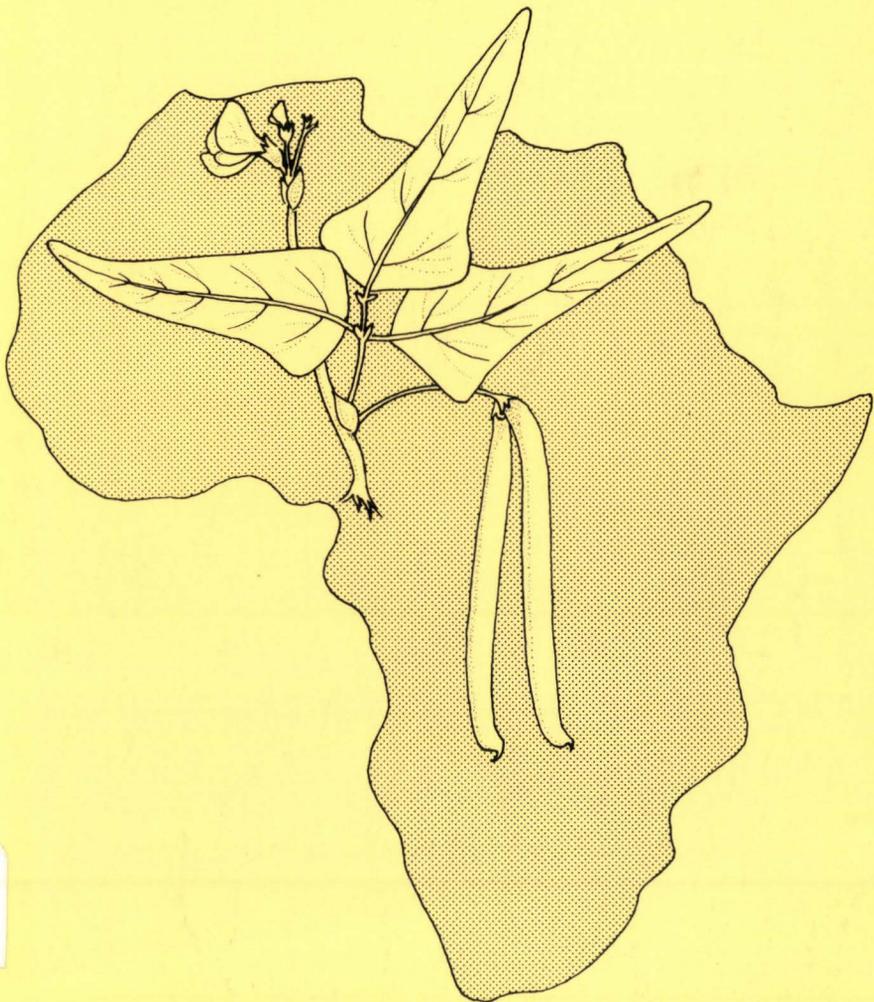


Les légumineuses alimentaires en Afrique



Les légumineuses alimentaires en Afrique

**Colloque organisé
par l'université de Niamey
du 19 au 22 novembre 1985**

En collaboration avec:

- L'Association des universités partiellement et entièrement de langue française (AUPELF)
- La Commission des communautés européennes (CEE)
- Le Centre de recherches pour le développement international (CRDI) du Canada
- Le Centre technique de coopération agricole du royaume des Pays-Bas (CTA)
- L'Office allemand de coopération technique GTZ
- L'UNESCO
- L'Agence de coopération culturelle et technique

- Coordination scientifique du Colloque
Jacques HUIGNARD
Professeur à l'Université de Tours

Les textes publiés ne sauraient engager la responsabilité de l'AUPELF ni celle des institutions auxquelles appartiennent leurs auteurs.

ISBN 2-920021-27-3
Bibliothèque nationale du Québec
Bibliothèque nationale du Canada
© Octobre 1987

Remerciements

Les participants au colloque sur Les légumineuses alimentaires en Afrique, réunis à Niamey du 19 au 22 novembre 1985 adressent leurs vifs et sincères remerciements au Général de Brigade, Président du Conseil militaire suprême, Président du Conseil des ministres, Chef de l'État, son Excellence Monsieur Seyni Kountche, au Gouvernement et au peuple de la République du Niger pour avoir accepté d'abriter la présente rencontre à Niamey, pour l'accueil très honorable qui leur a été réservé et pour les moyens mis à leur disposition pour le succès de ce colloque.

Table des matières

SÉANCE D'OUVERTURE

— Allocution de bienvenue de Monsieur Abdou Hamani, recteur de l'Université de Niamey	11
— Allocution de Monsieur Nazaire N'Nouka, représentant de l'AUPELF	13
— Allocution de Monsieur le Ministre de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche du Niger	15
— Allocution de Monsieur T. S. KABRE, président du Comité scientifique interafricain de technologie post-récolte	17

LE COLLOQUE

— Présentation du colloque	22
----------------------------------	----

Thème 1: Les légumineuses alimentaires en Afrique

— La culture associée céréale-légumineuse. Systèmes traditionnels et possibilités d'intensification en milieu tropical, par J. P. Baudoin et R. Maréchal	27
— Intérêt de l'introduction et de la domestication de nouvelles espèces dans les régions sahéliennes. Le cas de <i>cordeauxia edulis</i> , par J. Miège	34
— Le point des recherches sur les systèmes de cultures associées maïs-légumineuses dans l'ouest du Cameroun, par P. Salez	40
— L'amélioration du niébé (<i>vigna unguiculata</i>) (L) Malp au Niger de 1959 à 1984, par I. M. Magah	47
— Le niébé <i>vigna unguiculata</i> dans les systèmes de culture du Niger, par K. C. Reddy et A. Oumara	52
— Les recherches effectuées à l'Institut international d'agriculture tropicale (IITA) sur l'amélioration du niébé (<i>vigna unguiculata</i>), par BR. Ntare	59
— Le voandzou (<i>voandzeia subterranea</i> L.). Son importance au Mali. Les problèmes posés par sa culture, par O. Kodio	66
— Recherches sur la morphogenèse de la pousse annuelle chez les légumineuses arborescentes, par L. F. Haba	75

— La production des légumineuses alimentaires au Rwanda, par P. Nyabyenda	79
— Répartition des niébés entre Mandara et Logone (Cameroun), par R. Pasquet	87
— Rapport de synthèse, par J. Miège et R. Maréchal	93

Thème 2: L'importance des légumineuses dans l'alimentation en Afrique

— Place des légumineuses dans l'alimentation humaine en Afrique, par J. C. Dillon	97
— Contribution à l'étude de la valeur nutritive de quelques légumineuses en Afrique centrale: cas de <i>psophocarpus scandens</i> , <i>sphenostylis</i> <i>stenocarpa</i> , <i>phaseolus lunatus</i> , par P. M. L. Onyembe et K. Kembola.	106
— Contribution à l'étude de <i>vigna vexillata</i> : biologie florale et valeur nutritive des tubercules, par N. Luyindula, P. M. L. Onyembe, L. Karabaranga, K. Kembola, N. Mbaya	119
— Les facteurs toxiques des graines de légumineuses, par J. Miège	125
— Consommation des légumineuses cultivées au Congo, par T. Kinkela	131
— État sanitaire des légumineuses alimentaires vendues sur les marchés en Côte d'Ivoire, par K. Foua-Bi, K. Bekon	138
— Utilisation et transformation des légumineuses alimentaires au Sénégal. Expériences et perspectives, par M. Diouf.	143
— Rapport de synthèse, par P. M. L. Onyembe et J. C. Dillon.	148

Thème 3: Les ravageurs des légumineuses alimentaires

— Les micro-organismes pathogènes du niébé <i>vigna unguiculata</i> au Niger, par T. Adam et C. Oum	153
— Quelques aspects de la biologie du macrophomina phaseolina, Parasite du nébé (<i>vigna unguiculata</i>) au Niger, par T. Adam	156
— Échanges de populations de ravageurs entre végétation naturelle et légumineuses alimentaires en Afrique, par Y. Gillon et G. Germani	163

— Observations écologiques sur les pucerons du haricot et du pois au Burundi et perspectives de lutte biologique, par A. Autrique, G. Remaudière, P. Stary	176
— Étude de la densité et de la dynamique des populations d'insectes rencontrés sur sept variétés de niébé au Burkina Faso, par A. P. Ouedraogo	179
— Les coléoptères bruchidae nuisibles aux légumineuses alimentaires cultivées dans la région afrotropicale, par J. E. Decelle	188
— La protection des légumineuses contre les bruches. terrain de prédilection des solutions écologiques, par V. Labeyrie	201
— Activité reproductrice et développement d'une espèce de Bruchidae <i>bruchidius atrolineatus</i> dans les cultures de niébé associées ou non au mil, par J. Huignard, I. Alzouma, B. Leroi	205
— Étude de la dynamique de deux populations de bruchidae <i>bruchidius atrolineatus</i> et <i>callosobruchus maculatus</i> dans un système traditionnel de stockage au Niger, par J. F. Germain et J. P. Monge	217
— Étude des fluctuations des populations de bruchidae <i>bruchidius atrolineatus</i> et <i>callosobruchus maculatus</i> dans les stocks de <i>vigna unguiculata</i> au Togo, par I. Glitho et Y. Nuto	224
— Dynamique de la contamination des graines de <i>phaseolus vulgaris</i> par la bruche du haricot <i>acanthoscelides obtectus</i> dans un stock et migration des adultes hors de ce stock. Quelques éléments pour la protection des cultures et des récoltes de haricot, par M. Jarry	230
— Analyse comparée de différentes populations de la bruche du haricot <i>acanthoscelides obtectus</i> dans l'aire d'extension de cette espèce: Importance adaptative, par J. C. Biémont, I. Butare, P. Garaud	239
— Analyse de l'évolution des populations de <i>caryedon serratus</i> sur <i>Bauhinia rufescens</i> au Niger, par D. Pierre	246
— Étude de la reproduction de deux espèces de bruchidae <i>caryedon serratus</i> et <i>caryedon congense</i> . Analyse des possibilités de contamination des gousses d'arachide (<i>arachis hypogaea</i>) au Congo, par N. N'Kouka et D. N'Dioulou	252
— Le stockage des légumineuses en milieux villageois traditionnels en Côte d'Ivoire, par A. Pollet	260

— Évaluation des pertes causées par les insectes aux graines de légumineuses stockées, par G. Pierrard	268
— Inventaire des méthodes traditionnelles de conservation du niébé (<i>vigna unguiculata</i>) au Niger, par S. D. Maïga	274
— L'emploi des feuilles d'Ibora riparia pour la conservation des légumineuses alimentaires, par Luc Van Puyvelde	281
— L'utilisation de l'huile de neem (<i>azadirachta indica</i> A.) dans la protection du niébé (<i>vigna unguiculata</i>) contre <i>callosobruchus maculatus</i> , par M. Dreyer	284
— Effet des feuilles vertes de <i>Boscia senegalensis</i> sur la biologie de <i>bruchidius atrolineatus</i> et de <i>callosobruchus maculatus</i> ravageurs des graines de niébé <i>vigna unguiculata</i> , par I. Alzouma, A. Boubacar	288
— Méthodes traditionnelles de stockage du niébé (<i>vigna unguiculata</i>) au Togo, par W. Zehrer	296
— Allocution de clôture, par Bernard Knockaert	301

Annexes

— Propositions des participants au colloque sur les légumineuses alimentaires en Afrique	307
— Recommandations à l'organisation de l'unité africaine (OUA)	312
— Liste des participants	313

Séance d'ouverture

Allocution de bienvenue de Monsieur Abdou Hamani Recteur de l'Université de Niamey

- Messieurs les Ministres,
- Monsieur le Représentant du Secrétaire général de l'AUPELF.
- Chers collègues,
- Mesdames, Messieurs,

C'est avec beaucoup de cordialité que nous vous souhaitons la bienvenue à l'Université de Niamey. Nous vous sommes reconnaissants de l'honneur que vous avez bien voulu faire à notre institution en choisissant d'y venir.

L'événement qui nous réunit tire sa signification, me semble-t-il, d'un profond besoin d'échanges et de concertations. Cette conviction commune me paraît soutenir l'à-propos et l'intérêt du thème soumis à notre examen: la conservation des légumineuses alimentaires en Afrique.

Il est bon de rappeler, Mesdames, Messieurs, qu'aucun pays africain ne dispose, à l'heure actuelle, d'un inventaire complet des méthodes traditionnelles de conservation des denrées alimentaires. Les solutions préconisées çà et là ne dépassent guère le cadre des frontières nationales par insuffisance des échanges d'expériences entre pays.

De ce fait, ce colloque a un but précis: il est destiné à faire mieux connaître ce que représente l'effort de recherche à l'ensemble des personnes qu'il concerne, dans la sphère politique, dans les mondes économique, social et culturel, dans l'opinion publique en général.

Pour nous tous, pour tous ceux que nous représentons, l'occasion est donc toute choisie de mettre en commun nos expériences en matière de conservation des légumineuses alimentaires, à tous les niveaux.

Qu'à partir d'une même communauté de pensée, nous puissions dégager, de la façon la plus claire et la plus précise possible, les divers éléments qui nous permettront d'assumer mieux encore nos rôles et nos responsabilités dans la lutte pour l'auto-suffisance alimentaire. voilà ce à quoi, je souhaite qu'aboutissent les travaux de notre colloque.

La recherche de la réponse à ce problème n'a pas de fin. Le présent colloque ne représente qu'une étape dans un très long voyage de découverte et d'exploration. Dans 5 ans d'ici, les participants s'apercevront que la rencontre de Niamey les a enrichis et aidés à devenir plus sages. Ou bien encore, ils seront amenés à reconnaître humblement qu'ils n'ont fait que poser les jalons et qu'il importera à ceux qui leur succéderont de parachever leur tâche et de faire de l'université l'institution qui correspond réellement à sa vocation. Pour les institutions d'enseignement supérieur comme pour les individus, la rétrospective et l'auto-critique sont peut-être parfois difficiles, elles s'avèrent cependant essentielles.

Chers collègues, Honorables invités, Mesdames, Messieurs, en saluant ce que vous êtes, tous et tout un chacun, ce que vous représentez et ce dont vous témoignez dans la diversité et dans l'unité, je forme les vœux les plus fervents pour le succès de nos travaux, et pour l'avenir de l'AUPELF. Notre action commune et notre commun espoir ne prennent tout leur sens et leur pleine justification que reliés au drame de la faim, dont le continent africain est la triste victime en ce moment même. C'est le difficile mais exaltant honneur que l'époque nous presse d'assumer.

Qu'il me soit permis d'exprimer la reconnaissance de l'Université de Niamey à l'AUPELF et aux organismes qui ont contribué à l'organisation de ce colloque. Je remercie les hautes personnalités qui ont tenu à rehausser de leur présence notre séance inaugurale: Messieurs les Ministres et Messieurs les représentants des organisations internationales.

Je vous remercie.

Allocution de Monsieur Nazaire N’Kouka Représentant de l’AUPELF

- Monsieur le Ministre de l’Éducation nationale, de l’Enseignement supérieur et de la Recherche,
- Messieurs les Ministres,
- Honorables représentants des Organisations internationales,
- Messieurs les membres du Comité scientifique inter-africain post-récolte,
- Honorables délégués,
- Mesdames, Messieurs,

Voilà précisément 6 ans que se réunissaient en 1979 à Yaoundé, à l’initiative de l’AUPELF, des universitaires et chercheurs sur le thème de la *Conservation des denrées alimentaires en climat chaud et humide*. Cette rencontre a constitué une date importante pour le colloque qui nous concerne aujourd’hui.

En effet, l’idée d’organiser une réflexion sur les légumineuses alimentaires en Afrique a véritablement pris naissance à Yaoundé et représente donc une des attentes de la communauté scientifique africaine et internationale.

Monsieur le Secrétaire général de l’AUPELF aurait souhaité introduire personnellement les travaux du colloque. Cependant, la préparation des réunions prochaines du Conseil d’administration et du Fonds international de coopération universitaire ne lui a pas permis de partager avec nous l’émotion et la joie que représente ce grand moment. C’est pourquoi, il m’a chargé d’exprimer aux autorités de la République du Niger et en particulier à Monsieur le Président de la République, à Monsieur le Ministre et à Monsieur le Recteur, le grand intérêt que l’AUPELF et lui-même accordent à ce colloque et tous ses remerciements pour avoir bien voulu abriter cette rencontre dans votre beau pays.

La qualité de la coopération établie avec les organisations internationales pour bâtir conjointement ce colloque aux plans technique, financier et humain, nous semble remarquable. Cela se traduit par la participation à ces journées de l'Organisation de l'unité africaine, de la CEE, de l'UNESCO, du CRDI, de l'Office allemand de coopération (GTZ), du Centre technique agricole des Pays-Bas et de la présence de la FAO et de l'ACCT comme observateurs.

Que pouvons-nous attendre de ce colloque?

En tant qu'Association des universités partiellement ou entièrement de langue française, deux idées nous semblent importantes:

- la première, c'est de s'assurer que ce colloque sera l'occasion d'échanges d'expériences entre les universités membres, les institutions de recherche et les décideurs;
- la deuxième, c'est de mettre en place un réseau très large de spécialistes Nord-Sud dans le domaine qui nous occupe, afin de former des scientifiques compétents et notamment africains, capables de revendiquer dans un dialogue de coopération avec les organisations internationales et des bailleurs de fonds, la réalisation d'opérations à dimension régionale ou sous-régionale pour la recherche-action.

Il s'agit en définitive de minimiser l'isolement du chercheur africain qui en souffre de manière évidente: difficultés d'accès à l'information scientifique et technique, recherche mal adaptée aux conditions sociologiques et écologiques de son milieu d'activités, maintenance mal assurée du matériel de laboratoire... la liste des goulots d'étranglement semble longue.

L'Association des universités partiellement ou entièrement de langue française par vocation, n'a pas l'attribution d'une institution de recherche. Elle représente cependant un vivier riche de chercheurs identifiés qui peuvent, s'ils le souhaitent s'impliquer dans le développement des pays. Le thème du présent colloque semble être porteur, et qui plus est exprime une vocation pluridisciplinaire que la communauté scientifique que vous représentez pourrait mettre à profit.

Mesdames et Messieurs, je ne voudrais pas anticiper sur les recommandations du colloque car cette haute initiative relève d'abord des scientifiques sous le conseil des organisations internationales qui ont bien voulu réaliser conjointement ces travaux avec l'Université de Niamey. C'est pourquoi, l'AUPELF peut vous assurer qu'elle suivra avec une attention particulière le déroulement de ces journées scientifiques auxquelles nous souhaitons un bon succès.

Allocution de Monsieur le Ministre de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche du Niger

Messieurs les Ministres,
Monsieur le Représentant du Secrétaire général de l'AUPELF,
Honorables invités,
Mesdames, Messieurs,

C'est, pour moi, une joie profonde et un insigne honneur d'apporter le salut du Gouvernement du Niger à chacune des institutions d'enseignement supérieur représentées ici et à la grande association qu'ensemble vous constituez.

Je me réjouis de constater que vous avez retenu pour le présent colloque le thème de la conservation des légumineuses alimentaires en Afrique. C'est une question capitale pour toutes les sociétés, aujourd'hui. On estime, en effet, qu'il y aura 7 à 8 milliards de bouches à nourrir dans le monde en l'an 2025. Par ailleurs, le rythme de production alimentaire ne rime guère avec le taux de croissance démographique. Ce déphasage est beaucoup plus accentué dans les pays en développement, singulièrement dans les pays sahéliens, confrontés, de surcroît, aux aléas climatiques. C'est pourquoi, au Niger, la recherche de l'autosuffisance alimentaire demeure notre préoccupation première. Elle est synonyme :

- d'augmentation de la production par la sélection de variétés plus adaptées;
- de la systématisation de la pratique de cultures de contre-saison;
- de protection des cultures;
- de lutte contre la désertification.

Elle est aussi synonyme de conservation des aliments. Vous conviendrez avec moi, Mesdames et Messieurs, qu'il ne suffit pas de produire; il faut pouvoir conserver.

Après Yaoundé, du 5 au 10 novembre 1979, où vous avez traité du problème général de la conservation des denrées alimentaires en climat chaud et humide, vous voilà aujourd'hui réunis à Niamey pour le thème spécifique de la conservation des légumineuses alimentaires.

Sur le plan nutritionnel, ce sont là, en effet, des aliments riches en protéines: près de 25 % de leur poids sec est constitué de protéines. Ils renferment, en plus, la plupart des acides aminés nécessaires à l'homme. Les légumineuses ont aussi l'avantage de pouvoir régénérer les sols pauvres.

Ces différentes qualités des légumineuses alimentaires, notamment le niébé, n'ont pas échappé à notre attention. C'est ainsi qu'en 1978, à l'initiative du Président du Conseil militaire suprême, Chef de l'État, le Général de brigade Seyni Kountche, une vaste campagne d'information et de sensibilisation a été déclenchée pour inciter nos compatriotes à «produire et à consommer du niébé».

Mais la production des légumineuses alimentaires rencontre, hélas, deux problèmes majeurs: le faible rendement et les difficultés de conservation. Au Niger, le rendement à l'hectare n'excède pas 250 kg, alors que expérimentalement des résultats allant jusqu'à 2 tonnes à l'hectare ont été enregistrés.

En matière de conservation, la FAO estime que 25 à 30 % de la production alimentaire mondiale est rendue inconsommable, chaque année, par l'action des ravageurs. Quand on prend le cas particulier des légumineuses alimentaires, ce taux est beaucoup plus élevé. Ainsi, s'agissant du niébé ou de l'arachide, des stocks entiers peuvent être détruits à 100 % au bout de 5 à 6 mois de conservation.

Il découle de ce qui précède, que la chute de la production des légumineuses alimentaires résulte non seulement de l'insuffisance des moyens de production, mais aussi, et surtout, de l'inadéquation des méthodes de stockage de ce qui est produit. Ce constat démontre éloquentement, s'il en était besoin, toute l'importance que revêtent les travaux de ce colloque.

J'ai confiance, Mesdames, Messieurs, qu'au cours des prochains jours, vous saurez aborder et discuter tous ces problèmes avec lucidité, avec courage et en toute franchise.

C'est sur cette note d'optimisme que je déclare ouverts, les travaux du Colloque international sur la conservation des légumineuses alimentaires en Afrique.

Allocution du Professeur T. S. Kabre

Président du Comité scientifique interafricain de technologie post-récolte

Comme en 1983 à Abidjan, à l'occasion du Séminaire sur l'igname, le colloque de Niamey sur Les légumineuses alimentaires en Afrique donne au Comité scientifique de technologie post-récolte que j'ai l'honneur de présider, l'occasion de faire le point sur ses activités dans le cadre du mandat qui lui avait été donné en 1979 à Yaoundé.

Le Comité scientifique est né en novembre 1979 à Yaoundé à l'occasion du colloque international sur La conservation des denrées alimentaires cultivées en climat chaud et humide.

Trois recommandations dudit colloque déterminèrent alors l'axe de ses activités:

- la première recommandation, après avoir constaté l'inexistence totale ou partielle d'inventaires exhaustifs sur les technologies traditionnelles de conservation, suggérait que soit entrepris, sans délais, à travers tous les pays africains, ces inventaires en vue de rationaliser et de vulgariser les méthodes traditionnelles de conservation des denrées alimentaires;
- les deux recommandations suivantes confiaient à l'AUPELF avec l'appui d'un comité scientifique le soin d'organiser des colloques à caractère scientifique sur la conservation des tubercules, des légumineuses, des céréales et du plantin, intensifiant ainsi les échanges d'expériences et de concertation entre chercheurs s'intéressant aux problèmes de préservation post-culturelle dans le cadre des programmes nationaux.

Six participants furent choisis pour travailler en liaison avec le Bureau africain de l'AUPELF, à Dakar, en vue de réaliser les objectifs proposés: MM. K. Foua-bi (Côte d'Ivoire), R. Mbon (Cameroun), M. Ly (Sénégal), N. Nkouka (Congo), I. Alzouma (Niger). M. Knockaert assurant le Secrétariat.

- Les réunions périodiques de sensibilisation et de programmation des colloques ont effectivement eu lieu à Dakar, Ouagadougou, Abidjan, Niamey et Bangui entre 1980 et 1985.
- Malgré les reports inhérents à des difficultés de tous ordres, en particulier financières, deux colloques se sont tenus :
 - Abidjan, 2-5 novembre 1983 sur l'*Igname*,
 - Bangui, 2-4 avril 1985 sur le *Programme post-récolte*,
 - Aujourd'hui, s'ouvre ici à Niamey le Colloque international sur *Les légumineuses alimentaires en Afrique*.

Après donc Abidjan, Bangui et Niamey, nous rentrons dans la phase active de préparation du 4^e colloque sur *Les céréales* théoriquement prévu en 1986 au Cameroun ou au Sénégal.

Parallèlement, tout en animant dans le cadre de leur pays des recherches sur l'agro-alimentaire, les membres du Comité scientifique toujours en liaison avec les Bureaux africain et européen de l'AUPELF ont entrepris de mieux dynamiser les réseaux nationaux à travers une proposition de création d'une Association interafricaine de technologie post-récolte.

Une lettre de liaison dénommée «Le Grenier» est à son septième numéro et fait état, de manière quasi-périodique, des activités du Comité et des recherches poursuivies dans les États. Elle est éditée à partir du service culturel au Bureau africain de l'AUPELF à Dakar.

Mais pourquoi un colloque à Niamey sur les légumineuses alimentaires ?

Après la zone forestière où le plantin et les tubercules (l'igname en particulier) constituent la base de l'alimentation et où fut réalisé le colloque sur l'Igname à Abidjan en 1983, il était bon de se tourner vers cette autre composante écologique de la sous-région, le Sahel, où légumineuses et céréales sont les sources essentielles de protéines pour les populations à majorité rurales.

Une autre raison est que prenant en compte la volonté résolue des autorités nigériennes, notre collègue et ami Inezdane Alzouma, membre du Comité scientifique, ainsi que ses collègues poursuivent depuis quelques années au Niger et de manière intensive les recherches sur le niébé. La tenue du colloque à Niamey consacre en quelque sorte ce «courant légumineuses» au sein du Comité.

Dans l'échange d'expériences entre chercheurs, tous les aspects seront abordés. Ainsi en sera-t-il de l'association des cultures avec les légumineuses, des maladies, des ravageurs etc... La lutte qui interviendra dans le cadre de la protection devra dépasser la simple opération d'épandage de produits chimiques souvent inadaptés ou dangereux à terme. Il faudra instaurer une lutte réellement intégrée et rationnelle. Ce n'est pas à ce monde de chercheurs chevronnés que j'apprendrai qu'on ne peut combattre de manière cohérente et efficace un déprédateur sans connaître de manière approfondie sa biologie. D'où l'im-

périeuse nécessité de constituer des équipes pluridisciplinaires de recherches dans nos pays respectifs.

Tous les efforts fournis tant au niveau des légumineuses qui nous préoccupent aujourd'hui qu'à celui des céréales, des tubercules ou du plantin, doivent tendre à traduire en termes concrets la lutte pour l'autosuffisance alimentaire par la réduction substantielle des pertes post-culturelles dont nos assises antérieures à Yaoundé, Abidjan et Bangui, et certainement celles de Niamey n'ont pas manqué et ne manqueront pas de situer avec justesse l'ampleur.

Je renouvelle les remerciements du Comité scientifique aux autorités nigériennes qui ont permis non seulement la tenue de ce colloque sur leur sol, mais ont apporté une contribution matérielle substantielle; j'associe à ces remerciements l'ACCT, le CRDI, l'OUA, la CEE, le CTA, l'Office allemand de coopération technique (GTZ) et l'UNESCO.

L'intérêt qu'ils ont porté au présent séminaire nous assure de leur contribution future à cette lutte de chercheurs africains résolus à œuvrer de manière significative pour l'autosuffisance alimentaire.

LE COLLOQUE

Présentation du colloque

par Jacques Huignard

Les graines ou tubercules de légumineuses jouent un rôle important dans l'alimentation des populations africaines. Cependant, beaucoup d'espèces ou de variétés sont en voie de disparition et les cultures de légumineuses dont les graines ou les tubercules sont très riches en protéines, sont en voie de régression. Cette régression est liée aux modifications des traditions culturelles, mais aussi aux difficultés de conservation des récoltes. Dans de nombreux cas, les différents ravageurs et tout particulièrement les insectes, détruisent les récoltes de graines au cours du stockage. L'écologie de ces insectes et les conditions de contamination des récoltes sont très mal connues. Leur étude pourrait permettre la mise au point de méthodes de contrôle plus efficaces contre ces ravageurs.

Compte tenu de l'importance des problèmes posés, le Comité scientifique interafricain de technologie post-récolte de l'AUPELF a proposé l'organisation de ce colloque qui fera le point sur les travaux actuellement réalisés, afin de renforcer le développement de réseaux entre les chercheurs universitaires, agronomes et autres spécialistes.

Trois thèmes ont ainsi été proposés:

- Thème 1:** La culture des légumineuses en Afrique
(Mardi, 19 novembre 1985)
Présidents de séances: Professeurs MIÈGE (Suisse)
et MARÉCHAL (Belgique)
- Thème 2:** Importance alimentaire des légumineuses
(Mercredi, 20 novembre 1985)
Présidents de séances: Professeurs ONYEMBE (Zaire)
et DILLON (Canada)

Thème 3: Les ravageurs des légumineuses alimentaires

Jeudi, 21 novembre 1985:

Présidents de séances: Professeurs LABEYRIE
et GILLON (France)

Vendredi, 22 novembre 1985:

Présidents de séances: Professeurs HUIGNARD (France)
et FOUA BI (Côte d'Ivoire)

THÈME 1:

La culture des légumineuses en Afrique

La culture associée céréale-légumineuse.

Systemes traditionnels et possibilité d'intensification en milieu tropical

par J. P. Baudoin et R. Maréchal
Faculté des sciences agronomiques (Gembloux)

1. Introduction

Les légumineuses vivrières jouent un rôle important dans l'agriculture des régions tropicales: elles se caractérisent surtout par leur richesse en protéines et par leur capacité de fixer l'azote atmosphérique grâce à la symbiose avec les *rhizobium*. Elles occupent malheureusement une place assez modeste parmi l'ensemble des productions vivrières à cause du niveau faible et instable de leur rendement et de leur très grande susceptibilité aux ravageurs. Une priorité absolue doit être accordée à l'amélioration de leur rendement, de leur rusticité et de leur adaptabilité. Cette amélioration ne peut s'inscrire que dans le cadre d'un système cultural plus intensif. Les traditionnelles cultures de case, si fréquemment rencontrées sous les tropiques, ne seront jamais capables de subvenir à des besoins plus vastes de production et de consommation. L'intensification d'un mode de culture, dans ces régions, peut très bien se concevoir sans investissements trop coûteux difficiles à supporter par le petit fermier. Les légumineuses sont en effet souvent cultivées sur la même sole simultanément avec d'autres plantes. Une association particulièrement intéressante, l'association céréale-légumineuse, est implantée dans les traditions culturales de nombreuses régions tropicales et subtropicales. Nous nous proposons, au cours de ce bref exposé, de mettre en évidence l'importance et quelques avantages de la culture associée céréale-légumineuse, mais aussi de montrer les possibilités d'augmenter

la productivité de ce système par de simples améliorations agronomiques ou génétiques.

2. Importance, avantages et problèmes posés par la culture associée céréale-légumineuse

La culture associée de céréales et de légumineuses constitue une tradition très ancienne qui est à la base du développement et de l'alimentation de nombreuses populations dans les régions tropicales. Nous pourrions citer comme exemple l'association maïs-haricot commun en Amérique latine qui fournirait d'après Francis et *al.* (1982) 60 % du maïs et 80 % du haricot produits dans cette partie du monde, l'association sorgho-pois cajan dans les régions semi-arides de l'Inde (RAO et WILLEY, 1983) et l'association sorgho ou mil-niébé en Afrique (Arnon, 1972). Les avantages de ces associations sont multiples et ont été remarquablement développés dans les travaux de synthèse de Beets (1982) et de Willey (1979 a et b). Ils concernent notamment la meilleure valeur nutritionnelle, la protection des sols contre l'érosion, la stabilité ou la supériorité des rendements par rapport à la culture pure, la meilleure utilisation des facteurs de production (terre, capital et main-d'œuvre), la diminution des sarclages et de l'incidence des ravageurs, la meilleure exploitation des ressources du sol ou de la durée de la saison culturale, un enrichissement du statut azoté des sols ou des cultures. Certains facteurs énoncés peuvent se prêter à de nombreuses discussions. Par exemple, un facteur souvent débattu a trait à la contribution réelle apportée par la légumineuse dans l'alimentation azotée de la céréale accompagnante. Cette contribution dépendra en partie de la capacité fixatrice de la légumineuse, de la compétition pour la lumière, de la quantité d'azote déjà disponible dans le sol et du cycle de croissance respectif des deux espèces associées. Lors d'essais entrepris en serre et en cellules conditionnées à la Chaire de phytotechnie des régions chaudes, Schmit (1983) a montré l'influence positive de l'inoculation du niébé en culture pure ou associée avec le sorgho. L'éventualité d'un transfert d'azote de la légumineuse vers la céréale pendant la période culturale ne peut pourtant être envisagée que dans le cas d'une coopération mutuelle entre les 2 espèces en association.

Deux avantages, cependant n'ont jamais été contestés au cours des études menées dans ce domaine et justifient amplement non seulement l'importance mais aussi l'utilité de ces associations: la meilleure valeur nutritionnelle des produits récoltés et la protection des sols contre l'érosion. La céréale apporte les hydrates de carbone tandis que la légumineuse apporte la plupart des protéines indispensables. De plus, la bonne complémentarité entre les acides aminés des 2 plantes permet d'obtenir une alimentation possédant une valeur biologique très peu inférieure à celle fournie par les produits animaux. La culture associée assure également une meilleure couverture du sol que les cultures pures, surtout si la légumineuse est rampante. Ce point est important

dans les régions tropicales et subtropicales où l'érosion est particulièrement marquée à cause de la fragilité des sols, de l'agressivité du climat et de la déclivité de certains terrains culturaux. L'effet protecteur provient non seulement du développement foliaire qui permet une interception plus grande des gouttes de pluie, mais aussi de l'extension des systèmes racinaires qui tiennent la terre en place. Cet intérêt de l'association a été parfaitement perçu dans deux régions du monde. Dans les régions d'altitude de la zone andine, notamment en Colombie, une forte proportion des graines qui constituent la base de l'alimentation des autochtones est produite sur des terrains en pente (Davis et Garcia, 1983). La céréale de base, le maïs, plante sarclée et de plus cultivée à très faible densité, est considérée comme une espèce très érosive. L'association avec le haricot commun joue ici un rôle inestimable dans la conservation des sols. En Afrique de l'ouest, dans les régions de savane, l'association sorgho-niébé rampant est pratiquée depuis des siècles pour assurer, grâce à un semis précoce, une bonne couverture du sol dès le début de la saison des pluies (Stoop, 1981).

En culture associée, des relations de compétition, principalement pour l'eau, la lumière et les éléments nutritifs, vont s'établir entre les deux espèces en présence. Elles peuvent se traduire dans certains cas soit par une inhibition mutuelle des deux composantes, soit par une diminution du rendement de l'une non compensée complètement par le rendement de l'autre. Cet inconvénient des cultures associées peut être palié par l'utilisation complémentaire des ressources, aussi bien spatiales que temporelles (Willey, 1979 a). Les feuillages des espèces associées occupent des strates différentes ce qui permet une meilleure distribution de la lumière sur les feuilles et ainsi une meilleure utilisation et interception de l'énergie lumineuse. Des profondeurs racinaires différentes permettent aussi d'explorer des couches de sol différentes et de mieux utiliser l'eau et les nutriments disponibles. Des rythmes de croissance différents ou un décalage des semis entraînent pour les deux espèces des besoins séparés et étalés dans le temps. Plus les espèces seront distinctes (ce qui est souvent le cas avec l'association céréale-légumineuse), plus les complémentarités seront importants et meilleure sera l'exploitation des ressources du milieu.

Un deuxième inconvénient, souvent mentionné pour les cultures associées, est la difficulté d'utilisation des techniques modernes. Il est certain que la présence de deux espèces sur la même sole, dans une agriculture plus modernisée, complique la conduite des opérations culturales: mécanisation des semis et des récoltes, exigences différentes pour la fumure, les pesticides et les herbicides. Ces problèmes ne se posent pas dans le cadre d'une agriculture très traditionnelle, disposant d'une main-d'œuvre abondante et de faibles ressources financières. Ils se posent plus dans le cadre d'une agriculture moderne. Cependant, les essais de Francis (1978), Willey (1979 b) et Ahmed et Rao (1982) ont montré que, même dans une agriculture plus développée, de meilleurs résultats peuvent être atteints en culture associée comparée à la culture pure.

3. Estimation de la productivité des cultures associées

Pour déterminer la productivité de la culture associée, il faut, au préalable, prendre en considération les critères réels poursuivis par l'agriculteur dans sa région. Ces critères ont été identifiés par Willey (1979 b). Dans le cas qui nous intéresse, la céréale est toujours considérée comme la plante dominante tandis que la légumineuse est considérée comme la culture secondaire. L'objectif du fermier est d'obtenir, pour l'association céréale-légumineuse, un meilleur rendement que celui obtenu pour la culture séparée des deux composantes. Le rendement combiné de la culture associée ne doit pas ici dépasser le plus haut rendement obtenu en culture pure. Le fermier préfère toujours cultiver sur la même sole les deux espèces simultanément pour diverses raisons déjà invoquées: satisfaction d'une alimentation plus équilibrée, bonne répartition du travail de sa main-d'œuvre, prémunition contre des risques de destruction d'une des deux espèces.

La productivité de ce système de culture associée doit pouvoir être comparée facilement avec celle de la culture pure. Harwood (1973) a défini une notion simple et pratique pour l'étude des associations et de leur comparaison avec la culture pure: c'est la notion du «Land Equivalency Ratio» (LER) ou taux de surface équivalente. Le LER se définit comme la superficie de terrain en culture pure qui serait nécessaire pour produire les rendements atteints par un hectare de culture associée. Il est obtenu en faisant la somme des «Land Equivalencies» (LE) de chaque espèce en présence; le LE est la superficie qui en culture pure et à densité optimale permettrait d'obtenir le même rendement de l'espèce considérée dans un hectare de culture associée. Un LER supérieur à l'unité signifie que l'association l'emporte sur les cultures pures au point de vue du rendement, et donc que l'utilisation du terrain est plus efficace dans le premier cas. Il est très important ici de faire les comparaisons avec des cultures pures semées à densité optimale; sinon la supériorité éventuelle des cultures associées pourrait simplement être due à une densité en plantes plus élevées.

D'autres notions de productivité ont été définies en prenant en considération non plus la valeur pondérale du produit récolté mais sa valeur énergétique, protéinique ou monétaire. Elles suivent le même principe de détermination.

4. Les étapes d'une intensification des associations céréale-légumineuse

Puisque les cultures associées constituent une pratique importante des systèmes agricoles traditionnels et qu'elles présentent de nombreux avantages dans les régions chaudes, il est préférable de les conserver et de les améliorer, plutôt que de les remplacer par des cultures pures. L'intensification des cultures associées a trop souvent été négligée dans le passé, même dans des régions où elles sont coutumièrement pratiquées. Plusieurs chercheurs considéraient

ce mode de culture comme archaïque ou ne se prêtant pas à des recherches dont l'objectif serait une meilleure production tant quantitative que qualitative. Cette conception est absolument injustifiée, que ce soit dans le cadre d'une agriculture traditionnelle pratiquée sur de petites surfaces et avec peu d'intrants ou que ce soit dans le cadre d'une agriculture moderne pratiquée sur de grandes surfaces ou avec des niveaux techniques plus avancés.

Dans une première étape, de meilleurs rendements peuvent être réalisés simplement en modifiant certains facteurs agronomiques comme la densité des semis, l'arrangement spatial, les dates de semis, ou éventuellement l'application de certains intrants (engrais, pesticides,...). Des travaux, dans ce sens, ont été poursuivis par divers chercheurs ou font l'objet d'essais entrepris dans trois instituts internationaux : l'«International Institute of Tropical Agriculture» (IITA) au Nigeria, le «Centro Internacional de Agricultura Tropical» (CIAT) en Colombie et l'«International Crop Research Institute for the Semi-Arid Tropics» (ICRISAT) en Inde. Ils ont donné des résultats très prometteurs mais ont aussi mis en évidence la nécessité de répéter ces essais pour chaque situation écologique particulière. Les résultats ne peuvent en aucun cas être extrapolés d'une région à l'autre. Le lecteur intéressé pourra trouver des synthèses de ces travaux chez Beets (1982), Willey (1979 b) et Iarochévitch (1984).

Une deuxième étape dans l'intensification implique le choix des génotypes les mieux appropriés pour la culture associée. Les progrès obtenus dans ce domaine sont encore très limités et force est de constater que le matériel utilisé dans divers essais agronomiques en association provenait le plus souvent de sélection faite en culture pure. Hors de nombreux travaux réalisés notamment sur l'association maïs-haricot commun (Francis *et al.* 1978 a et b, Davis et Garcia, 1983) ont mis en évidence une interaction significative entre la performance d'un génotype et le système cultural pratiqué. L'aptitude à la compétition d'un cultivar en association n'est pas toujours en relation avec sa capacité de production en culture pure. Il est nécessaire que les stations de recherche élaborent des programmes d'amélioration bien distincts pour identifier le matériel convenant à l'association céréale-légumineuse. De tels programmes sont actuellement menés par les trois instituts internationaux déjà précités. Différentes stratégies de sélection ont été proposées par Francis *et al.* (1978 b), Davis *et al.* (1984) pour l'association maïs-haricot commun ou par Wien et Smithson (1981) pour l'association sorgho-niébé. Ces méthodes préconisent surtout une étude des relations dans l'expression des caractères en culture pure et en culture associée, une première sélection en condition de culture pure, basée essentiellement sur des critères qualitatifs (coloration des graines, résistance aux maladies, maturité...), enfin une sélection finale basée sur la productivité en culture associée avec des lignées de génération avancée.

En fait, l'objectif majeur de ces programmes d'amélioration est de sélectionner des génotypes qui permettent une réduction de la compétition interspécifique au profit d'une complémentarité maximale (Willey, 1979 b).

Ceci implique une connaissance physiologique de la plante plus profonde que celle, sommaire, que nous possédons à l'heure actuelle. L'attitude du sélectionneur ou du physiologiste variera évidemment suivant que la composante est dominante ou dominée dans l'association. Avec les légumineuses, espèce la plus souvent dominée, les recherches s'orienteront vers le développement de génotypes appropriés à une écologie modifiée principalement par la présence de l'espèce dominante, la céréale. Nous pouvons identifier ici deux critères de sélection importants pour obtenir une bonne performance de la légumineuse:

- la tolérance à l'ombrage: la légumineuse sera souvent cultivée dans un environnement caractérisé par une faible intensité lumineuse, ce qui peut avoir des conséquences néfastes au niveau de l'activité photosynthétique et donc de la quantité d'azote fixée grâce à la symbiose.
- une grande flexibilité: la légumineuse devra notamment s'adapter à de hautes pressions de population, ce qui permettra une certaine souplesse dans l'utilisation des différents dispositifs spatiaux utilisés.

5. Conclusion

L'agriculture dans les pays en développement est en général basée sur des techniques élémentaires et requiert la totalité des efforts des cultivateurs pour produire une ration alimentaire voisine du minimum biologique. Elle ne satisfait que des besoins locaux de consommation et ne dispose bien souvent d'aucun surplus pour nourrir les autres classes, non paysannes, de la société. Pour résoudre cette pénurie, il est urgent d'augmenter la productivité des plantes vivrières, et notamment celle des légumineuses, sources de protéines par excellence. Comme l'agriculture dans ces régions est essentiellement polycultrice et associe souvent sur la même sole plusieurs espèces végétales, il nous semble qu'une priorité plus grande devrait être accordée à l'intensification de l'association céréale-légumineuse. De nettes améliorations peuvent être obtenues par une simple modification de méthodes culturales, comme la densité ou les dates de semis. Mais une étape ultérieure devrait être franchie par la mise en place de programmes d'amélioration qui permettraient d'identifier ou de développer des génotypes appropriés à ce système cultural. Il faudrait aussi étudier avec plus d'attention les mécanismes physiologiques qui expliquent les performances obtenues en culture associée. Ces mécanismes peuvent concerner l'efficacité d'utilisation de l'énergie lumineuse par la légumineuse, la structure du système racinaire ou l'évolution des composantes du rendement.

