Elle réduit aussi la durée de vie.

Pour une meilleure conservation du niébé avec la cendre, il faut tendre alors à respecter le plus possible les normes du traitement C3 . Autrement dit, il faut utiliser une quantité suffisante de cendre pour submerger complètement toutes les graines tout en occupant tous les méats existant entre celles-ci. Ainsi les bruches vivantes remonteront à la surface pour mourir. Comme, les grains sont stockés avec des oeufs et des larves, à leur émergence, les adultes ne pourront toujours pas survivre. Et, à long terme, on pourrait réduire notablement les attaques des insectes.

4 - L'EFFET DE L'HYPTIS SPICIGERA LAM SUR LE DEVELOPPEMENT DE C. MACULATUS F

4.1 Méthode expérimentale

Nous avons utilisé trois doses d'Hyptis

Ho = témoin (pas d'Hyptis)

H1 = passé à l'Hyptis : Les graines étaient bien malaxées à la poudre d'hyptis de façon à ce que cette poudre adhère bien à leur surface.

Ce traitement avait pour but d'étudier l'influence de l'Hyptis sur le développement des oeufs et des larves. Puisque la larve qui devra éclore doit absorber d'abord cette mince couche d'Hyptis avant de gagner l'épiderme de la graine qu'elle va perforer.

H2 : 0,5 gramme d'Hyptis (en poudre)

Nous introduisons dans chaque boîte de pétri, cinq graines de niébé, un couple de bruches et enfin l'Hyptis (pour ce qui concerne le traitement H2)

Chaque traitement était répété cinq fois et l'expérience entière, répétée trois fois. Le suivi de l'expérience - contrôle de durée de vie, des pontes, des émergences et de la durée du cycle - était mené exactement comme précédemment avec la cendre.

4.2 Résultats

4.2.1 La recherche d'air par les bruches

Nous avons pu constater que dans les premiers moments qui suivaient le début de l'installation du traitement H2, certaines bruches venaient se coller au grillage. Ce constat était très peu fréquent. Dans les témoins Ho et dans les traitements H1, ce phénomène n'a pas été bien observé. Les bruches se promenaient pendant les mêmes moments sur les parois des boîtes mais s'attardaient peu au grillage.

L'expérience montre que la présence d'Hyptis dans un milieu, peut provoquer la fuite des bruches vers des horizons d'air pur. Cela peut être attribuable à l'odeur de celui-ci qui serait capable de repousser la bruche.

- Discussion

Les résultats sont tout de même peu convaincants : les boîtes de pétri étaient très petites ; la quantité de graine était donc faible (5) - ainsi que celle de l'Hyptis ; si bien que, non seulement l'odeur de l'Hyptis pouvait être insignifiante pour agir efficacement sur la bruche, mais la distance entre les graines et le grillage était trop petite pour que l'on puisse attribuer cette remontée des bruches à un effort véritable de recherche d'air pur.

Pour mieux vérifier cet effort, l'idéal aurait été l'utilisation d'un appareil spécial dans lequel on ferait circuler un courant d'air odorifié par de l'Hyptis vers une population de bruches pour constater l'effet réel de cette odeur sur ces insectes.

4.2.2 Effet de Hyptis sur la durée de vie des adultes mâles et femelles dans les différents traitements
- H₀, H₁, H₂ -

. Tableau 14 : Répartition des morts journalières dans les différents traitements

Traitements		Temps (en jours)								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
H ₀	Mâles	0	0	2	2	2	7	1	1	
	Femelles	0	0	0	1	1	11	2		
H ₁	Mâles	1	0	0	2	2	6	2	2	
	Femelles	0	0	0	3	4	4	1	2	1
H ₂	Mâles	1	0	1	3	2	5	2	1	
	Femelles	0	0	1	2	5	4	2	1	

. Tableau 15 : Longévité moyenne des mâles et des femelles dans les différents traitements.

Le nombre d'individus est constant pour tous les traitements (15 mâles, 15 femelles)

Dose d'hyptis pour 5 graines	Longévité moyenne des bruches (en jours)	
	Mâles	Femelles
Ho	5,4	5,9
H1	5,7	5,9
H2	5,2	5,5

Suivant nos observations la mortalité des bruches, mâles comme femelles, est plus élevée vers le 6^e jour après l'émergence dans tous les traitements témoins compris

Celui du tableau 15 montre que la durée moyenne de vie des adultes, mâles et femelles, de C. maculatus f est sensiblement la même dans les traitements H1 et H2, ainsi que dans le témoin Ho. Elle se situe entre 5 et 6 jours (tableau 15).

- Conclusion et discussion

L'Hyptis ne semble pas avoir une action sur la longévité de la bruche. Cette conclusion n'est pas très surprenante : il y avait un renouvellement d'air continu à l'intérieur des boîtes de pétri au travers du grillage. Le principe actif de l'Hyptis, avait toute la possibilité de s'échapper dans la mesure où il est volatile. Même s'il était toxique, son effet devait être réduit du fait que son action était passagère.

Ce résultat ne peut pas permettre de tirer des conclusions satisfaisantes. L'Hyptis est-il toxique ou insectifuge ? Il est difficile de se prononcer.

4.2.3 L'effet de Hyptis sur la fécondité de C. maculatus

. Courbes de répartition des pontes journalières dans les différents traitements (figure 7)

. Analyse statistique des données

. Tableau 16 : Moyennes des oeufs arangées par bloc et par traitement.

Traitement \ Blocs	81	82	83	84	85	Total traitement	\bar{X}
H0	69	57,33	62,67	56,67	84	329,67	65,93
H1	92,33	57	72,33	57	68,33	346,99	69,40
H2	34,33	48,33	49,67	60	47,33	239,66	47,93
Total bloc	195,66	162,66	184,67	173,67	199,66	916,32	61,09

Coefficient de variation : 24 %

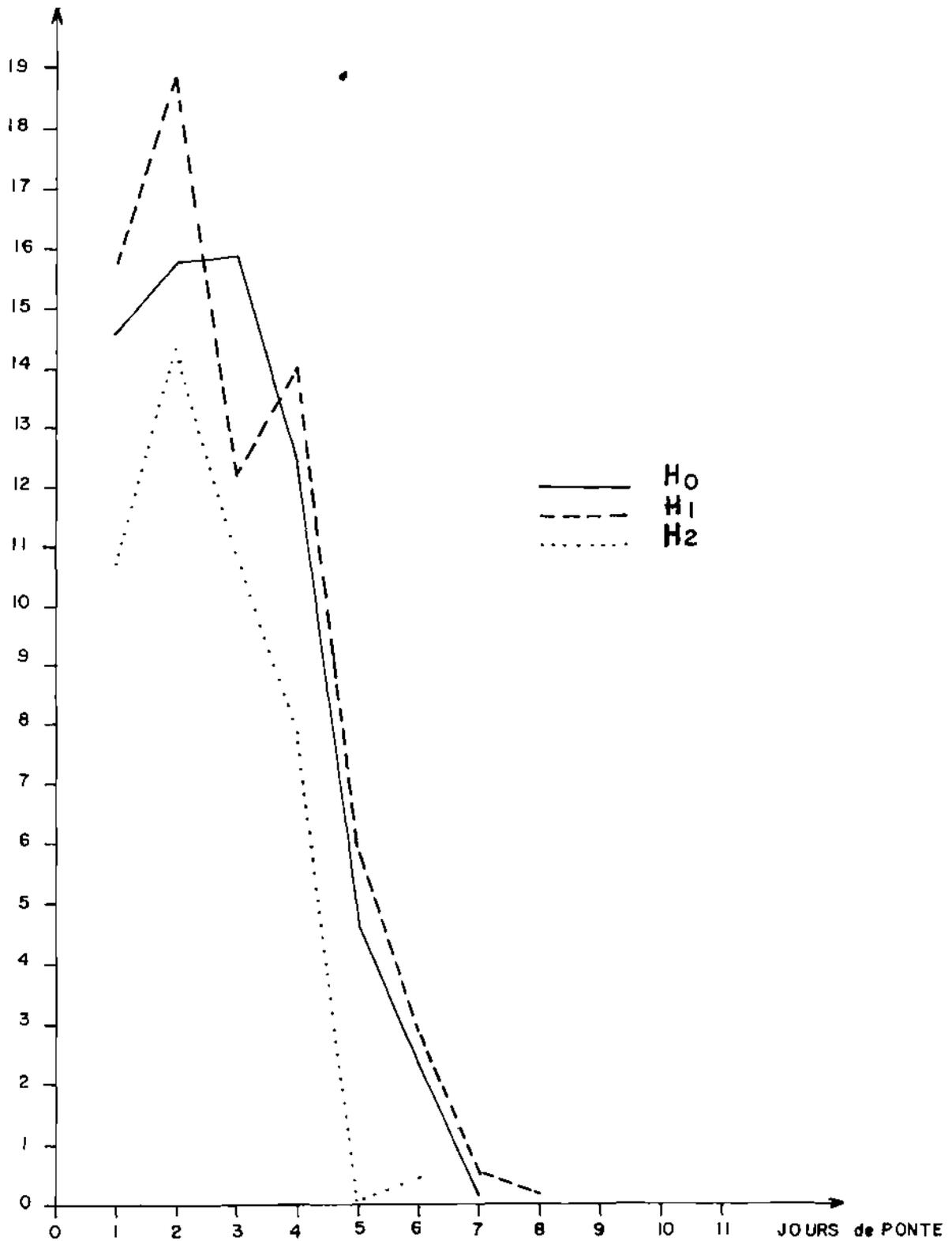
	<u>Blocs</u>	<u>Traitements</u>
<u>F calculé</u>	: 0,46	3,88
5 %	: 3,84	4,46
<u>F théorique</u>	1 % : 7,01	8,65

- Commentaire

Les pontes sont plus importantes le 2^e jour qui suit l'installation des essais. Par analogie avec la durée de vie des adultes, les pontes s'arrêtent souvent aussi un jour avant la mort de la femelle comme dans le cas de la cendre (figure 7). Les pontes sont plus importantes dans le traitement H1 que dans le traitement H2 (H1 = 69 H2 = 48) ; mais les analyses statistiques montrent que les différences entre les différents traitements ne sont pas significatives. Elles sont dues à l'effet du hasard et non à l'effet de l'Hyptis : F calculé étant inférieur à l'un et l'autre F théorique pour les traitements.

Courbe de repartition des pontes journalières
dans les différents traitements d'hyptis

Nb. d'œufs moyen



- Conclusion et discussion

Hyptis n'empêche pas les pontes des bruches sur les graines de niébé. Mais les pontes faibles constatées dans le traitement H2 pourraient amener à se poser une question :

L'odeur de Hyptis les premiers moments de l'essai e-t-elle eu une influence sur la fécondité de la bruche ? S'il est néanmoins constaté ici que Hyptis Spiciqera Lam n'empêche pas les pontes de C. maculatus f sur les graines de niébé, cela peut être dû au fait que l'air était perpétuellement renouvelé au travers du grillage. Les principes actifs de Hyptis qui sont volatiles, s'échappaient par voie de conséquence, libérant ainsi l'intérieur de la boîte de l'odeur "repulsive". Les bruches pouvaient alors redescendre après jusqu'au niveau des graines pour pondre.