Nous sommes convaincus que cette connaissance plus approfondie de la physiologie de la plante permettra d'obtenir de meilleurs rendements en culture associée, même dans le cadre d'une agriculture moderne basée sur des techniques plus avancées.

Bibliographie

- AHMED S. et RAO M. R. [1982] — Performance of maize — soybean intercrop combination in the tropics: results of a multi-location study.
Field Crop Research 5 (2): 147-161.
- ARNON I [1972] — Crop production in dry regions.
Leonard Hill, London.
- BEETS W. C. [1982] — Multiple cropping and tropical farming systems.
Gower, Westview Press, 156 pp.
- DAVIS J. H. C. & GARCIA S. [1983] — Competitive ability and growth habit of indeterminate beans and maize for intercropping.
Field Crop Research 6: 59-75.
- DAVIS J. H. C., VAN BEUNINGEN L., ORTIZ M. V. & PINO C. [1984] — Effect of growth habit of beans on tolerance to competition from maize when intercropped.
Crop Sci. 24: 751-755.
- FRANCIS C. A. [1978] — Multiple cropping potentials of beans and maize.
Hort. Sciences 13 (1): 12-17.
- FRANCIS C. A., PRAGER M., LAING D. R. & FLOR C. A. [1978 a] — Genotype x environment interactions in bush beans in monoculture and associated with maize.
Crop Sci. 18: 237-242.
- FRANCIS C. A., PRAGER M. & LAING D. R. [1978 b] — Genotype x environment interactions in climbing bean cultivars in monoculture and associated with maize. Crop Sci. 18: 242-246.
- FRANCIS C. A., PRAGER M. & TEYADA G. [1982] — Effects of relative planting dates in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and maize (*Zea mays* L.) intercropping patterns. Field Crop Research 5 (1): 45-54.
- HARWOOD R. R. [1973] — Crop interrelationships in intensive cropping systems. IRRRI Seminar. Philippines.
- IAROCHEVITCH B. [1984] — Essai de triage d'une collection de *Phaseolus vulgaris* L. pour son comportement en association avec le maïs.
Travail de fin d'études, Fac. Sci. Agron. Gembloux: 121 pp.
- RAO M. R. & WILLEY R. W. [1983] — Effects on pigeon pea plant population and arrangement in sorghum/pigeon pea intercropping.
Field Crop Research 7: 203-212.
- SCHMIT V. [1983] — Étude de l'influence de la symbiose légumineuse — *Rhizobium* dans le cadre de l'association *Sorghum bicolor* (L.) Moench. / *Vigna unguiculata* (L.) Walp.
Bull. Rech. Agron. Gembloux 18 (4): 231-239.
- STOOP W. A. [1981] — Cereal based intercropping systems for the West African semi-arid tropics, particularly Upper Volta.
In: Proceedings of the international workshop on intercropping. Hyderabad, India.
ICRISAT: 61-68.
- WIEN H. C. & SMITHSON J. B. [1981] — The evaluation of genotypes for intercropping. In: Proceedings of the international workshop on intercropping. Hyderabad, India. 1979.
ICRISAT: 105-116.
- WILLEY R. W. [1979 a] — Intercropping — Its importance and research needs.
Part 1. Competition and Yield advantages.
Field Crop Abstracts 32 (1): 1-10.
- WILLEY R. W. [1979 b] — Intercropping — Its importance and research needs.
Part 2. Agronomy and research approaches.
Field Crop Abstracts 32 (2): 73-85.

Intérêt de l'introduction et de la domestication de nouvelles espèces dans les régions sahéliennes.

Le cas du *cordeauxia edulis*

par J. Miège
Université de Genève

L'agriculture africaine a subi au cours des siècles de profondes transformations résultant de l'adoption de cultures venues d'autres continents. L'implantation du manioc, de l'arachide, des bananes, des taros, des riz asiatiques... a profondément modifié l'aspect des terroirs africains; ces introductions devenues prépondérantes ont relégué les anciennes cultures.

Il semble donc qu'il soit souhaitable de tenter, surtout dans les régions sahéliennes, l'acclimatation d'espèces capables de supporter des conditions écologiques sévères tout en fournissant des produits diététiquement valables. De même, il faudrait prôner des essais de domestication et d'amélioration de végétaux qui jouent déjà, sous forme de cueillette, un rôle non négligeable dans la subsistance des populations.

Parmi les espèces offrant ainsi d'éventuelles possibilités de culture sont à citer: *cordeauxia edulis* Hemsley et *bauhinia esculenta* Burchell.

Cordeauxia edulis

Principales caractéristiques (Miagi et coll. 1978)

L'aire de répartition de cette Césalpiniacée s'étend de part et d'autre de la frontière somalo-éthiopienne. Ce buisson de 2 à 3 m de haut est brouté par les troupeaux; les nomades récoltent ses graines. Cette double consommation risque de provoquer son extinction. La plante mériterait, comme Bally (1966) l'a déjà recommandé, que soient assurées, parallèlement à sa protection, sa mise en culture et sa diffusion (des essais sont poursuivis au Kenya et en Somalie).

L'intérêt du ye-heb, le nom vernaculaire de la plante, réside dans le fait qu'il vit dans des zones où la pluviométrie est de l'ordre de 200 à 400 mm et qu'il se contente de sols sableux pauvres. Les plantules développent rapidement et profondément leurs racines ce qui augmente leur chance de survie mais constitue un handicap à l'établissement de pépinières. Les premières gousses sont produites vers 3-4 ans. Nous possédons peu d'informations sur ses parasites et sur l'existence d'écotypes. Beaucoup reste donc à connaître sur les capacités de domestication et d'acclimatation du ye-heb.

Qualités nutritionnelles (Miège et Miège 1978)

Elles sont mieux connues. Les graines renferment 37 % d'amidon, 24 % de sucres, 12 % de lipides, 14 à 16 % de protéines. Par rapport à la plupart des papilionacées, elles présentent une relative déficience en protéines due essentiellement à une plus petite proportion de globulines de réserve (protéines salino-solubles). Par contre, les albumines (protéines hydrosolubles) sont plus abondantes que chez des légumineuses telles que le *lablab purpureus*. La lenteur du développement du système aérien est, peut-être, à mettre en relation avec la faible teneur en protéines de réserve. Cette parcimonie des globulines n'est sans doute pas sans lien avec l'abondance de molécules azotées dialysables: petits peptides, amino-acides libres notamment. Parmi ceux-ci, il faut signaler la présence de sarcosine, acide aminé connu dans le règne animal mais exceptionnel chez les végétaux. La balance en acides aminés protéiques révèle une légère insuffisance en isoleucine, phénylalanine, tyrosine et une absence de tryptophane. La méthionine est déficiente. Les teneurs en cystéine sont comparables à celles des légumineuses alimentaires courantes. Les autres acides aminés jugés indispensables dépassent les normes recommandées.

Des inhibiteurs de trypsine sont présents. Responsables de troubles digestifs chez l'homme et les animaux de laboratoire, ils disparaissent habituellement à la cuisson. Les graines de *cordeauxia edulis* sont dépourvues de lectines.

Effets de différents traitements des graines par la chaleur

Nous avons recherché quels étaient les effets de divers traitements caloriques sur les protéines et sur les inhibiteurs et les avons comparés à ceux subis dans des conditions semblables par les graines de *lablab purpureus*. (Nobs 1978, Miège et Miège 1979)

Quatre lots ont été préparés: 1) témoin; 2) graines immergées dans l'eau bouillante pendant une minute; 3) graines laissées dans l'eau bouillante durant 30 minutes; 4) graines mises au four à 160°C durant 20 minutes.

Voici, résumés, les principaux résultats obtenus:

- 1- Le taux des protéines salino-solubles diminue sensiblement passant de 61 % des substances azotées de la graine non traitée à 40 % (lot 2), 35 % (lot 3) et à 15 % (lot 4).
- 2- Les teneurs en éléments dialysables, par contre, augmentent sensiblement (de 15 à 30 %).
- 3- La perte en éléments salino-solubles est dûe en partie à une peptidisation (augmentation des substances dialysables) et en partie à une insolubilisation définitive d'une part des protéines.
- 4- L'ébouillantage rapide des graines n'affecte pas les profils électrophorétiques des protéines totales et des isoenzymes analysées (phosphatases acides, estérases). Au contraire, le grillage et surtout la cuisson modifient les structures protéiques ce qui se traduit par la disparition de bandes au profit de l'apparition de bandes plus mobiles, indice de peptidisation.
- 5- Les traitements provoquent une forte diminution de l'activité des inhibiteurs de trypsine sans pourtant l'annihiler complètement.
- 6- Aucun lot ne révèle une activité agglutinante à l'exception du lot 4 (graines grillées). Dans ce cas, le facteur responsable se trouverait dans la fraction globulinique. Les groupes sanguins A, B et O réagissent de la même façon. Ce démasquage subit d'une lectine jusqu'alors cryptique n'est pas explicable à la suite de ces seules expériences. Il faudrait isoler par chromatographie d'affinité les molécules responsables de l'agglutination des globules rouges pour pouvoir étudier leurs propriétés et les raisons de leur masquage dans les graines normales.

Comparaison Lablab-Cordeauxia

Dans un autre essai, des graines des deux espèces ont été soumises à des chaleurs sèches et humides de 100 à 150°C pendant des durées allant d'un quart d'heure à plusieurs heures. Il a été constaté:

- 1- que dans les deux cas, les inhibiteurs sont sensibles à la chaleur;
- 2- que *lablab purpureus* renferme des lectines non masquées;
- 3- que la chaleur sèche appliquée aux graines de *lablab* conduit à une insolubilisation progressive des protéines solubles donc à une forme moins digeste alors que le traitement subi par les graines de *cordeauxia* les a peptidisés;

- 4- que dans le cadre non plus d'une atmosphère humide mais d'un trempage les processus sont encore accélérés ce qui explique que le trempage appliqué avant la cuisson annule l'effet des lectines;
- 5- que les grosses molécules globuliniques conservées en atmosphère chaude et humide se scindent en unités de plus faible poids moléculaire — Cette transformation coïncide avec la perte du pouvoir germinatif des graines ainsi traitées.

Bauhinia esculenta = Tylosema esculentum

Une autre espèce à promouvoir serait le *bauhinia esculenta* Burchell = *Tylosema esculentum* (Burchell) A. Scrib., originaire du Kalahari dont les populations consomment les graines grillées ou bouillies mais jamais crues. Elles rivalisent par leur composition avec le soja (30-40 % de protéines) et l'arachide (36-45 % de lipides). Pauvres en méthionine, elles sont riches en lysine. Le tubercule recherché par les nomades contient 90 % d'eau. C'est une espèce à sauvegarder car elle a tendance à disparaître sous la pression humaine et celle du bétail.

Discussion des critères d'appréciation de la valeur des protéines alimentaires

L'utilisation directe des protéines végétales dans l'alimentation humaine diminue l'énorme gaspillage de calories alimentaires que constitue le maillon animal. Ceci invite à leur donner une part plus grande dans cette alimentation. (Miège et Miège 1975)

Pour discuter de la valeur biochimique des protéines, la difficulté réside dans le choix de la protéine idéale de référence. Ce choix s'est porté sur la protéine d'œuf dont l'efficacité est arbitrairement fixée à 100 %. Il amène à des résultats parfois insolites. Waddel (1958) donne les légumineuses déficientes en méthionine dans des proportions allant de 57 à 76 %, ce qui est admissible: mais comment, sur cette même base, admettre un déficit le taux de méthionine des protéines du lait de femme inférieur de 46 % à celui des protéines d'œuf?

La référence à une protéine fictive idéale éviterait de telles contradictions. Mais ce choix se heurte à de nombreux facteurs incontrôlables. Il implique des contrôles biologiques. Or, les exigences en amino-acides varient d'un individu à l'autre et ce qui vaut pour une population ne vaut pas forcément pour une autre; des adaptations au milieu peuvent également modifier les exigences de l'organisme. La flore intestinale qui conditionne la digestion dépend largement des habitudes alimentaires. Il est permis de penser que les nomades qui consomment le *cordeauxis* ou le *bauhinia* ont des exigences différentes de celles des populations d'autres pays et, à plus forte raison, des

rats de laboratoire. Les résultats d'une enquête de Ravelli (1972) sur des enfants ivoiriens de moins de cinq ans vont dans ce sens. Malgré une carence protéique évidente, l'auteur n'a rencontré aucun cas clinique de kwashiorkor ou de marasme mais seulement des cas de malnutrition modérée (31 %).

L'appréciation biologique de la quantité de protéines entrant dans la ration idéale est, d'autre part, généralement basée sur des expériences avec des sujets dont la nourriture comporte une grande part de protéines animales. Or, la teneur en protéines du lait de femme, à apport calorique égal, est plus de moitié inférieure à celle du lait de vache, ce qui laisse supposer que le petit d'homme a un besoin moindre en protéines que le jeune veau. On peut alors se demander si l'habitude de l'allaitement au lait de vache dès les premiers jours de leur vie n'a pas faussé l'exigence naturelle et créé un besoin excessif en protéines. De plus, la non efficacité des protéines ingérées croît beaucoup plus vite si l'apport est animal que s'il est végétal. On peut se demander si l'oxydation de ce superflu protéique non assimilable par l'organisme ne lui est pas préjudiciable.

Mais, pour une grande partie de la population du globe, ce n'est évidemment pas de pléthore protéique qu'il s'agit mais de pénurie, pénurie qui pourrait être atténuée par une meilleure utilisation du potentiel protéique végétal. Leur adaptation à des climats défavorables, leur équilibre satisfaisant en acides aminés, leur succès auprès des populations locales, sont autant de facteurs invitant à la protection et à l'amélioration du *Cordeauxia edulis* et du *bauhinia esculenta*. Les inquiétudes que suscitent les menaces de disparition de ces espèces doivent être prises en considération et conduire à des plans de sauvegarde.

Bibliographie

- BALLY P. R. O. (1966) Miscellaneous notes on the Flora of Tropical East Africa. *Candollea* 21, 3-11.
- HEMSLEY W. B. (1907) Diagnoses africanae. *Bull. Misc. Inform.* 9, 361-365.
- MIÈGE J. (éd.) (1975) Les protéines des graines. Genève. Georg.
- MIÈGE J., CRAPON DE CAPRONA & LACOTTE D. (1978). Caractères séminaux, palynologiques, caryologiques de deux légumineuses alimentaires: *Cordeauxia edulis* Hemsley et *Psoralea tetragonoloba* (L.) DC. *Candollea* 33, 329-347.
- MIÈGE J. et MIÈGE M. N. (1975) Application des recherches sur les protéines dans les domaines de la nutrition et de la recherche médicale in les Protéines de graines: 367-385.
- MIÈGE J. et MIÈGE M. N. (1978) *Cordeauxia edulis*. A Caesalpinaceae of arid zones of East Africa. *Economic Botany* 32, 336-345.
- MIÈGE J. et MIÈGE M. N. (1979). Étude comparée de graines de *Cordeauxia edulis* et de *Lablab purpureus*. Influence de traitements caloriques sur leur valeur nutritive. Genève (rapport inédit).
- MIÈGE M. N., MASCHERPA J. M., ROYER-SPIERER, GRANGE A. et MIÈGE J. (1976) Analyse des corps protéiques isolés de *lablab purpureus* (L.) Sweet. Localisation Intra cellulaire des globulines, protéases et inhibiteurs de la trypsine. *Planta* 131, 81-86.

- NOBS A. (1978). Progrès liés à la nutrition chez *cordeauxia edulis*. Effets de divers traitements par la chaleur. Travail de diplôme de biologie. Univ. Genève.
- RAVELLI G. P. (1972) Enquête nutritionnelle en milieu rural africain. Village d'Adahou. S. Préfecture de Toumodi. Côte d'Ivoire. Thèse Faculté médecine. Université de Berne.
- SPIERER-ROYER A. (1975). Les protéines des graines de *vigna unguiculata*. inhibiteurs antitrypsine et enzymes protéolytiques. Application à la valeur alimentaire du *vigna* et déductions taxonomiques. Faculté sciences. Université: Genève. Thèse 1719.
- TRÉMOLIÈRES J. (1969) Physiologie de la nutrition et du comportement animal. T. 4 de Biologie générale. Paris. Dunod.
- WADDEL J. 1958. Supplementation of plant proteins with amino-acids. 307-351 in Processed Plant Protein Foodstuffs. Altschul A. M. éd. Academic Press. N.Y.
- Lectures complémentaires
 Hemsley W. B. (1907)
 Miège J. (éd) (1975)
 Trémolières J. (1969)

Le point des recherches sur les systèmes de cultures associées maïs-légumineuses dans l'Ouest du Cameroun

par P. Salez
Institut de recherches agronomiques (Cameroun)

Introduction

On considère que dans l'Ouest du Cameroun, 80 % des terres sont exploitées en culture associée et l'on a pu rencontrer jusqu'à 14 espèces complantées sur une même parcelle.

Les études prenant en compte ces systèmes culturaux associés sont pourtant très récentes, cette prise en compte tardive étant sans doute liée à la complexité des systèmes et au fait que de nombreux chercheurs et «développeurs» les considèrent injustement comme rétrogrades.

Nous présenterons ici les résultats d'études sur culture associée maïs-soja entreprises depuis 1982 et maïs-haricot entreprises depuis 1984; il s'agira d'un bref survol des divers thèmes abordés dans une approche globale basée sur:

- les aspects méthodologiques
- la possibilité d'améliorer la productivité ou la stabilité de ces systèmes en modifiant certains facteurs (variétés, peuplements, arrangements spatiaux, dates de semis, fertilisation).
- la compréhension de certaines particularités des associations céréale-légumineuse (complémentarité, économie d'azote, temps de travaux).

Nous tenons, enfin, à préciser que les résultats présentés restent étroitement liés à un contexte écoclimatique donné (sols ferrallitiques rouges et andosols volcaniques des zones d'altitude de l'Ouest) et ne sauraient être extrapolés à d'autres situations qu'avec prudence.

1. Aspects méthodologiques

Les dispositifs expérimentaux utilisés, appropriés à une analyse fine tout en restant maniables, sont des blocs de Fisher à 6 répétitions dont les résultats sont traités, le cas échéant, de manière factorielle.

Les termes de comparaison sont volontairement diversifiés:

- Rendements séparés des 2 espèces
- Land Equivalent Ratio (LER)

$$\text{LER} = \frac{\text{Rdt espèce a associée}}{\text{Rdt espèce a pure}} + \frac{\text{Rdt espèce b associée qui mesure}}{\text{Rdt espèce b pure}}$$

la productivité globale de l'association par rapport aux cultures pures, faisant apparaître un «surrendement» du système associé sur le pur quand $\text{LER} > 1$

- *Competitive ratio (CR)*, plus rarement utilisé, qui permet de corriger le LER au moyen des proportions de chaque espèce dans l'association.
- La valeur monétaire des récoltes
- Les productions protéiques et énergétiques des différents systèmes.

2. Notions de «Surrendement» et de complémentarité

Les LER de l'ensemble de nos expérimentations se situent généralement entre 1 et 1,50 (un seul traitement observé avec $\text{LER} < 1$); cela met en évidence l'intérêt de la culture associée maïs-légumineuse par rapport aux cultures pures avec des gains de productivité de 0 à 50 % selon les cas; la variabilité des LER souligne, quant à elle, la possibilité d'améliorer le rendement de ces systèmes ou l'équilibre entre les productions de chaque espèce au moyen des variétés ou des techniques culturales utilisées.

Ce «surrendement» est essentiellement dû à une *complémentarité spatiale* des systèmes foliaires et racinaires comme le montrent les LER calculés à partir des poids secs des feuilles et de racines.

Dans le cas de l'association maïs-soja où les cycles des 2 espèces diffèrent peu (soja 118 jours, maïs 137 jours), la complémentarité temporelle (meilleure utilisation des ressources au cours du temps) est sans doute beaucoup moins effective que la précédente, les pics d'absorption minérale des 2 espèces présentant une forte interférence.

3. Choix des variétés

— L'importance de la variété de maïs, espèce dominante, pour le comportement de l'association est notoire; la biomasse produite et la vigueur au départ de la céréale paraissent plus déterminants que la hauteur de celle-ci.

À densités égales, par exemple, le composite Z 290 à fort développement végétatif diminue le rendement du soja associé de 29 à 44 % par rapport au soja associé à la variété locale Cola.

Notons qu'on peut cependant augmenter les densités de population des 2 espèces lorsque l'association inclut un maïs à faible développement et que les LER sont souvent meilleurs dans ce type d'association, les deux espèces participant de manière plus équilibrée à la production globale. La sélection variétale du maïs devrait donc nécessairement inclure ce critère d'«adaptation» à la culture associée.

— Concernant le soja, lorsqu'on reste dans une gamme relativement étroite de cycle et hauteur des plantes (variété améliorée) l'interaction variétés x système cultural ne semble pas exister.

— Concernant le haricot, une différence importante de comportement des variétés naines et volubiles (indéterminées à vrille longue) a été mise en évidence en association. Porrillo 693 volubile s'enroule autour du maïs, diminuant la production de celui-ci de 7 % (–400 kg/ha) par rapport à un maïs associé à une variété naine; il paraît donc intéressant de sélectionner des types nains de haricot pour la culture associée.

4. Types d'association, arrangements spatiaux

En culture intercalaire (alternance de lignes de chaque espèce) l'alternance d'une ligne de maïs et 1 ou 2 lignes de soja est supérieure aux systèmes interposant plusieurs (3 ou 4) lignes de légumineuses entre les lignes de céréale. À densités égales, elle permet d'obtenir des rendements et LER voisins de la culture mixte couramment pratiquée (mélange des espèces sur la ligne ou en vrac sur le billon); les interférences entre espèces étant cependant plus fortes en culture mixte, le rendement relatif du soja, plante dominée y est un peu plus faible qu'en culture intercalaire. Enfin, on notera l'importance de l'orientation des lignes de maïs en culture intercalaire.

5. Densités de population

En sol ferrallitique rouge les densités de population suivantes peuvent être recommandées:

- maïs fort développement 40 000 pieds/ha × soja 240 000 pieds/ha
- maïs fort développement 40 000 pieds/ha × haricot 190 000 pieds/ha
- maïs faible développement 48 000 pieds/ha × soja 290 000 pieds/ha

Dans tous les cas, les densités des 2 espèces représentent environ 60 % de leur densité optimale en culture pure: la concurrence interspécifique étant moindre que l'intraspécifique, un avantage de la culture associée maïs-légumineuse réside donc dans cette augmentation des densités de population totale (+ 20 %).

6. Effet de la culture associée sur les maladies

L'intensité de la cercosporiose, principale maladie du soja et maladie d'importance relative sur haricot, diminue de 10 à 15 % lorsque ces légumineuses sont associées au maïs; cette diminution sensible peut donc expliquer également (en partie) le surrendement de l'association. Sur les autres maladies par contre et en particulier l'helminthosporiose du maïs, aucun effet de l'association n'a été prouvé.

En ce qui concerne les attaques d'insectes, la pression de ceux-ci reste insuffisante dans notre zone d'action pour permettre les comparaisons: l'association n'a aucune influence par exemple, sur les attaques de borers du maïs.

7. Nodulation et fixation d'azote

De manière générale, le soja associé au maïs semble noduler plus que le soja pur (augmentation de 4 à 16 % du nombre de nodules, de 5 à 43 % du poids sec de nodules). Cette augmentation est due en grande partie à la diminution de densité du soja cultivé en association mais sans doute aussi à un appauvrissement constant de sa rhizosphère sous l'effet de l'absorption minérale du maïs, cet appauvrissement créant un milieu favorable à la nodulation.

Des mesures de fixation d'azote effectuées récemment au champ par la méthode ABA (réduction d'acétylène) montreront si la fixation symbiotique est accrue en culture associée.

Des études d'*arrière effet* de la culture associée sur les cultures pures, actuellement en cours, permettront de voir si les systèmes maïs-soja laissent un reliquat supplémentaire d'azote dans le sol.

Signalons que dans l'association maïs-haricot, par contre, aucune augmentation de nodulation de la légumineuse n'a été constatée jusqu'ici.

8. Fertilisation et niveau de fertilité du sol

En culture associée maïs-soja des fumures fortes de type 80 N et 60 N-100 P se montrent rentables sur sol rouge ferrallitique: la valorisation de la fumure est cependant moindre qu'en culture pure et seul le maïs profite de l'apport.

On constate une baisse du LER lorsqu'on passe d'un sol ferrallitique à un andosol plus riche (de 1.37 à 1.08) et une baisse également de ce LER quand les niveaux de fumure augmentent (1.29 sans fumure — 1.22 avec 40 N — 1.16 avec 80 N): l'association maïs-soja semble donc plus apte que les cultures pures à exploiter les sols à niveau de ressources moyen ou limitant. son intérêt diminuant en milieu riche.

En association maïs-haricot, la fumure forte 80 N se montre très rentable en sols ferrallitique et andique; le haricot associé, contrairement au soja, répond parfois aux apports d'azote (sol ferrallitique) et, dans ce cas précis uniquement, le LER augmente avec la quantité de fertilisant.

Il faudrait vérifier que ces doses de 80 N n'inhibent pas la fixation symbiotique, ce qui aboutirait à un gaspillage d'azote.

9. Décalage du semis d'une des espèces

Lorsqu'on retarde de 15 jours le semis de l'une des deux espèces, la production globale de l'association est diminuée, le gain obtenu sur la première culture semée ne compensant pas la perte enregistrée par la seconde. Des semis de maïs puis soja 15 jours après donnent en effet un gain de rendement de 16 % de maïs, mais une perte de 56 % de soja par rapport au semis simultané.

À l'inverse, des semis de soja puis maïs 15 jours après induisent un supplément de 26 % de soja mais une perte de 29 % de maïs par rapport au semis simultané.

10. Lutte contre les adventices

En culture associée, le produit Lasso (M. A. = Alachlore) épandu en préémergence permet un contrôle des herbes équivalent à celui d'un double sarclage manuel 35 et 55 jours après semis.

11. Valorisation du travail

En culture associée, le temps de sarclage est diminué de 9 % environ par rapport aux cultures pures, la complémentarité foliaire des 2 espèces permettant une meilleure couverture du sol.

Le temps de récolte, par contre, est largement augmenté dans l'association (+ 38 %) par suite d'une production accrue et de l'«encômbrement» provoqué par la céréale lors de la récolte, plus précoce, de la légumineuse.

Au total, le revenu brut/heure de travail est inférieur de 3 % en culture associée mais l'intérêt de celle-ci est de diminuer le temps de désherbage qui se situe souvent en période de pointe des travaux sur l'exploitation.

Conclusion

Ces premières études permettent de mieux comprendre le fonctionnement des associations céréales-légumineuses et de proposer des techniques simples d'amélioration des systèmes en place dans le milieu réel.

Des comparaisons entre les systèmes maïs-haricot et maïs-soja sont déjà possibles et ont montré entre autres que le haricot se montrait plus compétitif vis-à-vis de la céréale que ne l'était le soja.

Deux orientations principales de ces travaux se dessinent aujourd'hui:

- *recours à l'agrophysiologie* avec les questions de transfert d'azote, intensité lumineuse et séparation des effets de complémentarité foliaires et racinaires.

- *passage en milieu paysannal* avec vérification des hypothèses d'amélioration des systèmes par les densités et la fertilisation et constitution de parcelles de simulation associant cette fois 3 ou 4 cultures.

Références bibliographiques conseillées

- AMMED S., GUNASENA HP. M. — Nutritization and economics of some intercropped systems in tropical countries. Trop. Agric. Vol. 56 n° 2.
- CECILIA FCS, RAMALHO M. A. P. (1982) — Adubação nitrogenada e fosfatada na consorciação milho — feijão — Pesq. Agropec. Bras. Brasília 17(9) 1 285 — 1 291.
- DALAL R. C. — Effect of intercropping of maize with soybean on grain yield. Trop. Agric. Vol. 54 n° 2.
- PEARCE S. C., GILLIVER B. — The Statistical analysis of data from intercropping experiments. J. Agric. Sciences 91, 625-632.
- SALEZ P., 1985. — Population densities and fertilization in maize — soybean mixed-cropping systems — World soybean Research Conference, Iowa (USA)
- SALEZ P. 1985. — Bilan de trois années de recherches sur les systèmes de culture associée maïs-légumineuse. IRAT/IRA.

- WIJESINHA A., FEDERER W. T. et al. — Some Statistical analysis for a maize and beans intercropping experiment. — *Crop Science* Vol. 22 May — 660-666.
- WILLEY R. W., OSIRU D. S., 1972 — Studies on mixtures of maize and beans with particular reference to plant population. — *J. Agric. Sci.* (1979) 79, 517-529.
- WILLEY R. W., 1979 — Intercropping, its importance and research needs. — *Field Crop Abstracts* Vol. 32, n° 1.

L'amélioration du niébé (*vigna unguiculata*) (*L*) *malp* au Niger de 1959 à 1984

par I. M. Magah

Institut national de recherche agronomique nigérien

Introduction

Principale légumineuse alimentaire, le niébé (*vigna unguiculata* (*L*) *malp*) est cultivé partout au Niger, du Nord au Sud, en pluvial en irrigué et même en décrue. Naguère sujet à un ostracisme incompréhensible, le niébé s'est peu à peu imposé comme une culture d'appoint et d'apport. Cultivé sur à peine 360 000 ha au lendemain de l'indépendance en 1960, il n'occupe pas moins de 1 660 000 ha (1983), ce qui le classe en deuxième position après le mil et avant le sorgho. En un quart de siècle la production est passée du simple au quintuple (41 500 t en 1960 contre 322 000 t en 1979), alors que parallèlement celles du mil et du sorgho n'augmentaient que 75 % et 50 % respectivement. Cette performance est due, non seulement à l'accroissement des superficies, mais également à celui de la productivité en milieu paysan. En effet le niébé est l'une des rares cultures nigériennes dont le rendement moyen national a connu une amélioration très sensible, passant de 114 kg/ha en 1960 à 322 kg/ha en 1979, alors que celui des céréales principales (mil, sorgho) et de l'arachide stagnent et même accusent une tendance à la baisse. Cette amélioration a surtout été sensible à partir de 1975, grâce à l'introduction de la culture pure dans les systèmes de production des paysans nigériens, à l'institution d'un circuit officiel de commercialisation, à l'intéressement des privés nigériens, à l'existence d'un débouché sûr (le Nigeria). De 1975 à 1983 les superficies emblavées en pur sont passées de 1 840 ha à 220 000 ha soit 13% de la superficie totale consacrée à la culture du niébé. Ce progrès

est essentiellement dû aux résultats de la recherche agronomique et aux efforts consentis pour les porter en milieu rural.

Aussi le présent article n'a-t-il pas pour ambition que de donner un bref aperçu de l'évolution historique de recherches sur le niébé de 1959 à nos jours. L'accent a surtout été mis sur l'amélioration variétale, mettant sciemment de côté les résultats obtenus dans les autres disciplines (agronomie, pathologie, entomologie), résultats non moins intéressants, car ayant permis de définir les techniques de production en pur, la protection contre les fontes des semis et contre les insectes de floraison et de stocks, etc...

Historique

Les débuts de l'amélioration variétale du niébé au Niger datent de 1959, année au cours de laquelle une enquête fut organisée sur les légumineuses alimentaires. Cette enquête porta, entre autres, sur les cultivars utilisés par les paysans: 50 cultivars furent collectés et envoyés à la station de Tarna. En 1960, M. Maurice Tardieu vint en mission pour situer l'importance du niébé au Niger, avec un accent particulier sur le recensement et la classification des variétés locales, les pratiques culturales, les insectes et maladies rencontrés. Au cours de la même année, 25 variétés provenant du Centre national de recherche agronomique de Bambeï furent introduites.

Jusqu'en 1962, l'Institut de recherches en agronomie tropicale, qui avait la responsabilité de la recherche agronomique au Niger, procéda à l'observation des caractéristiques agronomiques des variétés en collections. Ce n'est qu'à partir de 1963 que l'on commença à organiser des tests de rendements en station et hors station sur le germ-plasm local disponible et sur les variétés introduites.

Les introductions étaient faites par le biais du CNRA de Bambeï mais l'on y trouvait du matériel d'origines très diverses: Afrique de l'Ouest, Afrique du Sud, Afrique australe, Europe, URSS, Amérique latine, États-Unis, etc...

De 1963 à 1966, plus de 200 variétés classées sommairement selon le port (rampant ou érigé) furent passées au crible; cependant sans que l'on sût de façon précise les caractéristiques agronomiques à privilégier lors du choix variétal.

En 1967, avec le développement du programme de recherche de Bambeï, démarra à Tarna un programme de sélection proprement dit sur le matériel F3, F4, F5 et F8 provenant des croisements réalisés par le Dr. Sene à Bambeï.

Les objectifs étaient assez précis, la culture pure était alors considérée comme la voie la plus certaine de l'accroissement de la production du niébé. Et la variété idéale devrait avoir les caractéristiques suivantes:

- cycle court (70-75 jours du semis à la récolte)
- indifférente à la longueur du jour

- à port dressé net, résistant à la verse
- à grosses graines crème ou crème à œil coloré.

De 1959 à 1974, l'IRAT eut à observer, étudier et tester, pour diverses caractéristiques agronomiques (port, cycle, rendement et qualité de graines) plus de 500 cultivars dont 4 se sont révélés intéressants: deux variétés locales TN 88-63 et TN 98-63, deux sélections TN 4-69 et TN 36-64.

Après la création de l'Institut national de recherche agronomique du Niger (INRAN), en 1975, le programme connut une certaine léthargie, faute de personnel, et ce jusqu'en 1978. Cependant l'on mit cette période à profit pour élaborer un programme pluridisciplinaire de recherche pour l'amélioration de la culture du niébé. Ce programme fut considéré comme prioritaire dans le cadre du plan national de développement 1979-1983.

En 1978, lorsqu'il fallut mettre en chantier le programme, c'est tout naturellement que l'on se basa sur l'idéotype défini par le Dr. Sene, mais également sur les objectifs à court et long termes, définis par l'IITA. Il s'agissait essentiellement, à court terme, de remplacer la TN 88-63 qui, malgré sa haute productivité et sa bonne adaptation aux conditions de faible pluviométrie, est boudée par producteurs et consommateurs pour diverses raisons: petite taille de ses grains, temps de cuisson élevé, goût fade, faible productivité en fanes.

De 1978 à 1980, 400 variétés de l'IITA et 115 lignées de l'IRAT furent observées et testées pour leurs caractéristiques agronomiques et 390 échantillons d'écotypes locaux furent collectés dans 115 villages du Niger.

À partir de 1981, l'accent a surtout été mis sur l'évaluation du matériel local en monoculture et la sélection de nouvelles variétés. Plusieurs croisements ont été réalisés: TN 88-63 × TN 42-70; TN 88-63 × TN 36-64; TN 45-71 × TVU 1836; TVU 1509 × TN 36-64; TVX 32-36 × TN 88-63, TN 4-69 × VITA 5 LS 11-1; TN 43-80 × VITA 5 LS 11-1; TN 45-71 × VITA 5 LS 11-1, TN 13-78 × MOUGNE, etc...

En fait bien des changements ont été opérés dans les orientations et les objectifs d'amélioration de cette légumineuse alimentaire. En effet, ayant observé le comportement de la plante dans nos conditions (faible fertilité des sols, pluviométrie faible et mal répartie, etc...), l'on a été amené à rechercher des variétés à croissance indéfinie, à port semi-érigé à rampant, à cycle intermédiaire, à rendement acceptable, stable et régulier, plutôt que des variétés à cycle court érigé net à haut rendement.

Par ailleurs les services de vulgarisation et les socio-économistes nous ont amené à concevoir l'amélioration d'une culture non pas au niveau de l'espèce uniquement mais également au niveau de l'ensemble du système. Aussi à partir de 1983 avons-nous commencé à accorder un peu plus d'importance à la culture associée et à la production fourragère.

Parallèlement, en collaboration avec les entomologistes et pathologistes, des tests de résistance variétale aux principaux prédateurs furent menés; et

l'INRAN participa également aux réseaux d'expérimentations des institutions régionales et internationales: IITA, Institut du Sahel, Safgrad.

Les expérimentations menées par l'INRAN ont montré que certains cultivars locaux donnent de bons rendements, en culture pure: TN 5-78, TN 27-80 et TN 2-78. En outre, il a été trouvé une source de résistance aux plantes parasites telles que le *striga* dans la variété locale TN 121-80.

Perspectives

Ainsi au cours de ces 25 années de recherche sur le niébé, plus de 1 500 génotypes furent passés au crible dans un réseau d'expérimentation pluri-annuel impliquant des dizaines et des dizaines de localités réparties dans les différentes zones écologiques du pays. Des résultats fort appréciables ont été obtenus. Cependant l'on est bien loin de la «variété» qui mettra le producteur nigérien loin de bien des préoccupations. En effet, durant toute cette période l'accent a surtout été mis sur le rendement, l'adaptation, le cycle, le port et les qualités des graines; caractéristiques agronomiques importantes, certes, mais insuffisantes dans un écosystème instable où les producteurs ont de faibles revenus et de faibles capacités d'investissement.

Pour ce faire le programme «amélioration de la culture du niébé», se propose de développer à long terme des variétés à rendement acceptable stable et régulier, adaptées aux conditions physiques et biologiques des principales zones écologiques du pays et conformes aux exigences des consommateurs; et cela pour tous les modes de culture ayant cours: monoculture et culture associée, culture pluviale et culture irriguée.

Présentement l'effort est surtout porté sur les cultures d'hivernage et le profil de la variété recherchée serait le suivant:

- Bonne vigueur à la levée
- Cycle intermédiaire: 40 à 50 jours à 50 % floraison
- Insensible à la photo période
- Port semi-érigé à rampant
- Inflorescence au-dessus du feuillage
- Gousses et graines indéhiscentes
- Graines de taille moyenne à large, couleur blanche, blanc crème, brune, à bonne qualité organoleptique
- Rendement grains acceptable
- Bonne qualité fourragère: faible chute de feuilles à maturité.

Et surtout

- Tolérante à la sécheresse de fin de cycle
- Tolérante aux insectes majeurs: Thrips des fleurs, foreuse des gousses, punaises suceuses des gousses, pucerons noirs de l'arachide, et bruches des stocks.

- Tolérante aux principales maladies: pourriture grise de la tige, chancre bactérien, mosaïque dorée
- Tolérante aux plantes parasites: *striga*.

Vaste programme pour lequel la collaboration inter-institutionnelle et entre chercheurs de disciplines différentes est une nécessité absolue. D'ores et déjà des programmes coopératifs sont amorcés avec l'Université de Niamey, le CILSS, Institut du Sahel, les universités américaines. Mais ce sera, sans aucun doute, la coopération avec l'IITA qui nous offrira des possibilités inestimables pour bien orienter et faciliter nos efforts sur l'amélioration du niébé au Niger.

Bibliographie

- CLUB DU SAHEL/CILSS/OCDE (1983): Développement des cultures pluviales au Niger Sahel (D) 100
- I.N.R.A.N. (1978-1984): Rapports annuels
- I.R.A.T./NIGER, (1963-1974): Rapports annuels
- MAGAH, I. M. (1984): Mission de collecte de Vigna au Niger plants genetics res. Newsletter n° 57 p. 28-31.
- MAMADOU MAMANE (1981): Évolution des recherches effectuées sur le niébé de la période coloniale à 1975 à Tarna. Rapport de stage. Université de Niamey.
- M.D.R./AGRICULTURE (1982-1983-1984): Rapports de réunions annuelles des Cadres nationaux de l'agriculture.
- RACHIE AND RAWAL (1974): Integrated approaches to improving cowpeas. (vigna unguiculata (L) Walp. Techn. bull n° 5 IITA
- SENE D. ET N'DIAYE S. M. (1971): L'amélioration du niébé (vigna unguiculata) au CNRA de Bambeby de 1959 à 1969 Agro. tropicale. Vol. XXVI n° 10.
- SENE D, ET N'DIAYE, S. M. (1974): L'amélioration du niébé (vigna unguiculata) au CNRA de Bambeby de 1959 à 1973. Résultats obtenus entre 1970 et 1973 Agro. trop. Vol. XXIX n° 8.
- TARDIEU M (1960): Rapport de mission au Niger. CNRA de Bambeby.

Le niébé (*vigna unguiculata*) dans les systèmes de culture du Niger

par Kc Reddy et A. Oumara
Institut de recherche agronomique du Niger

Introduction

Le niébé (*vigna unguiculata*) est la légumineuse la plus cultivée au Niger. Les graines du niébé sont riches en protéines, servent à l'alimentation humaine; et les fanes sont utilisées pour la nourriture des animaux (bovins-ovins).

Le niébé est planté au Niger depuis longtemps et récemment la superficie des surfaces cultivées s'est beaucoup accrue. Elles sont estimées à plus d'un million d'hectares (Club du Sahel, 1982).

Le niébé est essentiellement cultivé en association avec le mil ou sorgho et est semé après eux (Reddy et Jada, 1985). Sa densité est fonction du taux de développement des céréales et de la pluviosité. De nouvelles variétés de niébé: TN 88-63, TN 36-64, TN 4-64, TN 98-63 ont été introduites en 1975, mais elles sont surtout adaptées aux cultures pures.

Malheureusement, le niébé n'est pas beaucoup cultivé seul et les traitements phytosanitaires recommandés ne sont pas respectés par les paysans. Le rendement du niébé chez les paysans varie entre 220 kg et 320 kg/ha (Club du Sahel, 1982). Pourtant cette année, il n'atteint même pas 100 kg/ha en raison de la bonne croissance du mil et des attaques dûes aux insectes.

Tenant compte des réalités de son utilisation en association, l'Institut national de la recherche agronomique du Niger (INRAN) a développé un

programme détaillé sur différents aspects de sa culture en association avec le mil (Reddy et al., 1985). La croissance du niébé en culture pure et en association est étudiée.

Le niébé dans l'assolement des cultures

Les sols du Niger sont extrêmement pauvres (Ouattara et Persaud, 1985). La teneur en azote des sols est de 0.02 %, CEC est à peu près de 2 meq/100 g, et le P_2O_5 disponible est inférieur à 100 ppm. Les applications des engrais azotés et phosphorés sont recommandées pour toutes cultures de céréales. Pourtant la consommation nationale d'engrais est extrêmement faible (tableau 1).

Tableau 1

Le rendement du mil (kg/ha) en assolement avec mil et niébé dans différents systèmes de culture

Système de culture en 1984	Rendements du mil pur dans différents systèmes de culture en 1985	
	avec 18 P_2O_5 kg/ha	avec 18 P_2O_5 kg/ha + 56 N kg/ha
Mil pur avec 45 N kg/ha et 18 P_2O_5 hg/ha	(kg/ha) 1030	(kg/ha) 1640
Niébé pur avec 18 P_2O_5 kg/ha	1620	2320
Mil/niébé association avec 18 P_2O_5 kg et 45 N kg/ha	1500	2160

Cet usage insuffisant des engrais est une contrainte sérieuse. Toute amélioration des rendements passe par une meilleure utilisation de fertilisants.

Les causes de cette faible utilisation des engrais sont nombreuses et sont particulièrement dues aux infrastructures du pays (Ly et al., 1985). À moyen terme la situation ne va pas changer et il est difficile d'envisager l'utilisation des engrais en grande échelle. Il faut donc développer quelques technologies intermédiaires qu'on pourrait pratiquer immédiatement dans l'avenir (Reddy et al., 1985²).

En 1985, les rendements du mil dans les champs où avait été cultivé précédemment du niébé étaient meilleurs que ceux où des cultures de mil successives avaient été pratiquées.

Au Niger, à peu près 25 % de surface cultivable est utilisée pour la culture et il reste environ 10 millions d'hectares à cultiver (club du Sahel. 1982). C'est à dire, qu'on pourrait facilement pratiquer l'assolement du système de mil-niébé pour améliorer les rendements en céréales. En système d'assolement des légumineuses-céréales, on peut recommander un apport de phosphore pour la légumineuse et d'azote pour la céréale.

Le niébé en association avec le mil

Le niébé est presque toujours cultivé en association avec les céréales et surtout avec le mil. Le cycle, densité, géométrie et date de semis des deux cultures sont plus importants pour avoir une complémentarité en utilisation des ressources.

La connaissance du cycle des plantes, de leur répartition et des dates des semis, est indispensable pour comprendre les interactions entre les deux espèces végétales.

Date de semis

Nous n'avons pas fait des études systématiques dans ce sens, mais compte tenu de l'expérience en milieu rural et en station, il est suggéré de faire le semis de niébé à peu près 10 jours après le semis de mil, dès l'apparition de la seconde pluie.

Variété de niébé

Trois variétés de niébé; *cycle court, érigé* (Var. IT 82D-716), cycle moyen; *semis érigé* (TN 5-78) et cycle long; *rampant* (Sadoré local) sont semés en association avec deux types de mil; long type (CIVT) et court type ($\frac{3}{4}$ HK et composite naine). À Maradi, les meilleurs rendements en grains ont été obtenus avec la variété TN 5-78 à cycle moyen et semi érigé (tableau 2). Le niébé à cycle long n'a pas produit de graines.

En ce qui concerne le mil, c'est l'association mil court/ niébé précoce qui a donné les meilleurs résultats.

Dans un autre essai le mil court cv $\frac{3}{4}$ HK a beaucoup favorisé la production, le niébé moyen cv TN 88-63 par rapport aux variétés zongo ou CIVT (tableau 3).

Tableau 2

L'effet du type de niébé sur le rendement des différentes variétés de mil et l'effet sur le revenu brut de l'ensemble des systèmes

Système		Rendement mil	Rendement niébé	Revenu brut
Niébé précoce (IT 82D 716) associé à	mil cycle court (3/4HK)	kg/ha 1681	kg/ha 150	(F CFA/ha) 161.931
	mil à cycle long	1319	230	133.334
Niébé cycle moyen associé à	mil 3/4 HK	1290	360	170.757
	mil à cycle long	1287	250	158.146
Niébé à cycle long associé à	mil 3/4 HK	1353	0	126.374
	mil à cycle long	1419	0	135.019

Tableau 3

Le rendement du niébé cv TN 88-63 (Kg/ha) avec trois types de mil, Tarna, 1984

Cultivateur du mil associée avec niébé	Le rendement du niébé (kg/ha)
Long, local Zongo	100
Long amélioré CIVT	100
Courte amélioré 3/4 HK	140

Ces études montrent que les variétés précoces de niébé sont préférables en association aux variétés cycle long.

Densité de semis du niébé en association avec le mil

Plusieurs combinaisons de densité de mil et niébé sont essayées en cherchant la meilleure association. En 1984, la combinaison la plus profitable était une association de 10 000 poquets de mil cv CIVT avec 27 000 poquets

de niébé cv TN 88-63 (cycle moyen et semi-érigé) avec un apport de 45 N kg/ha et 18 P₂O₅ kg/ha et avec tous les traitements phytosanitaires. L'association était réalisée comme l'indique la figure 1 (2 rangées de mil alternant avec une rangée de niébé). Cette année avec les mêmes conditions de fertilisation, et de répartition des plantes associées (7 500 poquets de mil et 13 500 poquets de niébé) la production a été supérieure à celle obtenue en 1984.



Mil semé 1.5m × 0.75m
 Niébé semé 0.75m (.50m) × 0.50m

Fig. 1: Mil/niébé en association avec niébé en lignes jumelées au milieu des lignes de mil en grande espace

Répartition des plantes associées (figure 1)

Ce sont les associations 4 et 5 (c'est à dire mil séparé par 2 rangées de niébé) qui ont donné les meilleurs résultats. Les rendements sont plus élevés que dans les types d'association pratiqués par les paysans (tableau 4).

Tableau 4

Effet de la répartition des plantes associées et densité de mil et niébé en association et leur revenu brut en F CFA/ha

Système	L E R	Revenu brut (F CFA/ha)
Mil-niébé semé traditionnellement	0.81	159 220
Mil pur (1m × 1m)	1.0	185.260
Niébé pur (0.3m × 0.6m)	1.0	182.292
Mil (1m × 1m) niébé 2 rangs (0.5m × 0.75m)	1.11	217.920
Mil (1.5m × 0.75m) niébé 2 rangs (0.75m × 0.5m)	1.02	202.720
Mil (1m × 1m) niébé 1 rang (1m × 0.4m)	0.86	172.700

Utilisation de l'eau par le mil/niébé en association

L'utilisation des différentes ressources des cultures comme: l'intensité des rayons solaires, les éléments nutritifs et l'eau sont étudiés dans l'association de mil et niébé. Lorsque l'association est formée de 10 000 poquets de mil et 27 000 poquets de niébé disposés comme l'indique la figure 2 (2 rangées de niébé, 1 rangée de mil) on constate que l'eau était beaucoup plus efficacement utilisée par ce système par rapport au mil ou niébé pur (tableau 5).

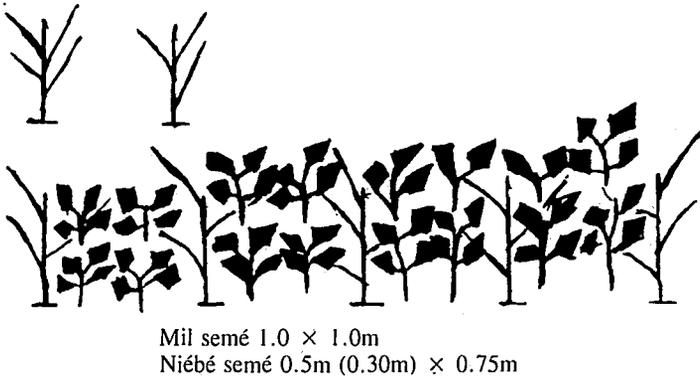


Fig. 2: Mil/niébé en association avec niébé en lignes jumelées au milieu des lignes de mil en espacement normal.

Tableau 5

Production de graine de mil/niébé en association et en culture pure pour chaque unité d'eau consommée

Système de culture	L E R	Graines/ha mm d'eau consommée
		(kg)
Mil pur	1.0	2.8 mil
Niébé pur	1.0	1.12 niébé
Mil/niébé (100% + 50%)	1.21	2.8 mil + 0.40 niébé

Conclusions

- (1) Le mil suivi du niébé en assolement, produit beaucoup plus que le mil suivi d'une autre culture de mil.

- (2) L'amélioration de la production du niébé dépend de son utilisation propre en association avec les céréales, surtout avec le mil.

Il apparaît que les meilleurs rendements sont obtenus lorsque:

- le semis de niébé est pratiqué 10 jours après celui du mil;
- les variétés de niébé utilisées sont celles à cycle moyen (TN 5-78, 2-78, 88-63);
- l'association est formée de 2 rangées de niébé alternant avec 1 rangée de mil;
- la densité recommandée est de 10 000 poquets de mil et 27 000 poquets de niébé par hectare.

Bibliographie

- Club du Sahel* (1982) — Développement des cultures pluviales au Niger. Sahel D (82) 180. (CILSS and CCDE publications).
- CIE (1976) — L'alimentation aux différents âges. In: la santé de la famille et de la communauté. Centre international de l'enfance, Château de Longchamp, Bois de Boulogne, Paris. 160 p.
- LY, S.; DEUSON, R.; GOUBE, M.; NUMA, G.; REDDY, KC et SWINTON, S. (1985) — L'évolution des systèmes de production à l'Institut national de la recherche agronomique du Niger. Note présentée à l'atelier sur le système de production tenu à l'Université de l'État Kansas, Manhattan, Kansas, USA du 13 au 16 octobre 1985.
- OUATTARA, M. et PERSAUS, N. (1985) — Contraintes liées au sol et à l'eau et adaptations à ces contraintes par les paysans locaux lors de la production céréalière en culture pluviale. Note présentée à l'atelier de sorgho et mil. INTSORMIL, INRAN et NCRP, Niamey, Niger (1985).
- REDDY, KC. et JADA, G. (1985) — Recherche en culture associée au Niger. Liaison Sahel. 3 109-125.
- REDDY, KC.; OUMARA, A. and TIMBO, A. (1985) — Rapport de l'agronomie générale à la campagne 1984. Institut national de la recherche agronomique du Niger. Niamey (Niger).
- REDDY, KC.; VANDERPLOEAG, J. and GONDA, J. (1985). Niger dryland agronomic research: current status and future needs. Atelier de Sorgho et mil, organisé par INTSORMIL/ INRAN/NCRP (PARA) à Niamey (Niger).

Les recherches effectuées à l'Institut international d'agriculture tropicale (IITA) sur l'amélioration du niébé (*Vigna unguiculata*)

par Br Ntare

Introduction

Plus de 70 % de la production mondiale du niébé *vigna unguiculata* est concentrée dans deux pays: le Nigeria et le Niger. Au Nigeria la culture de cette légumineuse, surtout concentrée dans le nord du pays, occupe approximativement 4 millions d'hectares; la production annuelle moyenne atteint 0,85 millions de tonnes. Le Niger produit 0.27 millions de tonnes sur 1.4 millions d'hectares. Les autres producteurs importants du niébé en Afrique de l'Ouest sont le Burkina Faso, le Mali et le Sénégal.

D'une origine probablement africaine, le niébé est cultivé à présent dans toutes les régions tropicales du monde. Mais, le continent africain constitue la principale zone de production de cette légumineuse. Le niébé est traditionnellement cultivé en association avec des céréales, sous des conditions adverses du sol. Les rendements moyens du niébé sont extrêmement bas, particulièrement en Afrique (200 kg/ha).

Le niébé est consommé sous plusieurs formes: haricots verts, gousses vertes, grains séchés et même feuilles vertes, ce qui est rare chez les légumineuses. La capacité de fixation de l'azote du niébé est comparable, voire supérieure à celle des autres légumineuses (tableau 1). En plus, le niébé

requiert un temps de cuisson beaucoup plus court, permettant ainsi une économie d'énergie. Ceci est très avantageux, en particulier dans les pays où le bois de chauffe devient de plus en plus rare.

Tableau 1
Estimation sur la fixation de l'azote des légumineuses tropicales

Culture	Étendue kg N/ha
Niébé, <i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.	73 — 240
Soja, <i>Glycine max</i> (L.) Merrill	64 — 206
Pois d'Angole, <i>Cajanus Cajan</i> (L.) Millsp	96 — 180
Lentilles, <i>Lens culinaris</i> (Moench)	84 — 114
Pois chiche, <i>Cicer arietenum</i> (L.)	103
Petit pois, <i>Pisum sativum</i> (L.)	52 — 77
Ambérique, <i>Vigna radiata</i> (L.) Wilezek	61

Source: Ayanaba, 1979.

Le niébé s'adapte à différents environnements, des zones semi-arides aux zones humides. Ses qualités nutritives sont grandes. L'azote de la protéine provient essentiellement de l'atmosphère, ce qui évite des dépenses élevées en engrais azotés.

Cependant, le niébé est extrêmement vulnérable à l'attaque des insectes nuisibles et des maladies. D'autres contraintes de cette production sont: l'architecture de la plante en relation avec la gestion de la culture, des rendements bas, la longueur de la période de maturation, et les faibles peuplements.

À cause de ces contraintes, la production de niébé ne reçoit pas de priorité ni de la part des paysans, ni de la part des responsables des politiques agricoles. Cette situation a pour résultat une production stagnante, voire à la baisse dans plusieurs pays.

L'IITA a réussi à éliminer quelques-uns des facteurs limitant les rendements du niébé, notamment en développant des variétés hâtives résistantes aux maladies et aux insectes nuisibles et ayant un potentiel de rendement élevé, ainsi qu'une bonne qualité de grain. Ces nouvelles variétés permettent aux paysans de réaliser des profits et d'obtenir de bonnes récoltes sous des conditions pluviométriques extrêmement sévères. En plus, ces variétés peuvent être cultivées dans les rizières laissées en jachères en utilisant l'humidité résiduelle.

Le programme de l'IITA

Le programme d'amélioration du niébé de l'IITA (International Institute of Tropical Agriculture) est l'un des plus grands du monde. Il a pour objectif de développer des variétés pouvant s'adapter aux diverses conditions de culture de niébé.

Le travail de recherche est réalisé par une équipe pluridisciplinaire composée de sélectionneurs, de phytopathologistes, d'entomologistes et d'agronomes.

La recherche menée par cette équipe couvre quatre volets:

1. Collecte et conservation de ressources génétiques
2. Mise au point de variétés améliorées
3. Coopération internationale sur l'amélioration variétale
4. Formation

Collecte, conservation et évaluation des ressources génétiques

La recherche menée par l'IITA sur le niébé a démarré en 1970, avec comme objectifs premiers: d'étudier la physiologie, de collecter des ressources génétiques d'identifier les principales contraintes limitant la production, et de commencer un programme d'hybridation. La collecte des ressources génétiques a débuté très tôt, si bien qu'en 1972, 4 200 accessions avaient été collectées. À cette date, plus de 12 000 entrées ont été collectées et sont conservées dans la banque de génotypes. Ce stock génétique a été très utile au programme d'amélioration de l'IITA pour la mise au point des variétés améliorées. Les semences sont régulièrement évaluées et mises à la disposition de nombreux chercheurs. L'importance de cette collection est telle qu'une unité des ressources génétiques a été créée.

Amélioration du niébé

Ce volet est le plus important du programme et dispose de ressources substantielles. L'amélioration et la recombinaison des caractères désirables sont les deux principales composantes de ce programme. Les recherches portent sur:

- (i) Sélection pour des rendements élevés et l'adaptabilité
- (ii) Résistance aux maladies
- (iii) Résistance aux insectes
- (iv) Tolérance au stress
- (v) Qualité nutritionnelle
- (vi) Qualité des grains
- (vii) Système de cultures

Rendement élevé et grande adaptabilité

Le rendement représente le trait agronomique le plus important. Les cultivars traditionnels ont un cycle de maturation long, allant de 100 à 150 jours. Ils sont photopériodiques, feuillus, petits et rampants. Les gousses sont retenues par de courts pédoncules au-dessous du feuillage rendant la gestion difficile. Ces cultivars traditionnels ont un rendement très bas. Les cultivars améliorés, par contre, ont un cycle de maturation court avec des gousses retenues par de longs pédoncules au-dessus du feuillage. Ils ont une floraison synchronisée et sont de type érigé ou semi-érigé. Ces cultivars ont un rendement de 2 000 kg/ha environ sous conditions favorables alors que les cultivars traditionnels, sous les mêmes conditions, produisent beaucoup moins. Le développement de plants de type amélioré a plus que doublé les rendements du niébé. Ceci a permis de concentrer les ressources vers d'autres problèmes préoccupants. Cependant, les rendements pourraient être augmentés davantage.

Le développement des variétés à cycle court a reçu beaucoup d'attention dans notre programme. Nous disposons de cultivars prometteurs qui ont un cycle de maturation compris entre 55 et 65 jours. Ces cultivars, adaptés à différentes régions ont des semences de qualité acceptable et résistent à plusieurs maladies. Ces cultivars offrent une possibilité de succès en culture pure dans les régions à courtes saisons de pluies et en cultures associées ou de relais dans les régions à pluviométrie relativement longue. En conditions optimales, les rendements des variétés à cycle court sont comparables, sinon un peu inférieurs à ceux des variétés de cycle moyen (70-85 jours).

Résistance aux maladies et aux insectes nuisibles

Le niébé est attaqué par plusieurs maladies et insectes nuisibles. Les principales maladies du niébé sont: la mosaïque jaune, «l'aphid borne mosaic», le chancre bactérien, l'antracnose, la cercosporiose, tâches bactériennes, et maladie des tâches brunes. Les principaux insectes sont: thrips, foreuses de gousses, les punaises nuisibles et les bruches. La résistance variétale est essentielle à la stabilité des rendements. En conséquence, le programme a concentré ses efforts sur l'incorporation des gènes qui régissent le caractère de résistance aux maladies et aux insectes nuisibles.

Le programme d'amélioration a mis au point, grâce à l'hybridation et la sélection, des cultivars offrant une résistance multiple à au moins cinq maladies et deux insectes nuisibles.

Qualité nutritive

Le niébé est une source importante de protéines dans l'alimentation de millions de personnes à travers toutes les zones tropicales. Il est consommé avec des féculents de base, comme les céréales et les tubercules. Le programme d'amélioration du niébé de l'IITA a donc pour principal objectif de développer

des cultivars à rendements élevés et largement adaptés offrant des taux élevés de protéines.

Qualité des grains

Les préférences pour la dimension, la texture du tégument et la couleur varient d'une région à une autre. En Afrique de l'Ouest, par exemple, la préférence va aux gros grains blancs ou bruns de texture inégale. Alors qu'en Afrique de l'Est, les grains rouges sont préférés. Nous avons développé des cultivars pouvant satisfaire les préférences des consommateurs des différentes régions.

Tolérance à la sécheresse

La tolérance à la sécheresse est essentielle à la stabilité des rendements dans presque toutes les zones de production du niébé ayant une pluviométrie irrégulière, particulièrement dans les zones tropicales semi-arides. Bien qu'aucune sélection systématique pour la tolérance à la sécheresse, n'ait été faite, des projets en ce sens devraient débiter au Centre sahélien de l'ICRISAT, au Niger. On pense établir éventuellement une pépinière internationale de criblage pour la résistance à la sécheresse, en collaboration avec les programmes nationaux au Sahel.

Systèmes de production

Traditionnellement cultivé en association avec des céréales, le niébé est considéré comme une culture secondaire. En association, le niébé doit rivaliser avec la céréale pour la lumière, ainsi que pour l'humidité et les éléments nutritifs du sol. L'association du niébé avec le maïs ou le mil montre que les variétés du niébé très précoces subissent moins cette concurrence du fait qu'elles fleurissent et donnent des gousses avant que la céréale soit assez haute de taille pour le cacher de son ombre. En plus, comme il y a normalement assez d'humidité dans le sol aux premiers stades de croissance de la céréale, la concurrence pour l'humidité est moindre. La précocité de ces cultivars qui représente moins de la moitié de celle des cultivars locaux, leur permet d'échapper à la sécheresse. Bien que l'IITA ne dispose pas d'un programme de sélection propre aux cultures associées, nous travaillons au Centre sahélien de l'ICRISAT, sur l'évaluation systématique de cultivars pour leur adaptation dans le système mil x niébé. Ces cultivars, en association avec des variétés de mil à haut rendement, pourraient augmenter la production, cela malgré l'irrégularité de la pluviométrie.

Coopération internationale

L'un des objectifs du programme de sélection de l'IITA est d'assister les programmes nationaux en mettant à leur disposition des cultivars par l'entremise des essais internationaux de niébé (CIT).

Chaque année, des essais portant sur des cultivars sont distribués à environ 150 collaborateurs dans le monde. Les sélectionneurs, ainsi que d'autres chercheurs de plusieurs pays, demandent des semences de lignées en ségrégation, des lignées fixées et des cultivars.

Quelques programmes nationaux nous demandent de réaliser des croisements pour des objectifs précis. De nombreux visiteurs et stagiaires repartent avec des échantillons des lignées prometteuses. Nos ressources génétiques sont accessibles à tous les stades de développement et gratuits pour tous les chercheurs travaillant sur le niébé dans le monde. L'évaluation et l'appellation des cultivars de niébé sont de la responsabilité des programmes nationaux qui peuvent diffuser toute lignée de l'IITA en mentionnant la source. En plus, les lignées sélectionnées par l'IITA qui ont une bonne performance lors des essais internationaux sont directement promues comme variétés ou utilisées dans les programmes d'amélioration des pays collaborant avec l'IITA. À cette date, plusieurs lignées sélectionnées par l'IITA ont été diffusées ou recommandées comme variétés en Afrique, en Amérique du Sud et Centrale, et en Asie (Tableau 2).

Tableau 2
Variétés améliorées de l'IITA recommandées en Afrique

Variétés	Pays
Tvx 3236	Nigeria, Cameroun, Togo, Zaire, Burkina Faso, Sénégal, Maurice, Zambie
IT 82E-60	Nigeria
Tvx 274-01F	Ghana
Tvx 1843-1C	Ghana
IT 81D-1069	Ghana
Vita 7	Burkina Faso
Vita 4	Bénin, Libéria, Centrafrique
Vita 5	Bénin, Togo, Libéria, CAR
Tvx 4577-02D	Libéria
TK-1	Tanzanie
TK-5	Tanzanie
Vita 1	Centrafrique
IT 82E-18	Swaziland
IT 82E-27	Swaziland
Tvu 1502	Somalie
Tvx 1836-013	Maurice
Tvx 4654-44E	Maurice
Tvx 456-01F	Zambie
Tvx 30-1G	Zambie
Tvx 309-G	Zambie
ER-7	Botswana, Zimbabwe

Formation

Le manque de cadres qualifiés constitue un sérieux handicap au développement agricole de l'Afrique. La formation représente une activité importante de l'IITA. Le programme de formation vise à familiariser les chercheurs travaillant sur le niébé aux nouvelles techniques et méthodologies de recherche.

Cinq programmes de formation ont été établis pour répondre aux différents besoins de différents pays:

- a) Programme de formation professionnelle
- b) Programme de formation universitaire
- c) Stages de recherche
- d) Perfectionnement de chercheurs
- e) Cours.

Il est important d'avoir des cadres nationaux qualifiés avec lesquels nous pouvons collaborer dans des domaines bien déterminés de la recherche sur le niébé.

Bibliographie

- AYANABA, A. 1979. Biological Nitrogen Fixation in Africa. Proc. GIAM-V Bangkok. 45-51.
- GOLDSWORTHY, P. R. 1982. Objectives and achievements in the improvement of grain legumes. Proc. Nutr. Soc. 41: 27-39.
- International Institute of Tropical Agriculture (IITA). Annual Reports 1974 to 1983.
- International Institute of Tropical Agriculture (IITA). Research Highlights 1977 to 1983.
- RACHIE, K. O., ROBERTS, L. M. 1974. Grain Legumes in Lowland Tropics. Adv. Agron. 26: 1-132.
- SINGH, B. B., SINGH, S. R., and JACKAI, L. E. N. 1982. Cowpea Breeding for disease and insect resistance. In breeding for durable disease and pest resistance. FAO Plant Production and Protection Paper No 55.
- SINGH, S. R., SINGH, B. B., JACKAI L. E. N. and NTARE, B. R. 1983 Cowpea Research at IITA. Information Series No 14. 20 p.
- SINGH, B. B. and SINGH, S. R. 1983. Objectives and achievements of IITA research program on cowpeas and soybeans. In J. C. Hohnes and I. M. M. Jahirl (eds). More Food for Better Technology, FAO 1983.
- SMITHSON, J. B., REDDEN, R. J. and RAWAL, K. M. 1980. Methods of Crop improvement and Genetic Resources in *Vigna unguiculata* p. 445-457. In R. J. Summer field and A. H. Bunting (eds.). Advances in Legume Sciences Royal Botanic Gardens, Kew, England p. 667.

Le voandzou *(voandzeia subterranea L.)*

Son importance au Mali **Les problèmes posés par sa culture**

par O. Kodio
Institut d'économie rurale (Mali)

Introduction

Le voandzou (*voandzeia subterranea*) est une légumineuse alimentaire qui appartient au groupe des phaséolées. C'est la seule espèce du genre *voandzeia*. C'est une plante cultivée pour ses graines qui sont utilisées pour la consommation et non pour la production d'huile. De toutes les légumineuses africaines cultivées, le voandzou est jusqu'ici la moins connue. Certains travaux ont cependant été effectués pour les instituts de recherche du Ghana. C'est ainsi que quelques caractéristiques de cette culture ont été décelées à savoir:

- La tolérance à la sécheresse
- La résistance aux insectes et aux maladies.

Au Mali, les principales zones de productions se situent dans la région de Ségou et de Bamako. Il pousse bien sur des sols à pH 5-6.5, mais tolère un pH bas comme 4.3. C'est une plante de jour court (selon la littérature).

La sécheresse de ces dernières années a montré qu'un certain nombre d'espèces de légumineuses, des graminées, des oléagineux, relégués au rang des cultures dites mineures, pouvaient avoir une importance capitale en période de disette. Mais au Mali, même en année normale, ces cultures dites mineures occupent parfois une certaine place dans l'alimentation des populations.

Fort de cette information, la 22^e session du Comité national de la recherche agronomique du Mali a décidé de mettre en place un programme de recherche sur le voandzou.

Description botanique

Le voandzou est une espèce qui est assez voisine des espèces du *g. vigna*. C'est une plante de courte taille avec beaucoup de feuilles ramifiées, trifoliées. Les tiges sont suivant la variété roses, pourpres ou vertes. Les racines émettent librement des nodules. La plante est en général dressée. Les fleurs s'épanouissent au niveau du sol, ce qui lui confère la propriété de former ses fruits sous terre comme l'arachide.

La foliole terminale du voandzou est soutenue par deux stipules, et la foliole latérale n'a qu'une seule, tandis que chez l'arachide les feuilles ont quatre folioles sans stipules et des gousses allongées portant des étranglements et renferment généralement 2 à 3 graines. Les gousses du voandzou sont presque sphériques et sans étranglement, elles ne renferment qu'une seule graine. L'espèce est caractérisée par $2n = 22$ chromosomes. Le voandzou est une plante cleistogamme.

Origine géographique

Le voandzou est une plante dont l'origine a été jusqu'à une certaine date fortement controversée. Il a été décrit par Linné en 1763 qui lui donna le nom de *blycine subterranea*. Du Petit Thouars en 1806 le changeait en *voandzeia subterranea*; «Bambara» étant le nom de la région du haut Niger près de Tombouctou au Mali. Cependant le mot voandzou proviendrait de la déformation du mot malgache «voandjo»: «Voa» veut dire graine et «Anjo» signifie celui qui satisfait bien. Ce qui établit l'origine africaine de l'espèce. Cependant, il n'y a pas d'information sur sa zone d'origine, il semble que les centres d'origine soient le Mali, Madagascar et l'Angola.

Dispersion de l'espèce

En dehors du continent africain, l'espèce est actuellement rencontrée en Asie méridionale, en Malaisie, en Nouvelle Calédonie, en Australie du Nord et en Amérique du Sud.

Selon Félix, cette expansion de l'espèce en dehors du continent africain serait l'œuvre des migrations du côté asiatique. Par contre, les introductions en Amérique auraient été faites lors de la période esclavagiste.

Composition et valeur alimentaire

Les premières recherches sur la composition chimique des graines de voandzou ont été probablement effectuées vers 1899 par TOM. De ces recherches: il résulte que les réserves des cotyledons étaient essentiellement protéiques et non lipidiques comme on tendait à le croire par analogie avec l'arachide.

Selon Balland, c'est une plante dont le fruit a toutes les allures chimiques d'un aliment complet en raison de sa richesse en protéines, en acides phosphoriques et en glucides —

Protéines	16 à 21%	du poids
Huile	4-5 à 6-5%	''
Amidon	50 à 60%	''

Au Mali, le voandzou est surtout consommé durant la saison sèche sous forme de couscous, crème, tô. Il peut être bouilli à l'eau ou grillé. Il constitue par excellence, un très bon aliment de croissance surtout pour les enfants. Les fanes sont consommées par les animaux au même titre que celles du niébé et de l'arachide.

Programme de recherche sur le voandzou développé au Mali

Pour la revalorisation de cette légumineuse, un certain nombre d'enquêtes sur la culture de l'espèce ont été effectuées à savoir:

- importance sur le plan alimentaire
- cause de sa régression

Ces travaux de recherche ont démarré depuis 1983.

Objectifs du programme

Il s'agit de sélectionner des cultivars de voandzou adaptés à chacune des zones agroécologiques du Mali et correspondant aux exigences des consommateurs. Il est nécessaire de mettre au point des procédés agronomiques appropriés aux zones agroécologiques en question pour la monoculture ou la culture associée du voandzou.

État actuel des travaux

Un certain nombre d'écotypes avaient été collectés par le SAFGRAD/Mali. De même, lors de la prospection au niveau de certaines régions du pays des échantillons ont été ramassés. Tout le matériel a été ainsi mis en place à Sotuba pour la multiplication et la caractérisation des semences. Nous disposons de nos jours jusqu'à 150 écotypes de voandzou.

Pendant la campagne 1984-1985 le programme de recherche a porté sur les points suivants:

- Maintien de la collection malienne de voandzou
- Caractérisation de quelques écotypes
- Évaluation de rendement de certains de ces écotypes.

1. Maintien de la collection

Le matériel était composé de 66 écotypes cultivés chacun sur de simples parcelles d'observation. Une certaine uniformité a été remarquée au point de vue forme et couleur des feuilles.

Pour le délai semis 50 % de floraison, aucune différence significative ne se dégageait entre les traitements, car les plants avaient sensiblement fleuri à la même date (42 à 47 jours).

Pour ce qui est de la sensibilité aux viroses et à la cercosporiose tous ces écotypes étaient attaqués. Par contre, aucune pullulation d'insectes n'a été observée.

2. Caractéristiques écotypes

L'objectif de l'étude était de caractériser 30 écotypes de la collection pour les caractères suivants: précocité — le degré de nodulation. Les observations ont porté sur: nombre de jours semis jusqu'à 50 % germination, nombre de branches/plan, nombre de jours jusqu'à 50 % floraison, couleur de la fleur, nombre de gousses/plant, nombre de graines/gousse, poids de 100 graines

Pour le délai semis 50 % floraison, l'analyse statistique montre qu'il n'y a pas de différence significative entre les traitements. Ce sont les variétés CMV 16, CMV 22, CMV 26 qui semblent être les plus précoces arithmétiquement (38-39 jours). Tout le reste avait sensiblement le même cycle végétatif.

3. Évaluation du degré de nodulation

Il s'agissait ici de cribler pour les 30 écotypes le degré de nodulation. Trois prélèvements à partir de la période semis 50 % floraison de 5 plants/variété ont été effectués.

L'analyse statistique montre qu'il n'y a pas de différence significative entre les traitements quant au degré de nodulation.

Il existe par contre une différence significative en fonction des dates de prélèvement des nodules. C'est ainsi qu'on a observé le maximum de nodules à la 1^{re} date de prélèvement.

Tableau 1

Noms	Collection	Semis 50% germina-	Dolori 50% Flo.	Couleur fleur	nbre de jour/plt.	Couleur grain	Poids 100g
CMV	1-2	8	44	jaune	67	Brun pâle	70
CMV	2-2	8	39	jaune	48	Jaune R.	65
CMV	4-3	8	46	..	55	B. pâle	61
CMV	7-2	9	39	..	44	B. tacheté	66
CMV	8-2	9	40	..	48	B. pâle	80
CMV	8-3	9	40	..	36	J. rouge	59
CMV	9-1	10	39	..	40	..	77
CMV	10-3	10	38	..	63	..	66
CMV	11-2	9	39	..	10	B. T. pâle	—
CMV	13	11	42	..	57	Rouge	60
CMV	16	8	38	..	67	B. T. pâle	80
CMV	18	8	40	..	52	..	58
CMV	21	11	40	..	56	Noire	64
CMV	26	11	39	..	29	Noire	58
CMV	29	10	40	..	41	Noire	59
CMV	32	10	41	..	43	B. T. pâle	75
CMV	36	9	40	..	58	..	58
CMV	38	9	38	..	32	J. rouge	56
CMV	40	9	40	..	77	B. T. clair	57
CMV	41	13	46	..	28	Rouge	48
CMV	42	9	39	..	41	R. jaune	52
CMV	43	9	46	..	44	B. T. pâle	43
CMV	44	9	42	..	40	Rouge	45
CMV	45	13	46	..	39	Jaune R.	52
CMV	46	10	45	..	45	..	46
CMV	47	10	42	..	32	B. T. pâle	54
CMV	48	11	42	..	35	N. clair	57
CMV	51	11	42	..	45	Noire	58
CMV	52	10	42	..	43	Rose	57
CMV	8-4	9	44	..	85	—	—

4. Essai comparatif de rendement de voandzou

Objectif

Il s'agissait de comparer pour le rendement quelques écotypes de la collection.

Le matériel était composé de 23 écotypes plus un témoin local le «herenapiri».

Méthode

Le dispositif utilisé était le bloc de Fisher à deux répétitions.

Tableau 2

Traite- ments	Nombre de nodules/plt		Traite- ments	Nombre de nodules.plt.	
	Total	Moyenne		Total	Moyenne
CMV 1-2	6.8	2.26	CMV 32	6.4	2.13
CMV 2-2	6.6	2.2	CMV 36	4.2	1.4
CMV 4-3	7.8	2.6	CMV 38	4	1.83
CMV 7-2	13.8	4.6	CMV 40	16.25	5.41
CMV 8-2	56.4	1.8	CMV 41	11	3.66
CMV 8-3	5.4	1.8	CMV 42	9.4	3.14
CMV 9-3	3.6	1.2	CMV 43	13	4.33
CMV 9-1	6.2	2.06	CMV 44	18.2	6.06
CMV 10-2	2.8	0.94	CMV 45	18	6
CMV 13	11.6	3.86	CMV 46	19	6.33
CMV 16	8.4	2.8	CMV 47	18.2	6.06
CMV 18	8.4	2.8	CMV 48	21.6	7.21
CMV 21	8	2.66	CMV 51	29.2	9.73
CMV 26	7.4	—	CMV 52	4.55	7.18
CMV 29	4.2	—	CMV 84	14.73	4.91

Tableau d'analyse

Source de variation	Analyse de variance						Signi- fication
	S.C.O.	Variance	F. calculée	Ddl	F. théorique	1%	
Variation To.	7642367	2		89			
Variation Rep.	45.8604	22.93021	4.5080	2	3.158	5	S
V. Traitements	423.3595	14.5986	2.8700	29	1.659	2.04	N.S
Erreur	295.0167	5.00864		58			

C.V. = 61.147 %

Les observations ont porté sur:

- le nombre de jours semis 50 % germination.
- le nombre de plants par parcelle utile après la levée.
- le nombre de branches par plant. sur 5 plants.
- le nombre de gousses/plant. sur 5 plants.
- le nombre de grains/gousse. sur 5 plants.
- le poids de 100 graines.
- poids grains par parcelle utile.

Tableau 3
Rendement en kg grains/ha

N° d'ordre	Traitements	Rendement kg/ha
1	CMV 4-1	1 875
2	CMV 9-1	1 375
3	CMV 1-1	1 302
4	CMV 3-4	1 250
5	CMV 3-1	1 145
6	CMV locale	1 146
7	CMV 8-1	1 104
8	CMV 11-1	885
9	CMV 2-1	8 895
10	CMV 37	833
11	CMV 8-4	812
12	CMV 7-1	688
13	CMV 28	625
14	CMV 39	625
15	CMV 30	583
16	CMV 6-1	583
17	CMV 12-5	573
18	CMV 20	573
19	CMV 24	531
20	CMV 10	520
21	CMV 18	520
22	CMV 12-1	489
23	CMV 10-2	474
24	CMV 17	344

Tableau d'analyse

Source de variation	Analyse de variance						Signification
	S.C.E.	Variance	F. Cal.	d.d.l.	F. Théo.		
					5%	1%	
Variance total	207979.917	13352.0834	6.434	1	4.28	7.88	S
V. Répétitions	130352.0834	13352.0834	6.434	1	4.28	7.88	S
V. Traitements	146974.917		3.083	23	2.03	2.72	N.S
Erreur	476697.9166	20725.99638		23			

C.V. = 36 %

L'analyse statistique a montré qu'il n'y a pas une différence significative entre les traitements pour le rendement. Cependant certaines variétés telles que la CMV 9-1, CMV1-1, CMV 3-4, CMV 3-1 et la locale, les rendements sont significativement supérieurs aux autres.

Phytopathologie du voandzou

En collaboration avec la cellule des défenses des cultures, 30 écotypes de la collection malienne du voandzou ont été évalués vis-à-vis des principales maladies.

Les maladies les plus importantes observées dans l'essai sont les viroses de types mosaïques, les tâches foliaires causées par *cercospora* sp et les pustules bactériennes dont l'indice des attaques est léger.

L'indice de la maladie est exprimé en pourcentage de plants infectés dans la parcelle entière à deux lignes.

L'importance des attaques est exprimée de 0 à 4.

Le tableau montre que les écotypes CMV 10-3, 40, 42, 45, 59, sont moins attaqués par les virus. L'attaque du *cercospora* est en général très faible et plusieurs écotypes sont épargnés par ce champignon.

Conclusion

Avec les sécheresses de ces dernières années, nous constatons que nombreux sont les paysans qui s'intéressent de plus en plus aux cultures dites mineures telles que celle du voandzou. Ces cultures peuvent jouer un grand rôle en année de mauvaises récoltes des cultures principales (mil-sorgho, etc).

Nous pensons que l'intensification de ces seules grandes cultures ne solutionne pas à elles seul le problème de l'auto-suffisance alimentaire. Donc une diversification des cultures pourra être une garantie contre les aléas climatiques. C'est ainsi que la recherche agronomique du Mali a entrepris une nouvelle politique pour préserver et améliorer le patrimoine génétique de ces cultures dites mineures.

Les résultats ainsi obtenus dans ce cadre sont assez encourageants.

Tableau 4

L'indice, la sévérité de la mosaïque et de la cercosporiose sur les 30 écotypes étudiés

N°	Écotypes	Virus (Mosaïque)		Cercosporiose	
		Incidence	Importance de 0 à 4	Incidence %	Importance de 0 à 4
1	CMV 1-2	9.1	0.5	9.8	1.5
2	CMV 2-2	28.0	1.4	10.5	1.5
3	CMV 4-3	30.1	2	6.3	1
4	CMV 7-2	32.9	3	7.7	1
5	CMV 8-2	35.0	3.5	4.9	0.5
6	CMV 8-3	37.8	3.5	3.5	0.5
7	CMV 9-3	42.0	3.5	10.5	1.5
8	CMV 10-3	1.4	0.5	3.5	0.5
9	CMV 13-2	23.8	1.5	0	—
10	CMV 13	21	1	0	5
11	CMV 16	21.7	1	1.4	0.5
12	CMV 18	22.4	1	2.1	0.5
13	CMV 21	15.4	1	2.1	0.5
14	CMV 26	30.1	2	1.4	0.5
15	CMV 29	34.3	3.5	2.1	0.5
16	CMV 32	32.9	3.5	1.4	0.5
17	CMV 36	39.9	4	1.4	0.5
18	CMV 38	27.4	3	0	—
19	CMV 40	12.6	0.5	0	—
20	CMV 41	23.8	1	0	—
21	CMV 42	12.6	0.5	0	—
22	CMV 43	32.2	3	0.7	0.5
23	CMV 44	34.3	0.5	0.7	0.5
24	CMV 45	2.8	D.5	1.4	0.5
25	CMV 46	23.1	1	1.4	—
26	CMV 47	23.1	1	0	—
27	CMV 48	19.6	1	0	—
28	CMV 51	18.9	1	0	—
29	CMV 52	28	2.25	0	—
30	CMV 59	2.8	0.25	0	—

Recherches sur la morphogenèse de la pousse annuelle chez les légumineuses arborescentes

par L. F. Haba
Université de Conakry (Guinée)

Les légumineuses constituent un grand ordre de la flore forestière de l'Afrique occidentale à la fois par le nombre de genres et des espèces, et par l'abondance numérique. De nombreuses espèces de ces plantes sont parmi les plus caractéristiques des formations végétales de la République de Guinée: les forêts semi-humides à *Parinari excelsa*, les forêts de transition, les forêts denses et les forêts soudano-guinéennes très étendues.

L'étude de ces plantes devra être élargie aussi bien aux espèces utilisées dans l'alimentation et les autres domaines de l'économie qu'aux autres espèces non encore exploitées de la flore sauvage. Elle permettra d'envisager un programme de leur protection. Elle devra de plus en plus se faire sur l'unité de structure que constitue la pousse annuelle dont l'organisation et les caractères de croissance permettent de définir la résistance, l'adaptation et d'estimer la productivité et le rendement de la plante. Cette étude peut être entreprise sur les méthodes d'amélioration et de conservation de ces espèces.

Des recherches sur les caractères de la croissance ont été entreprises par nous à Conakry en 1985 sur la pousse annuelle de *cassia siamea*, plante très répandue dans la zone; elles nous ont permis d'aboutir à des résultats préliminaires qui sont:

- 1- La feuille adulte est composée pennée et mesure 25 à 30 cm de long. La longueur du pétiole est de 3,5 à 4 cm. Elle compte 10 à 12 paires de folioles dont les dimensions varient de 7 à 8 cm sur 2 à 2,5 cm. Les entre-nœuds mesurent environ 3 cm de long.

- 2- L'allure du changement des caractères des métamères sur une pousse annuelle dépend du caractère considéré. Ainsi, la longueur du pétiole, la dimension et la forme des folioles sont stables, par contre la longueur de l'entre-nœud diminue uniformément de la base au sommet, tandis que celle de la feuille croît vers la moitié de la pousse pour ensuite décroître.
- 3- La forme des courbes de croissance en longueur des feuilles successives est pratiquement indépendante de la position sur la pousse et semblable pour des pousses différentes. Le plastochron est de 2 ou 3 jours. La feuille reste dans le bourgeon environ 1 mois. La croissance dure 4 à 5 semaines après l'éclosion du bourgeon. La vitesse de croissance d'une feuille est environ 20 mm par jour. La durée de vie est de 3 à 4 mois.
- 4- Normalement la croissance d'une pousse est longue et relativement régulière. Parfois sur les différentes pousses d'un même arbre et les pousses des différents pieds, on observe des pauses au cours de leur développement, indépendantes des facteurs extérieurs. La durée des pauses varie de 10 jours à 1 mois.
- 5- Le plastochron, la vitesse de croissance et la durée de vie sont presque les mêmes que ceux déjà observés dans les pays tempérés par I. G. Sérébrjakov (1952), R. Maksymowych (1973) et B. P. Vassiliev (1974). Ainsi les lois de développement de la feuille des plantes dans différentes zones climatiques sont semblables; aussi les méthodes d'observation élaborées dans les pays tempérés peuvent être utilisées dans les pays tropicaux.
- 6- Sous les tropiques, le rythme de mise en place des feuilles est différent de celui observé en Europe, et la durée de la croissance d'une pousse annuelle est plus longue.

L'adaptation aux conditions climatiques zonaux s'effectue par la variation du rythme et la durée de croissance d'une pousse annuelle et non par celle de la morphogénèse de la feuille.

Les recherches sur la morphogénèse de la pousse annuelle doivent constituer la base des résultats sur la productivité.

Bibliographie

- MAKSYMOWICH R. 1973. Analysis of leaf development. Cambridge. University press — 110 p.
- SEREBRJKOV I. G. 1952. Morphologie des organes végétatifs des plantes supérieures. — Moscou: Sov. Naouka — 390 p. (en russe).
- VASSILEV B. R., ZVONTSOVA N. A., SCHMIDT V. M. 1974. Analyse mathématique de la croissance des feuilles de *Nicotiana rustica* L. et *Zea mays* L. — Bot. journ., T. 59, N° 5, p. 655-659 (en russe).