4.2.4 L'effet de Hyptis sur les éclosions des oeufs

. Courbes de répartition des éclosions journalières dans les différents traitements (figure 8)

. Analyse statistique des données

Nous avons considéré les pourcentages d'éclosions par rapport au nombre d'oeufs introduits

. Tableau 17 : Moyennes des pourcentages d'éclosions par rapport aux introductions, arangées par bloc et par traitement.

Blocs :	B1	B2	B3	B4	B5	Total traitement	\bar{X}
H0	82	84	86	91	82	425	85
H1	93	84	87	88	78	430	86
H2	83	89	92	90	85	439	87,80
Total bloc	258	257	265	269	245	1 294	86,27

Coefficient de variation = 4,93 %

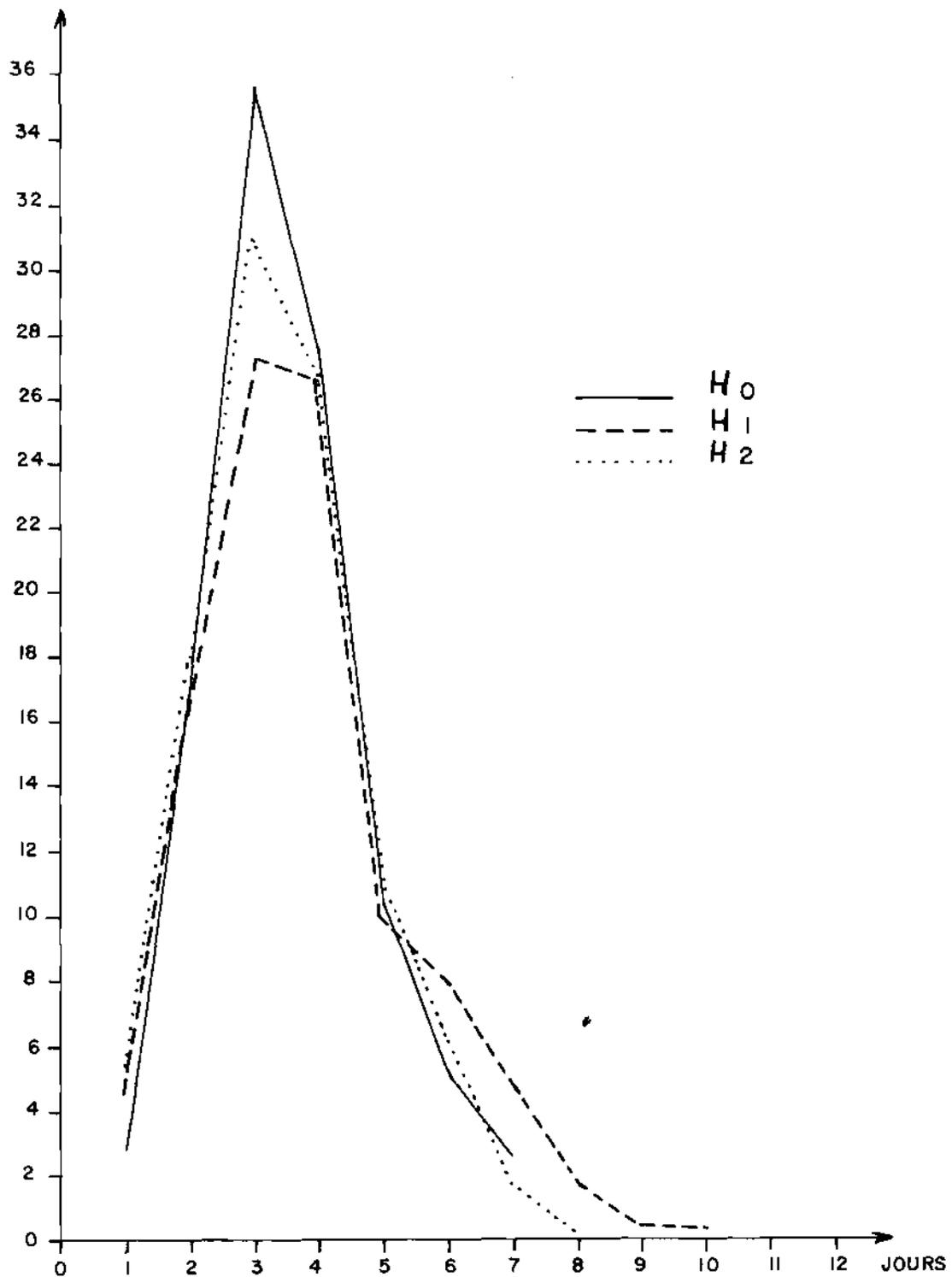
		<u>Blocs</u>	<u>Traitements</u>
<u>F calculé</u>	:	1,86	0,67
5 %	:	3,84	4,46
<u>F théorique</u>	1 % :	7,01	8,65

.../...

Fig. 8

Courbe de répartition des éclosions journalières
dans les différents traitements d'hyptis

ECLOSIONS MOYENNES



- Commentaire

Les éclosions dans les traitements H1 et H2 suivent pratiquement la même évolution que dans le témoin Ho. Elles sont beaucoup plus importantes seulement le 3è jour qui suit leurs débuts (figure 8). Nous avons vu que les pontes étaient faibles dans H2. Au niveau des éclosions, nous constatons qu'il n'y a pas de différence sensible avec les H1 ou le témoin Ho (tableau 17). Ce qui est confirmé d'ailleurs par les analyses statistiques des données : F calculé pour les traitements est inférieur à l'un et l'autre F théorique.

- Conclusion

Hyptis ne semble donc pas avoir une action sur le développement de l'oeuf de C. Maculatus f.

4.2.5 L'effet de Hyptis sur les émergences

. Courbes de répartition des émergences journalières dans les différents traitements (figure 9)

. Analyse statistique des données

Nous avons considéré les pourcentages d'émergences par rapport aux éclosions.

.Tableau 18 : Moyennes des pourcentages d'émergences par rapport aux éclosions

Blocs	B1	B2	B3	B4	B5	Σx	\bar{X}
Ho	81	84	78	87	58	388	77,60
H1	75	65	82	86	84	392	78,40
H2	94	68	79	72	75	388	77,60
Total bloc	250	217	239	245	217	1 168	77,87

Coefficient de variation : 12 %

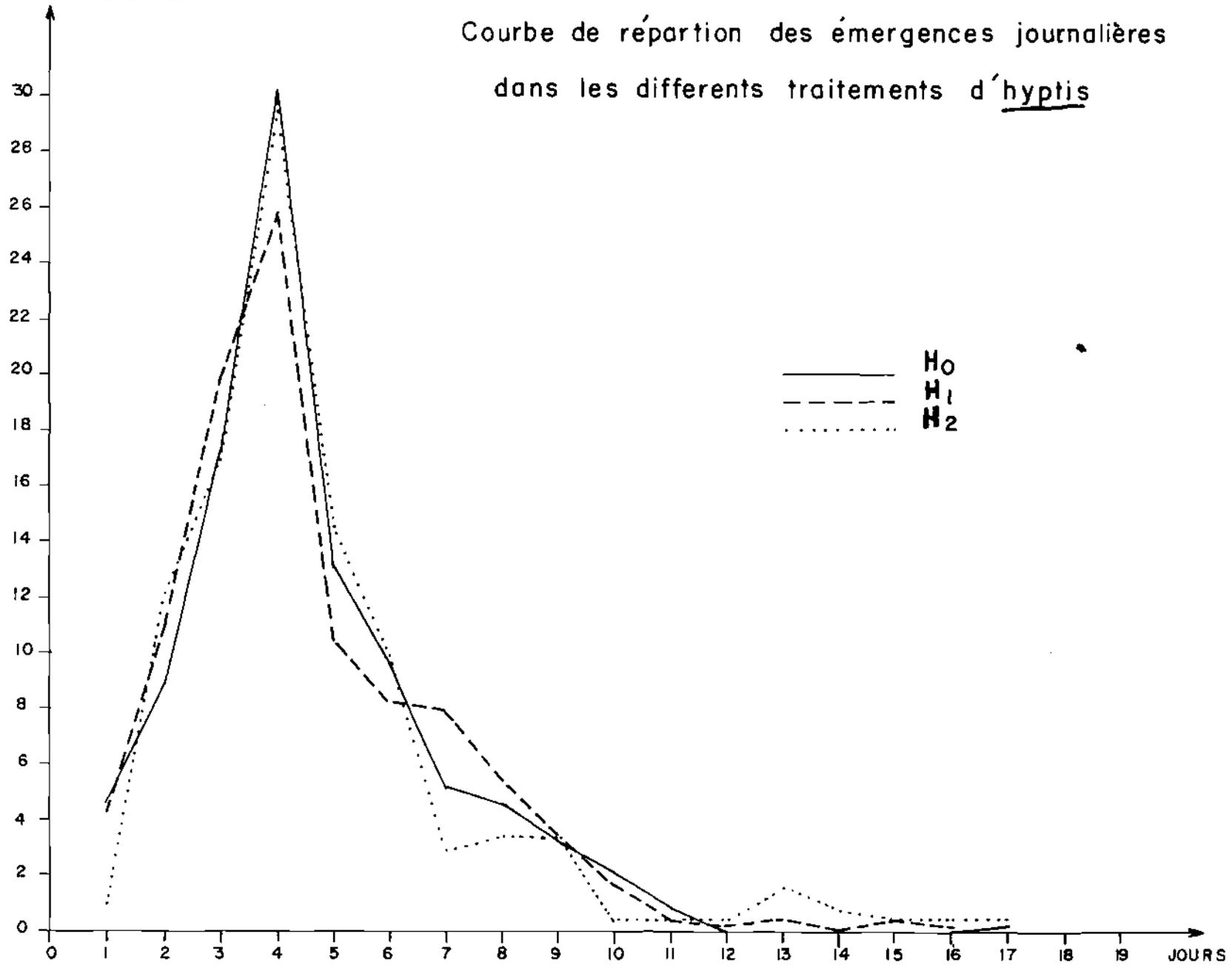
	<u>Blocs</u>	<u>Traitements</u>
<u>F calculé</u>	: 0,73	0,009
5 %	: 3,84	4,46
<u>F théorique</u>	1 % : 7,01	8,65

.../...

Fig. 9

EMERGENCES MOYENNES

Courbe de répartition des émergences journalières
dans les différents traitements d'hyptis



- Commentaire

Les émergences dans les traitements H1 et H2 suivent une évolution semblable à celle dans le témoin Ho. Celles-ci sont beaucoup plus importantes le 4^e jour qui suit leurs débuts. Comme dans les éclosions, il n'y a pas de différence sensible entre les trois traitements cela est aussi confirmé par les analyses statistiques : F calculé pour les traitements est inférieur à l'un et l'autre F théorique.

- Conclusion et discussion

Hyptis ne semble pas perturber le déroulement normal des émergences. Le déroulement normal des éclosions et des émergences dans le traitement H1 pourrait être interprété comme précédemment avec la cendre (C1)

4.2.6 Influence de Hyptis sur la durée du cycle
(de l'oeuf à l'adulte)

• Tableau 19 : Durée moyenne du cycle de C. maculatus f de l'oeuf à l'adulte dans les trois niveaux d'Hyptis (traitements)

Traitements	Nombre d'individus observés	Durée moyenne de l'incubation de l'oeuf	Durée moyenne du développement larvaire	Durée moyenne du cycle
Ho	32	5,25	20,12	25,37
H1	37	5,21	20,05	25,26
H2	25	5,24	20,17	25,41

- Conclusion

L'examen du tableau 19 montre que la durée du cycle de C. maculatus f - de l'oeuf à l'adulte - dans les niveaux H1 et H2 d'Hyptis est sensiblement la même que celle dans le témoin Ho.