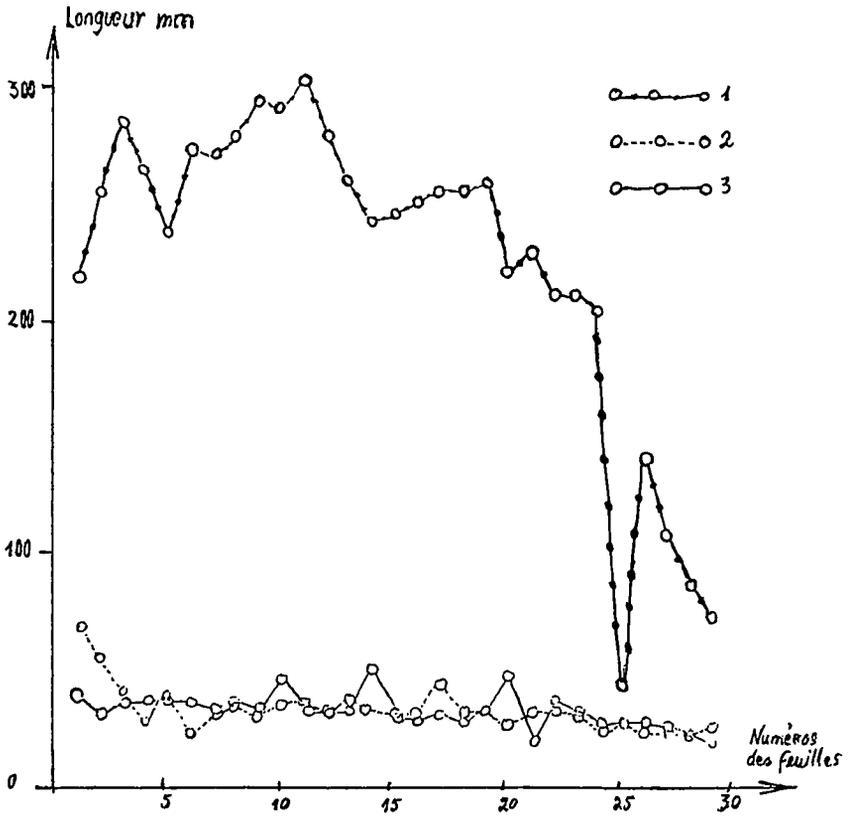


Figure 1

Changement de structure des métamères successifs adultes sur une pousse annuelle de *Cassia siamea* Lam. 1- Longueur des feuilles; 2- Longueur des pétioles; 3- Longueur des entre-nœuds.

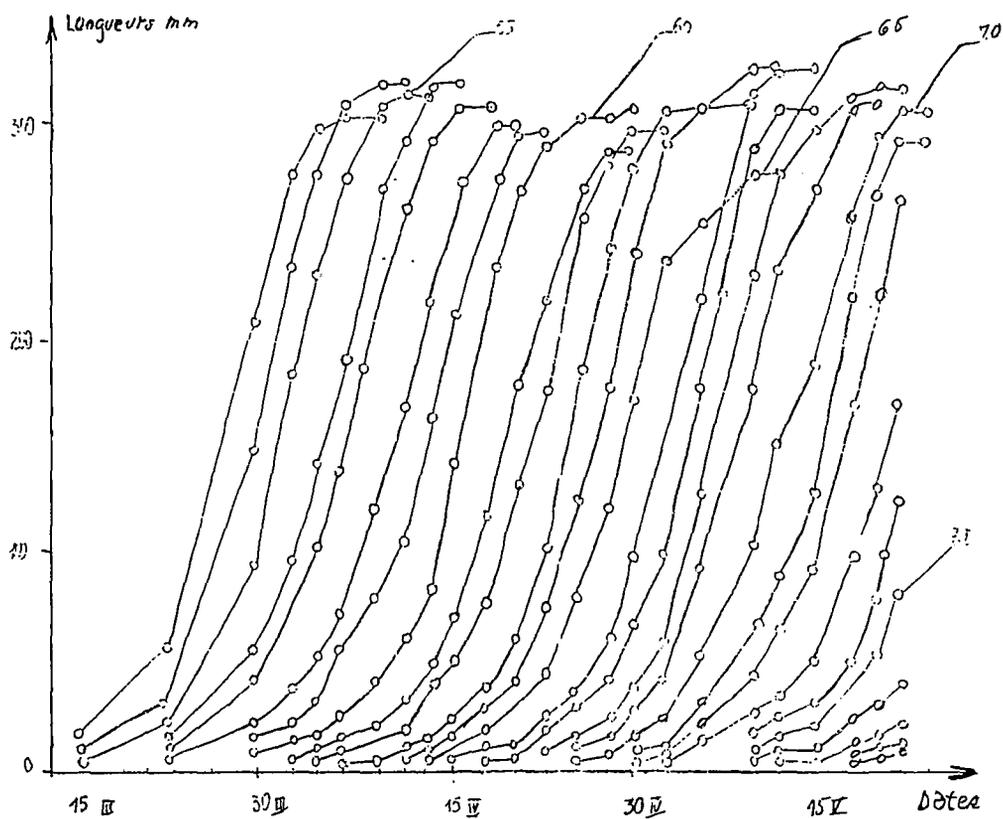


Figure 2

Croissance des feuilles successives sur une pousse annuelle de *Cassi siamea* Lam.
 — Les chiffres de la base au sommet de la pousse.

La production des légumineuses alimentaires au Rwanda

par P. Nyabyenda
Institut des sciences agronomiques (Rwanda)

Introduction

Le Rwanda est un petit pays très peuplé, situé au centre de l'Afrique entre 1°05' et 2°50' de latitude sud et entre 28°50' et 30°50' de longitude est: il est entouré par le Burundi, le Zaïre, la Tanzanie et l'Uganda. C'est un pays montagneux avec des altitudes variant de 970 m à plus de 4 000 m, des précipitations annuelles de \pm 800 mm à l'Est à 2 000 mm dans les régions de l'Ouest du pays et des températures moyennes annuelles de \pm 15°C dans les régions de hautes altitudes (> 1 800 m), \pm 19°C dans les régions de moyennes altitudes (1 500-1 800 m) et \pm 21°C en basses altitudes (< 1 500 m).

Étant surpeuplé, le Rwanda met un très grand accent sur l'agriculture dans sa politique de développement et en particulier sur les légumineuses qui constituent la principale source de protéines pour les Rwandais: les légumineuses sont considérées comme la viande de chaque jour des Rwandais.

Importance des légumineuses dans l'alimentation rwandaise

Les légumineuses alimentaires sont d'une très grande importance comme source de protéines dans l'alimentation des Rwandais; un Rwandais consomme annuellement 50,6 kg de légumineuses à grains secs dont plus de trois quarts sont constitués par le haricot commun (*phaseolus vulgaris L.*) (tableau 1) MINIPLAN, 1985; MINAGRI, 1985).

Tableau I
Production des plantes vivrières au Rwanda

Groupe de cultures	Superficie en ha 1)	Production en T 2)	Accroissement moyen annuel 74-83	Calories (%) 2)	Protéines % 1)
Légumineuses	373 345	357 673	6.82	25.2	58.7
— Haricot		319 341	6.77	22.5	52.7
— Petit pois		22 661	7.55	1.6	3.9
— Arachide		12 415	0.68	0.8	1.2
— Soja	267 856	5 265	14.71	0.3	0.9
Céréales	223 660	313 114	5.56	26.5	23.6
Tubercules et racines	256 885	1 247 192	2.52	28,5	12.1
Bananes	53 212	2 356 689	4.57	19.8	5.7
Cultures de case		—	—	—	
TOTAL	1 174 958	4 274 678		100	100

1) MINIPLAN, 1985.

2) MINAGRI, 1985.

Espèces de légumineuses cultivées au Rwanda

Les espèces de légumineuses les plus importantes cultivées au Rwanda sont au nombre de 4: le haricot commun (*phaseolus vulgaris* L.) le petit pois (*pisum sativum* L.), l'arachide (*arachis hypogaea* L.) et le soja (*glycine max.* (L.) Merr.).

Cependant on trouve également le niébé (*vigna unguiculata* L.), le haricot d'Espagne (*phaseolus coccineus* L.), et le haricot de lima (*phaseolus lunatus* L.) qui sont cultivés à très petite échelle ou pratiqués comme cultures de case.

À part ces légumineuses qui sont bien connues au Rwanda, l'Institut des sciences agronomiques du Rwanda (ISAR) garde en collection plusieurs autres espèces de légumineuses telles que le pois cajan, le dolique lablab, le haricot ailé, le pois chiche, le guar, le haricot kunde, le voandzou...

Aire de culture des légumineuses au Rwanda

Les légumineuses sont cultivées sur toute l'étendue du territoire rwandais mais la répartition des différentes espèces varie selon la culture.

Le haricot commun est cultivé dans toutes les régions comprises entre 1 300 et 2 400 m d'altitude avec des températures moyennes variant de 12 à 23°C.

Le soja, l'arachide et le niébé se cultivent dans les régions en dessous de 1 800 m d'altitudes où les températures excèdent 18°C en moyenne.

Le petit pois et le haricot d'Espagne se développent mieux dans les régions au-dessus de 1 800 m où les températures sont assez basses.

Le haricot de Lima se rencontre surtout dans les régions de moyenne altitude (1 500-1 800 m).

Systèmes de production des légumineuses au Rwanda

Les légumineuses représentent des cultures de subsistance dans de petites exploitations.

Elles sont cultivées en monoculture et en associations binaires, ternaires et polyculturelles avec d'autres cultures, notamment avec le maïs, le sorgho, la patate douce, la pomme de terre, le manioc et les colocases.

Pour le haricot et le petit pois qui sont des cultures traditionnelles typiques, les variétés sont cultivées en mélanges et un mélange peut comporter jusqu'à 20 variétés différentes et plus.

Les travaux se font en général à la main avec la houe et le semis est dans la plupart des cas en vrac, ce qui entrave la mécanisation de ces cultures.

Le haricot ne se développe très bien que sur des sols riches, c'est pourquoi il est semé généralement sur des sols préalablement fumés.

Le soja, le petit pois et l'arachide sont par contre moins exigeants.

Pour la rotation, les légumineuses alternent souvent avec les céréales et les plantes à tubercules.

Facteurs limitant la production au Rwanda

Facteurs pédologiques et climatiques

La fertilité du sol est l'un des facteurs les plus importants qui limite la production des légumineuses au Rwanda, surtout celle du haricot qui est une culture très exigeante.

Il y a, au Rwanda, une très grande instabilité du climat qui ne permet pas de prévoir les dates de semis et perturbe souvent la croissance des cultures. Dans certaines régions sévit une sécheresse excessive qui ne permet pas une bonne production, dans d'autres les basses températures limitent la culture de certaines légumineuses (arachide et soja).

Facteurs biologiques

Les paysans utilisent leurs variétés non sélectionnées et souvent dégénérées. Très peu de variétés sélectionnées à haut rendement sont employées.

Maladies et insectes

La plupart des légumineuses cultivées au Rwanda sont sujettes à beaucoup de maladies: *celletotrichum lindemuthianum* sac (haricot), *isariopsis griseola* Sac (haricot), *ascochyta spp.* (haricot, niébé), *rhizoctonia*, *pseudomonas* et *xanthomonas* (haricot), viroses (haricot, petit pois, arachide, soja), cercosporiose (arachide), pustules bactériennes (soja). Les attaques d'insectes nuisibles aux légumineuses dans les champs (mouche du haricot, pucerons, vers gris) et dans les stocks (bruches: *acanthoscelides obtectus* et *zabrotes subfasciatus*) provoquent des pertes importantes.

Nodulation

Jusqu'à présent, les essais d'inoculation menés par la recherche ont montré que parmi les légumineuses cultivées au Rwanda, seuls le soja et le petit pois pouvaient bien noduler après inoculation; le haricot qui est la légumineuse la plus importante ne répond pas du tout à l'inoculation.

Mauvaises herbes

Bien que les agriculteurs rwandais fassent beaucoup d'efforts pour sarcler leurs cultures de légumineuses, cependant des pertes considérables de récoltes sont occasionnées par les mauvaises herbes.

Facteurs socio-économiques et institutionnels

— Comparées à d'autres cultures, les légumineuses sont actuellement moins rentables que la plupart des autres cultures. En effet leurs coûts de production sont supérieurs à ce qu'elles rapportent à l'agriculteur, ceci rend impossible l'utilisation des intrants pour l'augmentation de la production.

— Le transfert des résultats de recherche en milieu rural est aussi un grand problème qui handicape la production; cela est dû en grande partie au manque de personnel dans le domaine de la recherche et de la vulgarisation.

— Le manque d'organisation du commerce des légumineuses provoque la fluctuation des prix et l'incertitude chez les agriculteurs, ce qui peut handicaper grandement leur production.

— Beaucoup d'autres facteurs liés à la personnalité de l'agriculteur limitent également la production des légumineuses: il s'agit notamment des dates de semis non respectées, les basses densités de semis, manque d'entretien des cultures (sarclage, tuteurage du haricot volubile...).

Production, conservation et utilisation des légumineuses au Rwanda

Production

La production des légumineuses est passée de 184 389 T en 1974 à 357 673 tonnes en 1983, cela fait un accroissement annuel de 6,82. Cependant l'évolution de la production est très différente pour les différentes légumineuses (tableau 1).

Conservation

La conservation des légumineuses pose de sérieux problèmes lorsqu'elle se poursuit plus de six mois. On peut constater:

- des modifications de la qualité des graines (notamment un durcissement les rendant difficiles à cuire).
- des modifications du pouvoir germinatif des graines (cas du soja).
- des attaques d'insectes (et en particulier de Bruchidae) plus importantes.

Afin de réduire ces attaques deux méthodes de protection ont été utilisées:

- protection à l'aide de cendres ou de kaolin qui se sont révélées efficaces pour la conservation à court terme (moins de six mois).
- protection à l'aide de pesticides (notamment de malathion à 2 % et de sumithion à 3 %).

Utilisation

Au Rwanda, le haricot et le petit pois sont consommés comme grains secs ou frais cuits dans l'eau. Le haricot est aussi cuit après avoir enlevé le tégument et les feuilles sont utilisées comme légumes. Le petit pois est souvent consommé sous forme de soupe. L'arachide est consommée sous forme de sauce ou employée pour assaisonner d'autres mets. Le soja est également utilisé sous forme de sauce, cuit en mélange avec le haricot. Il peut aussi être utilisé en huilerie et dans la production des concentrés pour animaux.

Programme national de recherche sur les légumineuses

Programme de recherche sur les légumineuses

Le programme national de recherche sur les légumineuses est imposé par les contraintes qui handicapent la production de celles-ci, telles que la faible fertilité et l'acidité des sols, l'instabilité du climat, la sécheresse, les basses températures des hautes altitudes, la non utilisation des variétés sélectionnées hautement productives, les maladies et les insectes nuisibles, le manque de nodulation de certaines légumineuses; l'attaque par les oiseaux, le mauvais goût et les difficultés de préparation culinaires du soja; la non disponibilité des semences, etc...

Pour lever ces contraintes plusieurs actions sont envisagées:

— La prospection et la collecte de toutes les variétés existantes en milieu rural surtout pour les légumineuses traditionnelles comme le haricot, le petit pois et le niébé.

— L'amélioration génétique des variétés locales afin d'accroître leur résistance aux maladies cryptogamiques.

— La sélection des variétés adaptées aux conditions marginales du sol (sols pauvres, sols acides) et du climat (sécheresse, basses températures).

— Définition de certaines formes de cultures mixtes (association) adaptées aux différentes régions agro-écologiques.

— Étude de la fixation biologique de l'azote des différentes légumineuses et recherche de souches de rhizobium efficaces.

— Études sur la qualité culinaire et la technologie post-récolte des différentes légumineuses ainsi que la recherche sur leur conservation et stockage.

— Étude des techniques culturales appropriées visant l'intensification de la culture des légumineuses; notamment par la recherche des densités et modes de semis adéquats; la fertilisation et le tuteurage des haricots volubiles pour la promotion de leur culture.

— Test d'adaptation et d'acceptabilité des nouvelles variétés et méthodes culturales sur la ferme avant leur diffusion définitive et leur suivi après la diffusion.

— Production des semences de haute qualité pour la diffusion.

Conclusions générales

Le Rwanda doit pouvoir nourrir toute sa population surtout par des cultures de haute valeur nutritive, telles que les légumineuses qui occupent déjà 32 % de la superficie emblavée en cultures vivrières et fournissent plus de 50 % des protéines consommées.

Avec une consommation de plus de 50 kg par habitant par an, les légumineuses et en particulier le haricot, peuvent être considérées comme la principale source de protéines de chaque Rwandais.

Les quatre espèces les plus cultivées sont le haricot commun, le petit pois, l'arachide et le soja, mais le petit pois est en régression et le niébé disparaîtrait si des mesures n'étaient pas prises pour relancer sa culture. Des efforts sont faits également pour collecter tout le matériel existant en milieu rural et le conserver.

Malgré les efforts déployés par le gouvernement rwandais pour promouvoir la culture des légumineuses, beaucoup de facteurs écoclimatiques, biologiques, socio-économiques et institutionnels limitent encore leur production; cependant plusieurs actions sont entreprises afin de tenter de lever ces contraintes; notamment la sélection des variétés résistantes aux maladies et insectes nuisibles et bien adaptées aux différentes conditions écoclimatiques du pays, la recherche des techniques de culture et de conservation adéquates.

Bibliographie

- DELEPIERRE, G. (1985): Évolution de la production vivrière et les besoins d'intensification. In compte rendu du Séminaire sur la fertilisation, Kigali 17-20 juin 1985.
- ISAR (1985): Projet programme 1986.
- ISNAR et ISAR (1984): Les recherches à l'ISAR sur les productions agricoles. La Haye Pays-Bas.
- MINAGRI (SESA) (1985): Méthodologies et résultats sommaires de l'enquête nationale agricole (Phase pilote: mars 1982 — juillet 1983).
- MINIPLAN (1985): Évaluation 1982-1984 du III^e plan quinquennal de développement économique, social et culturel.
- MINIPLAN (1985): Bulletin de statistique, Supplément annuel n° 10-11 janvier 1984.
- NYABYENDA, P. (1983): La culture du haricot au Rwanda. In compte rendu des Journées d'études du département productions végétales des 18-19 novembre 1982 à Rubona sur la culture du haricot au Rwanda. ISAR, 1983.
- NYABYENDA, P. (1983): Synthèse des résultats de recherche sur haricot durant les 20 dernières années. ISAR-1983.
- NYABYENDA, P. (1983): Synthèse des résultats de recherche sur le soja durant les 20 dernières années. ISAR-1983.
- NYABYENDA, P. (1984): Développement, évaluation et utilisation du germoplasme du haricot au Rwanda. International Bean Trial Workshop, November 26-29, 1984. CIAT.

- NYABYENDA, P. (1985). Programme de recherche sur le haricot au Rwanda: objectif et méthodologie. Communication présentée au séminaire sur la production et l'amélioration du haricot dans les pays des grands lacs organisé à Bujumbura du 20-25 mai 1985.
- NYABYENDA, P. SEKANABANGA C. et NYANGURUNDI (1980): Potential For Field Beans in Eastern Africa Proceedings of a Regional Workshop held in Lilongwe, Malawi 9-14 march 1980.
- NYABYENDA, P. et M. J. J. JANSSENS (1979): Genotype Environment interactions in the Soybean breeding program of Rwanda during the last decade — ISAR 1979.

Répartition des niébés entre Mandara et Logone (Cameroun)

par R. Pasquet
ORSTON (Cameroun)

La zone s'étendant des Monts Mandara au Logone, approximativement de 10° à 11° Nord et de 13° 30 à 15°30 Est, constitue une des régions les plus peuplées du Cameroun. Zone orographiquement très variée, du massif cristallin des Mandara qui culmine vers 1 500 m, aux plaines inondables du Logone, elle sert de cadre à une véritable mosaïque ethnique, puisqu'on y recense une cinquantaine de langues. Le climat est de type soudanien, mais la gradation nord-sud, classique en Afrique de l'Ouest est ici fort perturbée par l'écran que constitue les Mandara; par ailleurs on note des aléas climatiques fort importants. La végétation est de type sahélien dans le nord mais le climat de la zone sud serait une savane arborée soudanienne. Ceci confère à la zone étudiée une grande diversité, tant humaine que physique.

Une prospection de la zone, portant sur l'espèce *vigna unguiculata* (L.) Walp. a été effectuée en mars-avril 1985. Le pas de la prospection de l'ordre de 10 km a été modulé suivant des critères ethnolinguistiques.

Les variétés ont été différenciées par la forme, la taille et la coloration des gousses, par la taille, la coloration, la forme, la texture du tégument et les caractères de l'œil des graines.

Près d'une centaine de variétés ont été recensées et cartographiées. Celles-ci sont dans leur grande majorité rampantes, mais précocité et photosensibilité sont assez variables, si l'on en croit les renseignements recueillis.

La figure 2 montre une opposition nette entre monde musulman et monde païen. Il existe certes une opposition d'ordre quantitatif entre ces deux communautés: le niébé est peu cultivé par les musulmans, il serait même plus ou

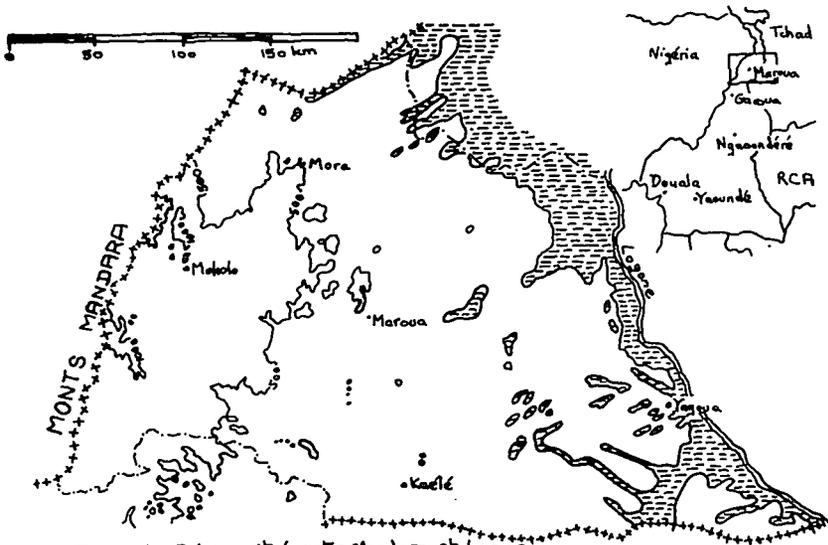


Figure 1: Région située entre Mandara et Logone

--- Limite administrative de la zone, entre les départements du "Logone et Chari" et du "Mayo Louti".

≡≡≡ Zones inondables

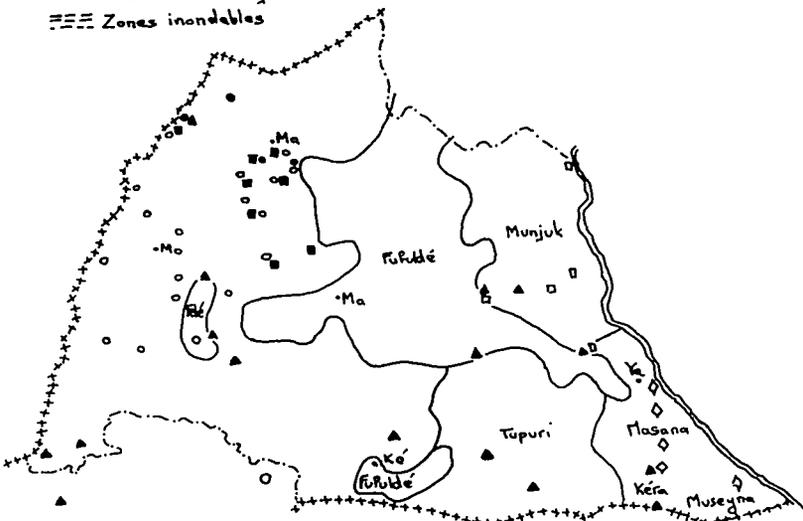


Figure 2 : L'opposition entre monde musulman et monde païen

- Variété à graines rouges et tégument frippé.
- Variété à graines mouchetées orangées et tégument frippé.
- ▲ Variété à grandes graines blanches et plates, tégument frippé

Vigna unguiculata var. *textilis*.

- Petites graines noires ou mouchetées violettes, tégument lisse.
- ◇ Graines blanches de forme losangée, œil noir, tégument frippé
- ◇ Graines orangées, tégument lisse.

--- Limite d'aires linguistiques.

moins méprisé, alors qu'il tient une place importante chez les païens, autant dans l'agrosystème que dans le domaine du rituel. Mais cette opposition est soulignée par des différences variétales. Dans notre périmètre, une zone Mandara prolonge la zone bornouane du nord-est Nigeria, caractérisée par des variétés à graines rouges et à tégument frippé (STATON W. R., 1962) alors que dans la partie musulmane de la plaine on retrouve une variété à grandes graines plates et blanches, à œil noir et rouge et à tégument frippé, sans doute vulgarisée par les foulbés. À l'opposé, les zones païennes correspondent aux zones de culture du niébé textile, caractérisé par ses longs pédoncules, dont les fibres qu'on en tire tiennent lieu, tressées en fines cordelettes, dans toutes les ethnies, de parures féminines, en plus d'autres usages, qui varient suivant les régions: filet de pêche, sac-mesure pour le mil en grain...

Un deuxième grand trait du peuplement de la région qui apparaît de façon assez nette, figure 3, est l'opposition montagnards/gens de plateau, ces derniers sensiblement plus proches des païens de plaine. Les groupes de plateau, plus structurés, ont pénétré les massifs plus tardivement et ont été en contact plus longtemps avec les grands États soudanais, qui ont eu sur eux un peu la même influence que sur les groupes de plaine. L'opposition est nette, à la fois par les variétés à petites graines à tégument coloré et lisse, niébé de la première génération que les montagnards sont seuls à cultiver encore, et par les deux types opposés de variétés à graines blanches, à tégument frippé, niébé de la seconde génération, avec une influence septentrionale qui inclut les montagnards, et des variétés que l'on qualifiera de méridionales qu'ils ne cultivent pas.

D'ailleurs le caractère archaïque des montagnards se retrouve dans la figure 4 qui unit, par la culture des variétés à graines à tégument noir et lisse, les zones de peuplement les plus anciennes: les Mandara septentrionaux et les abords du lac de Fianga, qui avec le pays Kapsiki, constituent les trois pôles d'archaïsme de la région.

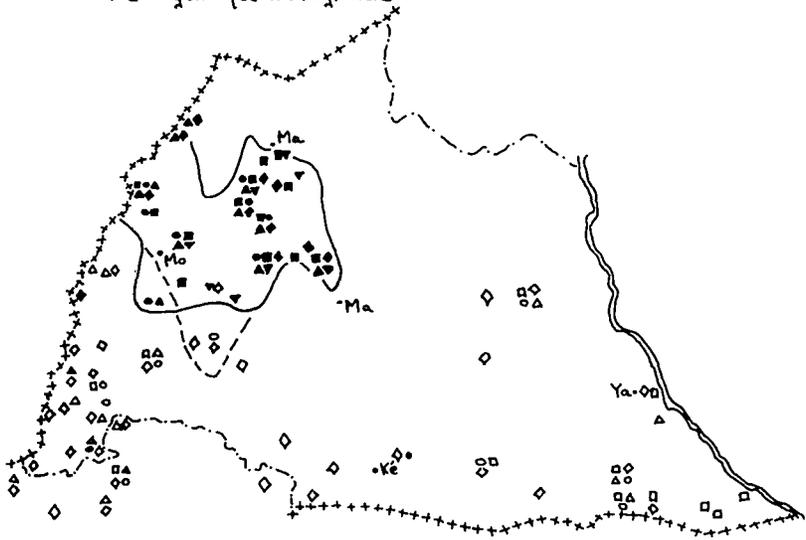
Toutefois ces variétés à graines noires ne sont pas uniformes. Elles constituent un ensemble de formes plus étroitement localisées, comme d'ailleurs un certain nombre d'autres variétés qui soit se superposent assez bien à un territoire ethnique, cas des Musgoums, des Massas, soit prennent un caractère supra (Minéo, Zoulgo, Mofou nord par exemple) ou infra ethnique (variété Blahr des Kapsikis), figure 5.

Enfin on assiste actuellement à des modifications d'aire variétale. L'exemple le plus flagrant est celui de la variété à graines à tégument rouge et frippé qui, par le débouché qu'elle offre sur le marché nigérian, colonise progressivement, à partir de la frontière nigéro-camerounaise, l'ouest de la zone étudiée.

L'élément humain semble donc prépondérant pour expliquer ces répartitions variétales: les exemples de l'influence des structures étatiques musulmanes, comme l'extension actuelle des cultivars sélectionnés nigériens sont très parlant à ce propos. Mais si cela est logique dans le cas des grandes structures

Figure 3: L'opposition entre montagnards et gens de plaine et de plateau

- Graines brun-rouge à brun-noir, taille moyenne, tegument lisse.
 - ▲ Petites graines crème, tegument lisse.
 - Graines blanches, oeil rouge, taille moyenne, tegument lisse.
 - ▼ Petites graines blanches, oeil noir et rouge, tegument lisse.
 - ◆ Graines blanches, oeil noir à contours mal définis, tegument lisse.
 - Grandes graines blanches, marbrées de noir, tegument frippé.
 - △ Grandes graines violettes, tegument frippé.
 - Graines blanches, oeil à prolongement latéraux, tegument frippé.
 - ◇ Graines blanches, oeil réduit, tegument lisse mais fin.
- Limite des populations montagnardes
 - - Aire linguistique montagnarde



- Petites graines blanches, oeil rouge, tegument frippé, type "Nidéré 3."
- Petites graines blanches, oeil rouge, tegument frippé, type "Tékélé 2."
- Petites graines blanches, oeil rouge, tegument frippé, type "Touroulo."
- Petites graines blanches, oeil noir, tegument frippé
- ◇ Petites graines blanches, oeil noir et rouge, tegument frippé.

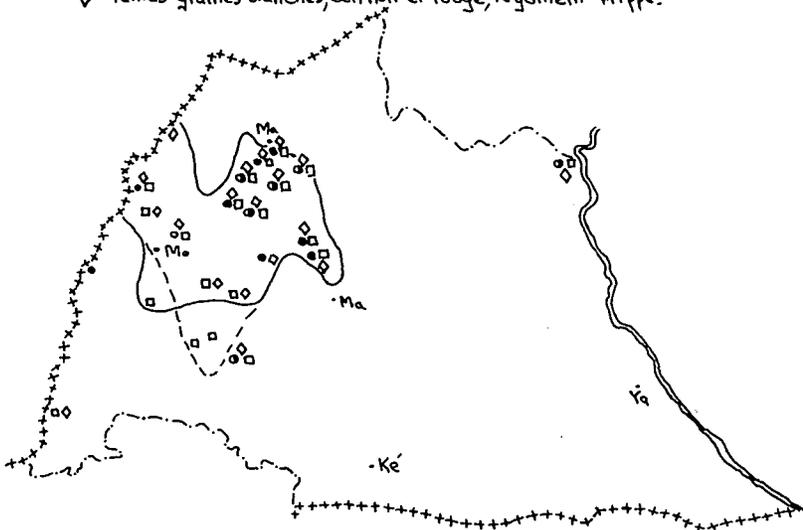


Figure 4: Variétés à graines noires, tégument lisse.
 — Limite d'aire ethnique.

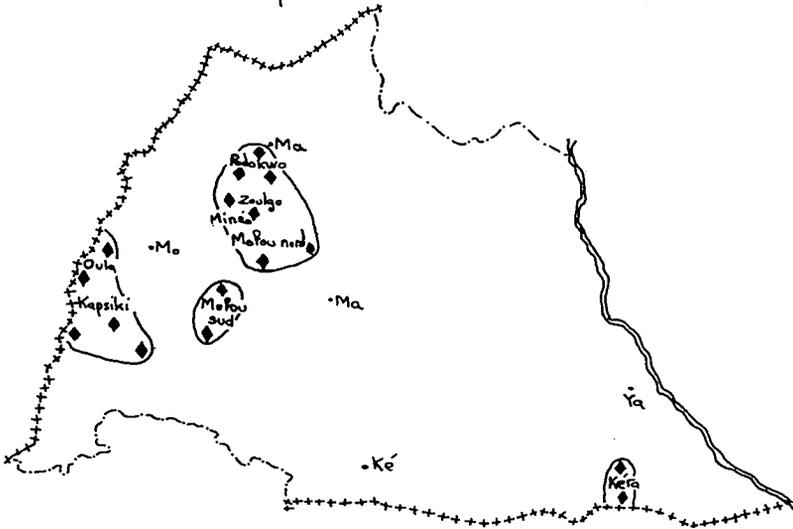
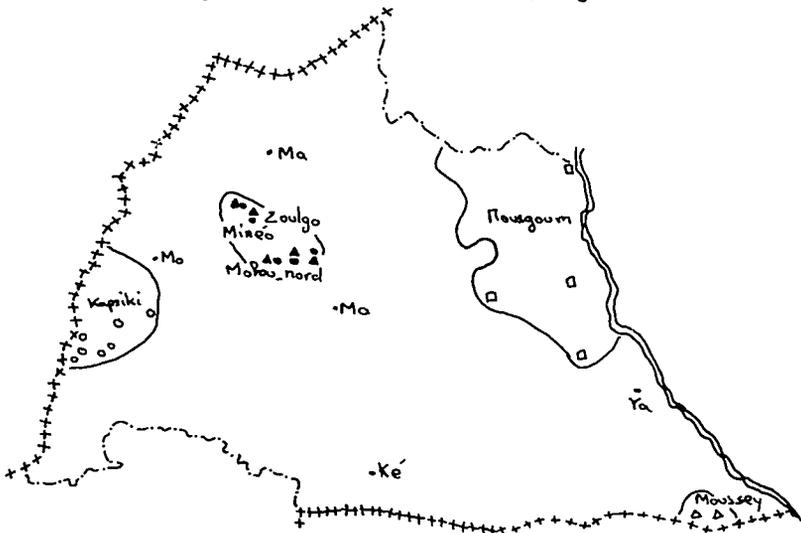


Figure 5: Variétés à aire de répartition réduite

- Variété "Blah", petites graines blanches, tégument lisse.
- ▲ Variété blanche, œil noir très élargi sur les côtes, tégument frippé.
- Variété à graines brunes, tégument lisse et déhiscant.
- Variété à graines blanches, œil rouge, forme losangée, tégument frippé.
- △ Variété à graines blanches, moucheées de rouge, tégument frippé.



politiques où il y a plus ou moins libre circulation et où il peut effectivement y avoir diffusion sur de grandes distances. comme dans les États musulmans étudiés par STANTON, on ne peut transposer facilement une telle vision des choses à des sociétés très morcelées, repliées sur elles-mêmes, dans un état d'insécurité permanent et pratiquement sans échange.

Dans les groupes païens de montagne et de plateaux, l'équation ethnique égale variété marche assez mal, en particulier pour le groupe Mofou dont la marge sud du pays s'éloigne fortement des stéréotypes de l'ethnie aussi bien dans ses variétés de niébé que dans sa culture matérielle, son architecture entre autres. Ceci permet de supposer que la diffusion interne, contrairement à celle de produits allogènes, niébé de seconde génération des montagnards, fonctionne peu ou pas.

S'agissant là de zones très anciennement peuplées, on pourrait interpréter ces discordances comme des témoins d'anciennes frontières ethniques. Toutefois, même si nous n'avons pu déceler d'influence climatique ou édaphique nette, le concept de microrégion n'est sans doute pas à écarter dans l'explication des répartitions variétales, d'autant plus que la notion d'unité de lieu joue bien évidemment un grand rôle dans la notion d'unité ethnique.

Bibliographie

- STANTON W. R. (1962) — The analysis of the present distribution of varietal variation in maize, sorghum and cowpea in Nigeria as an aid to the study of tribal movement. *J. Afr. Hist.*, vol. 3, pp. 251-262.

Rapport de synthèse

par J. Miégé et R. Maréchal

Profondément implantée dans les systèmes agricoles traditionnels dans la plupart des pays intertropicaux, la culture mixte ou associée présente des avantages certains, tant en ce qui concerne les facteurs de production et de qualité alimentaire du produit que pour la bonne conservation et même l'amélioration du capital foncier.

L'impérieuse nécessité d'intensifier la production des légumineuses a été unanimement admise et la question a été débattue de savoir si cette intensification pouvait être appliquée dans le cas de cultures associées céréales-légumineuses, tout en conservant et en accentuant les effets bénéfiques de cette pratique.

Des observations conduites dans des champs de cultures traditionnelles associées dans l'Ouest du Niger ont contribué à établir la meilleure méthode d'appréciation des densités et des arrangements spatiaux utilisés.

De nombreux essais réalisés pour expérimenter différents types d'associations culturales ont trop souvent produit des résultats contradictoires. Une des principales causes de résultats décevants consiste en l'utilisation dans ces essais de cultivars sélectionnés pour la culture pure et donc inadaptés à la culture associée.

Il est cependant encourageant de constater que des recherches menées dans quelques pays africains, notamment au Cameroun et au Nigeria, avec beaucoup de rigueur scientifique et avec du matériel végétal adéquat, ont conduit à des résultats très positifs. Ceux-ci laissent présager de grandes possibilités d'améliorer les rendements par des mesures d'intensification.

Des recherches entreprises dans des centres internationaux ainsi que des expérimentations menées au sein de programmes nationaux visent à résoudre

les problèmes de méthodologie. Les interactions de phénomènes physiologiques entre les espèces associées sont très complexes et les résultats sont souvent difficiles à évaluer ou à exprimer. Il a été reconnu que les méthodes d'interprétation telles que LER («land equivalency ratio») ou le CR («competitive ratio») présentent des imperfections et que des recherches plus approfondies dans ce domaine sont nécessaires.

Les résultats obtenus dans un site ne sont évidemment valables que pour d'autres possédant une écologie très similaire. L'intérêt des cultures associées justifie largement une amplification des expérimentations dans le temps et dans l'espace. La recherche des composantes des rendements des espèces associées peut conduire à déterminer des critères pour l'amélioration du matériel végétal adapté à ce système de culture.

Les exposés concernant les programmes nationaux et internationaux d'amélioration de la production de légumineuses alimentaires mettent en évidence l'importance des associations culturales en Afrique et l'intérêt de les développer. Dans ce but, il est souhaitable que davantage d'efforts soient consacrés au sein de ces programmes pour une amélioration des méthodes phytotechniques simultanée à celle du matériel végétal spécialement adapté à ces pratiques. Il est donc recommandé d'établir les opérations de sélection dans ce contexte.

Une diminution actuelle de la production des légumineuses alimentaires est constatée et semble provenir d'un retard dans les recherches pour l'amélioration de cette culture, considérée comme une spéculation à risque élevé. La valeur alimentaire de la production, complémentaire à celle des céréales, justifie cependant les investissements nécessaires à leur intensification ainsi qu'à leur promotion chez les cultivateurs.

Il est aussi important d'organiser le circuit commercial de manière à motiver les producteurs à intensifier cette culture. Les progrès réalisés à ce propos par la Sonara au Niger ainsi que les problèmes rencontrés dans ce domaine sont significatifs.

Parmi les moyens de promouvoir la culture de légumineuses dans des régions marginales, l'introduction et l'acclimatation de diverses espèces présentant des adaptations très spécifiques devraient être envisagées. Le cas d'espèces particulièrement résistantes à la sécheresse a été développé: *cordeauxia edulis* originaire de Somalie et de l'Ogaden et *bauhinia esculenta* originaire du Kalahari en Namibie.

THÈME 2

L'importance des légumineuses dans l'alimentation en Afrique

Place des légumineuses dans l'alimentation humaine en Afrique

par J. C. Dillon
Institut national agronomique Paris-Grignon (France)

On peut affirmer aujourd'hui que les légumineuses locales jouent et joueront plus encore demain un rôle majeur dans la lutte contre la malnutrition protéique en Afrique. En effet, elles représentent une source de protéines aisément transportable, certes de stockage difficile, mais utilisable par l'homme sans transformation vraiment particulière. Surtout de par leur composition en acides aminés, elles sont hautement complémentaires du régime alimentaire à base de céréales propre à l'Afrique sahélo-soudanienne, régime qui apporte très peu de protéines animales. Bien sûr, de nombreux obstacles s'opposent à la production en quantités suffisantes de légumineuses de bonne qualité.

Outre les obstacles d'ordre agronomique et les problèmes de conservation après récolte, il existe des obstacles qui s'opposent à l'utilisation par l'organisme humain lui-même, des nutriments contenus dans ces graines, ce sont:

1. une digestibilité des protéines en général médiocre
2. une teneur faible en acides aminés soufrés: méthionine et cystéine
3. la présence de glucides fermentescibles, causes de flatulence
4. la présence de facteurs antiphysiologiques tels que les inhibiteurs des protéases, les lectines, les glycosides cyanogénétiques et les saponines.

I. Données des enquêtes de consommation alimentaire (tableau 1)

Les données des enquêtes de consommation alimentaire de la FAO permettent d'avoir une notion sur la consommation de légumineuses par personne et par jour dans les différents pays d'Afrique. Malheureusement, on manque de renseignements sur les contributions relatives des diverses espèces selon les régions.

Or, cette consommation varie beaucoup d'une région à l'autre. Elle représente un dixième de la ration protéique quotidienne en zone sahélienne mais apporte 60 % des protéines au Rwanda et au Burundi. La consommation varie également d'une part selon la saison et d'autre part selon les zones rurales et urbaines.

L'Afrique est caractérisée par l'insuffisance de la production de légumineuses par rapport à la consommation potentielle. Il y aurait pourtant urgence à développer leur culture et intensifier leur emploi par la population.

II. Composition et valeur nutritive des légumineuses alimentaires africaines

1. Composition

1.1. Glucides

— Le constituant glucidique principal est l'amidon: de l'ordre de 60 % du poids de la graine, dont 30 % se trouvent sous forme d'amylose et d'amylopectine.

Tableau 1

Quantités de protéines apportées par personne et par jour par les différents aliments O.M.S. (1976)

Protéines en g. apportées par	Sénégal	Mali	Niger	Côte d'Ivoire	Centrafrique
Céréales	34.2	43.7	52.2	25.6	13.1
Féculents	1.3	0.8	0.8	14.8	10.4
Légumineuses	6.8	8.0	11.4	5.0	10.3
Viande	7.1	6.9	6.8	6.5	7.1
Oeufs	0.3	0.2	0.3	0.3	0.1
Lait	4.0	3.8	5.2	0.4	0.4
Poisson	9.8	4.1	0.2	5.6	4.4
Fruits et légumes	0.5	1.0	0.7	0.9	1.7
Protéines totales	64.0	68.5	77.6	59.1	47.5

— Les légumineuses contiennent, en outre, de 10 à 20 % d'alpha galactosides. Ce sont des polyhosides non hydrolysables dans l'intestin et donc mal digérées.

En effet, la liaison 1-6 alpha qui les caractérise n'est pas attaquant par manque d'alpha *galactosidase* dans l'intestin grêle. si bien que ces sucres passent intacts dans le côlon où ils sont l'objet d'une fermentation par les bactéries, fermentation qui aboutit à la production de gaz: hydrogène, CO₂, méthane...

Par ailleurs, les légumineuses contiennent des fibres non digestibles de l'ordre de 3 à 8 % dans les graines préalablement décortiquées. Il s'agit de cellulose et de lignine.

Tableau 2
Composition moyenne de quelques graines de légumineuses

	Protéines g/100 g	Lipides g/100 g	Glucides g/100 g	Cellulose g/100 g	Valeur énergétique Kcal/100 g
Haricot (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	19	1.5	61	4	330
Fève (<i>Vicia faba</i>)	23	1.5	59	4	343
Pois chiche (<i>Cicer arietinum</i>)	18	5	61	5.3	361
Nièbe (<i>Vigna unguiculata</i>)	23	1.4	54	4.8	354
Dolique (<i>Dolichos Lablab</i>)	22.7	1.8	60	4.2	342
Pois vouandzou (<i>Vouandzeia subterranea</i>)	18.8	6	61	4.8	367
Pois d'angola (<i>Cajanus cajan</i>)	19.5	1.3	65	7.3	345
Arachide (<i>Arachis hypogea</i>)	23	40	26	3	560
Soja (<i>Glycine max</i>)	35	18	30	5	422

Source: STANTON (1970)

1.2. Lipides

La teneur en lipides des graines de légumineuses est en général inférieure à 3 %. Le poids chiche et le vouandzou constituent des exceptions parmi les légumes secs puisqu'ils en renferment respectivement 5 et 6 %.

1.3. Protéines

La plupart des légumineuses ont une teneur en protéines qui est le double de celle des céréales. Cette haute teneur en protéines a bien entendu une grande signification en soi, toutefois la contribution des protéines alimentaires aux besoins en protéines de l'organisme humain dépend non seulement de la quantité des protéines, de la ration mais aussi de la qualité de ces protéines, laquelle est fonction de leur composition en acides aminés.