Le cycle de l'insecte n'est donc pas perturbé par l'Hyptis Spiciqera.

4.3 Conclusion partielle sur l'effet de Hyptis spicigera sur le développement de C. maculatus

L'Hyptis spicigera ne semble pas avoir l'effet sur le développement des oeufs ou des larves de C. maculatus f. Aussi, il est difficile de se prononcer sur son caractère repulsif ou tonique. Les constats évoqués plus haut ne nous semblent pas suffisants pour tirer des conclusions.

Mais, dans la mesure où cette plante est utilisée depuis des générations pour conserver le niébé, il serait trop hatif de la désapprouver. Il serait très intéressant que l'étude soit reprise en suivant d'autres méthodes afin d'aboutir à des résultats plus concluants.

5 - L'effet de la chaleur sur le développement de la bruche

5.1 Méthode expérimentales

Nous faisons pondre des bruches sur des graines saines de niébé la veille de l'expérience. Nous récoltions les oeufs et les divisions en plusieurs lots pour avoir des oeufs de 24 h, 48 h, 72 h, et 96 h.

Les oeufs de 24 h par exemple, étaient mis, au nombre de 100 dans chaque boîte de pétri. Chaque graine portait au maximum 4 oeufs afin que le développement de ceux-ci et surtout des larves se fasse le plus normalement possible.

Nous chauffions le four jusqu'à la température voulue, puis nous introduisions les boîtes. Le chauffage durait 15 mn puis nous sortions les boîtes pour suivre le développement des oeufs dans les conditions du laboratoire (70 % d'humidité relative environ, 27,5°C de température en moyenne).

L'essai comprenait deux traitements principaux. Un traitement avec de la cendre (4,5 g en moyenne) - les graines étaient mélangées à de la cendre puis chauffées et gardées ainsi - un autre traitement sans cendre.

Chacun de ces traitements était accompagné d'un témoin approprié (voir ci-après) chaque traitement et son témoin étaient répétés 3 fois et l'expérience entière était aussi répétée 3 fois. Au total, 900 oeufs étaient observés par traitement.

L'expérience était la même pour les oeufs des autres âges.

Le protocole était exactement le même pour les larves. Les larves de tous les stades ont été étudiées (L1, L2, L3, L4, Nymphe). La détermination des différents stades larvaires était basée sur les indications de P.A. OUEDEKOUO (1978)⁽¹³⁾ ; cet auteur a déterminé les différents stades larvaires de la bruche en fonction de deux températures 20 et 29°C dans des conditions d'humidité relative de 70 %. or dans notre laboratoire, la température était de 27,5°C en moyenne et

.../...

l'humidité relative de 70 % environ. Ce qui se rapprochait beaucoup des conditions d'étude de P.A OUEDRAGO ; c'est-à-dire 29°C, 70 % d'humidité relative. Pour mieux nous assurer que la larve avait atteint le stade voulu, nous faisons des dissections des graines pour comparer les larves vivantes aux dessins larvaires de l'auteur (voir chapitre 1, 2).

Nous avons observé au total 900 larves par traitement.

Nous avons étudié deux températures : 50°C et 55°C. ~~et les résultats sont complétés par les études de 40 et 45°C faite au projet stockage de niébé.~~

Aux températures de 40°C et 45°C, les éclosions et émergences se font normalement (voir annexe III)

5.2 Résultats

5.2.1 Effet du chauffage sur les éclosions des oeufs

• Tableau 20 : Total éclosions par traitement selon la température et l'âge de l'oeuf

âges des oeufs en heures	Température en °C	% d'éclosion selon les traitements			
		C	To	CC	Tc
24	50°C	0 %	78,22 %	3,22 %	80,66 %
	55°C	0 %		1,88 %	
48	50°C	0 %	85,11 %	2,55 %	79,55 %
	55°C	0 %		1,88 %	
72	50°C	0 %	89 %	1,88 %	89,55 %
	55°C	0 %		1 %	
96	50°C	0 %	86,66 %	4 %	79,88 %
	55°C	0 %		1,44 %	

C = traité à la chaleur sans cendre
 To = témoin sans chaleur, sans cendre
 CC = traité à la chaleur avec cendre
 Tc = témoin : sans chaleur avec cendre

5.2.2 Effet de la chaleur sur le développement larvaire

. Tableau 21 : Pourcentages d'émergences par traitement selon la température, l'âge de l'oeuf ou le stade larvaire

Âge de l'oeuf et stade larvaire	Température en °C	% d'émergence selon les traitements			
		C	To	CC	Tc
24 h	50°	0 %	74,33 %	2,33 %	82,22 %
	55°	0 %		1,88 %	
48 h	50°	0 %	78,88 %	1,55 %	76,33 %
	55°	0 %		2,11 %	
72 h	50°	0 %	78,55 %	1,22 %	85,66 %
	55°	0 %		0,77 %	
96 h	50°	0 %	84,44 %	2,55 %	78,11 %
	55°	0 %		1,44 %	
L1	50°	0 %	91 %	0,44 %	80,11 %
	55°	0 %		0 %	
L2	50°	0 %	88 %	0 %	92 %
	55°	0 %		0 %	
L3	50°	0 %	79 %	2 %	87,11 %
	55°	0 %		1 %	
L4	50°	0 %	91,22 %	1,22 %	83 %
	55°	0 %		0 %	
Nymphe	50°	0 %	82,23 %	0,66 %	77 %
	55°	0 %		0 %	

Comme dit plus haut, des expériences antérieures menées par le projet stockage du niébé montrent que les oeufs et les larves de la bruche se développent normalement à 40 et 45°C (voir annexe III). Mais d'après nos expériences effectuées à des températures plus élevées, les oeufs de tous les âges sont tués après un traitement à la chaleur sans cendre à 55°C pendant 15 mn (tableau 20). Il en est de même des

larves des différents stades de développement. Mais les éclosions et les émergences persistent toujours lorsque le chauffage se fait en présence de cendre ; et ceci, même à 55°C dans la majorité des cas (tableau 21). Les émergences sont plus importantes à 50°C et 55°C chez les larves de 3^e stade (L3).

5.3 Conclusion et discussion

S'il existe toujours des éclosions et des émergences dans les traitements à la chaleur avec cendre, c'est que cette poudre inerte doit jouer un certain rôle. Elle absorbe aussi de la chaleur et met ainsi du temps avant de s'élever à la température étudiée (50 ou 55°C). Si bien que la température d'échauffement des graines n'est pas aussi-tôt atteinte.

C'est dire donc qu'avec la cendre il faut chauffer plus longtemps pour élever la température des graines à celle désirée (50-55°) pour que l'opération soit efficace ; où alors, il faut travailler à une température plus haute, par exemple 60°C ou plus si l'opération doit durer 15 mn comme ici.

Ce qui semble intéressant avec la cendre, c'est qu'elle permet de chauffer les graines sans les griller. Mais dans tous les cas, le chauffage sans cendre paraît plus simple et même plus efficace si l'on prenait des précautions pour empêcher les graines d'être grillées.

5.4 Test de germination

5.4.1 But

Des graines ont été chauffées avec et sans cendre aux températures étudiées (50 et 55°C) et pendant le même temps (15 mn) puis soumises à un test de germination pour constater l'effet du stress thermique sur le pouvoir germinatif de la graine.

5.4.2 Matériels et méthodes

Des graines non perforées et ne comportant pas de larve étaient utilisées pour ce test. Ces graines étaient soumises aux mêmes températures étudiées précédemment (50 et 55°C), pendant 15 mn en présence de cendre comme en absence de celle-ci ; puis elles ont été soumises au test de germination.

5.4.3 Résultats

Tableau 22 : Pourcentage de germination par traitement et selon la température

Traitements	Température	Nombre de graines testées	Nombre de graines germées	Pourcentage de germination
CC	50°	300	264	88
	55°	300	263	87,66
C	50°	300	265	88,33
	55°	300	260	86,66
Témoin	-	300	263	87,66

5.4.4 Conclusion

On ne remarque pas de particularité dans les germinations. Les traitements à la chaleur pendant 15 mn à 50°C et 55°C avec ou sans cendre, ne semblent pas perturber le pouvoir germinatif de la graine. Il est donc intéressant de pouvoir tuer les insectes et conserver des graines qui pourront germer.

5.5 Conclusion et proposition

La méthode de lutte par la chaleur semble être la plus efficace. Un chauffage simple c'est-à-dire sans utilisation de cendre à 55°C pendant 15 mn permet de tuer tous les oeufs et les larves de C. maculatus f à l'intérieur des graines de niébé sans perturber le pouvoir germinatif de celles-ci. L'utilisation de cendre nécessite pour la même température, que le temps de chauffage soit allongé ; ou alors, que la température soit plus élevée si le temps de chauffage est aussi de 15 mn.

Dans tous les cas, on constate avec satisfaction que le problème fondamental dans la conservation du niébé trouve ici sa solution parfaite ; ce problème étant celui de l'élimination complète des insectes ravageurs, notamment de C. maculatus f, des graines.

Comme nous l'avons vu plus haut, le traitement des graines à la chaleur peut se faire selon deux méthodes différentes :

- a) le chauffage en présence de cendre comme le font les paysans.
- b) le chauffage simple, sans cendre comme fait dans l'expérience au laboratoire.

L'utilisation de la cendre ayant des conséquences indirectes sur l'environnement, nous la rejetons au profit du chauffage simple. Ce dernier demanderait beaucoup de précaution quant à ne pas laisser les graines se griller au contact de la paroi échauffée du matériel utilisé. Il faudra alors tourner et retourner continuellement la masse de graines pour éviter les brûlures. Lorsque la quantité de graine est petite, l'opération peut-être facile en utilisant les marmites de cuisine. Mais en cas de quantité importante, elle pourrait s'avérer très difficile : elle prendra beaucoup de temps car il faudra la répéter plusieurs fois si l'on doit toujours employer la marmite.

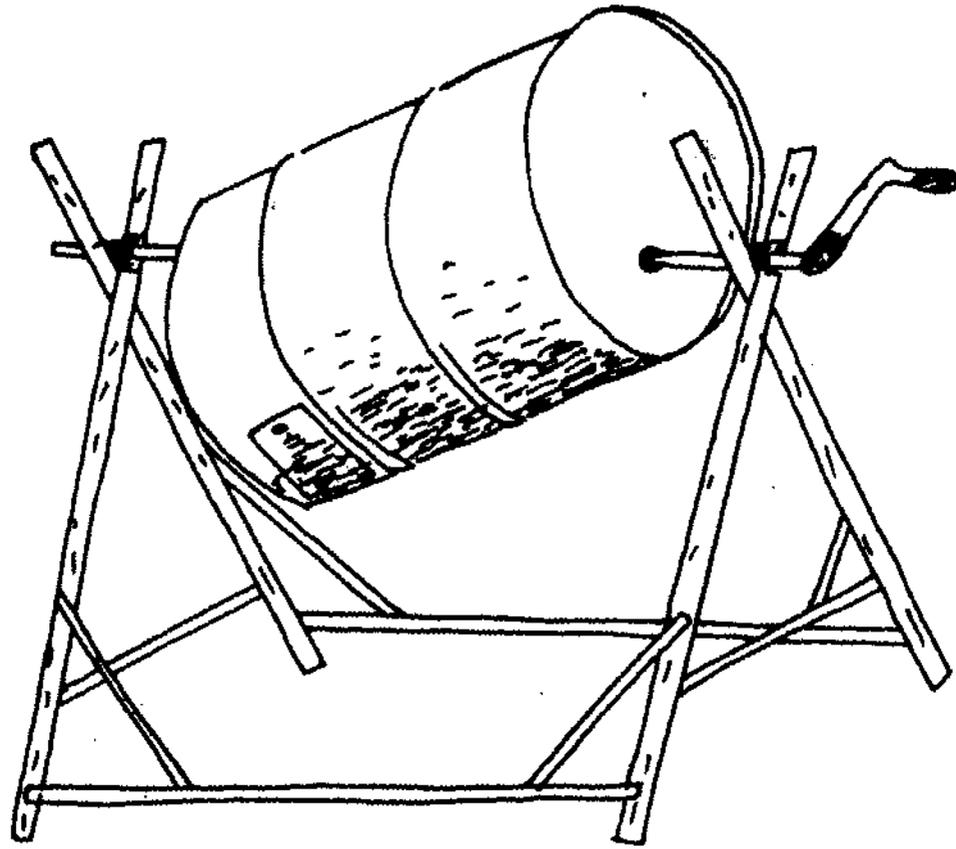
Nous avons donc proposé, pour résoudre ce problème, l'utilisation d'un tambour à essieu excentré souvent proposé pour le poudrage du grain (figure 10)⁽¹⁹⁾. Pendant le chauffage, le tambour sera tourné et retourné de façon continue pour homogénéiser la température à l'intérieur et éviter que des graines restent longtemps collées aux parois échauffées de celui-ci. Dans la mesure où la température de chauffage sera difficile à contrôler par le paysan, il y aura certainement des risques de brûlure ; donc de destruction de semences. Cette méthode serait alors mieux indiquée pour traiter les graines destinées à la consommation ou à la commercialisation. Les semences pourraient être traitées avec beaucoup plus de soins dans les marmites.

Le niébé ainsi traité à la chaleur et stocké dans des conditions hermétiques, peut durer longtemps sans être inquiété par les bruches. Mais certaines précautions doivent être prises obligatoirement au moment de l'engrangement pour éviter toute éventualité fâcheuse.

Ces précautions sont les suivantes :

- a) si par inattention la température de chauffage atteint 100°C, laisser le grain refroidir quelques moments avant de l'engranger ; un dégagement de vapeur d'eau des graines quand elles se refroidissent, pourraient entraîner l'apparition de moisissures à plus ou moins long terme dans le grenier.

Fig. 10



TAMBOUR A ESSEU EXCENTRE (FAO)⁽¹⁹⁾

b) veiller à ce qu'aucune graine étrangère (non traitée) ne se mêle aux graines traitées : car les bruches qui pourraient en émigrer - si celle-ci était infestée - coloniseraient le stock en peu de temps. Ce qui rendrait tous les efforts employés jusque là inutiles. Il serait d'ailleurs souhaitable de travailler loin de tout stock de légumineuse non traité pour toujours éviter les infestations de bruches :

c) stériliser le grenier par la chaleur avant d'y introduire le grain.

d) le grenier traité à la chaleur doit être hermétique aux insectes, donc, bien bouché aussitôt pour éviter aussi toute infestation ultérieure

e) engranger rapidement le niébé pour ne pas l'exposer trop longtemps aux infestations.

f) fermer aussitôt le grenier hermétiquement après remplissage, suivant la méthode décrite au chapitre II.

Pour le souci d'éviter la destruction de l'environnement, il serait intéressant de prévoir à long terme une technique de chauffage utilisant l'énergie solaire sans que cela ne revienne trop pour le paysan.

6 - ETUDE COMPARATIVE DES DIFFERENTES METHODES
DE STOCKAGE DU NIEBE DANS LES GRENIERS EN
PAILLE ET EN TERRE

6. 1 But

Du niébé a été stocké sous ses deux formes (gousses et grain battu) dans des greniers appropriés (greniers en paille et greniers en terre) avec l'Hyptis seulement (gousses), avec l'Hyptis et la cendre (grenier en terre). Ceci avait pour but de suivre l'évolution des populations d'insectes, des degrés d'attaque - donc des pertes - d'humidité et de température à l'intérieur des stocks pour pouvoir déterminer le mode de stockage le plus efficace pour le niébé (gousses ou grains battus) ? et le produit le plus efficace dans la conservation hermétique du niébé (cendre ou Hyptis) ?

6. 2 Matériel et Méthode

Les greniers utilisés étaient de deux types : des greniers en paille et des greniers en terre. Les premiers étaient destinés au stockage des gousses et les seconds à celui des grains battus.

Ces greniers ont été construits à Kamboinsé sur les modèles mossi (voir description au Chapitre II). Il y avait deux greniers en paille de type conique, l'un pour "l'essai-Hyptis" et l'autre pour le témoin ; et trois greniers en terre dont un pour "l'essai-Hyptis", un pour "l'essai-cendre" et un pour le témoin.

Les gousses avaient été achetées aux paysans de la place. Mais les graines provenaient toujours des commerçants de Ouagadougou, puisque les degrés d'attaque des différents lots achetés étaient souvent différents, nous rassemblions tous ces lots en un seul tas ; puis nous les mélangeons longuement afin d'avoir un degré d'attaque homogène pour l'ensemble.

Les différents stockages ont été effectués exactement suivant les techniques traditionnelles. Mais nous n'avions pas tenu compte des rigueurs dues aux croyances ancestrales. Les greniers en terre avaient été désinfestés par chauffage comme traditionnellement avec des rameaux d'Hyptis et des tiges de maïs pendant 20 mn environ. La température de chauffage était de 65°C en moyenne.

.../...

Dans le stockage avec la cendre, les proportions étaient de un (1) volume de cendre pour deux (2) volumes de niébé grain. Après chaque petite quantité du complexe "niébé-cendre", nous remuions longuement l'ensemble à l'aide d'un long bâton pour permettre à la cendre d'occuper toutes les espaces vides entre les graines afin d'éviter les poches d'air.

Quant au stockage avec la poudre d'hyptis, nous avons utilisé la méthode en sandwich (décrite au Chapitre I, 2). Les proportions étaient de un kilogramme d'hyptis pour cent kilo de niébé.

6.3 Résultats partiels

. Tableau 24 : Conservation du niébé-grain avec la poudre d'hyptis dans les greniers en terre.

Date de contrôle	Heure de contrôle	Température			Humidité			degré d'atta-	Poids de 1000 grains		
		M	S	E	graine	Air	vivant			mort	que
4-1-1982	9h45	30°C	-	27	6,93%	-	-	-	34 %	153,1	135,5
5-3-1982	8h50	37°C	-	25°C	6,9 %	19%	37	329	47%	153,1	140
5-5-1982	9h25	33°C	-	27°C	6,7%	76%	9	110	73%	153,7	131

. Tableau 25 : Conservation du niébé-grain avec la cendre de bois dans les greniers en terre.

4-1-1982	9h20	-	-	-	7,4%	-	-	-	34	153,4	135,5
9-3-1982	8h40	-	-	25°C	7,3 %	19%	82	689	55	153,2	119
5-5-1982	9h25	37°C	-	27°C	6,2 %	76%	18	247	76 %	153,8	115,6

. Tableau 26 : Témoin (sans cendre ni hyptis)

4-1-82	10h10	-	31°C	31°C	7,4%	-	-	-	34	153,1	145,5
8-3-82	8h30	38°C	-	25°C	6,3%	19%	42	86	69	150	138,8
5-5-82	9h30	34°C	-	27°C	7,5%	76%	7	155	74 %	152	130

* M : milieu de la masse de graines

S : sur la masse de graines

E : extérieur

. Tableau 27 : Conservation des gousses avec les rameaux d'Hyptis dans les greniers en paille - secs.

(Date de contrôle	:Heure de :contrôle	: température			: Humidité		: Air	: vivant	: mort	: degré : d'atta- : que	: Poids de	
		: M	: S	: E	: grains	: %					: 1000 graines	: saines
(4-1-82	: 8h20	: -	: 27°	: 27°	: 6,3%	: -	: 6	: 12	: 14	: 164	: 130	
(5-3-82	: 8h50	: 21	: 23°	: 22°	: 3,8%	: 41%	: 0	: 19	: 158	: 147		
(4-5-82	: 10h45	: 34°	: 35°	: 32°	: 7,3%	: 55%	: 11	: 97	: 33	: 176	: 141	

. Tableau 28 : Témoin (conservation des gousses sans hyptis)

(4-1-82	: 10h10	: -	: 27°	: 27°	: 6,3	: -	: 6	: 12	: 9	: 164	: 130
(8-3-82	: 8h30	: 23°	: 24°	: 25	: 3	: 35	: -	: -	: 11	: 142	: 135
(4-5-82	: 11h30	: 31°	: 35°	: 32°	: 8,8	: 55	: 6	: 101	: 13	: 176	: 138

Comme il peut se constater, les résultats sont insignifiants pour que nous puissions en tirer une conclusion sérieuse. Cette étude sera poursuivie par le projet stockage du niébé.

CHAPITRE IV

AMELIORATION DU SYSTEME TRADITIONNEL
DE STOCKAGE DU NIEBE

1 - Remarque

Lorsque nous parlons de "système de stockage" nous incluons dans cette expression les moyens de stockage employés, les méthodes de lutte contre les insectes ravageurs, les techniques même de stockage et aussi les opérations précédant l'engrangement du grain.

Les idées que nous voudrions apporter dans ce travail d'amélioration porteront sur tous ces points que recouvre l'expression "système de stockage".

Nous savons que les travaux d'innovation en milieu rural ont presque toujours rencontré d'énormes difficultés dont les principales sont :

- l'esprit refractaire des paysans face aux techniques nouvelles.
- le faible pouvoir d'achat de ces derniers qui ne leur permet pas d'accéder aux matériaux d'innovation : exemple, ciment et fer à béton pour certains greniers tels que les silos "pusa", les cellules en buse de béton.

Lorsque l'amélioration porte sur les méthodes de lutte insecticide, elle fait souvent appel à des méthodes plus ou moins sophistiquées, surtout à des produits chimiques (DDT, Thioral, Phostoxin ...etc) dont les dangers pour l'homme ne sont plus à démontrer.

Notre idée dans l'amélioration du système traditionnel de stockage du niébé, tient compte de ces différentes défaillances que comportent généralement les améliorations et les innovations déjà effectuées en milieu rural. Notre souci profond est donc celui de trouver une méthode d'amélioration vulgarisable qui soit simple, peu onéreuse et qui présente un avantage financier évident pour le paysan.

Il est important de souligner, pour ce qui concerne les greniers, que l'idée d'amélioration apportée n'est fondée sur aucune donnée quantitative : l'étude des stockages dans les différents types de greniers n'ayant pas été terminée (chapitre III, 6). Cette idée est donc essentiellement fondée sur des données purement qualitatives.