Le tableau 3 indique la composition en acides aminés essentiels ainsi que la composition type d'acides aminés établie à titre provisoire par la FAO (1973).

En comparaison avec cette combinaison-type et avec celle des céréales, les légumineuses ont une faible teneur en acides aminés soufrés: méthionine et cystéine.

En revanche, à l'exception des arachides, ce sont de bonnes sources de lysine complétant ainsi utilement les céréales où la lysine est l'acide aminé limitant.

1.4. Autres nutriments

La plupart des légumineuses ne contiennent que de faibles quantités de caroténoïdes (pro-vitamine A). La teneur en thiamine est égale à celle des céréales entières, elle varie de 0,3 à 1,6 mg pour 100 grammes selon les variétés. Les légumineuses contiennent peu de riboflavine: de 0,1 à 0,4 mg pour 100 grammes. Par contre elles sont une bonne source de niacine (environ 2 mg par 100 grammes) et d'acide folique. Consommées telles quelles, c'est-à-dire non germées, elles contiennent peu de vitamine C.

Les légumineuses sont plus riches en calcium que la plupart des céréales: elles en contiennent en moyenne 100 mg pour 100 grammes. Elles contiennent des quantités importantes d'acide phytique qui influence l'absorption digestive du calcium par précipitation de phytates de calcium insoluble.

Cependant, même en tenant compte de ce facteur, un apport quotidien de 50 g de graines de légumineuses contribue à la satisfaction des besoins en calcium.

Enfin, elles représentent d'assez bonnes sources de fer avec une teneur moyenne de 7 mg. Les quantités de légumineuses consommées dans de nombreux pays tropicaux apportent de 2 à 8 mg de fer par jour, ce qui correspond à une fraction non négligeable des besoins quotidiens.

2. Valeur nutritive des légumineuses

Tous les éléments constitutifs des légumineuses à l'état cru que nous venons de décrire ne s'y trouvent pas nécessairement sous la forme de nutriments utiles. L'amidon et les protéines des graines crues sont peu digestibles et

Tableau 3
Teneur des graines de légumineuses en acides aminés essentiels
(g/16 g d'azote)

	Isoleucine	Leucine	Lysine	Méthionine	Cystéine	Phénylalanine	Tyrosine	Thréonine	Tryptophane	Valine
Composition-type FAO	4.0	7.0	5.5	(.....3.5.....)		(.....6.0..)		4.0	1.0	5.0
Haricot commun	4.2	7.6	7.2	1.1	0.8	5.2	2.5	4.0		4.6
Fève	5.0	8.1	7.4	1.2	1.0	6.1	3.2	4.2	1.0	5.2
Pois chiche	4.4	7.5	6.8	1.0	1.2	5.7	2.9	3.8		4.5
Niébe	4.0	6.6	6.1	1.3	1.3	6.4	2.6	3.5		5.0
Dolique	3.8	7.0	6.8	1.2	1.1	5.2	2.6	3.6	1.1	4.5
Vouandzou	4.3	1.8	6.4	1.8	1.0	5.6	3.5	3.5	1.1	5.3
Pois d'angla	3.1	6.3	7.7	0.5	1.0	8.3	2.0	2.9		3.6
Arachide	3.4	6.4	3.5	1.2	1.2	5.0	3.9	2.6	1.0	4.2
Soja	4.5	7.8	6.4	1.3	1.3	4.9	3.1	3.9	1.3	4.8

D'après AYKROYD et DOUGHTY, FAO 1982

certains nutriments ne sont pas disponibles par interaction avec d'autres constituants.

Le rôle de la cuisson sera donc non seulement d'améliorer la sapidité des graines mais aussi d'augmenter la disponibilité des nutriments.

2.1. Valeur nutritionnelle des produits préparés

La digestibilité des protéines qui n'est que de 40 % à l'état cru, passe à 80-85 % après cuisson.

Cette amélioration est liée à la destruction des inhibiteurs de trypsine par la chaleur humide.

De ce fait le CUD c'est-à-dire la fraction d'azote ingéré qui est absorbée dans l'intestin passe à 85 % mais n'atteint pas les 95 % d'absorption observés avec des protéines d'origine animale telles que l'œuf.

La fraction de l'azote absorbé qui est retenu par l'organisme ou valeur biologique, varie de 55 % pour l'arachide à 68 % pour le pois chiche. Cette valeur biologique est le reflet de l'équilibre des acides aminés indispensables, présents dans le digestat protéique.

De ce fait l'utilisation protéique nette, c'est-à-dire la fraction de l'azote ingéré qui a été fixée par l'organisme est en moyenne de 45 %, elle varie de 38 % pour le haricot commun à 58 % pour le pois chiche. Ce taux de 38 % peut être considéré comme faible mais nous verrons ce qu'il faut penser de l'extrapolation de ces données obtenues chez le rat à l'alimentation humaine.

Le coefficient d'efficacité protéique, c'est-à-dire le gain de poids (en grammes) observé chez le rat par gramme de protéine consommé, est lui aussi très variable: 1,5 pour le haricot commun et le niébé tandis qu'il atteint 2,3 pour le soja et 2,5 pour la caséine.

Il faut souligner que ces valeurs moyennes obtenues chez le rat recouvrent en réalité une grande variabilité entre les espèces et les variétés cultivées, elles ne sont donc données ici qu'à titre indicatif.

Plus important encore, ces données, aussi intéressantes qu'elles soient, n'ont en fait qu'une signification limitée au seul cas où ces produits constitueraient l'unique source de protéines dans l'alimentation.

Dans la pratique, les légumineuses ne sont pas consommées seules dans l'alimentation, mais en complément à un régime à base de céréales ou à base de racines et tubercules.

En zone saharienne, sahélienne et soudanienne, les céréales (mil, sorgho, fonio, maïs, riz) représentent 50 à 70 % de l'apport calorique total.

Ces céréales sont fortement déficientes en lysine, mais riches en acides aminés soufrés. Légumineuses et céréales s'intercomplémentent donc efficacement et c'est dans cette optique qu'il faut considérer les légumineuses

comme des sources intéressantes de lysine, par ailleurs moins onéreuses que les protéines animales.

Une addition de 5 à 10 % de légumineuses aux céréales est satisfaisante pour rétablir un profil d'acides aminés adapté aux besoins de l'homme. Ainsi, pour un régime contenant 500 grammes de céréales par jour, il faut recommander l'addition de 25 à 50 grammes de légumineuses (FAO 1982).

D'ailleurs celles-ci n'apporteront pas seulement la lysine, mais certaines vitamines et minéraux (calcium) intéressants.

Dans la plupart des pays de la zone guinéenne et guinéo-équatoriale, 80 % des calories sont apportées pour moitié par des féculents (manioc, igname, plantain) pour moitié par des céréales. En zone guinéenne équatoriale cette proportion peut atteindre 70 pour 30. Dans ces régions les légumineuses permettent de varier agréablement la saveur fade et le faible taux de protéines des régimes à base de manioc. Mais il faut remarquer que l'effet de complémentarité n'est pas celui observé avec les céréales, car racines et tubercules sont tous deux déficients en acides aminés soufrés, tout comme le sont les légumineuses.

3. Utilisation dans l'alimentation du jeune enfant

Les enquêtes effectuées en Afrique de l'Ouest montrent que les enfants de moins de 1 an consomment assez peu de préparations à base de légumineuses.

La mère craint que les légumineuses ne soient mal tolérées par l'intestin de l'enfant entraînant des flatulences; pourtant si les graines sont correctement décortiquées et que la cuisson est suffisamment prolongée, la tolérance digestive est bonne.

Bien préparée la purée de légumineuse, de niébé par exemple, mélangée aux bouillies de céréales locales, constitue une source de calories et de protéines (ainsi que de lysine) irremplaçable. Pourquoi irremplaçable, parce que compte tenu de la capacité limitée de l'estomac à cet âge et de la faible densité calorique des bouillies liquides de céréales, il est impossible d'apporter à l'enfant, nourri uniquement de gruau de céréales, les calories et les protéines qui lui sont nécessaires (n'oublions pas que les besoins sont très élevés chez un organisme en croissance).

Le développement de farines de sevrage à base de légumineuses d'emploi facile et réduisant le temps de cuisson est certainement une solution d'avenir, dont bénéficieront grandement les jeunes enfants.

III. Amélioration de la qualité nutritionnelle des légumineuses

1. Développement de technologies nouvelles

Les recherches se poursuivent en vue d'améliorer les techniques de transformation des légumes secs et ce, dans 4 directions:

- la mécanisation du décorticage.
- la mise au point de graines à cuisson rapide.
- la fabrication de farines instantanées.
- la fabrication de concentrés de protéines.

2. Amélioration de la qualité nutritionnelle des légumineuses

L'utilisation des protéines de légumineuses par l'organisme se trouve limité par divers facteurs antinutritionnels: les inhibiteurs trypsiques et les lectines, une faible teneur en acides aminés soufrés, une digestibilité médiocre des protéines et enfin l'existence de sucres fermentescibles.

Est-il possible d'améliorer par voie génétique les qualités nutritionnelles de ces légumineuses? C'est un problème sur lequel le Groupe consultatif des protéines de l'ONU s'est penché dès les années 1970.

Étant donné les succès obtenus par les généticiens végétaux en matière de qualité des céréales, cet Organisme formulait les recommandations suivantes en matière de légumineuses à l'intention des généticiens:

- augmenter au maximum les teneurs en protéines
- accroître la teneur en acides aminés soufrés
- maintenir la lysine à son taux actuel
- améliorer la digestibilité des protéines.

Les nutritionnistes fondent beaucoup d'espoir sur la sélection génétique. Outre les 4 améliorations précitées, d'autres paramètres devraient également être pris en compte tels que le temps de cuisson ou la dureté de la graine...

Plusieurs centres de recherches en Afrique, Amérique latine et Asie étudient ces problèmes.

Conclusion

En conclusion, les démographes prévoient d'ici la fin de ce siècle, une poussée démographique telle que, selon toute vraisemblance, une fraction importante de la population la plus démunie des pays en développement ne pourra avoir accès aux protéines d'origine animale.

Aussi, les légumineuses seront-elles appelées à jouer, plus encore que par le passé, un rôle capital pour le maintien de la santé et du bon état nutritionnel de ces populations.

Pour faire face à cette demande, en particulier en Afrique Sub-saharienne, il est indispensable non seulement de développer la production mais également d'améliorer la qualité et la valeur nutritive de ces protéines végétales.

Si grâce à la recherche, la période 1950-1960 a été la «décade des céréales» et de la révolution verte, la prochaine décade doit impérativement être celle des légumineuses.

Bibliographie recommandée

- AYKROYD W. R., DOUGHTY J. (1964) — Les graines de légumineuses dans l'alimentation humaine
Étude de nutrition de la FAO, n° 19 (Rome)
- AYKROYD W. R., DOUGHTY J. (1982) — Les graines de légumineuses dans l'alimentation humaine
Étude FAO: Alimentation et nutrition n° 20 (Rome)
- BESANCON P. (1978) — La valeur nutritionnelle des légumes secs et des protéines de légumineuses
Rev. Franç. Diet. 84, 5-18.
- BRESSANI R., ELIAS L. G. (1977) — The problem of legume protein digestibility — Nutritional standards and methods of evaluation for food legumes breeders. IDRC (Ottawa).
- BRESSANI R., ELIAS L. G. (1973) — Improvement of the nutritional quality of food legumes
Food Nutrition Bull. 1., 23-34.
- CAMERON M., HOFVANDER Y. (1976) — Manuel sur l'alimentation des nourrissons et des jeunes enfants PAG (United Nations)
- DOLVO F. E., WILLIAMS C. E., ZOAKA L. (1975) — Cowpeas: home preparation and uses in West Africa CRDI (Ottawa)
- EVANS M. T., BOULTER D. (1974) — Chemical methods suitable for screening for protein content and quality in cowpea meals
J. Sci. Food. Agric. 25, 311-322
- LIENER I. E. (1975) — Effects of anti nutritional and toxic factors on the quality and utilisation of legume proteins, in «Protein nutritional quality of foods and feeds» M. Friedman ed — M. Dekker, Inc. (New-York)
- Nat Acad. Sc. USA (1979) Tropical legumes: Resources for the future 331 p.
- PACHIE K. O. (1973) — Improvement of food legumes in tropical Africa Nutritional improvement of food legumes by breeding — Max Milner ed. PAG (United Nations — New-York).
- SEFA-DEDEH S., STANLEY D. W., VOISEY C. W. (1979) — Effect of storage time and cooking conditions on the hard — to — cook defect in cowpeas (*Vigna unguiculata*) J. Food Science 44, 790.
- SIEGEL A., FAWCETT B. (1978) — Transformation et utilisation des légumineuses alimentaires CRDI (Ottawa)
- SMARTT J. (1976) — Pulses in human nutrition
In «Tropical pulses» — Tropical Agriculture Series, 343 p. Longman Group Limited.
- STANTON W. R. (1970) — Les légumineuses à graines en Afrique 199 p. FAO publ FAO.

Contribution à l'étude de la valeur nutritive de quelques légumineuses alimentaires en Afrique centrale: cas de *psophocarpus scandens*, *sphenostylis stenocarpa* et *phaseolus lunatus*

par P. M. L. Onyembe et K. Kembola
Commissariat général de l'énergie atomique (Zaire)

I. Introduction

En vue de résoudre le problème de déficit alimentaire dans le pays du Tiers Monde en général, et en Afrique centrale en particulier, des études récentes mettent de plus en plus l'accent sur l'exploitation des ressources d'origine végétale jusqu'ici insuffisamment mises en valeur (N.A.S., 1979). Les plantes qui suscitent actuellement de l'intérêt alimentaire, appartiennent à l'ordre des légumineuses. Elles sont capables de fixer l'azote atmosphérique et de pourvoir ainsi à leur besoin en azote en le stockant sous forme de protéines. Elles constituent donc des ressources non négligeables de protéines alimentaires (Duke, et al, 1977). Dans ces groupes de légumineuses, Akroyd, et al (1964) ont pu montrer qu'il existe plus de cinquante légumineuses comestibles qui n'ont fait l'objet que d'une recherche limitée.

Il y a cependant lieu de citer des études effectuées sur le pois carré asiatique (Claydon, 1978), le pois carré africain (Onyembe et al, 1980A) et le haricot igname (Duke et al, 1977; Onyembe et al, 1982) en vue de mettre en évidence leurs valeurs nutritives.

La présente étude apporte une contribution à l'étude de la valeur nutritive de trois cultivars zairois des légumineuses alimentaires, autochtones de l'Afrique centrale, mais encore sous-utilisées: *psophocarpus scandens* (Endl) Verdcourt, *sphenostylis stenocarpa* (Hochst ex. Rich) Harms et *phaseolus lunatus* L. Ce travail consiste en une analyse chimique des parties comestibles des plantes citées ci-dessus: les jeunes feuilles, les jeunes gousses et les graines pour le *psophocarpus scandens*, les graines et les tubercules pour le *sphenostylis stenocarpa* ainsi que les graines de *phaseolus lunatus*.

II. Résultats et discussion

Les résultats obtenus dans le présent travail sont repris dans les tableaux I à X. Pour mieux les évaluer, nous les avons discutés distinctement par partie de plante: les graines, les feuilles, les jeunes gousses et les tubercules.

II.1. Les graines

Nous avons comparé les résultats obtenus sur les graines des trois légumineuses étudiées (tableaux I à IV) à ceux obtenus par d'autres auteurs sur d'autres légumineuses consommées au Zaïre: le haricot commun (*phaseolus vulgaris*), le soja (*glycine max*) et le pois carré asiatique (*psophocarpus tetragonolobus*).

Il ressort des résultats repris dans le tableau I que la teneur en protéines des graines de *psophocarpus scandens* est voisine de celle des graines de *p. tetragonolobus* et de *glycine max* (L) Merrill. Par contre les teneurs en protéines des deux autres légumineuses étudiées, *s. stenocarpa* et *phaseolus lunatus*, se trouvent au voisinage de celle de *phaseolus vulgaris*. L'examen du tableau III montre que la valeur biologique des protéines des légumineuses étudiées, quant à leur composition en acides aminés essentiels est comparable à celle des protéines des légumineuses témoins.

L'étude du comportement électrophorétique des protéines des graines des légumineuses étudiées nous a permis d'évaluer les fractions d'Osborn constituant leurs réserves protéiques.

Les 9 fractions protéiques isolées des graines de *p. scandens* appartiendraient toutes au groupe des albumines tandis que celles de *s. stenocarpa* comprennent deux globulines et six albumines. Les réserves protéiques des graines de *phaseolus lunatus* contiendraient deux fractions de globulines et trois d'albumines.

Les graines de *p. scandens* ont une teneur en lipides aussi élevée que celles de *p. tetragonolobus* et *glycine max*. Les graines de *s. stenocarpa* et celles de *phaseolus lunatus* comme celles de *phaseolus vulgaris* en contiennent

Tableau I

Composition biochimique et chimique des graines de *Psophocarpus scandens*, de *sphenostylis stenocarpa*, de *phaseolus lunatus*, de *psophocarpus tetragonolobus*, de *glycine mas* et de *phaseolus vulgaris*

Échantillon	Humidité (%)	Protéines brutes (%)	Lipides (%)	Hydrates de carbone (%)	Fibres (%)	Cendres (%)	Ca (%)	P (%)	Mg mg/100 g	Fe ppm	Ca ppm
<i>P. scandens</i>	14,14	32,17	18,74	22,98	6,19	5,70	892,94	354,17	1 021,73	425,73	0,43
<i>S. stenocarpa</i>	11,54	21,32	1,64	62,28	7,6	3,22	28,0	495,0	175,0	125,85	0,05
<i>P. lunatus</i>	9,2	23,3	4,05	59,4	2,9	5,5	257,0	160,0	325,4	9,5	0,07
<i>P. tetragonolobus</i> *	6,7-24,6	27,5-41,8	13,1-20,4	25,2-38,4	5,0-12,5	4,40	250,0	490,0	280,0	243,15	0,38
<i>Glycine max.</i> **	<u>9,9</u>	<u>36,5</u>	<u>17,9</u>	<u>30,6</u>	<u>5,0</u>	<u>4,00</u>	<u>288,0</u>	<u>680,0</u>	<u>324,0</u>	—	—
<i>P. vulgaris</i> **	<u>17,3</u>	<u>26,0</u>	<u>1,9</u>	<u>51,1</u>	<u>3,7</u>	<u>3,90</u>	<u>137,0</u>	<u>368,0</u>	—	—	—

D'après les données de Claydon* (1978)

Tableau II

Composition en acides gras des huiles des graines de *p. scandens*,
s. stenocarpa et *p. tetragonolobus*. Résultats exprimés en % des lipides

Acides gras	<i>P. scandens</i>	<i>S. stenocarpa</i>	<i>P. tetragonolobus</i>
14:0 a. myristique	0.1	0.91	0.1
14:1 a. myristoléique	—	1.02	—
16:0 a. palmitrique	11.1	24.38	8.3,9,7
16:1 a. palmitoléique	0.1	—	0.3
18:0 a. stéarique	3.0	4.08	4.2-5,9
18:1 a. oléique	28.0	29,02	36,8-39
18:2 a. linoléique	41.6	23,58	27,3
18:3 a. linoléinique	0,3	2,83	0,8-2
20:0 a. arachidique	4,2	5,10	2,1
20:1 a. éicosanoïque	0,2	—	2,6
22:0 a. béliénique	8,4	6,80	14,6
24:0 a. lignocérique	3,0	2,27	2,9

D'après les données d'Alimasi et al., 1980*.

très peu. Les résultats repris dans le tableau II révèlent que les graines de *p. scandens* contiennent plus d'acide linoléique que celles de *s. stenocarpa* et celles de *p. tetragonolobus*, qui sont quasi égales. Par contre les graines de *p. tetragonolobus* contiennent beaucoup plus d'acide oléique, un acide non essentiel, que celles de *p. scandens* et de *s. stenocarpa*, qui sont presque égales. 70 % d'acides gras présents dans l'huile de *p. scandens* sont insaturés comme pour l'huile de *p. tetragonolobus*. L'huile de *s. stenocarpa* ne contient que 56 % d'acides gras insaturés.

Il ressort des résultats repris dans le tableau IV que les graines des légumineuses étudiées contiennent des glucosides cyanogénétiques. La teneur moyenne en acide cyanhydrique de *s. stenocarpa* est différente de celles des autres légumineuses étudiées, et reste la moins élevée. Cette différence est hautement significative entre les graines de *sphenostylis stenocarpa* et celles de *p. tetragonolobus* et de *p. scandens*. La teneur en HCN passe ainsi du simple au double. La différence entre la teneur moyenne en HCN des graines de *s. stenocarpa* et celle de *phaseolus lunatus* passe du simple au triple. La toxicité apparente des graines de *phaseolus lunatus* est facilement éliminée au cours du trempage des graines dans l'eau durant la nuit qui précède la préparation. Il faut changer plusieurs fois l'eau pour éliminer l'acide cyanhydrique libéré.

Les résultats obtenus montrent que les graines des légumineuses étudiées contiennent aussi des facteurs antitrypsiques. Ces facteurs, étant de nature protéique, sont inactivés par la chaleur humide (Orf, et al, 1979). Il ressort

Tableau III

Composition en acides aminés essentiels des protéines des graines de *p. scandens*, *s. stenocarpa*, *p. tetragonolobus*, *glycine max* et *p. vulgaris*. Résultats exprimés en % de protéine

Acides aminés	<i>P. scandens</i>	<i>S. stenocarpa</i>	<i>P. tetragonolobus</i> *	<i>Glycine max</i> **	<i>P. vulgaris</i> ***
Théonine	4,14	3,90	4,3-4,5	3,3	3,97
Valine	5,51	4,73	4,9-5,7	5,2	4,59
Méthionine	1,33	1,11	1,2	1,3	1,058
Isoleucine	5,39	4,13	4,9-5,1	6,7	4,19
Leucine	9,17	7,56	8,6-9,2	5,0	7,62
Tyrosine	5,72	5,01	3,2	2,5	2,53
Phénylalanine	5,18	6,03	4,8-5,0	5,2	5,22
Lysine	6,18	7,14	7,4-8,0	6,8	5,68

D'après les données de Cerny et al., 1971; Kapsiotis, 1968* et FAO 1981**

Tableau IV

Teneurs en HCN des graines de *p. scandens*, *s. stenocarpa*, *phaseolus lunatus* et *p. tetragonolobus*

Échantillons	Mg HCN/100 g matière sèche	mg HCN/100 g matière fraîche
<i>P. scandens</i>	15,75 ± 1,94	13,52
<i>S. stenocarpa</i>	774 ± 0,8	7,01
<i>P. lunatus</i>	23,5 ± 0,8	20,43
<i>P. tetragonolobus</i>	15,50 ± 1,29	13,70

des résultats obtenus que le traitement au bain-marie à la température d'ébullition d'eau inactive totalement les facteurs antitrypsiques des graines des légumineuses étudiées après deux heures de chauffage. Ce traitement ne diffère pas des conditions de cuisson des ménagères zairoises. Ces résultats correspondent à ceux obtenus par Onyembe et al (1980B) sur les graines de soja, variétés agronomiques cultivées à Yangambi. Gillespie et al (1981) en travaillant sur les graines de *psophocarpus tetragonolobus* (L) D.C. ont obtenu des résultats semblables. Le traitement à l'autoclave inactive totalement les facteurs antitrypsiques des graines étudiées après 30 minutes de chauffage. Les résultats obtenus montrent donc que la diminution de l'activité des facteurs antitrypsiques des graines étudiées est à la fois fonction du mode et de la durée du traitement. On constate que pour une durée de traitement, autoclavage inactive plus rapidement les inhibiteurs de la trypsine que le bain-marie.

II.2. Les feuilles

Les résultats obtenus sur les feuilles du pois carré africain (*p. scandens*) (tableaux V et VI) ont été comparés à ceux obtenus par d'autres auteurs sur les feuilles de manioc (*manihot esculenta*) couramment consommées au Zaïre et sur celles du pois carré asiatique (*p. tetragonolobus*).

Le tableau montre que les jeunes feuilles de *p. scandens* contiennent autant de protéines que celles de *manihot esculenta* ou de *p. tetragonolobus*. Les protéines des jeunes feuilles de *p. scandens* contiennent des teneurs plus élevées en quelques acides aminés essentiels que celles de *p. tetragonolobus* (thréonine, valine et isoleucine). La teneur en lysine est pratiquement identique pour les deux. L'étude du comportement électrophorétique des protéines des jeunes feuilles de *p. scandens* a relevé 4 fractions dont 3 seraient du groupe des albumines, la quatrième appartiendrait aux globulines. Les feuilles de *p. scandens* contiennent une teneur élevée en certains éléments minéraux vitaux tels que le calcium et le magnésium.

Tableau V

Compositions biochimique et chimique des feuilles de *p. scandens*, *manihot esculenta* et *p. tetragonolobus*

Échantillons	Humidité (%)	Protéines brutes (%)	Lipides (%)	Hydrates de Carbone (%)	Fibres (%)	Cendres (%)	Ca (mg/100 g)	P (mg/100 g)	Mg (mg/100 g)	Fe ppm	Ca ppm
<i>P. scandens</i>	81,84	7,08	2,22	5,82	1,63	1,2	565	65,22	270,45	55,10	—
<i>Manihot esculenta</i> *	76,80	7,00	1,00	13,8	2,4	2,20	303,0	119,0	—	3 040,0	—
<i>P. tetragonolobus</i> **	64,2-85	5,4-15,0	0,7-1,9	7,9-8,5	4,1	1,0-2,1	134-260	52-147	81-93	30,6-51,32	—

* Degrote, 1965

** Clayton, 1978, Ravelli, 1977

Tableau VI

Composition en acides aminés essentiels des protéines des feuilles de *p. scandens* et de *p. tetragonolobus*. Résultats exprimés en % des protéines

Acides aminés	<i>P. scandens</i>	<i>P. tetragonolobus</i> **
Thréonine	5,53	4,00-4,10
Valine	7,50	4,80-5,90
Méthionine	2,01	1,20-2,6
Isoleucine	6,22	3,8-5,7
Leucine	7,97	7,2-11,4
Tyrosine	5,40	3,8-7,3
Phénylamine	7,36	4,7-7,4
Lysine	5,65	5,2-8,0

Données de Martens et al., 1979**

II.3. Les jeunes gousses

Les résultats obtenus sur les jeunes gousses du pois carré africain (tableaux VII et VIII) ont été comparés à ceux obtenus par d'autres auteurs sur les jeunes gousses du pois carré asiatique.

Le tableau VII montre que les jeunes gousses de *p. scandens* contiennent plus de protéines que celles de *p. tetragonolobus*. Les résultats repris dans le tableau VIII montrent que les jeunes gousses de *p. scandens* possèdent une teneur plus élevée en acides aminés essentiels que celles de *p. tetragonolobus*. L'étude électrophorétique des protéines des jeunes gousses de *p. scandens* révèle la présence de cinq fractions d'Osborn, appartenant toutes au groupe des albumines.

II.4. Les tubercules

Les résultats obtenus sur les tubercules du cultivar zaïrois de *sphenostylis stenocarpa* (tableaux IX à X) ont été comparés à ceux obtenus par d'autres auteurs sur les tubercules d'*ipomea batata* (patate douce) et de *manihot esculenta* (manioc) couramment consommés au Zaïre.

Il ressort des résultats repris dans le tableau IX que la teneur en protéines des tubercules de *sphenostylis stenocarpa* est plus élevée que celles d'autres tubercules de comparaison, et que les tubercules de *manihot esculenta* sont les plus pauvres. L'étude électrophorétique sur gel de polyacrilamide des protéines des tubercules de *s. stenocarpa*, révèle la présence de cinq fractions d'Osborn dont quatre appartiendraient au groupe d'albumines et une au groupe de globulines. D'après Swann et al, (1969), il est établi que les concentrations

Tableau VII

**Composition biochimique et chimique des jeunes gousses de *p. scandens* et de *p. tetragonolobus*.
Résultats exprimés sur matière fraîche**

Échantillons	Humidité (%)	Protéines brutes (%)	Lipides (%)	Hydrates de carbone (%)	Fibres (%)	Cendres (%)	Ca (mg/100 g)	P (mg/100 g)	Mg (mg/100 g)	Fe (ppm)
<i>P. scandens</i>	87,11	3,61	0,35	7,28	0,56	1,06	297	60,14	200,0	31,44
<i>P. tetragonolobus</i>	76.0-92.0	1,9-2,9	0,2-0,3	3,1-5,8	1,2-2,6	0,4-1,9	63-184	26-60	16,79	13-65

Tableau VIII

**Composition en acides essentiels des protéines des jeunes gousses de
p. scandens et de *p. tetragonolobus*.
Résultats exprimés en % des protéines**

Acides aminés	<i>P. scandens</i>	<i>P. tetragonolobus</i> **
Thréonine	5,05	2,8-3,5
Valine	5,94	3,0-3,5
Méthionine	1,29	0,9-1,0
Isoleucine	4,77	2,5-2,8
Leucine	8,24	4,5-5,1
Tyrosine	4,71	1,9-2,0
Phénylalanine	6,06	2,9-3,4
Lysine	4,60	3,5-4,0

Données de Martens et al., 1979**.

les plus élevées en lysine et en tryptophane, acides aminés essentiels et souvent déficitaires dans le règne végétal, se rencontrent dans les fractions d'albumines, suivies de celles de globulines et de celles de glutélines. Ceci démontre la richesse des tubercules de *s. stenocarpa* en acides aminés essentiels (tableau IX).

Le tableau IX montre également que la teneur en glucides des tubercules de *s. stenocarpa* ne présente pas de différence significative avec celles des autres tubercules de comparaison. Ils sont donc aussi riches en glucides que les autres.

III. Conclusions

De ce travail il ressort que les graines des légumineuses étudiées contiennent une proportion importante des protéines de haute valeur biologique. Les graines de *p. scandens* sont plus riches en protéines que celles de *s. stenocarpa* et *phaseolus lunatus*. Les teneurs en protéines de ces deux dernières sont presque égales à celles de *phaseolus vulgaris*. Les graines étudiées sont aussi riches en lysine que celles d'autres légumineuses de comparaison (pois carré asiatique, haricot commun et soja). À ce titre, elles peuvent suppléer aux céréales (riz, maïs, etc.) et aux tubercules (manioc, patate douce...) qui constituent les aliments de base dans les pays en développement.

Les feuilles de *p. scandens* peuvent remplacer aisément plusieurs légumes autochtones, à cause de leur teneur élevée en protéines et en éléments minéraux (calcium, phosphore et magnésium).

Tableau IX

Composition biochimique et chimique des tubercules de *sphenostylis stenocarpa* (Hochst: ex. Rich) Harms, *manihot esculenta* et *ipomea batate* (exprimée en % sur matière fraîche)

Échantillons	Protéines brutes (%)	Lipides (%)	Hydrates de carbone (%)	Fibres (%)	Cendres g/100 g	Ca (mg/100 g)	P (mg/100 g)	P (mg/100 g)	Fe (mg/100 g)
1. <i>Phenostylis stenocarpa</i>	8,35	0,33	89,85	3,96	1,76	41,0	172,5	73,83	0,55-0,55
2. <i>Manihot esculenta</i> *	2,25	0,48	93,28	2,8-9	2,35	61-224	49,07-110,5	—	2,9-9,8
3. <i>Ipomea batate</i> *	5,2	0,65	92,5	2,66	0-2,66	1,78	38,46-214,2	—	3,21-12,43

D'après les données de Degroote, 1965* FAO, 1970.

Tableau X

Teneurs en acides aminés essentiels des protéines des tubercules de
s. stenocarpa (Résultats exprimés en % des protéines)

Acides aminés	%
Thréonine	5.11
Valine	5.6
Méthionine	1.22
Isoleucine	4.87
Leucine	5.84
Lysine	5.35
Phénylalanine	6.81

Les jeunes gousses de *p. scandens* peuvent également être utilisées dans l'alimentation, comme celles de *p. tetragonolobus* pour leur teneur élevée en acides aminés essentiels.

Les tubercules de *sphenostylis stenocarpa* constituent une source appréciable des glucides et des protéines dans l'alimentation. Le *s. stenocarpa*, comme le *p. scandens* et le *phaseolus lunatus*, est une plante pleine d'espoir dans les pays en développement où sévissent les problèmes de la malnutrition protéino-calorique. Sa production est cependant à encourager pour les raisons suivantes: son rendement en graines, comme celui des autres, est intéressant et peut atteindre 3 000 kg/Ha (Wilczek, R., 1954). De plus, il produit des tubercules riches en protéines et le rendement moyen en ceux-ci atteint 2 000 kg/Ha (Rachie, K. D. et al, 1974), ce qui en ferait une culture à deux voies. Enfin, il est bien adapté à l'écosystème des pays tropicaux humides.

Bibliographie

- AKROYD, W. R. et DOUGHTY, G. (1964) Les graines de légumineuses dans l'alimentation humaine. F.A.O., 143 pp.
- CLAYDON A. (1978) Winged bean — a food with many uses. *Plant Foods for Man* 2, 203-224.
- CERNY, K., KORDYLAS M. et al (1971) Nutritive value of the winged bean. *British Journal of Nutrition* 26: 293-299.
- DEGROOTE V. A. (1965) Tables de composition alimentaire pour la République démocratique du Congo. ONRD — Imprimerie Concordia — Kinshasa.
- DUKE, J. A. OKIGBO, B. N. and REED (1977) *Sphenostylis stenocarpa*. Tropical grain legume. bulletin n° 10 pp. 4-6.
- FAO (1970) Tables de composition alimentaire — FAO publ. — Rome.
- FAO (1981) Teneurs des aliments en acides aminés et données biologiques sur les protéines. FAO publ 3^e édition — Italie — 285 pp.
- GILLEPSIE, J. E., BALAGRAE, R. J. and XORTT A. A. (1981) Characterization of winged bean seeds proteins. *The Winged bean flyer*, Vol. 3(2).

- KAPSIOTIS G. D. (1968) Chemical analysis on Winged beans. FAO publ. — Rome.
- MARTENS C., PAULUS J; et SCHMITZ A. (1979) Le pois carré: *psophocarpus tetragonolobus*. une plante riche en protéines pour les tropiques. Fondation universitaire luxembourgeoise. — Série «Documents» — Arlon (Belgique).
- NAS (1979) Tropical legumes: resources for the future. National Academy Sciences Washington. D. C. 331 pp.
- ONYEMBE, P. M. L., PAULUS J. P. et al (1980) Study of the food-value of *psophocarpus palustris*. Revue zaïroise des sciences nucléaires. 1(2), pp. 51-65.
- ONYEMBE, P. M. L., KEMBOLA, K. et LITUA, G. (1980B) Influence du traitement thermique sur l'activité des inhibiteurs de la trypsine de quelques variétés de soja cultivées à l'INERA-Yangambi. Revue zaïroise des sciences nucléaires Vol. 1(1), 105-113.
- ONYEMBE, P. M. L., KEMBOLA, K., et PAULUS J. (1982) Étude de la valeur nutritive des graines de *sphenostylis stenocarpa* (Hochst ex. Rich) Harms. — Revue zaïroise des sciences nucléaires, 3(2), pp. 199-209.
- ORF. J. H. and HYMOWITZ, R. (1979) Genetics of the Kurnitz trypsin Inhibitor: an antinutritional factor in soybeans The J. of Am. Oil Chemist's Soc. — 56(8): pp. 722-726.
- RACHIES, K. D. and ROBERTS, L. M. (1974) African Yam Bean. In Advances in Agronomy Vol. 26 — N. C. Brady (Editor) — Academic Press. N.Y.
- RAVELLI, G. P. (1977) The winged bean as new source of protein for rural populations in the Ivory Coast, West Africa. Extract from the Annual Report 1977 of the Nestlé Foundation.
- SWAN et al (1969) Cité in Mihegu (1984) — Étude de la légumineuse des graines d'un cultivar de *sphenostylis stenocarpa* (Hochst ex. Rich) Harms. — Travail de fin de cycle ISTM — Kinshasa, 43 pp.
- WILCZEK, R. (1954) Flore du Congo-Belge et du Rwanda Urundi. Vol. VI (INERA) — Bruxelles.

Contribution à l'étude de *Vigna vexillata* (L) A. Rich: Biologie florale et valeur nutritive des tubercules

par N. Luyindula, P. M. L. Onyembe,
L. Karabarange, K. Kembola et N. Mbaya
Commissariat général de l'énergie atomique (Zaïre)

Il est nécessaire de recenser les légumineuses susceptibles d'apporter des ressources complémentaires en Afrique. C'est pourquoi l'introduction de *vigna vexillata*, légumineuse pantropicale produisant des graines et des tubercules comestibles constituerait une des solutions au problème de la malnutrition et de la sous-alimentation (The National Academic of Sciences à Washington, 1979).

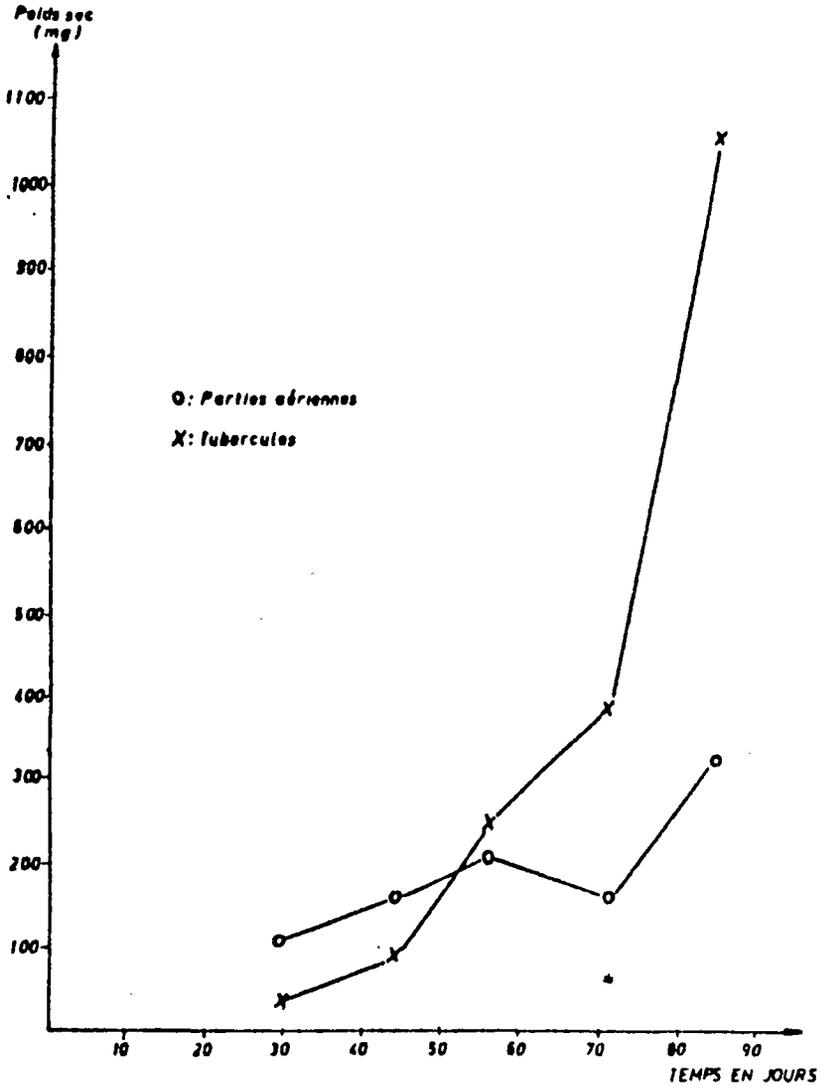
La présente communication décrit les résultats préliminaires obtenus en vue de mieux connaître cette espèce, d'encourager son introduction au Zaïre et d'améliorer sa productivité protéique.

Des souches de *rhizobium* ont été isolées des nodules racinaires de *v. vexillata* croissant dans la région de Kinshasa. Les isolats induisent des nodules efficaces chez *v. vexillata*, *vigna radiata*, *vigna umbellata* et une variété locale de *glycine max*. Les autres variétés de *g. max* testées sont nodulées seulement par *rhizobium japonicum*; les isolats appartiendraient au groupe de *r. cowpea*.

L'évolution des poids frais et secs ainsi que la variation de la teneur en protéines des tubercules de *v. vexillata* var. *macrosperma* ont été étudiées au cours des 24 premières semaines de croissance. Les tubercules sont observables à partir du 30^e jour de la levée et le poids sec des parties radiculaires croît

Figure 1

Évolution des poids secs des organes de *vigna vexillata*



plus rapidement que celui des parties aériennes (figure 1). Les teneurs en protéines des tubercules varient entre 10 % à 8 semaines et 20 % à 24 semaines (tableau 1). Ces teneurs sont supérieures à celles des tubercules de *manihot esculenta*; elles sont estimées à 1-2,4 % (Luyindula et al. 1985), teneurs

Tableau 1**Poids sec et teneur en protéines brutes de *v. vexillata* (L.) cultivé en pots pendant 105 jours (moyenne par plante)**

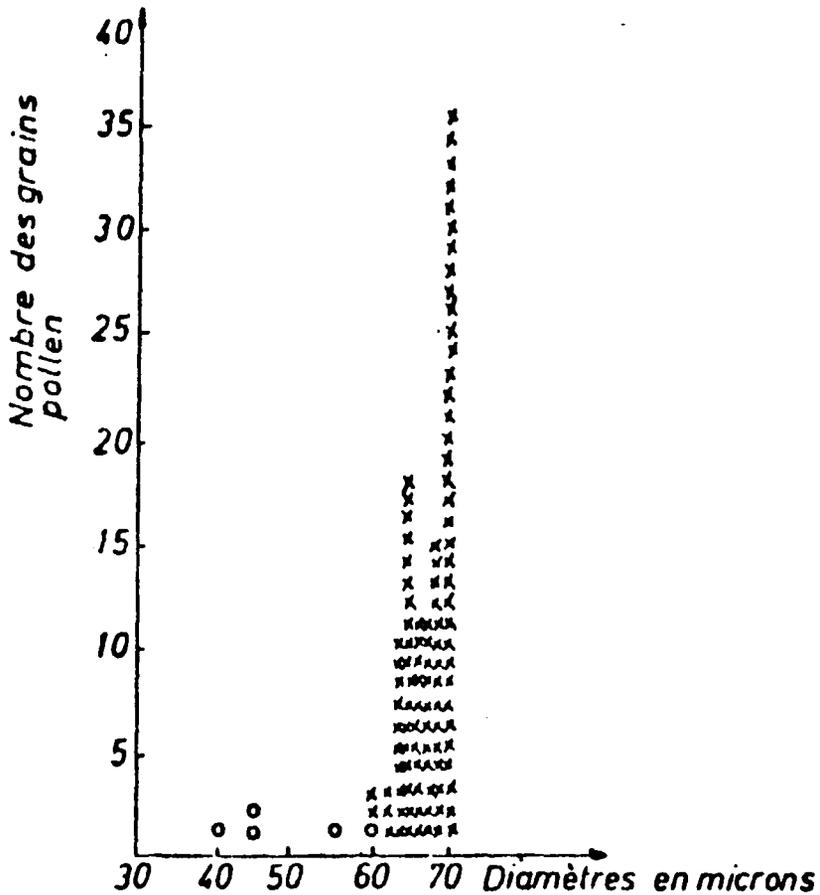
Traitement	Poids sec parties aériennes (mg)	Poids sec tubercules (mg)	Poids sec total (mg)	Protéines brutes (% de matière sèche)	
				Parties aériennes	Tubercules
Non inoculé	123	694	817	14.35	11.55
Non inoculé + $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (100KgN/ha)	146	771	917	17.32	13.95
Inoculé avec rhizobium sp. VV ₁	128	1 339	1 467	16.75	11.90
LSD 0,05	ns	551	570		

comparables voire supérieures à celles de *sphenostylis stenocarpa* (DUKE, 1977).

Les glycosides cyanogénétiques de *v. vexillata* ont été étudiés et comparés à ceux de *dioscorea dumentorum* et *manihot esculenta* pour les tubercules et à ceux de *v. umbellata*, *phaseolus lunatus*, *s. stenocarpa*, *psophocarpus tetragonolobus* et *p. scandens* pour les graines. Les tubercules de *v. vexillata* paraissent doux et les graines non toxiques. Les facteurs antitrypsiques des graines de *v. vexillata* sont plus thermolabiles que ceux de *g. max* (Onyembe et al, 1980).

Figure 2

Diagramme pollinique de *vigna vexillata* var. *macrosperma*



x: Grain de pollen fertile
a: Grain de pollen stérile

Tableau 2**Taux de grains de pollen stériles et taux d'avortement (exprimé en %)**

Espèce ou variété	Taux de stérilité	Taux d'avortement
<i>Phaseolus lunatus</i>	5,43	60,71
<i>P. scandens</i>	22	76,36
<i>V. vexillata</i> var. NI 180	8,82	84,00
var. NI 388	26,49	94,54
var. CIAT 4296	13,51	89,65
var. CIAT 9546	7,33	95,24
var. macrosperma	4,55	50,72

Les informations sur les dates d'apparition, d'ouverture des pièces florales, de nouaison, de la chute des pièces florales, des gousses ainsi que celles sur la fertilité des grains de pollen ont été rassemblées en vue de déterminer les diagrammes polliniques et le taux d'avortement. De façon générale, la grande proportion des grains de pollen fertiles possèdent un diamètre plus grand que celui des grains fertiles (figure 2). Au faible taux de stérilité des grains de pollen de *p. lunatus* et *v. vexillata* var. macrosperma correspondent des taux d'avortement relativement moins élevés des fleurs (tableau 2).

Conclusion

Les résultats de cette étude montrent que la culture de *v. vexillata* est à encourager à cause de la richesse protéique de ses graines et tubercules et peut être améliorée par application de l'inoculation avec le *rhizobium* et des croisements génétiques.

Cette étude devra, en outre, être complétée par la détermination qualitative et quantitative de tous les nutriments présents dans les tubercules de *v. vexillata* en vue de procéder à leur promotion.

Bibliographie

DUKE, J. A. (1977) Hand book of Legumes of World economic importance. Pleumn Press (New-York and London) 345 pp.

- LUYINDULA N., KARABARANGA L. et KEMBOLA K. (1985) N-fixing symbiosis between *rhizobium* and *vigna vexillata* (L). A. Rich. Isolation and characterization of Zaïre indigenous *rhizobium* strains. In Nitrogen Fixation in Africa. Eds. Ssali and Keya. Nairobi, Kenya. pp. 525.
- ONYEMBE, P. M. L., KEMBOLA K. et LITWA G. (1980) Influence du traitement thermique de trypsine de quelques variétés de soja cultivées à l'INERA-Yangambi. Revue zaïroise des sciences nucléaires. Vol. 1. 1: 105-111.

Les facteurs toxiques des graines de légumineuses

par J. Miège
Université de Genève (Suisse)

Les graines de légumineuses constituent un apport substantiel de protéines (15 à 45 % du poids de matières sèches) que beaucoup d'autres aliments contiennent insuffisamment. Elles ont, en outre, l'avantage d'un coût de production peu élevé et leur séquence en acides aminés comportent des acides indispensables, par exemple la lysine, que l'organisme humain ne sait pas fabriquer. Cependant, les nutritionnistes leur reprochent leur déficience en acides aminés soufrés et la présence de substances dites toxiques. Toutefois, celles-ci ne font sentir habituellement leurs effets qu'après une ingestion prolongée d'une nourriture basée exclusivement ou en grande proportion sur les légumineuses. Les troubles incriminés relèvent de différents facteurs (Liener 1982) dont les principaux sont:

- 1- les facteurs responsables du favisme qui provoquent une anémie hémolytique consécutive à la consommation exagérée de fèves cuites ou crues;
- 2- les facteurs lathyrogènes (Adiga et al 1962), qui interviennent quand l'alimentation est basée sur des graines de *lathyrus*. La maladie répandue en Inde prend des allures épidémiques, les années de disette. Un traitement par la chaleur les détruit;
- 3- des acides aminés libres toxiques (Bell 1981) telle la mimosine du *leucoena leucocephala*;
- 4- les facteurs goïtrogènes (un oligopeptide chez le soja, un glucoside chez l'arachide) inhibent la fixation de l'iode et par suite la formation de thyroxine;
- 5- les facteurs oestrogènes qui n'auraient pas d'action chez l'homme, semble-t-il;

- 6- les facteurs antivitaminiques, substances thermolabiles agissant sur les vitamines B₁₂, D₃, E. Ils causent le rachitisme des poulets quand ils absorbent du soja crû;
- 7- des constituants se liant à un métal par exemple Zn, Mn, Cu, Fe. (thermolabiles);
- 8- des hétérosides cyanogénétiques, par exemple la phaséolunatoside du haricot de Lima. La sélection de cultivars inoffensifs permet d'éviter leurs effets.
- 9- les alcaloïdes (Kinghorn Smolonski 1981) 350 ont été isolés d'un grand nombre d'espèces de légumineuses. Ils ont peu d'influence sur l'alimentation car la sélection les a éliminés des variétés cultivées;*
- 10- les inhibiteurs de protéases (Royer et al 1974, Royer 1975, Weder 1981) peptides qui en se combinant aux enzymes bloquent leurs activités. Leur action est liée à leurs structures. Elle est d'autant plus marquée que leurs molécules comprennent davantage de ponts disulfures. Le type dit de Kunitz présente deux sites actifs, celui de Bowmann-Birk en comporte neuf. Ces inhibiteurs qui agissent sur une ou plusieurs enzymes (trypsine, chymotrypsine...) montrent une grande variation selon les espèces et même les cvs.

Il est difficile d'évaluer leur part dans la diminution de la valeur nutritive des aliments. En général, ils ne constituent pas un danger si les graines sont mangées cuites après un trempage préalable à la cuisson.

Leur rôle dans la plante demeure énigmatique. Ils seraient des régulateurs du métabolisme protéique en permettant l'accumulation des réserves lors de la maturation des graines et en freinant leur dégradation au moment de la germination. Leur teneur élevée en acides aminés soufrés (15 à 25 % de cystine) a fait penser qu'ils seraient susceptibles de servir de réserve de soufre à la graine. Enfin, il leur est attribué un rôle de défense contre les insectes prédateurs.

- 11- les phytohémagglutinines dont l'importance ne fait que s'affirmer et que nous examinerons plus en détail. (Miège 1975, Miège 1982, Sharon 1977, Toms 1981).

Phytohémagglutinines ou lectines

Définitions et propriétés (Manen et Miège 1984, Miège 1984)

Ce sont des protéines ou plus généralement des glyco-protéines qui tirent leurs noms de leur pouvoir d'agglutiner les érythrocytes (phytohémagglutinines) et de leur propriété de distinguer les divers groupes sanguins (lectines du latin *leggere* = choisir). Actuellement leur définition découle de leur capacité d'interagir avec des récepteurs saccharidiques des surfaces cel-

lulaires permettant ainsi la reconnaissance des structures membranaires et l'établissement de «conversations chimiques» entre cellules.

Ce sont dans les graines de légumineuses que les lectines sont les plus fréquentes et les plus abondantes. Par exemple, chez *canavalia ensiformis* il est possible d'extraire 50 g. de concanavaline (Con A) à partir d'un kg de graines, soit environ 30 % des protéines totales.

Influence nutritionnelle

L'ingestion de graines ou de farines contenant des lectines peut provoquer des troubles graves. Huit à dix graines de ricin grignotées imprudemment sont suffisantes pour tuer un homme de poids normal. La substance impliquée, la ricine, est en fait un mélange de deux lectines, l'une agglutinante et peu toxique, l'autre non agglutinante et très toxique. C'est à cette dernière qu'est réservée actuellement le nom de ricine. D'autres lectines, comme l'abrine tirée des graines d'*abrus precatorius*, sont mortelles.

Mais, il en existe d'autres qui sans être aussi dangereuses sont néanmoins nocives. Les travaux de Pusztai et de ses collaborateurs, (1979, 1981) d'Honavar (1962), de Jaffé... (1973) ont fait ressortir la mauvaise valeur nutritive de la plupart des légumineuses due à la présence de phytohémagglutinines (quelques espèces ne sont pas toxiques: pois chiche, pois d'angole, *phaseolus aureus*, divers *vigna*). Par contre, une alimentation à base de haricots est souvent défavorable en agissant sur les entérocytes de l'intestin grêle. Les microvillosités de l'épithélium duodénal et jejunal sont désorganisées. La PHA de *phaseolus vulgaris* est composée de deux sous-unités l'une (E) érythroagglutinante, l'autre (L) leucoagglutinante et mitogène envers les lymphocytes. Cinq isolectines existent: E₄, E₃L, E₂L₂, EL₃, L₄ qui sont agglutinantes ou mitogènes selon que E ou L prédomine. (Manen 1978, Manen et Miège 1977).

Cependant, les inconvénients de l'absorption des graines peuvent être annihilés par un trempage suivi par une cuisson. Ces traitements détruisent, en général, les lectines. D'autre part, tous les cultivars d'une même espèce n'ont pas les mêmes défauts. La sélection de variétés digestes sera donc importante. Il faut souligner aussi que les lectines disparaissent lors de la germination parallèlement à la mobilisation des réserves.

En général, l'inactivation des agglutinines consécutives à la cuisson résoud le problème. Tel n'est pas toujours tout à fait le cas car, souvent, des farines de légumineuses crues sont additionnées à des farines commercialisées. Une telle incorporation peut être dangereuse, certaines substances nocives étant thermostables sans prétrempage.

Rôles dans les plantes

Des ambiguïtés planent quant à leurs rôles. Les fonctions proposées sont nombreuses et essentielles, (si elles sont vérifiées) en particulier lorsqu'il

s'agit de légumineuses. Elles sont rattachées à leur aptitude à se lier aux sucres des surfaces membranaires. Nous passerons rapidement en revue les différents rôles qui leur sont attribués. (Barondes 1981, Miège 1984)

1. Rôle de réserves

Du fait que les lectines n'apparaissent pratiquement que dans les graines au moment de leur maturation et qu'elles disparaissent lorsqu'elles germent, il en a été déduit qu'elles servent de réserves. Leur localisation habituelle dans les corps protéiques renforce cette hypothèse. Il est intéressant de noter la présence dans les feuilles de protéines immunologiquement semblables aux lectines des graines mais n'ayant pas d'activités lectiniques et celle d'enzymes (glycosidases) dont la spécificité aux sucres est la même que celle des lectines. Ces substances seraient par la suite transformées en lectines pour constituer des réserves protéiques.

2. Rôle dans la germination

Les PHA de *phaseolus vulgaris* stimulent la germination et la croissance des racines de plantules de diverses espèces.

3. Pouvoir mitogène

Des fruits parthénocarpiques (tomate, poire) ont été obtenus par vaporisation de solutions aqueuses de PHA de *ph. vulgaris*.

4. Défense contre les bactéries et les champignons pathogènes (Callow 1977)

Les lectines de *laburnum alpinum*, de *vicia cracca* agiraient comme anticorps à l'encontre des bactéries du sol, les agglutinant et empêchant ainsi l'envahissement des plantules. Vis-à-vis des champignons, elles inhibent les enzymes (polygalacturonases) qu'ils utilisent pour hydrolyser les parois squelettiques de leurs hôtes. Les lectines des embryons de blé interdisent la synthèse de l'actine des hyphes de *fusarium*.

5. Protection contre les insectes prédateurs des semences

L'addition de PHA dans l'alimentation normale des bruches limite leur pullulation.

6. Identification des pollens par les stigmates (Knox et Heslop Harrison 1970)

Elles interviendraient dans le langage de reconnaissance de ces organes notamment dans le cas du rejet des autpollens (autostérilité).

7. *Établissement des relations symbiotiques*

Les lectines sont impliquées dans les processus de reconnaissance entre algues et champignons dans les symbioses lichéniques. Mais, surtout, elles sont le pivot des symbioses légumineuses — bactéries fixatrices de l'azote atmosphérique (Bauer 1981, Whatley et Sequeira 1981). Chaque espèce de plante sinon chaque variété possède une affinité précise pour une espèce ou une lignée de *rhizobium*. Cette rencontre aboutit à la formation de nodosités qui transforment l'azote libre en ammoniac. Les implications de ce phénomène sont considérables. Il représente une étape essentielle du cycle biogéochimique de l'azote nécessaire à la vie et donne aux légumineuses leur importance exceptionnelle.

Les lectines, impliquées dans de multiples réactions, seraient multifonctionnelles. Substances des plus remarquables, elles méritent d'être étudiées avec attention et que leurs rôles soient précisés.

Bibliographie

- ADIGA P., PADMANABAN G., RAO S. et SARMA P. (1962). The isolation of a toxic principle from *Lathyrus sativus*. J.Sci.Ind.Res., India 21: 284-286.
- BARONDES S. H. (1981). Lectins: their multiple endogenous cellular functions Ann. Rev. Biochem. 50: 207-231.
- BAUER W. (1981). Infection of legumes by Rhizobia. Ann.Rev.Pl.Physiol.32: 407-449.
- BELL E. (1981). Non protein Amino Acids in the Leguminosae. in Advances in Legume Systematics. eds Raven & Polhill. vol. 2: 489-499. Roy.Bot.Gard.Kew.
- CALLOW J. (1977). Recognition Resistance and the Role of Plant Lectins in Host-parasite interactions. Adv.Bot.Res. 4: 1-49.
- HONAVAR P., SHIH C. & LIENER I. (1962) Inhibition of the growth of rats by purified hemagglutinin fractions isolated from *Phaseolus vulgaris*.J.Nutr.77: 109-114.
- JAFFE W. G. (ed.) (1973). Nutritional Aspects of Common Beans and Other Legume Seeds as Animal and Human Foods. Arch. Latino-amer. Nutr. Caracas.
- KINGHORN A. & SMOLENSKI S; (1981) Alkaloids of Papilionoidae. in Adv. in Legume Systematics. eds. Raven & Polhill, vol. 2: 579-598. Roy.Bot.Gard.Kew.
- KNOX R. & HESLOP-HARRISON J. (1970). Pollen-wall proteins: localization and enzyme activity. J.Cell.Sci. 6: 1-27.
- LIENER I. E. (1982) Toxic Constituents in Legumes in Chemistry and Biochemistry of Legumes. ed. Arora S. K.: 217-257. Oxford & IBH Publishing. New Delhi.
- MANEN J. F. (1978) Contribution à la caractérisation et à la biologie des lectines dans la graine de *phaseolus vulgaris*. Thèse Université de Genève. n° 1866.
- MANEN J. F. & MIÈGE J. (1984). Les lectines: outils de recherche et molécules fonctionnelles. Cahiers Faculté sciences, Université de Genève 10: 39-46.
- MANEN J. F. & MIÈGE M. N. (1977). Purification et caractérisation des lectines isolées dans les albumines et globulines de *Ph. vulgaris*. Physiologie végétale 15: 163-173.
- MIÈGE J. (éd.) (1975) Les protéines des graines. Genèse, nature, fonctions, domaines d'utilisation. Georg, Genève.
- MIÈGE J. (1984). Lectines. Encyl. universalis: 1067-1069.

- MIÈGE M. N. (1982). Protein Types and Distribution in Nucleic Acids and Proteins in Plants I éd. Boulter D. & Parthier B. Encyclopedia of Plant Physiology, New Series. 14A: 291-345. Springer-Verlag, Berlin; N.Y.
- PUSZTAI A., CLARKE E. & KING T. (1979). The nutritional toxicity of *phaseolus vulgaris* lectins. Proc.Nutr.Soc. 38: 115-120.
- PUSZTAI A., CLARKE E., KING T. & STEWART J. (1979). Nutritional Evaluation of Kidney Beans (*phaseolus vulgaris*). J.Sci.Food Agric. 30: 843-848.
- PUSZTAI A., CLARKE E., GRANT G. & KING T. (1981). The toxicity of *phaseolus vulgaris* Lectins. ibid. 32: 1037-1046.
- ROYER A. (1975). Inhibiteurs d'enzymes protéolytiques et protéases des graines. In Miège J. (éd.). Les protéines des graines. Georg, Genève: 159-201.
- ROYER A., MIÈGE M. N., GRANGE A., MIÈGE J., MASCHERPA J. M. (1974). Inhibiteurs antitrypsine et activités protéolytiques des albumines de graines de *vigna unguiculata* Planta 119: 1-16.
- SHARON N. (1977). Lectins. Sci.Amer. 236: 108-119.
- TOMS G. (1981). Lectins in Leguminosae in Advances in Legume Systematics. Raven P. & POLHILL R. eds. vol. 2: 561-577.
- WEDER J. (1981) Protease Inhibitors in the Leguminosae. ibid. 2: 533-560.
- WHATLEY & SEQUEIRA (1981). Bacterial attachment to plant cell walls in The Chemistry of Cell recognition and cell surface interaction Loewus and Ryan. Publ —

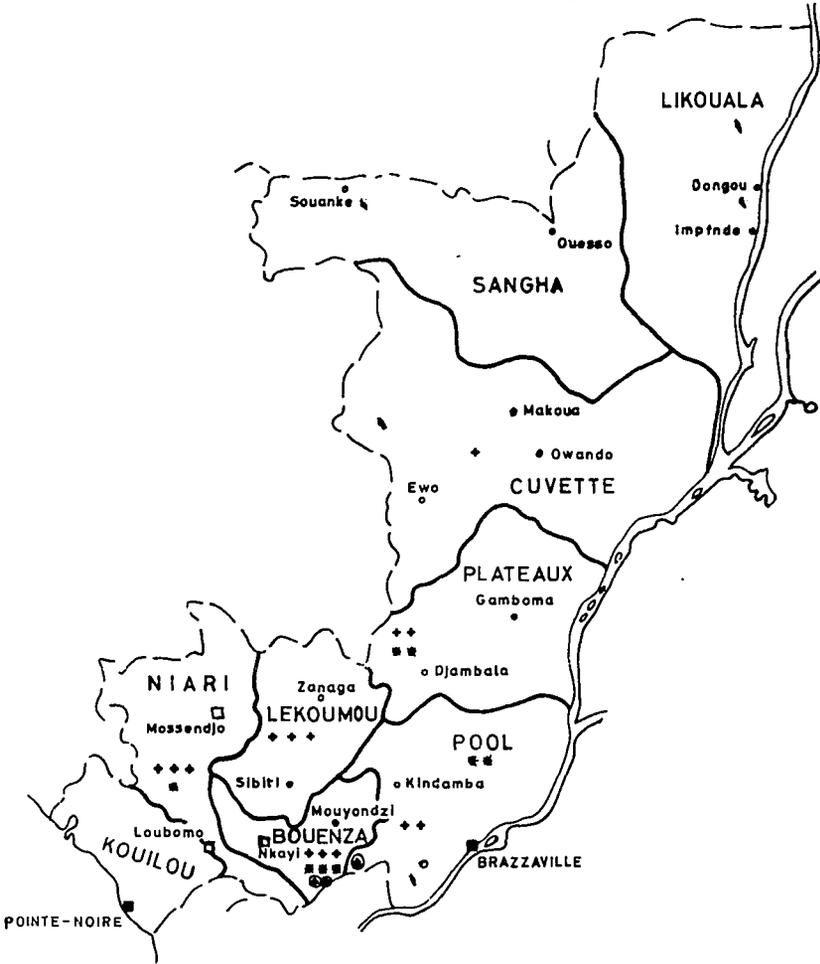
Consommation des légumineuses cultivées au Congo

par T. Kinkela
Université Marien N'gouabi (Congo)

Au Congo, l'agriculture vivrière est surtout pratiquée dans les régions du Sud et particulièrement dans la vallée du Niari. Les principales cultures vivrières sont présentées sur le tableau I. Ainsi au Congo, l'aliment de base est le manioc en régions de savane et la banane plantain dans les régions de forêt dense. Dans les villes, l'alimentation est souvent complétée par les céréales (riz, pain). D'après les enquêtes alimentaires réalisées au Congo (Sousbie (1982), Crestact Massamba (1983), Massamba (1984)), les besoins énergétiques moyens de la population sont de 2 300 à 2 500 cal/jour/individu avec un apport de 50-60 g de protéines. Dans les centres secondaires des régions du Nord (villes de 2 000 à 5 000 habitants), ce besoin calorique est de 2 200 cal/jour/individu avec un apport protéique de 48 g (essentiellement des protéines animales du gibier et du poisson. Par contre, dans les centres secondaires des régions du Sud (villes de 2 000 à 30 000 habitants), le besoin énergétique est inférieur à 2 200 cal. Ainsi, dans le Pool (village d'Inkala — Matiba, Kinkala), l'apport calorique de la ration n'est que de 1 900 cal/jour/individu; le manioc apporte 81 % des calories, les protides 6,5 % et les lipides 11 % (au lieu de 60-70 %, 12 %, 20 %); les protéines représentent 31 g dont le tiers seulement est d'origine animale. Il s'ensuit que dans les zones du Sud (Pool) où la production agricole alimentaire est diversifiée (manioc, riz, maïs, arachide, haricot, etc...), les légumineuses cultivées dans ces régions peuvent jouer un rôle important pour atteindre un niveau de consommation alimentaire plus élevée et un équilibre de la ration. À cet effet, il a été noté que les populations congolaises consomment trois légumineuses par ordre de préférence: l'arachide (*arachis hypogaea*), le haricot (*phaseolus vulgaris*) et le pois d'angole (*cajanus cajan*). Le niébé et le voandzou sont en voie de disparition.

Figure 1

Principales zones de production des légumineuses les plus consommées en République populaire du Congo.



Localités

- Plus de 100 000 habitants
- de 10 000 à 30 000 habitants
- de 5 000 à 10 000 habitants
- de 2 000 à 5 000 habitants
- + + Arachide
- ** Haricot
- ⊗ Pois d'angle
- + + + Production importante
- + + Production moyenne
- pl Production faible
- \\ Production très faible

Tableau 1
Production vivrière (estimation 1980)
Rapport INRAP 1983

Produits	Superficie en hectares	Quantité en tonnes
Manioc	91 000	630 000
Tubercules divers	1 500	7 000
Arachides	20 000	14 000
Bananes douces	2 800	30 000
Paddy	2 350	2 800
Maïs	14 000	11 000
Maraîchage	6 000	36 000
Haricot	2 350	1 300
Bananes plantains	7 300	55 000
Fruits	7 600	38 000

I. Situation actuelle

1. Production

La figure 1 situe les principales zones de production des légumineuses consommées au Congo en culture associée avec le manioc, le maïs, les courges, ou en monoculture. Ainsi, l'arachide, le haricot et le pois d'angole sont surtout produits dans la Bouenza. Deux types d'arachides sont cultivées: l'arachide de bouche (rose), cultivée un peu partout dans le sud du pays mais surtout dans les plateaux; l'arachide (rouge) destinée surtout à la fabrication industrielle de l'huile et cultivée dans la vallée du Niari. Malheureusement leur quantité réelle produite est inconnue par manque de recensement agricole de ces denrées.

2. Commercialisation

Seules deux légumineuses (arachide et haricot) sont commercialisées par l'Office des cultures vivrières (OCV) dans les régions de grande production (tableau II). De plus, une partie (insignifiante) de la production est collectée par des privés. Il faut signaler qu'en dehors de l'huilerie de Nkayi, la production achetée par voie officielle ou non est revendue seulement dans les centres

Tableau 2
Production commercialisée par l'Office des cultures vivrières (OCV)
en tonnes (1983-1984)

Spéculation	Arachides		Haricots	
Années	1983	1984	1983	1984
Régions				
Niari	1 127.709	115.364	24.963	2.279
Lékoumou	576.647	1 036.625	—	—
Bouenza	43.604	941.181	145.216	30.188
Pool	178.371	284.934	18.917	13.237
Plateaux	—	—	39.313	32.979
Cuvette	0.121	12.426	—	—
Brazzaville	6.581	30.997	82.491	1.033
Totaux	1 983.033	3 456.527	310.900	80.166

urbains. Les prix pratiqués par l'OCV à la production et à la consommation sont indiqués dans le tableau III.

Ce tableau indique que les prix de revente sont à la portée de toutes les bourses. Cependant, dans les marchés, les détaillants les revendent plus chers, limitant ainsi leur achat par les couches démunies. Il faut noter que dans les marchés, l'arachide et le haricot sont commercialisés en se basant sur le volume; leurs prix aux marchés sont indiqués dans le tableau IV. Comme la moyenne des revenus à Brazzaville est de l'ordre de 37 000 à 50 000 F CFA/mois, la moitié de la population de Brazzaville n'a pas la possibilité de soutenir le coût du régime moyen qui exige un panier alimentaire de 35 000 F CFA/mois/ménage de 6 personnes; dans le cas contraire, le panier est composé par le manioc et le poisson, les autres aliments ne sont qu'à l'état représentatif (Sousbie 1982).

II. Méthodes de consommation

1. Arachide

Le tableau V indique que l'arachide est très consommée aussi bien en milieu rural qu'en ville. En général, les graines d'arachide sont consommées

Tableau 3
Évolution des prix à la production et à la consommation

Prix FCFA/Kg Campagne	Arachides				Haricots	
	Coque		Décortiquée			
	PA	PV	PA	PV	PA	PV
1978 – 1979	60	85	70	105	120	200
1979 – 1980	60	85	70	105	120	190
1980 – 1981	75	133	100	180	150	190
1981 – 1982	112	166	150	205	150	205
1982 – 1983	112	166	150	205	150	205
1983 – 1984	123	200	163	220	220	330

PA (prix d'achat) PV (prix de vente)

Tableau 4
Prix de l'arachide et du haricot pratiques dans les marchés (1985)

	État du produit		Prix FCFA/Volume	Prix FCFA par kilo
Arachide	Coque	Crue	2 000/10 L	—
		Grillée	50/150 CC	806
	Décortiquée	Crue	100/150 CC	1 050
		Grillée	25/20 CC	1 345
	Pâte d'arachide		25/6 g	4 100
Haricot	—		100/150 CC	870
Viande	sans os		—	1 600

crues, bouillies, mais surtout grillées. Dans les centres urbains l'arachide est très consommée dans les débits de boisson ou lors des cérémonies. Les grains trempés peuvent être bouillis avec du sucre et consommés comme des bonbons par les enfants. La pâte d'arachide est très utilisée dans la préparation de mets spéciaux :

Tableau 5
Consommation de l'arachide 1980-1982

Lieux	Consommation par personne par an	Consommation en 1980 (tonnes)	Consommation en 1982 (tonnes)
Brazzaville Pointe-Noire	6 kg	4 380	4 860
Milieu rural	8.5 kg	4 802	4 717
Autres villes + Loubomo + Nkayi	10 kg	2 550	2 700
Ensemble de la population		11 732	12 277

— saka-saka (plat cuisiné à base de feuilles de manioc comprenant par exemple, 500 g de feuilles pilées et précuites et 100 à 200 g de pâte d'arachide, un demi litre d'huile de palme rouge, plus ou sans poisson de mer ou fumé);

— Le poulet à la pâte d'arachide ou à la mouambe (jus de pulpe de noix de palme) (plat pouvant contenir 40 à 100 g de pâte d'arachide).

— Le poisson salé ou fumé, la viande de bœuf ou boucanée (gibier fumé) (plat pouvant contenir 20 à 50 g de pâte d'arachide). Ces plats sont toujours accompagnés du manioc ou de la banane plantain. En milieu rural, dans la Bouenza, la pâte d'arachide peut être incorporée dans un plat contenant la mouambe, les pois d'angole, la banane plantain mûre ou les morceaux de tubercules doux.

Dans le Niari et le Kouilou, les arachides accompagnent une bouillie appelée mbouata fait à partir des tubercules ou des cossettes séchés puis bouillis avec des légumes. Dans le Pool, la pâte d'arachide crue, salée puis préparée à l'étouffée dans des feuilles de maranthacées est consommée avec le manioc.

2. Haricot

Il est consommé essentiellement dans les centres urbains surtout pendant les fêtes. À Brazzaville, il accompagne souvent le poisson fumé ou salé avec adjonction de graisse, le saka-saka à la pâte d'arachide et la viande. Cependant, les ménagères jettent toujours l'eau de précuisson des haricots; cette habitude peut diminuer largement sa valeur nutritionnelle.

3. Pois d'angole

Les pois d'angole sont autoconsommés entièrement dans toute la vallée du Niari. Ils peuvent être incorporés dans le plat Nkassa ou Mbouata constitué des graines sèches ou fraîches, de la Mouambe, des bananes plantains ou des tubercules doux. Ils peuvent être grillés dans l'huile puis consommés avec du poisson, ou de la viande, accompagnés du manioc.

Conclusion

La composition de la plupart des plats présentés, montre que grâce à leur richesse en protéines, les graines d'arachide, de haricot ou de pois d'angole seraient capables d'augmenter très sensiblement la valeur nutritionnelle des plats consommés avec le manioc ou la banane plantain.

Il serait nécessaire d'accroître la production de ces légumineuses et de contrôler leurs prix de commercialisation afin qu'elles soient abordables pour tous les Congolais.

Il serait de plus, nécessaire de développer des recherches afin d'analyser leur qualité nutritionnelle surtout après le stockage au niveau paysan (souvent défectueux) et selon les méthodes de préparation utilisées.

Bibliographie

- CRESTA et MASSAMBA, (1983). Rapport sur les enquêtes alimentaires sur EWO et KINDAMBA. INRAP (1983), Géographie de la République populaire du Congo.
- MASSAMBA J. (1985) Typologie alimentaire et condition nutritionnelle des populations congolaises. Deuxième Journées géographiques du Congo, 1-17.
- SOUSBIE (1982), Étude de la problématique de l'autosuffisance alimentaire au Congo: Rapport proposé au gouvernement congolais.

État sanitaire des légumineuses alimentaires vendues sur les marchés en basse Côte d'Ivoire

par K. Foua-Bi et K. Bekon

I. Introduction

Longtemps considérées comme cultures secondaires par rapport aux céréales et aux cultures de rente, les légumineuses alimentaires prennent de plus en plus d'importance dans les habitudes alimentaires de certaines populations à travers le monde. Tel est le cas de l'arachide (*arachis hypogea*) au Sénégal et au Mali, du niébé (*vigna unguiculata*) très consommé au Nigeria et dans plusieurs autres contrées africaines et des diverses espèces de phaseolinae (haricots) en Amérique latine (memento de l'agronome, 1980).

En Côte d'Ivoire, ces légumineuses sont connues depuis longtemps, mais leurs cultures sont jusqu'à présent très localisées, car destinées essentiellement à l'autoconsommation. Aussi est-on obligé, pour satisfaire les besoins de certains citadins allogènes, d'importer des légumineuses dont la grande sensibilité aux ravageurs, notamment les bruches (DE Luca, 1969; Pollet 1981, 1982) pourrait très rapidement altérer leurs qualités nutritives. Il nous est donc apparu utile d'entreprendre ce travail pour mieux situer l'état sanitaire des légumineuses vendues dans les différents quartiers de la ville d'Abidjan (Côte d'Ivoire) afin de prendre les dispositions nécessaires à leur conservation.

II. Méthode de travail

Ce travail a été effectué sous forme d'enquêtes auprès de 27 commerçants semi-grossistes de légumineuses à travers tous les marchés de la ville d'Abidjan. Chacun des commerçants visités est soumis à un questionnaire portant sur l'identification de la légumineuse, sa provenance, le mode de transport, les conditions de stockage, etc...

À la fin de l'enquête un échantillon de 10 g au minimum est prélevé pour examen en laboratoire. Les résultats ont été rassemblés et le taux de perte par poids de 100 graines a été estimé selon une variante de la méthode de Schulten et Adams (1978):

$$\text{Perte de poids en \%} = \frac{\text{UND} - \text{DNu}}{\text{U} (\text{Nd} + \text{Nu})} \times 100$$

U = poids des graines saines
Nu = nombre de graines saines
D = poids des graines attaquées
Nd = nombre de graines attaquées

III. Résultats

Les légumineuses disponibles d'octobre à novembre sur les marchés sont le niébé (*vigna unguiculata*) et l'arachide (*arachis hypogea*).

Niébé: une très forte proportion des graines de niébé est trouée par les insectes (tableau I). Le pourcentage de perte de poids pour 100 graines est également calculé.

Nous avons identifié 3 insectes différents dans les proportions suivantes:

→ Bruches	<i>Callosobruchus maculatus</i> (F)	58 %
	<i>Acanthoscelides obtectus</i> Say	
→ Dermeste des grains:	<i>Trogoderma granarium</i> Everts	8 %

Ainsi nous constatons que *c. maculatus* était le ravageur principal du niébé, il est suivi de la bruche du haricot (*a. obtectus*) et enfin par le dermeste des grains.

Arachide: au moment de notre enquête, aucune des graines de notre échantillon n'ont subi d'attaques d'insectes mais il est fort probable qu'elles soient infestées par *aspergillus flaxus* qui serait l'un des principaux ennemis des arachides stockées en Côte d'Ivoire (Pollet, 1982).

Tableau 1

**Évaluation de perte de poids de niébé:
Analyse de 5 échantillons de 100 graines**

Numéro d'échantillon	Nbre de graines saines = NU	Nbre des graines perforées = Nd	Poids des graines saines = U	Poids des graines perforées = D	% Perte = P
I	57	43	8,1	5,3	5.70 %
II	56	44	8,5	5,9	5.13 %
III	54	46	7,6	5,7	5.5 %
IV	58	42	9	5	9.77 %
V	54	46	7,9	5,6	7.72 %

Perte moyenne = 6.76 %

IV. Discussion

Les observations des différents échantillons montrent que les légumineuses vendues par les commerçants en basse Côte d'Ivoire (Abidjan), sont dépréciées dans le temps par des ravageurs.

Les attaques des graines de niébé par les bruches commencent au champ avant la récolte (Hoffmann et al. 1962, Alzouma, 1981, Fleurat Lessard, 1982; Wassila, 1983, etc...) et se poursuivent lors du stockage et de la conservation comme en témoigne le nombre élevé de graines trouées.

Pour ce qui concerne l'arachide, aux dires des commerçants interrogés, les dégâts d'insectes ne se manifestent réellement que si les provisions demeurent plus de 9 mois dans les structures de stockage.

Pour mieux comprendre «le mauvais état sanitaire» des légumineuses, il nous a fallu remonter au mode d'approvisionnement des commerçants.

En effet, les légumineuses vendues en basse Côte d'Ivoire sont cultivées en partie au Nord du pays, mais surtout au Burkina Faso. Ainsi avant de parvenir à la table du consommateur ces denrées transitent pendant des périodes plus ou moins longues chez divers intermédiaires au niveau desquels les dispositions à prendre pour réaliser un bon stockage ne sont pas toujours bien maîtrisées. Il faut aussi noter que tous les magasins visités sont de simples entrepôts aux murs souvent lézardés et très mal entretenus où les légumineuses sont mélangées à d'autres denrées alimentaires.

Pollet (1982) note qu'en plus des bruches de nombreux autres ravageurs existent dans les champs que nous ne retrouvons pas dans les stocks.

Cet insecte, qui se développe sur les légumineuses du genre *vigna*, est très adapté à ces conditions de stockage et présente à ce niveau une fécondité élevée. Il les classe en :

- les ravageurs de début de végétation
- les ravageurs défoliateurs
- les ravageurs des fleurs et bourgeons floraux
- les ravageurs de gousses et des graines.

Dans les stocks, *c. maculatus* est de loin le ravageur le plus fréquent : représentant 58 % des insectes observés. La deuxième bruche, *a. obtectus* est moins fréquente que la précédente : car elle se développe sur des *phaseolus* (haricot) et est assez peu adaptée aux zones tropicales.

Quant au dermeste des grains (*Trogoderma granarium*), il se développe surtout aux dépens des céréales (Steffen 1978, Lepesne 1944). Sa présence est probablement dûe au fait que les graines de niébé sont stockées dans les mêmes entrepôts que les graines de céréales.

T. granarium est un ravageur assez courant des grains au Sahel (Hayward, 1978), sa présence doit être considérée comme un argument en faveur de la provenance sahélienne d'une grande partie des légumineuses du commerce.

Enfin selon Pollet (1982) les *aspergillus spp.* de par leurs altérations sont les principaux ennemis des arachides stockées en Côte d'Ivoire. Ces champignons peuvent entraîner des graves conséquences pour les consommateurs à cause de la sécrétion des aflatoxines toxiques pour l'homme et les animaux à sang chaud.

Les résultats auxquels nous avons abouti ne peuvent être généralisés dans le temps.

En effet, nous avons réalisé l'enquête à un moment précis de l'année, nous ignorions l'évolution et le niveau des attaques avant cette période. Il serait donc plus intéressant de suivre les populations de ravageurs et le taux de pertes de poids depuis la récolte jusqu'à l'épuisement complet des stocks destinés à la commercialisation.

Signalons à cet effet que des essais de culture de niébé effectués sur le domaine de l'ENSA (Abidjan) ont fait l'objet d'une attaque importante en champ. Les graines de légumineuses pourraient donc être saines à leur arrivée, mais seraient probablement soumises au cours du stockage à l'attaque d'une population endémique de bruches qui vivent en permanence dans les marchés locaux.

V. Conclusion

Il existe effectivement en basse Côte d'Ivoire un problème de conservation des graines de légumineuses.

Le constat actuel que nous pouvons faire se situe à deux niveaux :

- 1) les insectes sont présents aussi bien dans les marchandises importées que dans la nature en basse Côte d'Ivoire.
- 2) les dégâts dans les magasins sont progressifs et sont amoindris par la durée relativement courte du stockage :

On pourrait davantage améliorer l'état sanitaire des légumineuses en prenant les dispositions de base suivantes :

- les locaux doivent être particulièrement adaptés au stockage et à la conservation (murs épais, aération, possibilité de fumigation etc...).
- à l'intérieur des locaux de stockage, la promiscuité des légumineuses et des céréales d'une part, et d'autre part les denrées de différentes saisons ne sont pas à conseiller.

Enfin il faudrait éviter la longue conservation des stocks par les semi-grossistes en planifiant l'offre à la demande.

Bibliographie

- ALZOUMA I., 1981 : Observation on the ecology of *bruchidius atrolineatus* PIC and *callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera, Bruchidae) in Niger. *Serie entomologique* vol. 19, ed. by V. Labeyrie Junk publishers, the hague.
- DE LUCA Y., 1969 : Au sujet des caractéristiques d'un lot de graines déprécié par les Bruchidés (Col.). *Annales de la Société d'horticulture et d'histoire naturelle de l'Hérault*, Vol. 109 Fas. 2.
- FLEURAT LESSARD F., 1982 : Les insectes et les acariens : 394-436. In: Multon J. L., «Conservation et stockage des grains et graines et produits dérivés», *Techn. et doc. Ed Lavoisier, Paris* Vol. 1, 576 p.
- HAYWARD L. A. W., 1978 : Notes sur les conditions de stockage des récoltes au Sahel et propositions pour élaborer une action de contrôle des parasites destinés à réduire les déperditions de denrées. *Agroprogress, Bonn, Semin. int. CEAO. Ouagadougou* 27 p.
- HOFFMANN A., LABEYRIEV BALACHOWSKY AS 1962 : Les Bruchidae in Entomologie appliquée à l'agriculture. As Balachowsky Ed Masson publ. 1-435-494.
- LEPESME P., 1944 : Les coléoptères des denrées alimentaires et des produits industriels. *Encycl. entomol.*, A 22, 165-185.
- Ministère de la Coopération : République française. 1980 : Memento de l'Agronome. *Coll. tech. rur. afriq.* 3^e édition 1 600 pp.
- POLLET A., 1981 : Les insectes ravageurs des légumineuses à graines cultivées en Côte d'Ivoire (soja, niébé, arachide) Approches bibliographiques des problèmes *Ronéo*. ORSTOM 48 p.
- POLLET A., 1982 : Les insectes ravageurs des légumineuses à graines cultivées en Côte d'Ivoire (soja, niébé, arachide) II premiers éléments de caractérisation pour les régions centrales (2^e cycle culture, 1981) *Ronéo* — ORSTOM 83 p.
- SCHULTEN G. M., ADAMS J. M., 1978 : Losses caused by insects mites and microorganisms 83-93. In «Post harvest grain loss assessment methods. «A.A.C.C. St Paul Minnesota USA 193 p.».
- WASSILA K. H., 1983 : Biologie de la reproduction de *callosobruchus maculatus* F. (Col. Bruchidae). Effet de 3 insecticides de synthèses sur la reproduction *Mem. Magister Sci. Agron. Inst. nat. agron. El-Harrach-Alger*.

Utilisation et transformation des légumineuses alimentaires au Sénégal: Expériences et perspectives

par M. Diouf
Institut de technologie alimentaire (Sénégal)

Les légumineuses alimentaires jouent un rôle important dans l'agriculture au Sénégal en tant que culture de rente (cas de l'arachide) ou de subsistance (cas du niébé). Nous examinerons au cours de ce travail, l'importance des légumineuses dans l'alimentation au Sénégal.

Place et formes d'utilisation des légumineuses dans l'alimentation

a) Place des légumineuses dans la politique agricole

Plusieurs types et variétés de légumineuses sont connues et cultivées depuis très longtemps au Sénégal (tableau I).

Si le niébé (*vigna unguiculata*) est la légumineuse la plus répandue dans le pays, on trouve également le pois bambara ou vouandzou, le soja (*glycine max*) et l'arachide (*arachis hypogaea*).

Le niébé est cultivé dans la plupart des régions, mais surtout dans le nord et le centre du bassin arachidier. L'arachide de bouche est cultivée dans le bassin arachidier et les régions de Casamance (sud) et du Sénégal-oriental, alors que le soja, culture relativement récente, se développe dans la région de Casamance où la pluviométrie est relativement plus abondante.

Le niveau de la production des dernières années et les perspectives inscrites dans le septième plan de développement économique et social indiquent

l'importance que la nouvelle politique agricole du gouvernement accorde aux légumineuses, particulièrement le niébé.

Tableau I
Production de légumineuses (en tonnes)

	1982/1983	1983/1984	1984/1985	1985/1986 (Estim.)	1988/1989 (Prév.)
Arachide de bouche	18 296	20 675	13 185	—	—
Niébé	13 235	9 000	15 803	20 000	40 000
Soja	200	—	600	1 200	19 200

Tableau II
Composition chimique (9/100 g d'aliment)

	Cendres	Protéines	Lipides	Glucides
Arachide	2,57	25.6	49.9	18
Niébé	3,01	23.3	1.24	62.6
Soja	3,98	38.0	17.7	33.5

b) Formes d'utilisation dans l'alimentation

Les légumineuses entrent dans la composition de plusieurs plats traditionnels. Le niébé, légumineuse protéagineuse la plus répandue, est généralement utilisé comme légume pour enrichir la valeur nutritive des plats à base de céréales. Le niébé dans ces cas est utilisé soit sous forme de graines sèches ou fraîches, entières non dépouillées soit sous forme de gousses à l'état immature.

L'utilisation du niébé comme denrée de base existe bien que moins répandue. Il sert alors à la préparation de beignets cuits à l'huile («akaras»). Une forme d'utilisation peu répandue que l'on rencontre dans les grandes zones productrices de niébé, est le «Ndambe» (terme wolof) qui est une recette à base de niébé en association avec du manioc et de la viande ou du poisson sec.

Le niébé remplace de plus en plus les haricots d'importation dans des plats tels que le ragoût. Certaines populations rurales préparent aussi du

couscous à partir d'une farine composée céréale-niébé dans des proportions variables.

Il convient de noter qu'avant l'incorporation du niébé dans la préparation, les graines sont trempées pendant plusieurs heures ou bouillies au préalable et égouttées. Cette technique traditionnelle, réduit le temps de cuisson, et tend à éliminer les facteurs anti-nutritionnels contenus dans les graines.

Qualité nutritionnelle et travaux réalisés

En raison de leur richesse en protéines et de la présence de la plupart des acides aminés nécessaires à l'alimentation (à l'exception des acides aminés soufrés) tableau II, les légumineuses présentent un grand intérêt d'un point de vue nutritionnel (Siegel et al 1978). Elles sont ainsi étudiées à l'Institut de technologie alimentaire au Sénégal.