2 - Récommandations sur les opérations précédant l'engrangement du grain.

2.1 Les traitements au champ

La qualité du grain à stocker dépend d'abord des traitements dont il a été l'objet au niveau du champ. Nous voulons parler des soins apportés au plant de niébé au cours de son développement ; principalement pendant les périodes de floraison et de fructification.

2.1.1 Les traitements insecticides

Le niébé est fortement infesté au champ par les insectes. L'infestation des gousses par l'insecte principal - Callosobruchus maculatus f - dont nous avons déjà vu les dégâts dans les greniers, se fait avant la récolte, au moment où le niébé commence à murir. Nous pensons que les attaques de cet insecte peuvent être considérablement réduites dans les stocks si l'on arrivait à le combattre efficacement au niveau du champ. Il serait donc intéressant que le niébé bénéficie de traitements insecticides au champ surtout pendant la floraison et la maturation des gousses. Cela permettrait ainsi d'avoir des graines de meilleure santé pour le stockage.

2.1.2 Les récoltes - la maturité des graines

Selon la conférence sur les aspects techniques et économiques de l'entreposage des grains (Rome 1973⁽¹⁴⁾), la maturité des grains est de première importance : les grains qui ne sont pas murs manquent de résistance naturelle contre les moisissures. Il en serait aussi de même pour les grains trop mûrs (attaques de champignons).

Concernant le niébé, il existe deux stades de maturité : le "stade jaune", qui correspond au stade de maturité physiologique complète du niébé, et le "stade de blanc", qui indique un stade plus avancé de la maturation. Il serait donc souhaitable que le niébé soit récolté au "stade jaune" pour tenter de répondre aux conditions de maturité nécessaire pour un bon entreposage et d'éviter une attaque massive de bruches au champ, car l'on sait aujourd'hui, que les infestations de bruches sont moins importantes au "stade jaune" qu'au "stade blanc". L'inconvénient serait que les récoltes au "stade jaune" demanderont un temps de séchage plus long car le niébé contient encore beaucoup d'eau et, l'humidité relative en cette période de récolte est très élevée ; ce qui ne facilite pas le séchage naturel.

2.1.3 Le système cultural

Lors de nos investigations, les paysans nous déclaraient à toutes les fois, que les variétés tardives du niébé étaient les plus infestées par les bruches. Ces variétés sont celles généralement cultivées en association avec le mil ou le sorgho. Or, selon T. Alzouma, Maître assistant à l'Université de Niamey-NIGER, les adultes des bruches contaminent les pieds de Vigna unguiculata durant la période nocturne à partir des épis de mil en floraison au niveau des quels ils trouvent refuge dans la journée et se nourrissent du pollen (contenu du tube digestif).

Les bruches auraient donc dans ce cas une source de nourriture (fleurs de mil) et de reproduction (niébé). Il aurait été donc intéressant, la culture de niébé se fasse en culture unique mais intégrée dans un système de rotation de culture approprié afin de faire profiter de sa production d'azote aux autres cultures (mil, sorgho, maïs).

La pratique de la culture associée pourrait néanmoins se perpétuer mais alors en faisant un choix judicieux des variétés. A cet effet, l'utilisation des variétés précoces murissant avant la floraison du mil ou du sorgho associé serait intéressante.

2.2 Le séchage

Le séchage des grains a aussi une importance : lorsque le séchage est mal fait, les grains sont facilement infestés par les moisissures, les bactéries et les insectes. Chez les paysans, le séchage du niébé est souvent bien avancé déjà sur le plant et continue longtemps après la récolte. Cela a un avantage évident : celui de permettre au grain d'être bien séché. Mais l'inconvénient est l'exposition prolongée du niébé aux attaques des bruches.

Selon la conférence sur les aspects techniques et économiques de l'entreposage des grains (Rome 1973), la teneur en eau maximale des grains acceptable pour le stockage du niébé dans les zones tropicales à la température d'environ 27°C, est de 15 %; par ailleurs, selon toujours cette conférence, pendant la saison de stockage du niébé, l'humidité de l'air en brousse est très sèche (à peu près 30 à 40%) ; ce qui correspondrait à une teneur en eau du niébé après séchage, de 4 à 4,5 % ; les échantillons ramenés des enquêtes en novembre-décembre

présentaient une teneur en eau de 6,5 à 7 %. C'est dire combien le niébé est bien sec avant d'être stocké en milieu rural. Le problème ne semble plus donc être tellement celui du séchage, mais celui de l'exposition prolongée aux bruches.

2.3 Battage - vannage - triage

La méthode traditionnelle de battage du niébé est encore rudimentaire ; mais une amélioration n'a pas encore été l'objet de recherche. Cependant, le battage serait déjà plus aisé si l'on laissait les gousses bien sécher au soleil pour les battre aussitôt après : l'éclatement des gousses est alors plus facile et plus franche, et l'on récupère ainsi toutes les graines. Il y aurait de ce fait, moins de nettoyage à faire après le battage.

Une opération non moins importante avant de stocker le niébé, c'est le triage des graines défectueuses et autres impuretés persistantes ; celles-ci peuvent favoriser des attaques plus faciles des moisissures, des champignons ou d'insectes.

2.4 La préparation du grenier à l'engrangement

Il semble mieux que les paysans conservent leur méthode traditionnelle de préparation du grenier (en terre et intermédiaire) comme indiqué au chapitre II : elle est très peu onéreuse et semble efficace. Mais cette efficacité pourrait néanmoins augmentée si la durée de chauffage était plus longue. Aussi, il ne semble pas que ce soit forcément l'odeur des plantes odorifiantes en combustion qui tue les parasites dans le grenier ; il y a surtout l'effet de la chaleur produite : la chaleur pure et simple est très efficace ; on sait par exemple qu'au delà de 55°C pendant 15 mn, la bruche du niébé est systématiquement tué.

Ce constat est intéressant car il épargne aux paysans de rechercher à tout prix des plantes odorifiantes pour stériliser leurs greniers ou d'acheter les insecticides.

2.5 Technique de lutte et de stockage

2.5.1 Stockage avec la cendre

Aux vues des résultats d'étude de la méthode de lutte par la cendre nous pouvons proposer ce qui suit pour une meilleure conservation du niébé avec cette poudre.

a) La cendre doit occuper tous les méats existant entre les graines de niébé dans le conteneur. Cela est possible si après chaque petite quantité de "cendre-niébé", l'on secoue énergiquement le complexe pour que la cendre puisse circuler vers les espaces vides. Ceci est une façon d'éviter les poches d'air à l'intérieur de la masse.

d) La cendre doit submerger totalement les graines afin que les bruches ne puissent pas pondre sur les graines du dessus ; mais qu'elles montrent s'isoler au-dessus de cette poudre

c) Pour mieux assurer l'herméticité, il serait bon de bien tasser le complexe "cendre-niébé".

Cette méthode de conservation du niébé avec la cendre paraît très intéressante mais elle pourrait poser un problème important ; en effet, elle demande l'emploi d'une quantité importante de cendre. Ce qui amènerait à brûler beaucoup de bois. Cette consommation de bois entraînerait aussi davantage de déboisement, donc de désertification. Or, nul n'ignore que c'est cette désertification qui est à l'heure actuelle, l'ennemi principale de nombre de programmes de développement dans notre pays. Le bon sens voudrait donc que cette méthode soit abandonnée ; du moins lorsqu'il s'agira de grandes récoltes à stocker. Les petites quantités telles que les semences pourraient être toujours conservées avec la cendre.

La méthode qui nous semble la meilleure et que nous préconisons est la méthode de lutte par la chaleur suivie d'un système de stockage parfaitement hermétique aux insectes. Cette méthode est déjà expliqué au chapitre III, 5 (en conclusion et proposition).

3 - AMELIORATION DES GRENIERS

Les travaux en matière d'amélioration des greniers s'orientent généralement dans deux directions :

- la modification des greniers existants
- la recherche de nouveaux modes de stockage

Nos présentes propositions quant à elles, s'orientent dans la première direction pour la modification des greniers existants. Le stockage hermétique que nous avons préconisé pour la conservation du niébé, oblige à trouver un grenier qui s'y prête aisément ; mais celui-ci ne devra pas être cher ni compliqué à construire par le paysan ; sinon, on retomberait dans les défaillances des améliorations précédentes en matière de stockage. Nous proposons pour ce faire, de travailler uniquement avec les matériaux locaux que les paysans ont l'habitude d'utiliser. L'idée du grenier amélioré que nous proposerions est celle d'un grenier en terre, résistant aux termites et hermétique aux insectes mais qui permettrait des prélèvements faciles sans trop perturber l'herméticité du grenier.

3.1 Le type de grenier (traditionnel) choisi pour être amélioré

Le grenier que nous avons choisi d'améliorer est le grenier intermédiaire type "Sud-Ouest du pays". Ce grenier est construit avec de la terre compactée - terre argileuse mélangée avec de la paille comme dans un torchis -

De forme grossièrement rectangulaire à la base, il est évasé au fur et à mesure qu'il s'élève, puis se termine par un dôme plus ou moins parfait. Au milieu du dôme, un col est levé tout autour d'un trou circulaire qui sert à la fois aux remplissages et aux prélèvements. La plate-forme du grenier repose sur une charpente de bois établie au-dessus de grosses pierres qui servent de supports (photo 12). Ce grenier est toujours fermé par un chapeau de paille. Il présente des avantages intéressants (voir chapitre II) mais les défaillances sont nombreuses. Les principales sont les suivantes :

- faible épaisseur du mur (4 à 5 cm) ne pouvant pas permettre au grenier de supporter un tonnage important de grain et n'amortit pas les fluctuations de température.

- prélèvements difficiles
- vulnérabilité de la base du grenier aux rongeurs et aux termites
- risques d'incendie par le chapeau de paille
- et surtout, perméabilité aux insectes.

Nous n'avons visé qu'à combler ces défaillances.

3.2 Présentation de l'idée d'amélioration

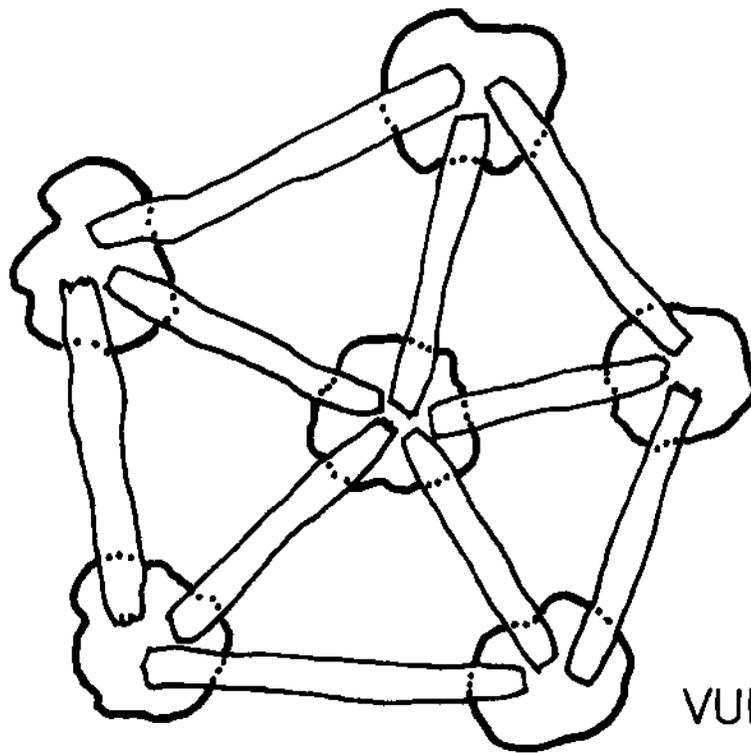
Notre idée du grenier amélioré est représentée par les figures 11 - 12 - 13 - 14 ci-après.

Ce grenier amélioré est de forme cylindrique jusqu'à une certaine hauteur puis terminé par un dome. La partie cylindrique est construite en parpaings alors que le dome est en terre compactée comme

dans les constructions traditionnelles - L'ouverture du sommet qui servira uniquement aux remplissages, est fermée non plus avec un chapeau de paille, mais avec un petit couvercle en terre de forme convexe pour permettre aux eaux de pluie de s'écouler immédiatement. Après remplissage à la fin des récoltes, cette ouverture est fermée hermétiquement pendant toute la durée du stockage ; les prélèvements se feront par un orifice de vidange situé à la base du grenier. Cet orifice est une simple boîte métallique aux deux fonds ouverts, de diamètre suffisant pour permettre l'introduction des deux mains à la fois ; elle est insérée dans le mur du grenier et installée à la base d'une pente d'environ 20 %, établie dans le fond du grenier. Cette dernière a pour but essentiel de permettre l'écoulement facile du grain vers la trappe (orifice) de vidange. Notons enfin que la trappe peut être fermée soit avec un couvercle adaptable, soit avec un bouchon (en chiffon par exemple). Puis, pour des raisons de sécurité (vol) nous avons préconisé que cette trappe soit condamnable grâce à une porte en tôle munie d'un cadenas.

La plate-forme du grenier est construite sur une charpente de bois, établie au-dessus de grosses pierres qui servent de supports à tout le grenier. Cette plate-forme est constituée des différentes couches suivantes :

Fig.11 : DEBUT DE CHARPENTE



VUE DE DESSUS

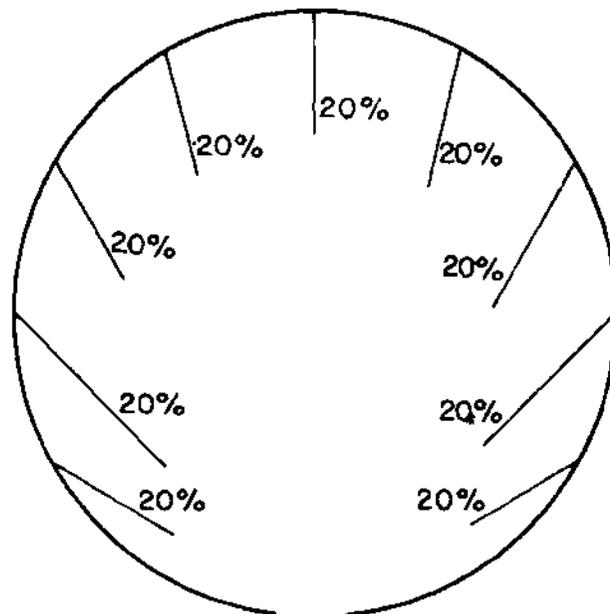
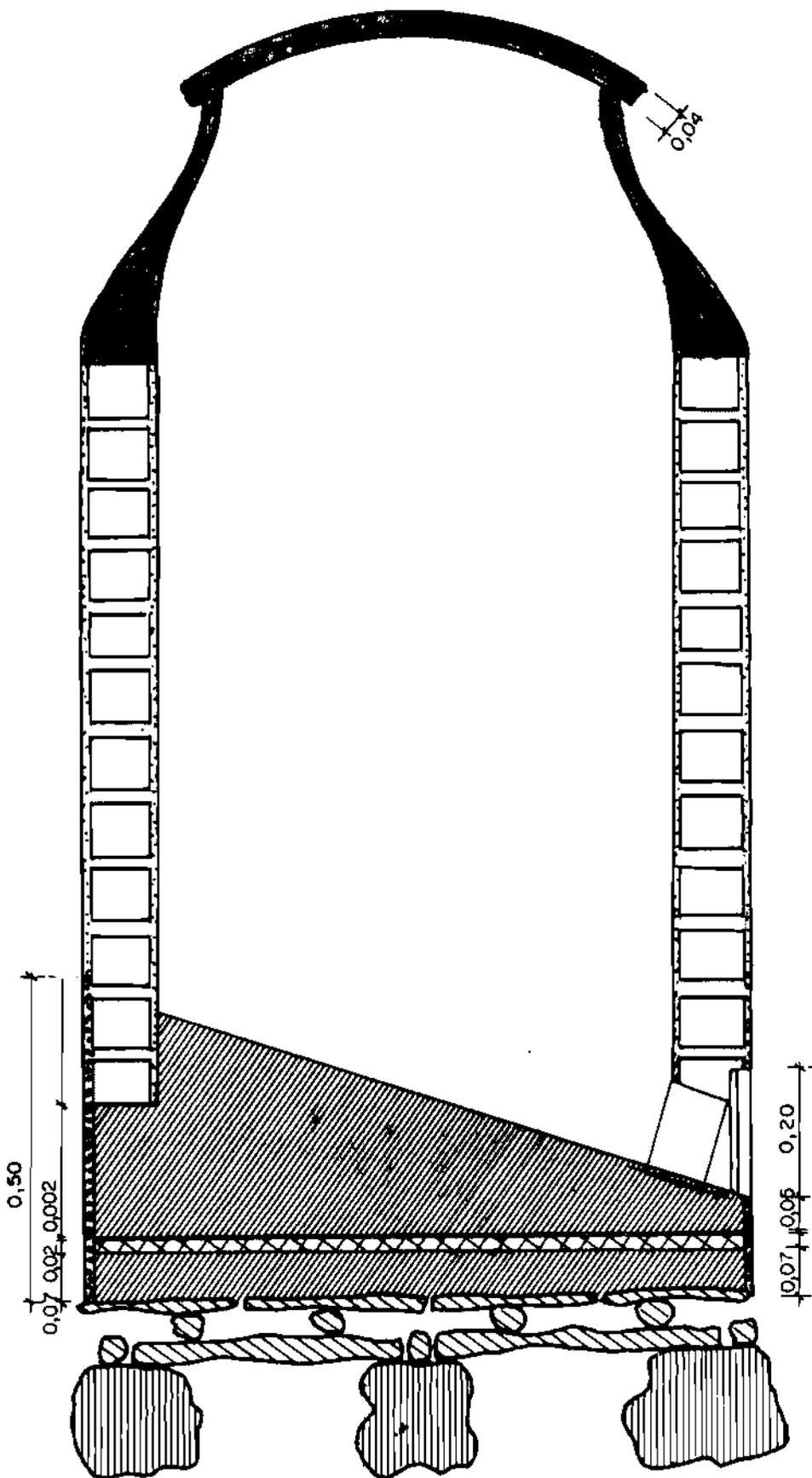


Fig.12 ORIENTATION DE LA PENTE

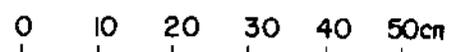
GRENIER AMELIORE POUR STOCKAGE DE NIEBE



LEGENDE

- Banco
- Terre ordinaire
- Film plastique
- Cendre
- Bois de la charpente
- Pierres supports
- Enduit beurre de karite
- Enduit bous de vache
- Orifice de vidange

Echelle 1/10



COUPE LONGITUDINALE (Fig.13)

GRENIER AMELIORE POUR STOCKAGE
DE NIEBE

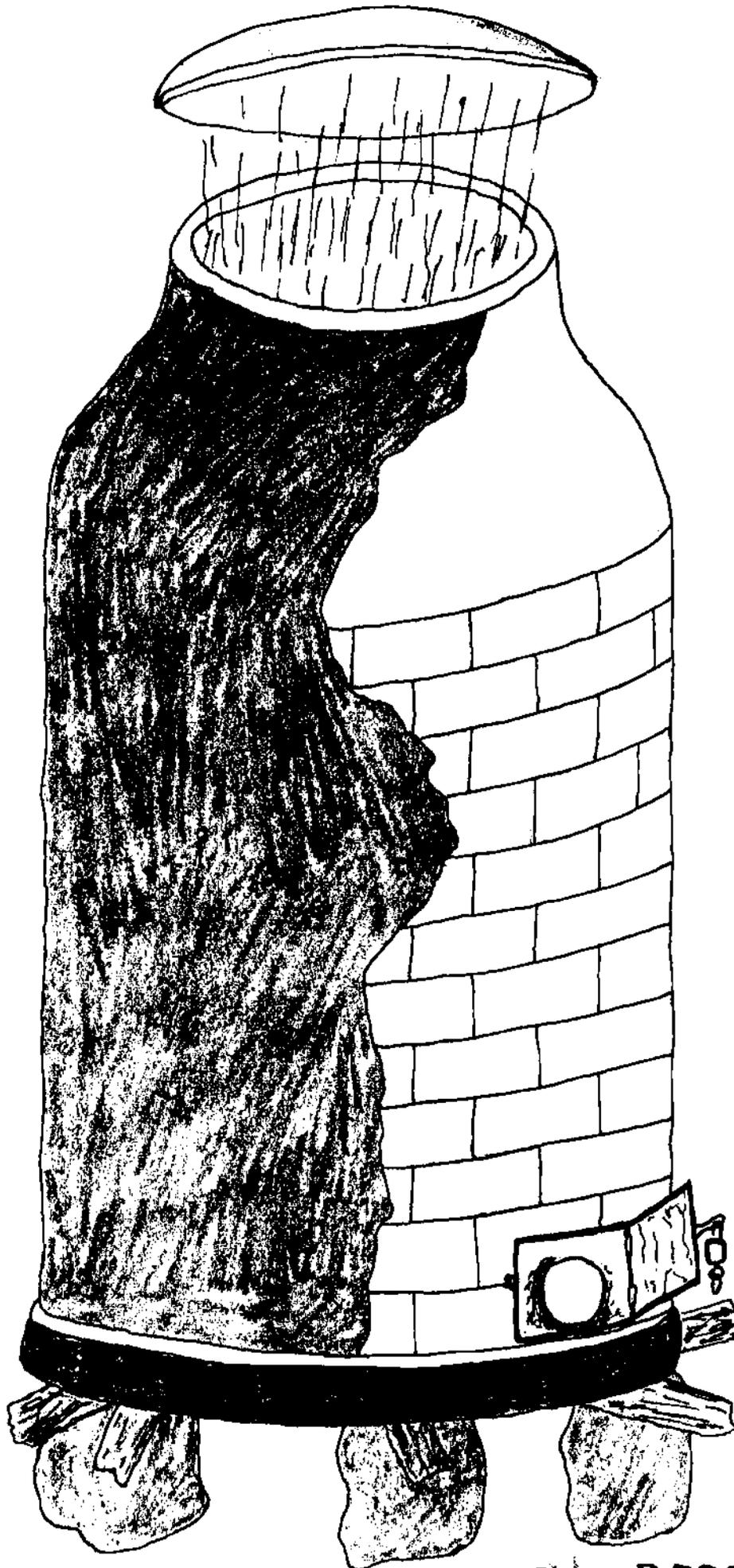


Fig. 14: PERSPECTIVE

- une première couche de terre au-dessus de la charpente, épaisse de 7 cm au moins pour être résistante,

- une couche de cendre de 3 ou 4 cm pour servir d'écran aux termites qui auront pu traverser la couche de terre (les termites ne consomment pas la cendre)

- une feuille plastique pour empêcher l'humidité de remonter par en-dessous.