A. Le soja

— *Expérimentations*

Expérimentation de concentrés de protéines de soja dans l'alimentation des enfants de 3 mois à 3 ans. (Vidal et al, 1986): Les concentrés de protéines ont permis de constater l'effet positif dans le traitement d'enfants atteints de dénutrition et de sensibiliser les populations rurales et suburbaines à l'utilisation du soja dans leur alimentation. Un premier échantillon composé d'enfants de 11 à 36 mois, issus de familles à faibles revenus souffrant de kwashiorkor et de marasme a été suivi dans un hôpital de Dakar. Les enfants recevaient une ration alimentaire quotidienne dont le principal élément était une bouillie préparée à partir d'une farine composée de 70 % de mil et 30 % de concentrés de protéines de soja ainsi que du lait demi-écrémé. Au bout de 10 jours, les œdèmes ont disparu chez 97 % des enfants.

La seconde expérimentation en milieu rural a concerné des enfants et des personnes adultes et avait pour objectif de prouver l'efficacité des protéines de soja dans le traitement de la malnutrition d'une part et de tester d'autre part l'acceptabilité de ce produit par les adultes. Le gain pondéral moyen par jour constaté chez les «enfants-échantillons» a été supérieur à celui des «enfants-témoins». Les populations adultes parmi lesquelles certaines ont préféré les plats traditionnels auxquels les protéines de soja ont été incorporées, ont souhaité que la culture de cette légumineuse soit développée dans leur contrée.

Encouragé par les résultats obtenus, l'ITA a mis au point des recettes qui ont été testées par le laboratoire d'analyses sensorielles et des jurys en dehors de l'Institut. Ces recettes consignées dans des fiches se sont avérées conformes aux habitudes alimentaires aussi bien en milieu rural qu'en milieu urbain.

— Panification

Les effets positifs de l'incorporation de farine de soja dans la composition du pain de type français ont été confirmés et mis en évidence en ce qui concerne les qualités rhéologiques de la pâte et de l'aspect du produit final. Il convient cependant, de signaler que l'incorporation de farine de soja permet également l'enrichissement protéique du pain.

Pour que le pain conserve son goût et son aspect, un taux d'incorporation de 10 % de farine de soja par rapport à la farine de blé est recommandé.

B. Le niébé

Les travaux les plus importants et les plus significatifs ont été consacrés à la détermination des qualités nutritionnelles par une étude approfondie de la composition de la farine : richesse en protéines et en acides aminés essentiels tels que lysine et tryptophane, activité lipoxygénasique supérieure à celle du germe de blé et de celle de bien d'autres légumineuses (Ndoye 1981).

Zones de culture

Arachide de bouche: Bassin arachidier Casamance – Sénégal oriental

Niébé: Nord et centre du bassin arachidier

Soja: Casamance (sud)

Formes d'utilisation

		Arachide	Niébé	Soja
← Actuelles →	Panification française	—	+	+
	Pâtisserie européenne	+	—	—
	Pâtisserie locale	+	+	—
	Légume	+	+	+
	Denrée de base	—	+	—
	Sauces	+	+	—
	Farines composées	+	+	+
← Perspectives →	Panification	—	+	+
	Farines composées	+	+	+
	Pâtisserie	+	+	—
	Biscuiterie sèche	+	+	+

Ces deux conclusions intéressantes, nous ont conduits à entamer des travaux sur les possibilités d'utilisation de la farine de niébé en panification française au même titre que le soja dans le sens indiqué plus haut.

C. Perspectives

Dans ce domaine, notre institut s'oriente dans le sens d'apporter l'appui nécessaire à la recherche agronomique quant au choix des variétés à sélectionner sur la base des caractères organoleptiques, de la valeur nutritive et des aptitudes technologiques.

Un projet financé par la FAO et qui vient de démarrer, nous permettra certainement d'aboutir à la mise au point de biscuits enrichis de farines de légumineuses et industrialisables.

C'est dans le même cadre que nous envisageons l'étude et la fabrication d'aliments de sevrage et d'aliments énergétiques en collaboration et avec l'appui de l'université.

La recherche de solutions technologiques aux problèmes que posent la présence de facteurs antinutritionnels (antotrypsiques) dans les légumineuses en général et aux phénomènes d'intolérance digestive et de flatulence qui sont des aspects limitants est inscrite en permanence dans nos programmes.

Bibliographie

- NDOYE S. Ababacar (1981): Composition de la farine de niébé (*vigna unguiculata*) isolement de la lipoxygénase. Mémoire DEA, Université de Paris VII — ENSIA, 21 p.
- SIEGEL A. & FORUCETTE B (1978): Transformation et utilisation des légumineuses alimentaires, application particulière aux pays en développement. CRDI, 68 p.
- VIDAL Claudine, GBAYA Marième et BADIANE Adama (1986): Bilan de l'expérimentation des protéines de soja dans la conduite de l'alimentation des enfants de 3 mois à 3 ans — B. 5694 ITA-DAKAR 24 p.

Rapport de synthèse

par P. M. L. Onyembe et J. C. Dillon

Après avoir revu les données de consommation des légumineuses, en particulier de l'arachide, du niébé, des haricots et du pois vouandzou et de leur mode de consommation dans différents pays dont le Niger, le Sénégal, le Congo, le Zaïre, la République centrafricaine et le Rwanda, les nutritionnistes ont insisté sur le rôle capital joué par les légumineuses dans l'équilibre nutritionnel des populations.

Ce sont des sources de protéines végétales, ainsi que de certaines vitamines et minéraux, tout à fait complémentaires de par leur composition d'acides aminés, des régimes à base de céréales de la zone soudano-sahélienne. Elles constituent également un complément protéique extrêmement utile dans les zones où manioc et tubercules forment la base de l'alimentation.

1^{re} recommandation

- intensifier la production de ces légumineuses en particulier du niébé de façon à accroître sa consommation;
- poursuivre les études sur les plantes sous-utilisées en Afrique telles que le *sphenostylus stenocarpa* et le *psophocarpus scandens*.

Le jeune enfant a des besoins importants en acides aminés essentiels que le lait maternel ne suffit plus à couvrir à partir du 4^e-6^e mois. La composition en acides aminés des légumineuses est bien adaptée aux besoins de l'enfant à cet âge.

2^e recommandation

La lutte contre la malnutrition infantile repose sur une meilleure utilisation des légumineuses chez le jeune enfant. Il est recommandé :

- d'intensifier l'éducation nutritionnelle auprès des mères afin de vaincre leur réticence vis-à-vis des légumineuses :
- de développer des recherches sur les farines de sevrage pré-préparées stables, acceptables au goût et peu coûteuses.

Les facteurs antinutritionnels tels que glycosides cyanogénétiques, alcaloïdes, saponines ont été éliminés de la plupart des plantes cultivées. Toutefois, l'existence d'inhibiteurs d'enzymes protéolytiques et de lectines, heureusement thermolabiles, impose une cuisson adéquate avant toute consommation.

Les accidents de latyrisme faisant suite à l'ingestion de la *latyrus sativus* sont graves quoique exceptionnels.

3^e recommandation

Ces accidents justifient la poursuite de recherches sur les mécanismes de leur toxicité.

Il paraît illusoire d'espérer obtenir par sélection génétique une amélioration de la teneur en acides aminés soufrés des légumineuses, à la différence de ce qui a pu être obtenu pour l'enrichissement en lysine des céréales.

4^e recommandation

L'effort des sélectionneurs devrait se porter sur l'amélioration de certaines qualités des graines jusqu'ici négligées telles que la texture et la dureté de façon à réduire le temps de cuisson et à améliorer la palatabilité.

5^e recommandation

Compte tenu de la valeur nutritive des feuilles et des jeunes pousses de légumineuses; un effort doit être entrepris pour en mieux connaître la composition et surtout à encourager leur consommation.

En vue d'augmenter la consommation des diverses légumineuses, il apparaît nécessaire de mieux connaître les freins socio-économiques qui en limitent l'emploi.

6^e recommandation

Intensifier les enquêtes de consommation alimentaire dans les différents pays afin de mieux connaître les quantités réellement consommées, d'apprécier les besoins nutritionnels de la population et d'avoir une meilleure connaissance des habitudes et des interdits alimentaires.

Il est clair enfin que le prix de ces denrées est le facteur déterminant de leur emploi dans l'alimentation.

7^e recommandation

Procéder à des études économiques sur les mécanismes de fixation des prix ainsi que sur les circuits de commercialisation en milieu urbain.

THÈME 3

**Les ravageurs
des légumineuses alimentaires**

Les micro-organismes pathogènes du niébé *vigna unguiculata* au Niger

par T. Adam et C. Oum
Université de Niamey (Niger)

Introduction

Au Niger, le niébé (*vigna unguiculata*) joue un rôle très important pour l'alimentation humaine et du bétail. C'est la 3^e culture vivrière et la première légumineuse alimentaire du pays. En tant que légumineuse alimentaire, le niébé constitue une source de protéines appréciable pour ses consommateurs. Par ailleurs, il pourrait apporter une amélioration de la fertilité des sols par la fixation d'azote par ses nodosités.

Le niébé est particulièrement attaqué tant par les insectes que par les micro-organismes. Il n'existe pas, actuellement, d'inventaire complet de ces ennemis au Niger. Le présent travail, entrepris en 1984, vise cet objectif. Nous résumons, dans ce qui suit, nos premiers résultats.

D'après nos observations de ces dernières années, nous pouvons proposer la subdivision suivante:

I. Maladies majeures

1.1. La pourriture cendrée («Ashy Stem blight») dûe au ou «Charcoal rot»

Macrophomina phaseolina

Les symptômes diffèrent selon le stade phénologique: fonte de semis sur les plantules et pourriture cendrée sur les plantes sénescents. Des microscélérotés, dans ce dernier cas, tapissent les tiges et les gousses. La mortalité est importante: jusqu'à 100 % dans certaines régions du pays et une baisse considérable des rendements.

1.2. Les viroses

Elles provoquent des dégâts considérables tels que ceux observés en 1984 dans le Département de Maradi. On rencontre fréquemment les faciès de la «Mosaïque jaune», de la «Mosaïque dorée» et de la «Mosaïque transmise par les Aphides» (SINGH et ALLEN, 1979).

1.3 Le flétrissement bactérien

Cette maladie est dûe au *xanthomonas vignicola* et est caractérisée par des nécroses foliaires ocre.

Les rendements sont fortement affectés. On observe aussi des chancres sur les tiges. Cette maladie est notamment rencontrée dans les départements de Niamey et de Maradi.

1.4. Les fontes de semis

De nombreux agents pathogènes sont associés à cette maladie, notamment les *pythium spp* et le *m. phaseolina*. Les symptômes se manifestent sur l'hypocotyle qui s'affaisse. Cette anomalie, entre autres, oblige les agriculteurs à semer de nombreuses graines par poquet.

II. Maladies à importance occasionnelle

2.1. La pourriture des gousses

Elle est très importante lorsque l'émission des premières gousses coïncide avec une forte humidité relative. Les gousses atteintes sont couvertes d'un feutrage mycélien porteur de conidies caractéristiques en boules. Nous l'avons rencontrée à Niamey et dans le sud de Dosso.

2.2. L'anthraxose des tiges

Le champignon responsable est le *colletotrichum lindemuthianum*. Les lésions qui apparaissent sur les tiges sont brunes et de forme lenticulaire. Elles peuvent ceinturer totalement les tiges, les branches et même les pétioles et les pédoncules.

III. Les maladies mineures

Elles sont très nombreuses, essentiellement foliaires, sans réel dommage. d'après nos constatations, sur les rendements. Il s'agit :

- du *cercospora canescens*, qui provoque des taches foliaires circulaires, rouge foncé, évoluant en nécroses brunes.
- du *rhizoctonia solani*, dont les petites taches circulaires sont entourées d'une zone détrempée. Tout le limbe peut être détruit par la suite.
- du *septoria vignae* qui se distingue du *cercospora* par ses taches plus denses et plus petites.
- de la rouille, dûe au *phakpsora pachyrhizi*, caractérisée par de nombreuses pustules saillantes à la face inférieure des feuilles.
- du *xanthomonas sp.* : Cette bactérie est rencontrée uniquement dans la région de Gaya, la plus arrosée du pays. Elle provoque de petites taches foliaires circulaires sur les 2 faces des feuilles.

Conclusion

Cet inventaire, pour être complet, devrait s'étaler sur plusieurs campagnes et couvrir toutes les zones de production du niébé. Nous essayerons, prochainement, d'estimer l'incidence de ces maladies.

Bibliographie

- ADAM, T. — (1985) — Le macrophomina phaseolina. parasite du niébé (*vigna unguiculata*) au Niger. Colloque international sur les légumineuses alimentaires en Afrique — AUPELF / Université de Niamey — Niamey 19 — 22 novembre 1985
- BARNETT, H. L. — (1960) — Illustrated general of imperfect fungi Burgess Publishing Company. 225 p.
- SINGH, S. R. et ALLEN, D. J. (1979) — Les insectes nuisibles et les maladies du niébé IITA. manuel n° 2. 113 p.

Remerciements

Les auteurs remercient le Fonds d'aide et de coopération français (FAC) et la Fondation internationale pour la science (FIS) pour leur appui financier à ce travail.

Quelques aspects de la biologie du *macrophomina phaseolina*, parasite du niébé (*vigna unguiculata*) au Niger

par T. Adam

Introduction

Le niébé (*v. unguiculata*) est la première légumineuse alimentaire et la 3^e culture vivrière au Niger. Il intervient pour une part importante dans l'alimentation des hommes et du bétail. La plante est par ailleurs utile pour la fertilisation des sols grâce à la fixation symbiotique de l'azote atmosphérique et pour la lutte contre l'érosion éolienne et hydrique par son couvert végétal.

Le niébé est particulièrement attaqué, tant par les insectes que par les micro-organismes (ADAM et OUM, 1985; SINGH et ALLEN, 1979). Parmi ces ravageurs, quelques-uns sont peu ou pas étudiés, du moins au Niger. C'est le cas du *macrophomina phaseolina*, jamais signalé au Niger sur le niébé au démarrage de nos travaux et qui, entre 1981 et 1985, provoque des dégâts considérables (P. RECKHAUS, comm. pers., 1982).

Le *m. phaseolina* (TASSI) GOÏD est un champignon imparfait (*sphaeropsidales*, *sphaeropsidaceae*) qui forme sur son hôte des microsclérotés et des pycnides. Sur milieu de culture défini, ces pycnides ne sont pas produites, mais seulement des sclérotés. Pour cette raison, beaucoup d'auteurs le décrivent encore sous les noms de *rhizoctonia bataticola* (TAUB.) BUTLER et de *sclerotium bataticolum* TAUB.

Nous exposons dans ce qui suit les résultats de nos prospections sur le terrain ainsi que quelques aspects de la biologie de ce parasite.

I. Matériel et méthodes

1. Importance de la maladie

L'ampleur de la maladie au Niger a été appréciée au champ entre 1981 et 1985 par des prospections dans toutes les zones de production du niébé. Les dégâts sont estimés d'après la mortalité des plantes, les symptômes ou l'incidence sur les rendements.

Les principaux symptômes sont également recensés au champ, à l'occasion de nos prospections, tant sur les plantules que sur les plantes âgées.

2. Étude des isolats

Des isolats de tous les hôtes sont étudiés *in vitro* sur milieu de culture dit «Potato Dextrose Agar» (PDA) pour une caractérisation morphologique. Leur pouvoir pathogène sur niébé est vérifié en serre par l'inoculation du sol ou l'infestation des semences par une suspension de sclérotés de 5 jours. Les symptômes sont notés après 1 à 2 mois de culture en pots.

3. Épidémiologie

- Le champignon est mis à incuber sur P.D.A. aux températures de 10, 15, 25, 30, 35 et 40°C, pendant 48 h. On mesure ensuite les diamètres des colonies.

- L'incidence de l'humidité du sol est appréciée en plein champ par les fréquences d'arrosage suivantes: T1 pour la parcelle arrosée tous les 3 jours; T2 pour celle qui est arrosée comme T1 jusqu'à la floraison avant de subir un stress hydrique; T3 est la parcelle qui n'est arrosée, durant tout le cycle, que si un flétrissement est visible. Chaque arrosage est fait par aspersion avec 20 mm d'eau.

- L'analyse sanitaire des semences a porté sur environ 50 lots de semences fournies par l'Institut international d'agriculture tropicale (IITA) et l'Institut nationale de recherche agronomique du Niger (INRAN). Les semences sont incubées sur P.D.A.; le champignon est reconnaissable au bout de 48 à 72 h à 30°C. L'analyse est complétée par la détermination du site de localisation de l'inoculum sur la graine: les téguments, les cotylédons et les embryons sont séparés et incubés sur P.D.A.

- L'extraction de l'inoculum du sol est faite au laboratoire sur milieu sélectif selon la méthode suivante, utilisée par Dhingra et Sinclair (1978):

- 5 g de sol sec, tamisé, sont mis en suspension dans 250 ml d'une solution hypochlorite de sodium (NaOCl) à 0,525 p. 100. Ce traitement dure environ 10 min.

- Le NaOCl est alors éliminé, pendant qu'on récupère le sol à travers 2 tamis superposés, l'un de 43 μ (celui du dessous) et l'autre de 100 μ , par

l'eau du robinet. Le tamis de 43 μ retient la fraction de sol qui contient d'éventuels sclérotés dont la taille varie de 45 à 100 μ .

• Le sol récupéré est incorporé à 100 ml de P.D.A. maintenus en surfusion à 37-40°C. On y ajoute, très rapidement, 1,50 ml de NaOC1 à 5.25 p. 100; 0,50 ml de solution de streptomycine à 5 p. 100; et 10 ml de solution de quintozone à 2,5 g/l.

• Ce mélange est réparti dans environ 6 boîtes de pétri. L'incubation dure 1 semaine à 30°C. La notation consiste à dénombrer les colonies de *m. phaseolina* qui sont facilement reconnaissables.

II. Résultats

1. Importance de la maladie

Le *m. phaseolina* est rencontré sur le niébé dans toutes les zones de production du pays. Des dégâts particulièrement importants (jusqu'à 100 p. 100 de mortalité et de pertes de rendements) sont notés à Dosso (1981) et tous les ans depuis 1981 dans les départements de Niamey, Maradi et Zinder (fig. 1). En plus du niébé, le *m. phaseolina* attaque sévèrement le sorgho dans l'Ouest du département de Niamey; le dolique (*dolichos lablab*) à tabalak (TAHOUA); le gombo (*abelmoschus esculentus*), le sésame, la courge, l'arachide, l'oseille (*hibiscus sabdarifa*) et quelques adventices comme la grotalaire.

2. Description des symptômes sur niébé

Le *m. phaseolina* attaque le niébé à tous les stades végétatifs. Il détermine 2 faciès maladiés principaux :

— sur plantules, il provoque la fonte de semis: une pourriture «charbonneuse» («charcoal rot») qui commence généralement sur les cotylédons avant d'envahir l'hypocotyle qui s'affaisse. La plantule disparaît peu après.

— sur plantes âgées, surtout après floraison, les tiges sont tapissées de ponctuations microscopiques noires constituées par les microsclérotés et les pycnides. Il s'ensuit un dessèchement des branches qui prennent un aspect gris cendré («Ashy grey blight») caractéristique. Les gousses et les graines peuvent être affectées et montrer les mêmes ponctuations, ou elles sont transformées en flocons myceliens gris ou noirs.

3. Caractérisation des isolats

Des isolats de tous ces hôtes ont été observés sur milieu de culture P.D.A. Ils ne présentent pas de caractères distinctifs liés à l'hôte. L'aspect en culture est essentiellement le même: un mycélium d'abord hyalin puis très noir, avec des microsclérotés visibles au 2^e jour et de diamètre compris entre

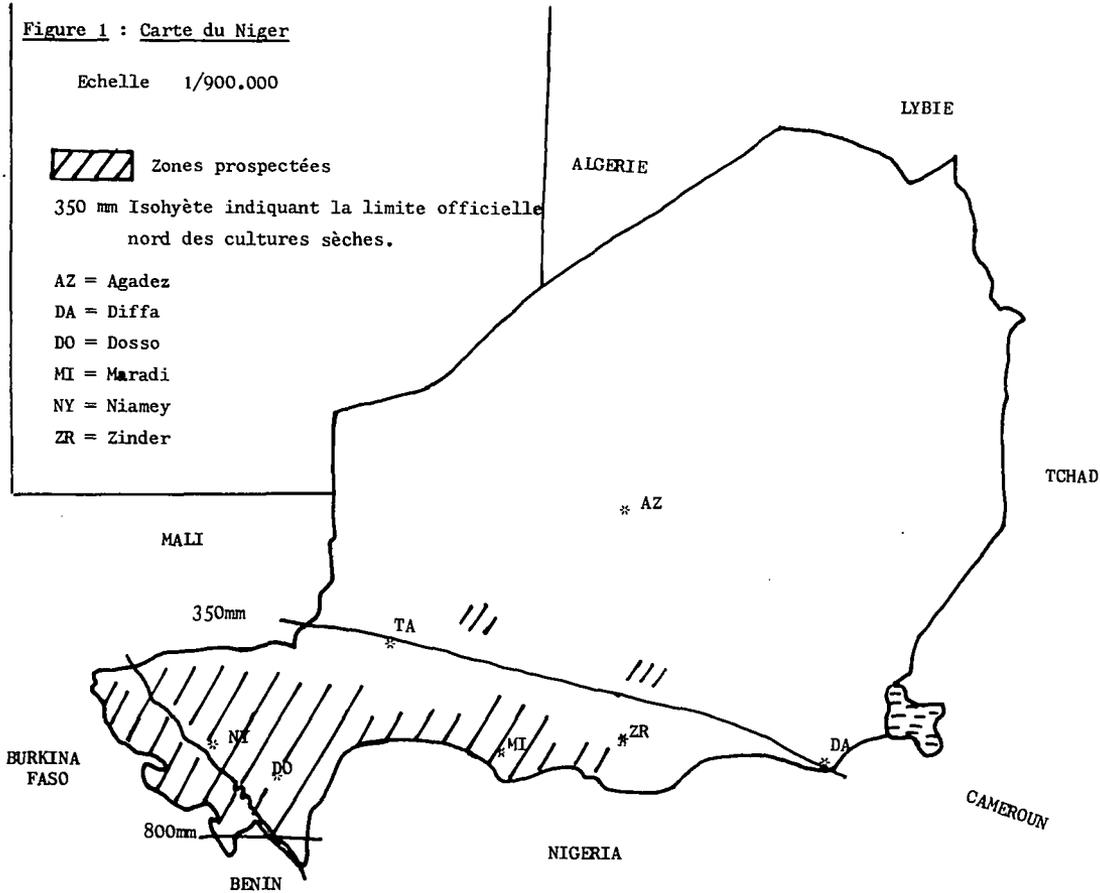


Figure 1: Carte du Niger

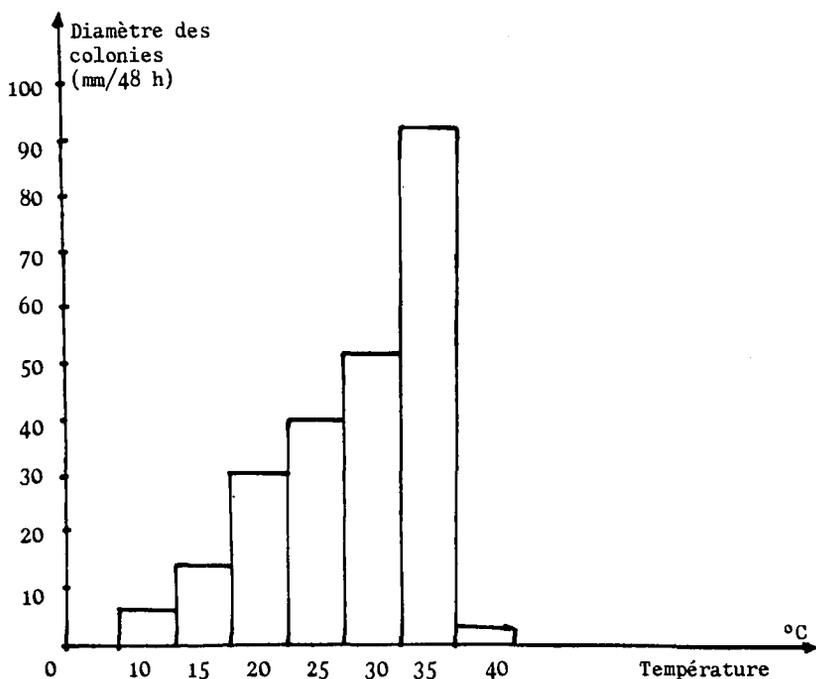
54 et 98 μ . Les pycnides ne sont pas produites. La vitesse de croissance est variable mais toujours optimale à 35°C. Tous les isolats sont pathogènes sur le niébé.

4. Épidémiologie

- *Température* (fig. 2). La croissance du parasite est optimale à 35°C. Elle est rapide entre 25 et 35°C. Elle est nulle ou négligeable aux températures inférieures à 10°C ou à partir de 40°C. La baisse est exceptionnelle entre 35 et 40°C.
- *Humidité du sol* (tableau 1). L'humidité constante du sol réduit l'incidence de la maladie tant sur la mortalité que sur les rendements. Les résultats sont cependant biaisés par l'action physiologique propre au stress hydrique, notamment les rendements de T₂.
- *État sanitaire des semences*: Cinquante lots de semences sont analysés. Plus de 30 sont infestés de 2 à 68 p. 100, aussi bien celles de l'INRAN que celles de l'IITA. Cet inoculum est localisé essentiellement sur les enveloppes (65 p. 100) mais aussi sur les réserves (33 p. 100) et l'embryon (23 p. 100).

Figure 2

Influence de la température sur la croissance du *m. phaseolina*



- *Potentiel d'inoculum des sols*: Tous les échantillons de sols nigériens analysés sont infestés. Ils renferment de 3 à 140 sclérotés par g de sol sec. Le témoin de Rennes est indemne de *m. phaseolina*. Les 3 témoins du Niger (sols non cultivés de niébé) sont les moins envahis.

Tableau 1
Influence de l'humidité du sol (essai arrosage)

	Pieds Levés	Survi- vants	% morta- lité	Rendements en graines g/pied et (p. 100)	Poids 1.000 gr	% colonisation des plantes par <i>m. phaseolina</i>
T1	175	149	15	13,1 (100 %)	157	100
T2	175	137	22	4,0 (30 %)	154	100
T3	140	31	35	11,7 (81 %)	154	100

T1: Parcelle arrosée tous les 3 jours jusqu'en fin de cycle

T2: Parcelle arrosée tous les 3 jours jusqu'à la floraison puis réduction à la demande (stress hydrique)

T3: Parcelle arrosée à la demande jusqu'en fin de cycle

III. Discussions et conclusion

De par sa dispersion géographique et l'ampleur des dégâts qu'il provoque, le *m. phaseolina* est aujourd'hui le parasite le plus important du niébé en végétation au Niger. Parkinson *et al* (1984) en sont arrivés à la même conclusion après une visite dans notre pays. La polyphagie du parasite (Dhingra et Sinclair 1977 et 1978; Alabouvette et Bremeersch, 1975....) est vérifiée. Le Niger offre, surtout depuis ces dernières années, des conditions écologiques reconnues favorables à ce parasite: les températures élevées, la sécheresse (Messiaen et Beyries, 1981). En outre, les semences, important moyen de conservation, sont très infestées et circulent librement sans aucun contrôle phytosanitaire. À tous ces facteurs favorables, il faut ajouter l'existence de plusieurs hôtes sensibles, sans apparente spécificité parasitaire. Il est donc à craindre que ce parasite ne devienne bientôt endémique dans notre pays.

La culture associée préconisée par Roger (1953) ne semble plus satisfaisante face à cette polyphagie. Une des solutions réalisables serait la maîtrise de l'inoculum de semences, d'abord par des contrôles phytosanitaires, ensuite par leurs traitements fongicides. Adam (1985) a étudié l'effet du Peltar sur cet inoculum et obtenu des résultats satisfaisants sur la germination et la

mortalité des plantes. Cet aspect sera ultérieurement approfondi, de même que la biologie du champignon dans le sol.

Bibliographie

- ADAM, T. et OUM C. (1985) — Les principales maladies de niébé rencontrées au Niger. Colloque de l'AUPELF *op. cit.*
- ALABOUVETTE, C. et BREMERCH, P. (1975). Les dégâts provoqués par le *macrophomina phaseolina* dans les cultures de Tournesol. *La défense des végétaux*: 173, 125-131.
- DHINGRA, O. D. and SINCLAIR, J. B. — (1977). An Annotated bibliography of *macrophomina phaseolina*: 1905-1975. Universidad Federal de Vicosa, Brasil. — 277 p.
- DHINGRA, O.D. and SINCLAIR, J.B. (1978) — Biology and pathology of *macrophomina phaseolona*. Universidad Federal de Viçosa, Brasil.
- MESSIAEN, C. M. et BEYRIES A. (1981) — Étude des facteurs favorisant la pourriture des tiges chez le maïs en conditions chaudes et sèches. *Agronomie*: 1(5), 409-4-11.
- PARKINSON, V., THOTTAPILLY, G. and LENT, J. W. M. VAN — (1984) Cowpeas: Pathology. *Virology IITA annual Report*. 82-83.
- ROGER, L. (1952). *Phytopathologie des pays chauds*. Paul Lechevalter. Tome II.

Remerciements

Ce travail a été réalisé en partie au laboratoire de botanique et pathologie végétale de l'École nationale supérieure agronomique de Rennes (FRANCE) et à la Faculté d'agronomie de l'Université de Niamey sous la direction de Monsieur M. Lenormand, maître de conférences, chef du laboratoire. Je le remercie très vivement pour son accueil et pour avoir bien voulu juger les résultats et leur discussion.

Je remercie également M. Batcho, maître de conférences à la Faculté des sciences de l'Université de Niamey pour son importante contribution pour l'étude de la physiologie des isolats.

Ce travail a aussi bénéficié de l'appui financier:

- de la Fondation internationale pour la science (F.I.S.)
- du Fonds d'aide et de coopération français (F.A.C.)
- du Fonds européen de développement (F.E.D.)

L'auteur exprime toute sa gratitude à ces sources de financement.

Il est reconnaissant aussi aux nombreuses personnalités scientifiques du Niger, du Nigeria et de France qui l'ont aidé.

Échanges de populations de ravageurs entre végétation naturelle et légumineuses alimentaires en Afrique

par Y. Gillon et G. Germani
ORSTOM (France)

1. Distribution des peuplements de légumineuses

Les écosystèmes dans lesquels se développent les cultures de légumineuses alimentaires sont caractérisés, en zone intertropicale, par l'abondance et la richesse spécifique des populations sauvages appartenant à cette famille. Les limites de leur développement sont imposées d'une part par la sécheresse des hautes pressions subtropicales et d'autre part par l'obscurité du sous bois des forêts équatoriales que les légumineuses n'ont pas réussi à coloniser si ce n'est par les «formes d'attente» des grands arbres.

En zone forestière sempervirente, les légumineuses constituent l'une des familles dominantes par le nombre des individus, dans les peuplements arborés.

En savane, les plantes herbacées les plus diversifiées sont des légumineuses (papilionacées), alors que les graminées dominent largement par leur biomasse. Nombre d'arbres et arbustes de savane ou de forêt caducifoliée relèvent aussi des légumineuses (caesalpiniaaceae et mimosaceae).

Enfin, en plus de plantes cultivées alimentaires, on trouve en Afrique, parmi les espèces végétales un riche cortège de légumineuses introduites: ornementales lianescentes (*clitoria ternatea*), arbustives (*bauhinia* spp., *caliandra bijuga*), arborées (*delonix regia*) et des herbacées fourragères pouvant aussi servir de plantes de couverture (*calopogonium mucunoides* ou *centrosema pubescens*).

À la richesse en espèces des légumineuses non alimentaires et à l'abondance des populations de beaucoup d'entre elles, correspondent une grande diversité des peuplements de consommateurs phytophages capables de s'en nourrir: ceux-ci sont d'autant plus abondants que les zones non cultivées sont étendues.

2. Effet des contraintes climatiques

Chez les insectes ailés, on doit distinguer dans les processus d'invasion à partir de foyers naturels, deux modes de fonctionnement, qui correspondent aux deux grands types de formations végétales: savane et forêt. Ces formes d'invasion et ces végétations étant liées les unes et les autres aux dynamiques climatiques.

Dans un cas, en zone forestière, sous l'influence de l'air humide de la convergence intertropicale, des cultures peuvent se succéder toute l'année et les populations d'insectes se développer sans discontinuité. Il y a donc, en zone forestière, une grande probabilité de présence continue de consommateurs de légumineuses, dont les potentialités d'envahissement sont limitées dans l'espace par leur sédentarité et dans le temps par la phénologie marquée de leur cycle biologique.

Dans le second cas l'alternance saisonnière des conditions sèches et humides impose un rythme de vie aux populations animales, directement par les contraintes abiotiques et indirectement par l'intermédiaire des plantes nourricières. Les possibilités de développement de chaque espèce animale sont ainsi liées à la phénologie des espèces consommables. Ainsi les espèces phyllophages se développent en saison des pluies et les espèces clétophages pendant la saison sèche. Pendant cette saison sèche, les espèces phytophages disparaissent soit en migrant, le plus souvent à l'état imaginal, soit en entrant en quiescence à différents stades de développement. Inversement, c'est pendant la saison des pluies, que les imagos des insectes clétophages ne trouvent plus de substrat alimentaire pour leurs larves. On ignore à peu près tout de ce qu'ils deviennent alors.

Lorsque les ailés désertent le milieu au moment où il s'assèche, ils sont emportés par les masses d'air de la convergence intertropicale et refluent vers les basses latitudes. Les mieux adaptés à ces conditions arrivent ainsi à continuer de se reproduire et bénéficient des potentialités du polyvoltinisme. C'est le cas des *locusta migratoria migratorioides* dans le delta intérieur du Niger, des *dysdercus*, parasites des Malvacées et de plusieurs Noctuelles.

Au retour de la saison des pluies, moment où sont mises en culture les légumineuses alimentaires annuelles, les insectes ailés des générations suivantes regagnent ces hautes latitudes.

Lorsque les consommateurs phytophages ne migrent pas, ils entrent en quiescence ou en diapause reproductive et, souvent, alimentaire. C'est à peu près obligatoirement le cas des ravageurs inaptes au vol et, a fortiori, des

organismes endogés, qu'ils aient plusieurs générations par an, comme les nématodes, ou une génération étalée sur plusieurs années comme les myriapodes.

Chez l'espèce de nématode *scutellonema cavenessi*, parasite de l'arachide, du soja et du niébé; larves et adultes sont capables de survivre en anhydrobiose pendant plus de 8 mois (Germani 1981).

Les diplopodes africains (odontopygidae) associés à l'arachide ont la capacité de se maintenir en quiescence à tous les stades de développement, mais ils ne survivent pas à la saison des pluies après s'être reproduits (Gillon et Gillon 1979a, 1982).

Entre ces deux stratégies de survie alternatives extrêmes existent tous les comportements intermédiaires. Certains acridiens, comme les *anacridium* ou les *ornithacris*, migrent sans pour autant se reproduire, tandis que des espèces sédentaires occupent, suivant les saisons, différents biotopes d'un écosystème. Ainsi, des pentatomides de milieux ouverts gagnent les lisières forestières au moment de la saison sèche (Pollet 1974).

3. Éventail trophique des ravageurs

Il existe deux types de spécialisation chez les consommateurs phytophages: une spécialisation par organes ou par tissus, inconnue des consommateurs secondaires non parasites, et une spécialisation taxonomique. En dehors des grands mammifères, pratiquement tous les consommateurs de plantes présentent une spécialisation du premier type (tissulaire). Les petits vertébrés, les oiseaux granivores ou les gerbillides qui sont aussi spécialisés sur les graines que certaines fourmis moissonneuses (Gillon D. et al. 1983) ne font pas exception à cette règle. Cette spécialisation tissulaire impose une coïncidence avec la phénologie des plantes.

3.1. Ravageurs généralistes

3.1.1. Spécialisation relative sur légumineuses

La polyphagie est généralement couplée à une grande mobilité. Ces deux caractéristiques mettent les consommateurs à l'abri de toute restriction alimentaire. La mobilité est, elle-même, associée à l'occupation individuelle d'un large domaine, ce qui permet à l'espèce de couvrir une vaste surface, avec toutes les hétérogénéités de conditions mésologiques que cette étendue suppose. Ces polyphages mobiles seront donc aussi des généralistes du point de vue de l'adaptabilité microclimatique. Ces caractéristiques se traduisent par une occupation maximale de l'espace par les espèces ubiquistes et pan-tropicales, et une occupation maximale du temps. À savoir: la présence de formes actives en conditions climatiques variées, éventuellement en toute saison, permettant la séquence de plusieurs générations annuelles.

Si une vaste distribution signifie obligatoirement une grande adaptabilité, qui peut se traduire par une adaptation des populations locales aux conditions de milieu particulières, elle n'implique pas une eurytopie individuelle. On trouve ainsi de notables variations spatiales dans les préférences mésologiques des populations locales. Ces variations peuvent même concerner les préférences trophiques. Ainsi chez la punaise cosmopolite *nezara viridula*, on trouve une préférence pour les légumineuses, et particulièrement pour le soja, plus marquée en Inde qu'en Amérique (De Witt & Armbrust 1978).

Les ravageurs polyphages s'attaquant aux légumineuses alimentaires utilisent souvent d'autres plantes, cultivées ou non: leur polyphagie dépassant grandement le cadre taxonomique des légumineuses. Cependant, ces mêmes généralistes ne s'attaquent généralement pas à toutes les légumineuses: l'«instinct botanique» des consommateurs (Pesson 1980) n'étant pas rigoureux.

Lorsque la polyphagie est très large, il devient difficile de savoir dans quelle mesure les légumineuses sont particulièrement attractives et si les populations d'insectes trouvées sur chaque espèce de plante sont équivalentes. Cette difficulté se rencontre par exemple pour les populations de certains thrips africains (Ingram 1969). De même, en Afrique du nord, les légumineuses font partie du spectre trophique de prédilection (*dociostaurus macroccanus*), du criquet marocain de fortes différences individuelles (Ben Halima et al. 1984, 1985).

Parmi les polyphages phyllophages on rencontre en Afrique des noctuelles comme *spodoptera exigua* et *heliolithis armigera* au spectre trophique particulièrement large, comportant aussi bien des légumineuses que des graminées.

Une seconde catégorie importante de consommateurs polyphages s'attaquant aux légumineuses est celle des hémiptères piqueurs-suceurs qui fournissent l'exemple de flux migratoires entre cultures de légumineuses différentes (Poston et Pedigo 1975).

Le groupe des hétéroptères polyphages apte à utiliser les légumineuses cultivées renferme plusieurs pentatomides, dont des *acrosternum*, *agonoscelis*, *aspavia*, *bagrada* ou *piezodorus* et surtout *nezara viridula*, qui peut provoquer d'importants dégâts (Singh 1973).

De même, parmi les homoptères des légumineuses cultivées se rencontrent des pucerons polyphages, comme *aphis craccivora*, vecteur du virus de la rosette de l'arachide (Patel & Patel 1972), ou *aphis fabae*, dont la largeur du spectre trophique est bien connue. Malheureusement, on possède peu de donnée sur la biologie de ces espèces dans la nature, et par là même sur l'origine des individus apparaissant dans les cultures, et sur les régulations naturelles de ces espèces.

Les légumineuses peuvent aussi n'être que des plantes hôtes accessoires, pour les phylophages tels que l'aleurode *bemisia tabaci* (la mouche blanche) et certains jassides du genre *emposca* dont certaines espèces sont plus souvent trouvées sur graminées que sur légumineuses. En Afrique, *e. lybica*, est une des espèces nuisibles les plus polyphages.

Les insectes séminivores sont rarement généralistes. Il existe cependant une notable exception avec le coléoptère anthribide *araecerus fasciculatus*, qui a été signalé sur un grand nombre de graines et de tubercules, en zone tropicale et subtropicale (Alibert 1951) de l'ancien et du nouveau monde, et se développant aux dépens des graines de plusieurs légumineuses de Côte d'Ivoire (Y. GILLON, non publié). Dans un même peuplement de légumineuses, on a trouvé deux microlépidoptères: un géléchiide (*brachyacma palpigera*), et un tinéide (*phthoropoea oenochares*), capables de s'attaquer à un grand nombre de graines.

Lorsque la polyphagie est très large, les plantes épargnées révèlent plus de signification que les espèces attaquées. C'est le cas par exemple de *cassia obtusifolia* en forêt de Bandia au Sénégal vis-à-vis d'un grand nombre de vertébrés et invertébrés granivores (Gillon D. et al. 1983).

3.1.2. Rôle du contexte végétal environnant

Polyphagie ne signifie pas pour autant indifférence aux conditions de milieu donc attaques équivalentes de toutes les cultures dans toutes les conditions écologiques.

Ainsi, suivant la nature des plantes existant aux alentours des champs de haricots, Latheef & Irwin (1980) font apparaître des répercussions favorables ou défavorables à deux ravageurs de la culture: *epilachna varivestis* (Coccinellidae) et *heliothis zea* (Noctuidae). La culture du maïs en association avec celle du haricot, peut aussi avoir de faibles répercussions variées et contradictoires, sur les ravageurs de la légumineuse (Labeyrie 1954, Risch 1980, Rheenen et al. 1981, Hohmann et al. 1982).

Jones et Sullivan (1982) notent une réduction des attaques de pentatomides polyphages sur soja lorsque des hôtes naturels sont présents aux alentours.

Dans les cultures de haricots, les populations d'*empoaasca kraemeri* varient en fonction des plantes adventices présentes (schoonhoven et al. 1981).

L'alternance culturale entre deux légumineuses (pois et arachide) peut suffire à réduire les attaques virales transmises par *aphis craccivora* (Farrel 1976).

L'environnement végétal n'est cependant qu'un des éléments conditionnant les populations des consommateurs de légumineuses.

3.1.3. Rôle de la structure du milieu

La présence des orthoptères polyphages semble être conditionnée par la structure de la végétation plus que par les espèces végétales. Pour les grillons polyphages tropicaux, la nature du sol compte, pour le creusement des galeries, autant que les facteurs précédents (Chiffaud et Gillon 1984).

Les diplopodes, comme la plupart des détritivores, ne sont pas spécialisés en ce qui concerne l'origine spécifique des tissus en décomposition qu'ils

utilisent. Cette absence de spécificité se retrouve lorsque ces animaux s'avèrent capables d'utiliser les organes tendres d'une plante vivante. Les dépôts fréquents sur arachide ne sont donc pas spécifiques à cette plante. Ils se retrouvent sur germinations de mil ou de coton, provoqués par les mêmes myriapodes: *peridontopyge* spp., *syndesmogenus mimeuri* et/ou *haplothysanus chapellei*.

Leur présence dans le milieu est conditionnée par la nature du sol, ses enfractuosités et l'ombrage bien plus que par la nature du couvert végétal (Gillon Y et Gillon D. 1976). Leur apparition à la surface du sol, condition nécessaire pathogénic des facteurs hydriques (Gillon D & Gillon Y 1979 a, 1979 b).

Grâce à une intense circulation nocturne de surface au cours des dernières étapes du développement et de l'âge adulte, ces odontopygidae envahissent quotidiennement les cultures pendant toute la saison des pluies: époque favorable à la fois aux cultures et à ses ennemis. Lorsque la surface du sol se dessèche après le lever du jour, les myriapodes se réfugient dans les enfractuosités créées dans le sol par le soulèvement dû à la germination des graines d'arachides.

3.1.4. Généralistes de la pédofaune

La faune hypogée s'oppose à la faune épigée par une mobilité réduite d'où la lente colonisation des zones cultivées à partir des foyers naturels.

Si les insectes radiciphages sont rares dans les pédobiocénoses tropicales, il n'en est pas de même pour les nématodes parasites.