- une deuxième et dernière couche de terre pour couvrir l'ensemble.

Notons que les pierres sont disposées de façon circulaire, avec une pierre centrale qui servira de support central au grenier.

Le grenier devra être crépi, l'intérieur aussi bien que l'extérieur, avec de la bouse de vache. De la base jusqu'à une hauteur d'environ 50 cm, l'enduit devra être mélangé à des résidus de beurre de karité pour éviter que les termites ne gravissent le grenier pour l'attaquer sur les côtés.

Enfin, le grenier devra être construit sur un sol dur et sur-élevé pour éviter les stagnations d'eau en dessous. Aussi, la porte devra être fixée du côté des cases d'habitation pour qu'en cas de vol, l'on puisse apercevoir le voleur de depuis les cases.

L'idéal serait que le grenier soit installé au milieu des cases d'habitation.

3.3 Conclusion

. Tableau 23 : Avantages et inconvénients du stockage amélioré du niébé

	Avantages	Inconvénients
Technique de lutte et de stockage	<ul style="list-style-type: none"> . ne nécessite pas de cendre, ni de plante odorifiante. . certitude d'une bonne conservation - conservation durable. . croyances ancestrales minimisées. . herméticité aux insectes bien assurée 	<ul style="list-style-type: none"> . demande beaucoup de précautions depuis le traitement des graines jusqu'à l'engrangement. . traitement nécessite l'utilisation d'un matériel spécial (le tambour) . Difficulté de contrôler la température de chauffage.
Construction du grenier	<ul style="list-style-type: none"> . technique de construction facile . résistance aux termites et aux remontées de l'humidité par en-dessous. . murs en parpaings => plus de solidité 	<ul style="list-style-type: none"> . nécessite des parpaings de dimensions réduites => il faut une moule spéciale
Economie	<ul style="list-style-type: none"> . coût très faible . prélèvements très facile . sécurité contre le vol 	

CONCLUSION GÉNÉRALE

---◆---◆---◆---

L'extension de la culture du niébé en Haute-Volta peut très bien être envisagée sans trop d'inquiétudes pour le stockage en milieu rural :

Les paysans ont de très bonnes méthodes de conservation de cette légumineuse, mais ces méthodes bien que souvent rendues rigoureuses par les croyances ancestrales, présentent fréquemment des défaillances facheuses, pour le stockage avec la cendre par exemple, les défaillances résideraient certainement dans le fait que l'herméticité n'était pas bien assurée à l'intérieur même du complexe "grain-cendre". Il est ainsi possible que les paysans négligent de secouer énergiquement ce complexe pour que la cendre descende occuper les espaces vides entre les graines pour éviter les poches d'air. L'attention est plus portée sur la fermeture hermétique du conteneur alors que l'essentiel est plutôt l'herméticité dans la masse de graines.

Pour ce qui concerne l'Hyptis spiciqera Lam, il serait mieux que d'autres études viennent compléter nos expériences afin que de meilleures conclusions puissent être tirées. Vu le pouvoir "répulsif" ou "insecticide" tant reconnu à cette plante en milieu rural, justifié d'ailleurs par sa longue utilisation dans la protection des récoltes contre les insectes, notamment les bruches, elle doit certainement avoir des propriétés intéressantes en la matière.

L'utilisation de la chaleur quant à elle, s'avère être la méthode recommandable dans la lutte contre les bruches du niébé. Les échecs rencontrés chez les paysans seraient essentiellement dûs à des chauffages insuffisants (temps de chauffage trop court, ou température peu élevée), ou à des stockages non hermétiques. A présent toutes ces inquiétudes peuvent être levées en traitant plus rigoureusement les graines et en prenant de bonnes précautions au moment des opérations de stockage pour éviter d'éventuelles infestations.

Nos expériences ont montré qu'à 55°C pendant 15 mn, la bruche, ses oeufs et ses larves sont tués sans que le pouvoir germinatif de la graine ne soit perturbé. Mais il faut noter que la rigueur dans la conservation du niébé ne se limite pas seulement au traitement des graines. Elle doit s'étendre jusqu'au moyen de stockage et aussi à la façon de stocker. Ce que nous avons proposé pour une meilleure conservation de cette légumineuse, est un stockage hermétique (aux insectes) dans un

.../...

grenier en terre muni d'une ouverture de vidange située à sa base. La conception du grenier proposé est *i*spirée d'un grenier traditionnel auquel nous avons apporté des améliorations. Il s'agit du grenier intermédiaire type "Sud-Ouest" de la Haute-Volta.

La conservation du niébé demande beaucoup de soins. Vue son importance alimentaire dans le pays, une attention particulière doit donc être accordée à sa protection dans les greniers afin que sa culture soit plus profitable pour le paysan.



 N V E X E S

ANNEXE I

PRODUCTION BRUTE DES RECOLTES EN QUANTITES (1970 - 1978)

Tableau n°23

PRODUCTION BRUTE DES CULTURES EN QUANTITE (tonne)

	<u>1970</u>	<u>1971</u>	<u>1972</u>	<u>1973</u>	<u>1974</u>	<u>1975</u>	<u>1976</u>	<u>1977</u> (1)	<u>1978</u> (2)
<u>Cultures vivrières</u>									
<u>Céréales</u>									
Mil	377382	297690	265646	252525	309869	375300	347312	354673	386254
Sorgho	566381	474445	652358	481575	621198	754500	534021	634812	692870
Maïs	55348	66394	126000	58500	137521	75500	60041	73748	100789
Fonio	6399	6350	5200	5620	6430	12200	3765	6362	1644
Riz (paddy)	34288	36879	33604	31900	32300	39900	45449	48327	53643
Total	<u>1032798</u>	<u>881758</u>	<u>1082808</u>	<u>830120</u>	<u>1107618</u>	<u>1257400</u>	<u>990588</u>	<u>1117922</u>	<u>1238200</u>
<u>Légumineuses et féculents(3)</u>									
Niébé	45500	41004	37000	43885	12210	50719	44380	50251	51759
Voandzou	22440	20196	18000	21613	20790	24981	21859	24750	25493
Igname	25600	25600	25000	25613	25920	26310	25499	26264	27052
Patate douce	6400	6400	6200	6403	6480	6578	6376	6566	6763
Manioc	8000	8000	7800	8004	8100	8222	7968	8207	8453
Total	<u>108000</u>	<u>101200</u>	<u>94000</u>	<u>105520</u>	<u>103500</u>	<u>116810</u>	<u>106082</u>	<u>116038</u>	<u>119520</u>
<u>Cultures industrielles et</u>									
<u>à l'exportation</u>									
Arachides décort.	69393	66182	60408	62900	98900	87200	72686	57073	74867
Karité (3)	13407	15804	44500	10380	50192	48618	32402	56654	42385
Sésame	4364	4009	5654	5400	3800	5820	17266	9382	9500
Coton graine	36328	29217	36561	26700	29268	58009	59315	44675	57642
Tabac (3)	318	299	300	318	320	339	319	338	348

(Source : Chiffres réunis par la section des statistiques agricoles, cellule de Planification Rurale
Ministère du Développement Rural (Annuaire de statistiques agricoles)

- (1) non encore publié
(2) prévisions non publiées
(3) Estimations

ANNEXE II

- 1 -

METHODE UTILISEE DANS LE TRAVAIL D'ENQUETE SUR LE SYSTEME TRADITIONNEL DE STOCKAGE DU NIEBE

1 - But des enquêtes

Dans l'objectif d'améliorer le système traditionnel de stockage du niébé en milieu rural, des tournées d'enquêtes ont été effectuées à travers le pays pour recueillir le maximum d'informations possible concernant cette légumineuse ; sa culture, son importance et sa conservation.

2 - Méthode employée pour toucher les paysans

Six U.R.D. ont été choisis pour être visités, compte tenu de leur position géographique et des ethnies qui composent leurs populations. Les conditions climatiques et les traditions des populations pouvant être pour beaucoup dans la conception du système de stockage.

Pour toucher facilement les paysans, nous suivions une procédure administrative. Nous passions par la D.S.A. (Direction des Services Agricoles). Celle-ci envoyait des messages à l'ORD, que nous avons programmé pour l'avertir de notre arrivée. Une fois sur place, l'ORD mettait à notre disposition un de ses agents pour nous accompagner dans les villages à visiter. Nous avons toujours cherché à rencontrer les paysans les plus ouverts pour avoir des entretiens plus détendus et récolter ainsi le maximum d'informations et les vraies. Les paysans rencontrés pouvaient être en groupe ou individuels. Cela importait peu. Il faut souligner que nous nous adressions aussi bien aux hommes qu'aux femmes.

Les entretiens étaient soutenus grâce à un guide interview que nous avons rédigé préalablement. Notons que c'est le même questionnaire qui a été utilisé dans les différentes localités.

Les tournées pouvaient prendre 4 à 6 jours selon l'éloignement de la localité ou de la rapidité du travail.

.../...

3-Le guide interview employé

-Essai d'introduction à la causerie

L'objectif de notre rencontre est de nous informer auprès de vous sur les moyens que vous utilisez pour conserver vos récoltes (principalement de niébé) et aussi sur les différentes méthodes de lutte que vous employez contre les ennemis des récoltes au stockage.

De même, nous cherchons à recenser tous les problèmes de quelque ordre qu'ils soient, de conservation des récoltes que vous rencontrez à votre niveau.

Ainsi, informés de vos problèmes de stockage et inspirés de vos techniques traditionnelles de conservation des récoltes, nous en cherchons les voies et les moyens d'amélioration pour enfin essayer de proposer des "greniers modèles" ou des méthodes de lutte plus adéquates qui pourraient répondre quelque peu à vos souhaits. C'est-à-dire, ceux d'avoir un grenier solide et efficace pour les stockages durables des récoltes.

La disponibilité de chacun à répondre clairement et de la façon la plus complète et franche possible à nos questions, nous serait extrêmement louable. Nous nous intéressons particulièrement au niébé car il semble que c'est la denrée la plus endommagée par les insectes dans les greniers.

4 - Importance du niébé (productions et usages)

- Dans la famille, à qui appartient le champ de niébé ; à l'homme, à la femme ou aux enfants ?

- Comment se fait cette culture, en parcelle unique ou en association avec d'autres cultures ?

- A quelle culture le niébé équivaut en superficie : au mil, sorgho, riz, arachide ou maïs ?

- Pourriez-vous nous citer par ordre d'importance les cultures que vous faites ?

- Quelle quantité (nombre de paniers ou de tines) obtenez-vous à la récolte ?

- Tout le monde cultive - t - il le niébé dans votre village ?

- Consommez-vous beaucoup le niébé chez vous ?

quels sont les différents mets que vous préparez avec le niébé, feuilles comme graines ?

- Il y en a qui consomment le niébé à des périodes données de l'année ; quelle période de l'année choisissez-vous pour le consommer ? (pourquoi cette période précise ?)

- Il y en a qui vendent leurs récoltes (de niébé) dès la fin de la saison ; Pourquoi ?

- Est-ce toute la récolte qui est vendue ? ou alors, Comment répartissez-vous votre récolte (semence, consommation, commercialisation) ?

- La culture du niébé vous aide - t - elle vraiment à combler vos déficits céréaliers ?

B - LES VARIETES CULTIVEES

- Combien de variétés de niébé cultivez-vous dans votre région ?

- Quelles sont les différences qu'il y a entre ces variétés ? (rendement, précocité, résistance aux insectes).

C - PRECAUTIONS PRISES AVANT L'ENGRANGEMENT

- En quels mois faites-vous la récolte du niébé (selon les différentes variétés) ? et à quel stade de maturité, stade jaune ou blanc ? Pourriez-vous nous expliquer pourquoi ?

- Après la récolte, où séchez-vous le niébé, au champ ou à la maison ? et comment faites-vous le séchage (sur des hangars, à même le sol) ?

- Pendant combien de temps dure le séchage ?

D - LES MOYENS DE STOCKAGE

- Une fois, le séchage fini ; sous quelle forme conservez-vous le niébé ? (en gousse ou en grain battu) ?

- Quels sont les différents types de conteneurs que vous utilisez pour le stockage ?

- A quel type de grain chacun de ces conteneurs est-il spécialement destiné ?

- Sous quelle forme le niébé est-il conservé dans ces différents conteneurs ?

- Pouvez-vous nous expliquer les différentes étapes de construction de vos greniers ?

- Quel type de bois utilisez-vous ?

- Quel type d'enduit utilisez-vous pour l'intérieur du grenier ? et pour l'extérieur ?

- Que utilisez-vous contre les termites ?

- Pourquoi vos greniers sont-ils dedans, dehors, et parfois même dans les champs ?

- Pendant combien d'années vos greniers peuvent-ils durer ?

- Pendant combien de temps peut durer la construction d'un grand grenier (en paille, en terre, intermédiaire) ?

- Est-ce une seule personne qui construit ou bien vous vous aidez pour construire ces greniers ?

E - TECHNIQUES DE STOCKAGE ET DE LUTTE

- Comment conservez-vous les semences de niébé ? la partie réservée à la consommation et celle réservée à la commercialisation ?

- Qu'utilisez-vous dans la protection de vos récoltes de niébé contre les insectes ?

- Concernant les plantes odorifiantes que vous utilisez ; à quelle période de l'année les récoltez-vous ? et à quel stade de développement ? (pendant que la plante est en fleur, que les graines sont déjà mûres)

- Y a-t-il des raisons à cela ?

- quelles sont les parties que vous utilisez ?

(feuilles, fleurs, fruits, racines, écorce ...)

- Comment préparez-vous les plantes à utiliser (séchage et autres) pour la conservation des gousses ? et pour celle du grain battu ?

- Mélangez-vous plusieurs plantes à la fois ?

Si Oui, Comment ? Pouvez-vous dire pourquoi vous faites ces mélanges ?

.../...

- Quelle quantité de produit utilisez-vous, par exemple, pour une tine de niébé-grain ?

- Comment préparez-vous le grenier pour l'engrangement ? (avec quoi) ?

- Quelle est la plante ou la méthode de conservation qui est la plus utilisée et qui semble être la plus efficace ?

- Pouvez-vous nous expliquer les différentes étapes de l'opération-même de stockage en parlant de tout ce qu'il faut faire et de tout ce qu'il ne faut pas faire ?

- Ya -t-il des fois où le niébé est conservé dans le même grenier que d'autres récoltes ? Si Oui, comment se fait cette conservation ? (niébé en bas ou au-dessus) ?

F - DUREE DE CONSERVATION ET CONTROLE DES STOCKS

- Pendant combien de temps, du niébé conservé suivant les manières que vous venez d'indiquer peut-il durer sans être endommagé par les insectes ?

- Faites-vous souvent des contrôles pour constater l'état de vos stocks ? Si Oui, suivant quelle périodicité ?

G - AUTRES PROBLEMES

- Y a-t-il déjà eu des cas de vols de récoltes stockées ? de greniers brûlés ou de greniers tombés par suite de pluie ou d'attaque de termites ?

- Avez-vous souvent des problèmes de rongeurs (souris, rats) et d'insectes dans vos greniers ?

- Avez-vous des fois pu constater des moisissements dans vos grains ?

De quel côté du grenier ? (fond, dessus, parois) ?

4 - LES LOCALITES VISITEES

ORD	Secteurs	Villages visités	Dates de visites	
Hauts-Bassins	Houndé	Houndé	17 Septembre 81	
Comoé	Gnangoloko	Koutoura, Yendéré, Panga, Soubakagné- dougou	18 Septembre 81	
Yatenga	Duahigouya	Koloukoom, Tougou Somyan, Bourbo, Toulfin	3-4 Novembre 81 4 Novembre 81 5 "	
Sahel	Djibo	Duré, Pobé, Bougué	6 Novembre 81	
Bougouriba	Diébougou	Sévrégane, Wan, Sappan, Dolo	17 Novembre 81	
	Gaoua	Doudou	18 Novembre 81	
	Batié	Batié centre	18 "	
	Dano	Oronkua, kouloo	19 "	
	Diébougou		quartier dagara- dioula	20 Novembre 81
			quartier djan	20 "
			Lokpodia-dagara	21 Novembre
Lokpodia djan			21 "	
Est Fada	Fada	Marba, Tihga	22 Janvier 81	
		Mamoungou, Bogue	23 "	
		Diapangou	23 "	

ANNEXE III

Les tableaux suivants donnent les résultats des études menées antérieurement à 40 et 45° par le "Projet Stockage du niébé" sur le développement des oeufs et des larves de la bruche. Le traitement à ces températures durait 15 mn.

BO = Traitement sans cendre

BC = Traitement avec cendre

TO = témoin sans cendre

TC = témoin avec cendre

Oeufs de 24 heures

Traitements	40°C		45°C	
	% Eclosion	% Emergence	% Eclosion	% Emergence
BO	87	91,57	75,66	82,37
BC	83,66	86,05	73,33	85,90
TO	87,33	89,69	75,66	84,58
TC	89,66	85,13	70,33	91,94

Oeufs de 48 heures

BO	84,33	82,21	81	86,83
BC	85,66	84,04	79	92,82
TO	90,66	80,14	77	93,07
TC	80,66	94,21	89,33	95,89

Oeufs de 72 heures

BO	85	87,45	81	84,77
BC	83,66	82,66	76,66	76,95
TO	87,66	84,03	85,33	91,79
TC	91,33	83,21	82,66	71,97

.../...

Deufs de 96 heures

Traitements	40°C		45°C	
	% Eclosion	% Emergence	% Eclosion	% Emergence
BO	81,33	81,14	79,33	76,05
BC	85	80,39	77	95,23
TO	81,33	78,27	82	86,58
TC	86,33	79,15	81	89,30

Larves de 10 jours

BO	85,33	91,79	72	92,12
BC	87,66	93,91	73,66	87,78
TO	78	76,49	80,33	85,47
TC	82	86,58	85,66	87,19

Larves de 15 jours

BO	82,33	53,03	72,66	50,66
BC	80,33	50,62	72,33	51,33
TO	79,33	79,41	70,33	53,33
TC	80	87,08	70	59,33

B) I B L I O G R A P H I E
=====

1. ALZOUMA I. (Maître-Assistant, Université de Niamey - NIGER)
Etude de deux espèces de Bruchidae (Bruchidius atrolineatus
et Callosobruchus maculatus F) s'attaquant aux graines de
Vigna unguiculata au Sahel.
(Recherches entreprises depuis 1979 et toujours en cours).
2. BRIDWELL J.C. 1929 - The cowpea Bruchid (coléoptère) under another
name.
A plea for one kind of entomological specialist
Proc. Entom. Soc. Wash. XXXI N° 2 : 39-44
3. CASWELL G.H. 1961 - "The infestation of cowpea in the western region
of NIGERIA", Trop. Scie, 3
4. CLUB DU SAHEL - CILSS 1973 - Etude du Stockage traditionnel des
céréales dans les pays du Sahel
Tome IV.
5. COMPAORE D. 1980 - Stockage traditionnel du niébé dans le plateau mossi
Rapport de stage, 2e Année agronomie - Université de
Niamey - NIGER.
6. DECELLE J. 1972 - Les deux phases de Callosobruchus maculatus F
(Col. Bruchidae)
Bull. Ann. Soc. R. ; Belg. Ent. 108 : 27 - 28
7. DIAW M. 1982 - Rapport de stage sur l'Entomologie du Niébé et du Maïs
IITA - SAFGRAD (Haute-Volta : Kamboinsé)
8. HALL D. W. 1971 "Manutention et emmagasinage des graines alimentaires
dans les régions tropicales et subtropicales", FAO.
9. LABEYRIE V. (?) - Pour vaincre la carence protéique et la dépendance
alimentaire des pays pauvres : Nécessité absolue de
développer la production de graines de légumineuses
et de les protéger efficacement contre les bruches.
(Communication personnelle)
Université F. RABELAIS, 37200 Tours, FRANCE

10. LARSON A.C. and FISCHER C. K. 1924 - Longevity and Fecondity of Bruchus quadrimaculatus FAB as influenced by different foods. J. Agr. Res. N°6 XXIX : 297 - 306
11. MITCHEL R. 1975 - The evolution of oviposition tactis in the bean weevil. Callosobruchus maculatus F. Ecology. 56 : 696 - 702
12. OOSTHUIZEN M. J. 1940 - The cowpea weevil J. Ent. Soc. Sthrn. Afr. I.I.I. : 151-158
13. QUEDRAOGO P. A. 1978 - Etude de quelques aspects de la biologie de Callosobruchus maculatus F (Coléoptère, Bruchidae) et de l'Influence des Facteurs Externes Stimulants (plante hôte et copulation) Sur l'Activité Reproductive de la Femelle. (Thèse de Doctorat 3e cycle) I.B.E.A.S., Université de Tours, FRANCE
14. P.N.U.O. - Rome 1973 - Conférence sur les Aspects Techniques et Economiques de l'Entreposage des grains.
15. Projet Stockage du Niébé 1980 - Rapport d'avancement des Travaux (Haute-Volta : Kamboinsé)
16. " 1981 - Rapport annuel.
17. UTIDA S. 1954 Phases dimorphism observed in the laboratory Population of the Cowpea weevil (Callosobruchus maculatus F) Jap. J. of ecol. 18 : 161 - 168
18. " 1972 Density polymorphism in the adult of Callosobruchus maculatus F (coleoptera - Bruchidea) J. Stored. Prod. Res. 8 : 111 - 126

.../...

19. Séminaire sur les Techniques de Stockage et de Traitement des récoltes(?)
Centre de Recherches FAO/DANIDA Sur le Stockage des Denrées en milieu
rural Africain.

20. SMARTT J. 1964 - Pulses in human nutrition
Tropical pulses - Longman, London 96 - 104

21. SOUTHGATE B. J. 1979 - "Biology of the Bruchidae", Ann. Rev. Entom., 211