Les plus répandus et les plus polyphages sont les nématodes galligenes appartenant au genre *meloidogyne*. On trouve des espèces appartenant à ce genre dans les cinq continents, sous toutes les latitudes, mais préférentiellement dans les zones tropicales et tempérées du globe.

Ils sont endémiques dans les zones naturelles et suivent d'importantes pullulations consécutives à la mise en culture de ces zones avec des plantes hôtes (cultures maraîchères et légumineuses).

Chez les nématodes parasites, la difficulté d'observation entraîne une certaine incertitude quant aux plantes hôtes. Ainsi, le genre *aphasmatylenchus* comprend, à l'heure actuelle, trois espèces semi endoparasites, toutes découvertes en Afrique de l'Ouest:

- *A. nigeriensis* (Sher, 1965)
- *A. straturatus* (Germani, 1970)
- *A. affinis* (Germani et Luc 1984).

A. nigeriensis a été découvert au Nigeria dans la rizosphère de plantes de savane, puis en Côte d'Ivoire en forêt de Taï. Sa mise en évidence, sous couvert de *pueraria* en parasite du voandzou, fait penser qu'il s'agirait d'une espèce eurytope s'attaquant à un large éventail de légumineuses.

Au Sénégal, le passage d'une légumineuse, l'arachide, à une non légumineuse (*icacina senegalensis*: Icacinacées) a été observé chez *a. affinis*, qui est associé à cette culture pendant la saison des pluies, et trouve refuge dans les racines de l'arbuste pendant la longue saison sèche.

De même, chez *a. straturatus*, on observe le passage entre racines profondes du karité, qui est une sapotacée (*butyrospermum parkii*), et racines superficielles des légumineuses herbacées de savane (*tephrosia* spp.) ou cultivées (arachide, soja, voandzou). Au début de la saison sèche, ce nématode agent causal de la «chlorose voltaïque des légumineuses», migre en profondeur vers la rhizosphère du karité abandonnant les racines des légumineuses qui alors se mettent à reverdir (Germani 1970, Germani & Luc 1981).

3.2. Ravageurs spécialistes

3.2.1. Spécialisation relative

Il n'existe pas de discontinuité entre les euryphages et les monophages. On a vu que certains insectes généralistes s'attaquent préférentiellement aux légumineuses. Lorsque cette préférence est marquée, on tend vers la spécialisation, c'est le cas de *calliothrips indicus* Ahmad (1976). Rares sont les familles d'insectes exclusivement liées aux légumineuses, mais les hétéroptères plataspides semblent bien dans ce cas.

Pour des raisons de similitude biochimique, le consommateur d'une espèce végétale a théoriquement d'autant plus de chance de pouvoir utiliser une autre plante que celle-ci est taxonomiquement plus proche. Aussi, lorsqu'un insecte est connu comme ravageur d'une légumineuse, c'est parmi les plantes de cette famille que l'on tend à rechercher les autres plantes hôtes: ce qui peut fausser la réalité car la règle générale souffre de nombreuses exceptions. Il existe en effet des insectes spécialisés sur un petit nombre de plantes éloignées taxonomiquement. Un exemple en est donné par Gagnepain et al. (sous presse) avec *mometa zemiodes*, un gelechiidae séminivore connu du coton et d'une caesalpiniacée.

Aussi faut-il garder une certaine prudence lorsque la liste des plantes hôtes d'un insecte ne fait apparaître que des légumineuses, comme dans la liste donnée par Conti et Waddill (1982) pour les chenilles de la Noctuelle *anticarsia gemmatalis* par exemple.

On peut penser a priori que plus un ravageur est spécialisé sur une culture donnée et moins ses populations auront d'échanges avec les végétaux sauvages. En réalité, deux cas de figure se présentent suivant que la plante cultivée est introduite ou autochtone. Dans le second cas, les échanges persistent et la plante cultivée peut devenir le principal réservoir du déprédateur en raison des facilités d'accès d'un pied à l'autre en culture et en raison de l'abaissement, par sélection, des défenses chimiques des plantes cultivées. La prolifération des ravageurs en culture peut alors se traduire par un surcroît d'attaques sur les plantes sauvages.

Chez les insectes phytophages holométaboles, qui fournissent le plus de cas d'exemples de spécificités trophiques, la plante hôte larvaire n'a souvent rien de commun avec celles qu'utilisent les imagos. Un des exemples les plus connus est celui des danaïdes, dont les papillons lèchent les gousses de crotalaires pour en extraire les alcaloïdes, tandis que les chenilles s'alimentent sur des asclépiadacées.

Altieri et al. (1977) montrent ainsi l'importance des plantes adventices dans les cultures de haricots. Plus précisément, Alzouma et Huignard (1981) mettent en évidence le rôle du pollen de mil sur *bruchidius atrolineatus*, une bruche du niébé.

3.2.2. Insectes sténophages

Des échanges existent entre plantes cultivées et sauvages, même dans les cas de stricte monophagie, lorsque l'on se trouve dans la zone de distribution spontanée, ou subspontanée, de la forme sauvage d'une espèce cultivée. C'est très certainement le cas pour les populations de *callosobruchus subnotatus*, la bruche spécifique du voandzou, dans l'aire de distribution spontanée de *vigna subterranea* (nord du Cameroun) ou du tortricide *cydia pychora*, dont les chenilles dévorent les graines de niébé au Nigeria (Perrin 1978).

Rares sont cependant les travaux qui établissent le lien pour, les populations de phytophages tropicaux spécialistes, entre les cultures et la nature (Price 1976). Cette double orientation nécessite la complémentarité entre une approche naturaliste et une approche agronomique des investigations. Nécessité moins immédiatement perceptible que pour les ravageurs généralistes. En effet, ces derniers sont susceptibles de pulluler même dans un environnement naturel, c'est à dire diversifié, ce dont, bien évidemment, les sténophages sont incapables, ce qui leur permet de passer inaperçus. Or aucun modèle de dynamique des populations ne peut être envisagé dans un espace cultivé sans prendre en compte ces flux de populations. Ainsi, la connaissance insuffisante du rôle des autres légumineuses de l'environnement donne de grandes difficultés pour interpréter certaines vagues d'infestation des chenilles d'*anticaraia gemmatilis* dans les cultures de soja (Buschmann et al. 1977).

Même dans les cas les plus simples, il n'est pas aisé de faire le lien réel entre populations dans la nature et en culture. Ainsi Pimbert (1983, 1985) montre, au Costa Rica, un taux équivalent d'attaque de la bruche *zabrotes subfasciatus* sur haricot sauvage (*phaseolus lunatus*) et cultivé (*p. vulgaris*), mais ne démontre pas le passage de l'un à l'autre. Or Gagnepain et al. (sous presse) montrent l'isolement relatif des populations d'une autre bruche (*caryedon serratus*), la bruche «de l'arachide» sur la plante hôte sauvage et Robert (1985) examine les modifications du choix de site de ponte du même insecte en fonction de la plante ayant servi au développement larvaire: observations confortées par l'analyse de l'extension des dégâts de *caryedon serratus* sur arachide (Decelle ci dessus).

La spécialisation trophique des séminivores s'exerce sur une ressource très particulière déshydratée et qui interdit tout changement en cours de développement (Gillon sous presse). Cette spécialisation s'accompagne dans la grande majorité des cas, d'une extrême étroitesse de niche trophique (Singh et Van Emden 1979). Il en résulte une grande richesse spécifique du peuplement avec peu d'insectes communs aux cultures et aux légumineuses sauvages (Varaigne-Labeyrie et Labeyrie 1981).

Avec un spectre trophique de plus de 35 espèces de graines de légumineuses, *callosobruchus maculatus* fait tout à fait figure d'exception, mais n'en reste pas moins incapable de se développer sur la grande majorité des graines de légumineuses (Janzen 1977).

Inversement, une même plante cultivée peut subir les attaques d'insectes différents suivant les conditions bioclimatiques. Il en résulte que les éventuelles plantes «réservoirs» des ravageurs d'une légumineuse alimentaire vont varier suivant les zones bioclimatiques.

Ainsi pour *vigna unguiculata*, *bruchidius atrolineatus* domine en zone soudano-sahélienne, comme au Niger (Alzouma 1981), avec, du Ghana, *vigna/venue catjang* comme plante hôte sauvage (Decelle 1981), tandis qu'en climat plus humide, c'est *callosobruchus rhodesianus* qui est responsable des attaques, que ce soit au Zaïre (Decelle 1951), au Nigeria (Booker 1967) ou au Congo (diabangouaia 1983). En savane humide de Côte d'Ivoire, une légumineuse sauvage (*nephostylis holosericea*) héberge régulièrement cette espèce de bruche. Enfin, en Afrique orientale, (Zanzibar), *specularius erythraeus*, bruche habituelle de *cajanus cajan*, se développe aux dépens du même *vigna unguiculata*.

Cette spécificité préserve en grande partie les graines des plantes introduites car le milieu contient très peu d'espèces spécialisées aptes à s'y attaquer.

Les insectes adaptés aux plantes voisines peuvent cependant faire exception. Ainsi les *cassia* américains introduits en Afrique sont débarrassés de leurs «parasites» américains mais servent au développement des *caryedon* spécialisés sur ce genre: *c. pallidus* en zone soudanienne et *c. cassiae* en zone guinéenne. Un cas remarquable est celui des *erythrina* américains qui, indemnes de bruche sur leur continent d'origine, se trouvent soumis aux attaques de *specularius impressithorax* en Afrique, car cette bruche s'attaque habituellement aux Erythrines africaines (Kingsolver & Decelle 1979).

Résumé

Les flux des populations animales entre végétation naturelle et cultures, leurs possibilités de survie en dehors des périmètres cultivés, dépendent de la combinaison entre plantes hôtes possibles, c'est à dire flore environnante, et spectre trophique des phytophages: cette combinaison étant susceptible de varier suivant le contexte écoclimatique.

Les légumineuses sauvages présentent une grande richesse spécifique associée à une diversité élevée de consommateurs plus ou moins spécialisés qui sont également des ravageurs potentiels pour les légumineuses cultivées. Toutefois, la spécialisation trophique ne recoupe pas obligatoirement la taxonomie végétale. Ainsi, certains ravageurs spécialisés s'attaquent à un petit nombre d'espèces végétales appartenant à des familles différentes. De même les plantes utilisées peuvent varier suivant le stade du ravageur: juvénile ou adulte.

Enfin, la gamme des végétaux exploités par une espèce phytophage n'implique pas le passage obligatoire d'une plante à l'autre.

En dehors de la saison correspondant à la phase phénologique favorable aux ravageurs se pose le problème de leur survie. Le déterminisme des phénomènes de diapauses et de migrations mis en cause sont rarement élucidés.

Le présent article fait état de quelques exemples concernant les myriapodes, les nématodes et les insectes s'attaquant aux légumineuses alimentaires en Afrique.

Summary

Animal flow between natural vegetation and crops, their survival potential outside cultivated areas, depend upon combination between potential host-plants i.e. surrounding flora, and trophic spectrum of phytophagous parasites. That combination vary according to ecoclimatic context.

Wild leguminosae show the peculiarity of a great specific variety to which is associated a high diversity of more or less specialised consumers: potential pests for the cultivated legumes. However, trophic specialisation does not automatically coincide with plant taxonomy.

Thus, several specialised pests feed a small number of plant species belonging to different families. On other hand, utilised plant can vary according to juvenile or adult stage of the pest.

Then the spectrum of exploited plants by a phytophagous species generally does not mean necessarily the automatic transfer from a plant to another, since it can exist several subpopulation specialised on peculiar trophic requests.

Outside the corresponding season to the phenological phase favorable to a given pest, rests the questions of its survival. The determinism of diapausis and migrations involved are rarely known.

Several exemples are given for Myriapods nematodes, and insects atacting legumes in Africa.

Références

- AHMAD M. (1976) Studies on the host range of the pea thrips (*Calliothrips indicus*) (Bagn.) in Pakistan. *Plant. prot. bull. FAO*, 24(3): 83-85.
- ALIBERT H. (1951): Les insectes vivant sur les cacaoyers en Afrique occidentale. *Mémoires de l'IFAN*, n° 15. 175 p. IFAN-DAKAR.
- ALTIERI M. A., SCHOONHOVEN A. Van & DOLL J. (1977): The ecological role of weeds in insect pest management system: a review illustrated by beans (*Phaseolus vulgaris*) cropping systems. *Pans*, 23(2): 195-205.
- ALZOUMA I. (1981): Observations on the ecology of *bruchidius atrolineatus* Pic and *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera, Bruchidae) in Niger. In Labeyrie V. ed., *The ecology of Bruchids attacking legumes (pulses)*, 205-213.
- ALZOUMA I. & HUIGNARD J. (1981): Données préliminaires sur la biologie et le comportement de ponte dans la nature de *bruchidius atrolineatus* (Pic) (coléoptère bruchidae) dans la zone sud-sahélienne au Niger. *Acta Oecologica, Oecol. applic.* 2: 391-400.
- BEN HALIMA T., GILLON Y. & LOUVEAUX A. (1984): Utilisation des ressources trophiques par *Doclostaurus maroccanus* (Thunberg, 1815) (Orthopt.: Acrididae). Choix des espèces consommées en fonction de leur valeur nutritive. *Acta Oecologica, Oecol. Gener.*, 5(4): 383-406.
- BEN HALIMA T., GILLON Y. & LOUVEAUX A. (1985): Spécialisation trophique individuelle dans une population de *Doclostaurus maroccanus* (Orthopt. Acrididae). *Acta Oecologica Oecol. Gener.*, 6(1): 17-24.
- BOOKER R. M. (1967): Observations on three bruchids associated with cowpea in northern Nigeria. *G. stored prod. res.*, 3: 1-15.
- BUSCHMANN L. L., WHITCOMB W. H., NEAL T. M. & MAYS D. L. (1977): Winter survival and hosts of the velvetbean caterpillar in Florida. *Florida entomologist*, 60(4): 267-273.
- CHIFFAUD J. et GILLON Y. (1984): Relations entre niche trophique et habitat chez un peuplement de grillons, en mosaïque forêt-savane (Lamto, Côte d'Ivoire). *Acta oecologica, Oecol. Gener.* 5(1): 53-62.
- CONTI L. & WADDILL (1982): Development of velvet bean caterpillar *Anticarsia gemmatilis* (Noctuidae) on several winter hosts. *Environ. entomol.* 11(5): 1112-1113.
- DECELLE J. (1951): Contribution à l'étude des bruches du Congo belge (Col. Phytophaga). *Rev. Zool. bot. afr.*, 45: 172-192.
- DECELLE J. (1981) Bruchidae related to grain Legumes in the afro-tropical area. In Labeyrie V. ed. «The ecology of bruchids attacking legumes (pulses)». Junk, 193-197.
- DIABANGOUAYA M. (1983): Étude de la ponte en plein champ de *callosobruchus rhodesianus* Pic (col. bruchidae) déprédateur de gousses de *vigna unguiculata* Walp au Congo. DEA entomologie Paris VI-Paris XI. 32p.
- FARREL J. A. K. (1976): Effects of intersowing with beans on the spread of ground-nut rosette virus by *aphis craccivora* Koch in Malawi. *Bull. ent. res.*, 66(2): 331-333.
- GAGNEPAIN C., GILLON Y. & LEROUX J.-M. (sous presse) *Caryedon serratus* (Bruchidae): principal insecte consommateur de gousses de *pilostigma thonningii* (caesalpinaceae) en savane de Lamto (Côte d'Ivoire). *Ann. soc. ent. Fr.*
- GERMANI G. (1970) Une chlorose des légumineuses de Haute-Volta liée à la présence de nématodes. *C.r. séances Acad. Agric. France*, 53: 202-205.
- GERMANI G. (1981) Évolution annuelle de l'aptitude à la reproduction chez le nématode *Scutelloneura cavenessi* *Revue Nématol.* 4(2): 183-189.
- GERMANI G. & LUC M. (1982) Étude sur la «chlorose voltaïque» des légumineuses due au nématode *aphasmartylenchus straturatus* Germani. II. *Revue Nématol.*, 5(2): 195-199.
- GILLON D., ADAM F., HUBERT B. & KAHLEM G. (1983): Production et consommation de graines en milieu sahélo-soudanien au Sénégal: bilan général. *Terre Vie* 38(1): 3-36.

- GILLON D. & GILLON Y. (1979 a): Distribution spatiale des principales espèces d'iules (Myriapodes Diplopodes) dans une zone cultivée au Sénégal. *Bull. Ecol.* 10(2): 83-93.
- GILLON D. & GILLON Y. (1979 b) Estimation du nombre et de la biomasse des iules (Myriapodes Diplopodes) dans une zone cultivée au Sénégal. *Bull. Ecol.* 10(2): 95-106.
- GILLON D. & GILLON Y. (1982) Croissance post-embryonnaire des principales espèces d'iules (myriapodes diplopodes) de milieu soudanien au Sénégal. *Rev. ecol. biol. sol.*, 19: 277-288.
- GILLON Y. (sous presse). Coévolution cumulative et coévolution substitutive. *Acta oecologica, oecol. gener.*
- GILLON Y. & GILLON D. (1976): Comparaison par piégeage des populations des diplopodes luliformes en zone de végétation naturelle et champ d'arachide. *Cah. ORSTOM, sér. Biol.*, 11(2): 121-127.
- HOHMANN C. L., SCHOONHOVEN A. Van, & CARDONA C. (1982). *Anais da Sociedade Entomologica do Brasil*, 9(1): 143-153.
- INGRAM W. R. (1969): Observations on the pest status of bean flower thrips in Uganda. *East African agric. and Forestry Journal*, 34: 482-484.
- JANZEN D. (1977) How southern cowpea weevil larvae (Bruchidae: *callosobruchus maculatus*) die on non host seeds. *Ecology*, 58: 921-927.
- JONES W. A. & SULLIVAN M. J. (1982) Role of host plants in population dynamics of stink bug pests of soybean in south Carolina. *Environ. Entomol.* 11(4): 867-875.
- KINGSOLVER J. M. and DECELLE J. E. (1979) Host associations of *Specularius impressithorax* (Pic) (Insecta: Coleoptera/Bruchidae), with species of *Erythrina* (Fabales: Fabaceae). *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 66: 528-532.
- LABEYRIE V. (1954) De l'influence du microclimat sur la ponte de la bruche du haricot *acanthoscelides obtectus* Say dans la nature. *Note Acad.Sc.France* 15.12.1954: 733.
- LATHEEF M. A. & IRWIN R. D. (1980): Effects of companionate planting on snap bean insects *Epilacna varivestis* and *Heliothis zea*. *J. Ent. Soc. Am.* 9(2): 195-198.
- PATEL R. M. & PATEL C. B. (1972): Factors contributing to the carry over of ground-nut aphid *Aphis craccivora* Koch through the off season in Gujanat. *Indian Journal of Entomol.* 33(4): 404-410.
- PERRIN R. M. (1978): The effects of some cowpea varieties on the development and survival of larvae of the seed moth *Cydia ptychore* (Meyrick) (Tortricidae). *Bull. ent. res.* 68: 57-63.
- PESSON, P. (1980): À propos de l'instinct botanique des insectes: un aspect de la co-évolution des plantes et des insectes. *Ann. Soc. ent. Fr.* (N.S.16): 435-452.
- PIMBERT M. P. (1983): Étude préliminaire en laboratoire et dans la nature (à Costa Rica) de l'activité reproductrice de *Zabrotes subfasciatus* Boh. (coléoptères bruchidae) en présence de deux plantes hôtes (*phaseolus vulgaris* cultivé et *phaseolus lunatus* sauvage). *Thèse de spécialité*. Tours.
- PIMBERT M. P. (1985): A model of host plant change of *zabrotes subfasciatus* Boh. (coleoptera: bruchidae) in a traditionnal bean cropping system in Costa Rica. *Biological agriculture and horticulture* Acad. Press.
- POLLET, A. (1974): Contribution à l'étude des peuplements d'insectes d'une lisière entre savane et forêt galerie éburnéennes.II. Données écologiques sur les principales espèces constitutives de quelques grands groupes taxonomiques. *Ann. Univ. Abidjan*, 7: 315-357.
- POSTON F. L. & PEDIGO L. P. (1975): Migration of plant bugs and the potato leafhopper in a soybean alfalfa complex. *Environ. entomol.* 4(1): 8(10).
- PRICE P. W. (1976): Colonization of crops by arthropods. Non equilibrium communities in soybean fields. *Environ. entomol.* 5(4): 605-611.
- RHEENEN H. A. Van, HASSELBACH O. E. & MUGAI S. G. S. (1981): The effect of growing beans together with maize on the incidence of bean diseases and pests. *Neterlands J. of plant pathol.* 87(5): 193-199.

- RISCH S. (1980): The population dynamics of several herbivorous beetles in a tropical agroecosystem: the effect of intercropping corn, beans and squash in Costa Rica. *J. appl. entomol.* 17: 593-612.
- ROBERT P. (1985): A comparative study of some aspects of the reproduction of three *caryedon serratus* strains in presence of its potential host plants. *Oecologia* Berlin. 65: 425-430.
- SCHOONHOVEN A. Van, CARDONA C., GARCIA J. & GARZON F. (1981): Effects of weed covers on *Empoasca kraemeri* Ross & Moore populations and dry bean yields. *Environ. entomol.* 10(6): 901-907.
- SINGH S. R. & VAN E, den H. F. (1979): Insect pests of grain legumes. *Ann. Rev. entomol.* 24: 255-278.
- SINGH Z. (1973): Southern green stink bug and its relationships to soybean. Bionomics of the southern green stink bugs *Nezara viridula* Linn. in Central India. *Dehli Indian Metropolitan Book.* 105 pp.
- VARAIGNE-LABEYRIE C. & LABEYRIE V. (1981) First data on bruchidae which attack the pods of legumes in Upper Volta of which eight species are man consumed. In Labeyrie V. ed. *The ecology of bruchids attacking legumes (pulses).* 83-96.
- DE WITT J. R. & ARMBRUST E. J. (1978) Feeding preference studies of adults *Nezara viridula* from India and the USA. *Great Lakes entomol.* 11(7): 67-69.

Remerciements

Nous remercions très vivement A. Pollet pour sa participation à l'élaboration de cette synthèse.

Observations écologiques sur les pucerons du haricot et du pois du Burundi et perspectives de lutte biologique

par A. Autrique, G. Remaudière et P. Stary

Le haricot (*phaseolus vulgaris*) occupe une place prépondérante dans l'alimentation des populations du Burundi. Sa culture couvre annuellement plus de 300 000 hectares répartis de manière inégale entre trois saisons culturales.

Le pois (*pisum sativum*) (50 000 ha) est surtout cultivé dans les régions d'altitudes comprises entre 1 800 et 2 300 m.

Ces deux légumineuses qui fournissent l'essentiel des protéines dont la population a grandement besoin, souffrent périodiquement de fortes attaques de pucerons. Celles-ci peuvent engendrer des chutes de rendement supérieures à 50 % pour le haricot et à 30 % pour le pois.

Le haricot est colonisé par *aphis fabae* Scopoli. Il s'agit d'une espèce largement polyphage; ses colonies ont déjà été observées au Burundi sur 46 espèces de plantes cultivées ou spontanées appartenant à 21 familles botaniques (Remaudière et Autrique, 1985). Le puceron vert *acyrthosiphon pisum* (Harris) est le principal ravageur du pois au Burundi. Il a comme autres plantes hôtes (très peu cultivées dans le pays), la fève de marais (*vicia faba major*) et la vesce (*vicia sativa*); l'espèce n'a jamais été rencontrée sur des légumineuses spontanées.

Bien que des mâles soient occasionnellement piégés, ces deux pucerons d'origine paléarctique devenus pratiquement cosmopolites, ont, comme la majorité des espèces rencontrées dans les régions tropicales, un comportement

strictement anholocyclique. La température étant favorable à leur développement, ils se reproduisent toute l'année parthénogénétiquement sur leurs hôtes.

Les périodes sèches favorisent l'installation et le développement des populations. C'est ainsi que les plus fortes infestations s'observent en général sur le haricot cultivé en saison sèche dans les marais. Les cultures de saisons humides sur collines peuvent être également sujettes à de fortes attaques, lorsque les pluies sont déficitaires au début de la première saison culturale ou que la saison sèche apparaît précocement en seconde saison culturale. Le niveau maximal des effectifs est en général atteint au stade de la floraison avec parfois plus de 2 500 et plus de 150 pucerons respectivement par plante de haricot et de pois.

Ces pucerons subissent les attaques des prédateurs classiques : larves de syrphes (*ischiodon aegypticum* Wiedeman, *betasyrphus adligatus* Wiedeman), larves et adultes de coccinelles (*cheilomenes lunata* F.), qui ne se manifestent que sur des plantes déjà fortement infestées. Leur impact paraît faible.

A. fabae et *a. pisum* sont par ailleurs parasités chacun par un hyménoptère aphidiide, respectivement *aphidius colemani* Vierek, espèce polyphage commune dans les régions chaudes; et *aphidius bertrandi* Benoît connu seulement en Afrique de l'Est et ayant comme hôte outre *A. pisum*, *hyperomyzus lactucae* (Linnaeus) puceron colonisant les *sonchus* (Stary, Remaudière et Autrique, 1985). Les taux de parasitisme observés en champs de haricot et de pois sont très faibles, inférieurs à 1 à 3 %.

Les champignons pathogènes de la famille des entomophthocacées, *erynia neoaphidis* Remaudière et Hennebert et *neozygites fresenii* (Nowakowski) jouent par contre régulièrement un rôle important dans la régulation naturelle des populations de pucerons. Des épizooties peuvent anéantir brutalement les colonies d'*a. pisum* et surtout d'*A. fabae* à l'apparition des pluies.

Les observations ayant confirmé l'extrême pauvreté de la faune des aphididés des africains et le manque d'impact des deux seules espèces locales qui parasitent *a. fabae* et *a. pisum*, un enrichissement de cette faune auxiliaire a été projeté.

Parmi les candidats potentiels pour ces tentatives d'introduction plusieurs espèces sont considérées :

- des espèces à large spectre d'hôtes, comme *lysiphlebus fabarum* (Marshall) et *praon volucre* Haliday, toutes deux d'origine paléarctique et *lysiphlebus testaceipes* (Cresson), d'origine néarctique, récemment introduite avec succès en Europe.
- des espèces à spécificité étroite comme *aphidius ervi* Haliday, originaire d'Europe et introduite en Amérique du Nord et en Australie.

L'avantage attendu de ces introductions est une meilleure régulation naturelle des populations des pucerons nuisibles aux cultures du pays et une réduction sensible de leurs attaques.

Le Burundi, avec ses collines densément cultivées tout le long de l'année, son climat tropical tempéré par l'altitude qui varie entre 900 et 2 500 m, une saison sèche de courte durée et la permanence de populations aphidiennes sur la flore cultivée ou spontanée, offre en principe des conditions éminemment propices à la réussite de l'implantation d'aphidiides actifs sur d'autres continents.

Bibliographie

- REMAUDIÈRE G. et AUTRIQUE A., 1985. Contribution à l'écologie des aphides africains. Étude FAO AGPP, N° 64, Rome (M-14 ISBN 92-5-202246-5) 214 pp.
- STARY P., REMAUDIÈRE G. et AUTRIQUE A. 1985. Les aphidiides parasites de pucerons en région éthiopienne. In: REMAUDIÈRE G. et AUTRIQUE A. (loc. cit.: 95-102).

Remerciements

Les auteurs expriment leur gratitude à Monsieur L. Ntahimpera pour sa précieuse collaboration; à Monsieur J. Decelle et à Madame E. Deconinck de la Section d'entomologie du Musée royal de l'Afrique centrale (Tervuren), pour la détermination des coccinelles et des syrphes aphidiphages.

Étude de la densité et de la dynamique des populations d'insectes rencontrés sur sept variétés de niébé (*vigna unguiculata walp*) au Burkina Faso

par A. P. Ouedraogo
Université de Ouagadougou (Burkina Faso)

Introduction

Les graines de légumineuses et notamment celles de niébé (*vigna unguiculata*) constituent une des bases de l'alimentation des populations des régions arides tropicales d'Afrique. La production de niébé atteint, d'après la FAO, 1978, 1,3 million de tonnes par an, 92,5 % de cette production est réalisée en Afrique. Le Burkina Faso, avec 6 % de cette production occupe le 3^e rang mondial après le Nigeria (58,6 %) et le Niger (18,2 %). Les rendements en culture traditionnelle encore dominante, restent faibles (0,15 à 0,22 tonne/ha). Rachie et collaborateurs, 1975.

Cette faible productivité est due à plusieurs facteurs et parmi ceux-ci, il y a les insectes. Ces derniers sont reconnus comme constituant les principaux facteurs limitant la production de niébé en Afrique tropicale. I.I.T.A. — SAFGRAD, rapport, 1981, *Vigna unguiculata walp* est victime de très nombreux ravageurs.

Singh et Van Emden (1979) distinguent 3 groupes d'insectes ravageurs :

— les insectes s'attaquant aux plants de niébé avant la floraison

Ce sont des aphidae (*aphis craccivora*), des Jassidae (*emposca dolochi*) et des coléoptères chrysomelidae (*ootheca mutabilis* et *methythia quaterna*).

Les dégâts causés par ces insectes vont de la transmission de maladies virales (cas des *aphis craccivora*) à la destruction des bourgeons, des jeunes tiges succulentes (cas de *aphis craccivora*) des feuilles (*ootheca mutabilis*) ou encore au jaunissement des bords et des nervures des feuilles (*empoasca dolochi*). Les pertes de rendement vont de 74 %, (Kayumbo, 1976 en Tanzanie, à 78 %, Booker, 1965, voir 80 %, Taylor, 1968 au Nigeria).

— Les insectes s'attaquant aux plants de niébé après la floraison

Ce sont:

- des thysanoptères
 - *Mégalthrips sjostedti* surtout et dans une moindre mesure, *sericothrips occipitalis*.
- des lépidoptères foreurs de gousses
 - *Maruca testulalis* et *Cydia ptychora*.
- des coléoptères dévoreurs de fleurs
 - *Mylabris ferguharsoni* et *M. bipartita*.
- des hyménoptères suceurs de gousses
 - *Anoplocnemis curvipes*, *Riptortus dentipes*, *Acanthomia tomentosicollis* et *A. horrida*, *Nezara verudula*.

— Les insectes s'attaquant aux graines

C'est le cas des bruchidae (*callosobruchus maculatus* et *bruchidius atrolineatus*) se reproduisant dans les champs sur les gousses avant la récolte dans les stocks.

Si *b. atrolineatus* semble prédominant dans les champs avant la récolte, c'est surtout *c. maculatus* qui semble bien adapté aux conditions de stockage (Caswell, 1968; Ouedraogo et Huignard, 1981).

Singh et Van Emden (1979) signalent en outre que le niébé est attaqué par d'autres agents tels que virus, bactéries, champignons, nématodes, responsables de la détérioration de la qualité des semences, de la fonte des plantules, du pourrissement des graines et d'autres maladies des racines, des tiges et des feuilles.

I. Matériel et méthodes

A. Le matériel végétal

Il s'agit de 5 cultivars améliorés de *vigna unguiculata* et de 2 variétés locales dont les caractéristiques figurent en tableau I.

B. Méthodes et techniques

1. Dispositif expérimental et techniques culturales

Nous utilisons la technique de la randomisation en split plot à 4 répétitions, réalisées sur buttes et à plat. Chaque répétition mesure 18,40 m de large et 10 m de long et comporte 2 buttes ou 2 lignes de semis par cultivar, séparées de 90 cm, les piquets, distants de 30 cm les uns des autres, reçoivent 2 graines. À la levée, le démariage n'y laisse qu'un seul pied de niébé.

2. Techniques de prélèvement des échantillons des insectes et autres arthropodes de l'appareil végétatif aérien

Un échantillon ici est représenté soit:

- par 10 bourgeons terminaux récoltés sur un mètre de butte ou de ligne de chaque cultivar.
- par l'ensemble des insectes récoltés au niveau des feuilles sur de même mètre.
- par un filet (10 fauchages au filet Fauchoir) sur 10 m de butte ou de ligne pour chaque cultivar.

Les échantillons sont immédiatement mis dans des bocaux contenant de l'alcool à 70 % et analysés à la loupe binoculaire au laboratoire.

Les attaques d'insectes sont comparées:

- en fonction de la variété
- de la position des plants de niébé (en ligne ou en butte).

Résultats

Les recherches effectuées dans les champs durant la saison des pluies 1985 ont permis les analyses suivantes:

A – Les insectes rencontrés au niveau des bourgeons terminaux et des feuilles par fauchage au filet

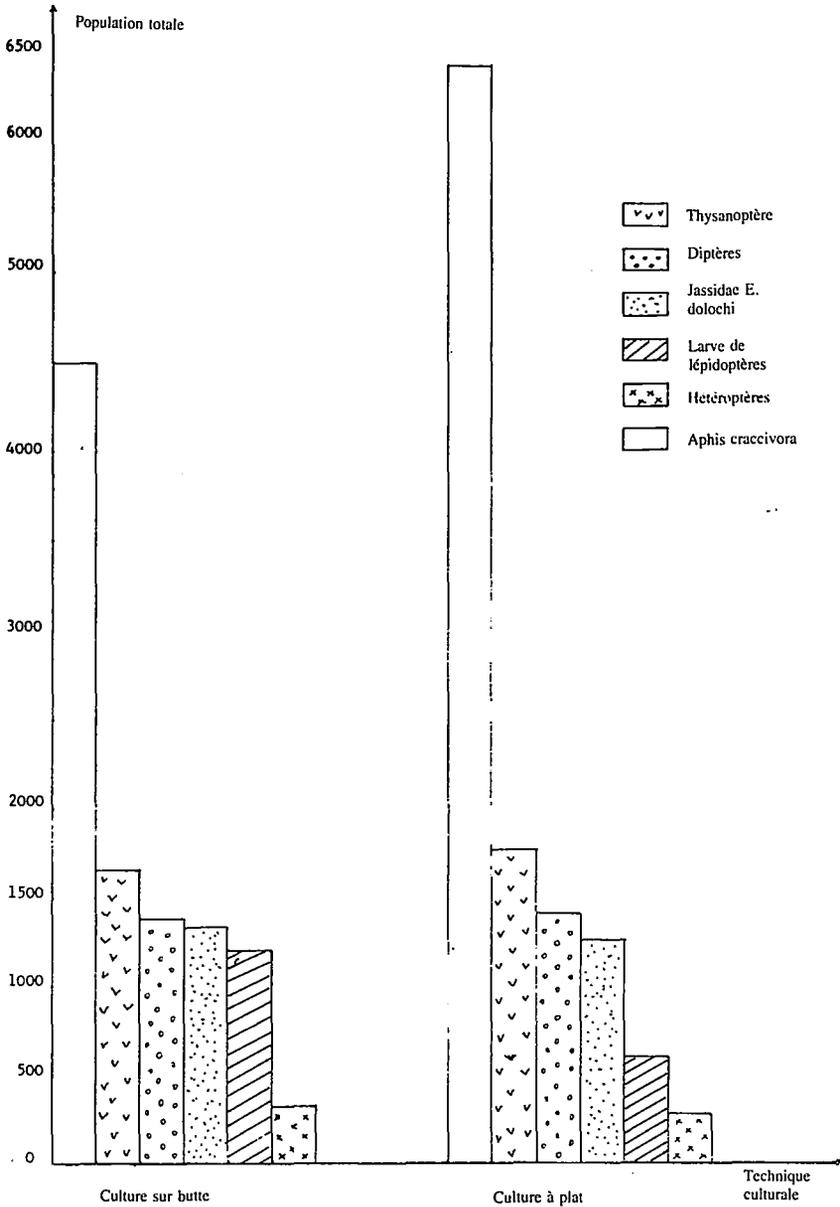
1) il a pu être mis en évidence 8 ordres d'insectes sur l'ensemble des 7 variétés examinées (fig. 1).

Parmi ces 8 ordres, les densités les plus élevées ont été observées par ordre décroissant pour:

- a) Les homoptères
 - Aphidae: *aphis craccivoca*
 - Jassidae: *empoasca dolochi*

Figure 1

Histogramme de la répartition de 6 des 8 ordres d'insectes récoltés sur 7 variétés de niébé au cours des 3 prélèvements.



- b) Les thysanoptères: *Megalothrips sjostedti*
- c) Les diptères
- d) Les larves de lépidoptères essentiellement celles de *maruca testalis*
- e) Les hétéroptères.

Viennent ensuite les coléoptères, les hyménoptères et les orthoptères.

On observe également la présence d'arenéides.

2) On constate avec Singh et Allen, 1980, que ces insectes pour la plupart sont inféodés à certains organes de la plante:

Ainsi, les Jassidae (*empoasca dolochi*), les larves de lépidoptères, les coléoptères, les orthoptères et les diptères sont surtout présents sur les feuilles. Les bourgeons hébergent essentiellement les thrips et les très jeunes larves de lépidoptères. L'homoptère, *aphis craccivora* s'agglutine autour des jeunes tiges succulantes mais se rencontre également sur les bourgeons et les feuilles.

Un autre point est la présence importante et non signalée comme telle de diptères sur le stade préfloral, tout au long des trois prélèvements. Leur action sur la plante reste à déterminer.

3) Quand on procède à la comparaison des moyennes par le test de DUNCAN, on constate:

- a) Pour *aphis craccivora* (homoptère aphidae) que les témoins Suvita 2 et Kamboincé local, tout en montrant des densités plus élevées de cet insecte, ne présentent pas de différences significatives avec les 5 cultivars améliorés. Ces derniers n'en présentent pas non plus entre eux.
- b) Pour *empoasca dolochi* (homoptère jassidae), la variété IT82 D 716 a moins d'insectes. Les variétés TVU 2027 et IT81 D 994 possèdent les plus nombreuses populations de cet insecte.
- c) Pour les thrips (thysanoptères), les densités sont plus importantes en culture à plat pour TVU 2027, Suvita 2 et Kamboincé local, moindres pour IT 81 D 994 et IT 82 D 716. Il n'y a pas de différence significative en culture sur butte.
- d) Pour les larves de lépidoptères, les densités les plus élevées s'observent en culture sur butte au niveau des variétés TVU 2027 Kamboincé local. En culture à plat, il faut leur ajouter K VX 30 G 246-2-5-K.
- e) Pour les diptères, on n'observe pas de différences significatives, ni entre les témoins et les cultivars, ni entre les cultivars eux-mêmes.

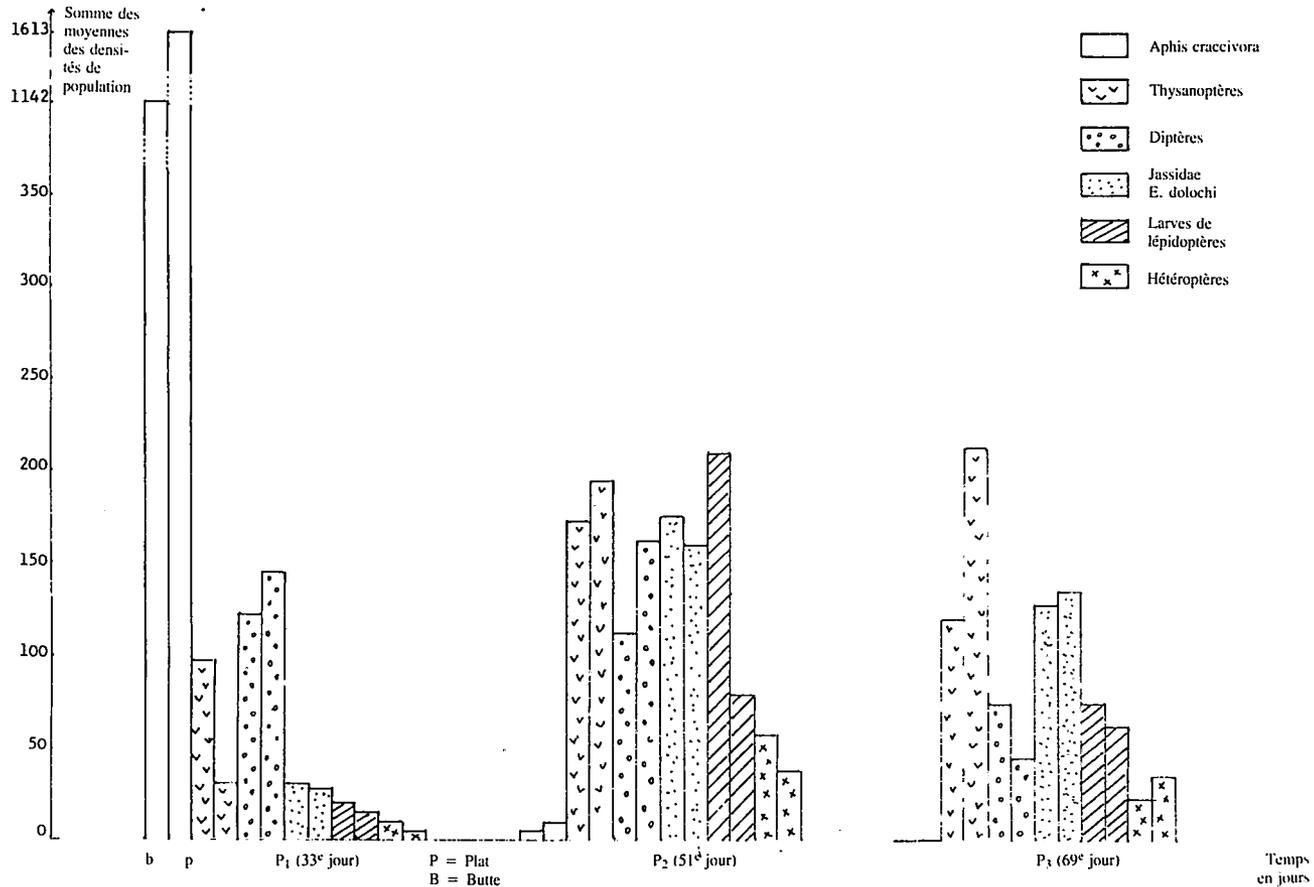


Figure 2

Évolution des populations de 6 ou 8 ordres d'insectes au cours de 3 prélèvements P₁-P₂-P₃

B. Évolution des populations d'insectes au cours de 3 prélèvements (P1 — P2 — P3) au niveau des bourgeons (B) des feuilles (F) et obtenus par le fauchage au filet (FT) (fig. 2)

Comme le montre cette figure, la dynamique des populations d'insectes évoluant sur les 7 variétés de niébé, du 33^e jour au 69^e jour après les semis, semble obéir à un système de relais, si l'on considère les maxima de densité.

Aphis craccivora d'abord apparaît prédominant lors du 1^{er} prélèvement. Au 2^e prélèvement, sa population chute et ne se relève plus.

Empoasca dolochi et les larves de lépidoptères, l'un récolté par le filet, l'autre directement au niveau des feuilles montrent leurs maxima de densité au 2^e prélèvement, et des baisses sensibles au 3^e prélèvement.

Mégalotherips sjostedti, au niveau de la cueillette par le filet présente des densités maximales de population lors du 3^e prélèvement.

Les diptères, comme précédemment indiqué, sont présents d'une manière quasi-uniforme tout au long des 3 prélèvements.

C. Influence de la technique culturale sur les densités d'insectes rencontrés au niveau des 7 variétés de niébé cas d'*aphis craccivora* (fig. 3)

Il apparaît que les densités d'*a. craccivora* sont sensiblement de même importance sur les bourgeons lorsque le niébé est cultivé en butte ou à plat.

On observe par contre des différences entre les deux types de cultures au niveau des feuilles.

Aphis craccivora trouve-t-il dans les feuilles de niébé cultivées à plat, un milieu plus propice à son développement parce que mieux abrité?

On peut le penser car,

- les feuilles sont plus exposées sur les buttes.
- les bourgeons demeurent par eux-même un milieu confiné, que ce soit sur butte ou à plat, ce qui expliquerait l'absence de différence de densité de l'insecte.

Discussion

Les densités les plus importantes pour l'ensemble des insectes examinés, s'observent sur les variétés kamboincé local, Suvita 2 (témoins) et TVU 2027, c'est à dire celles à port rampant et les plus longtemps présents dans le milieu. Malgré cela, seules ces 3 variétés ont encore des feuilles à la date du 13

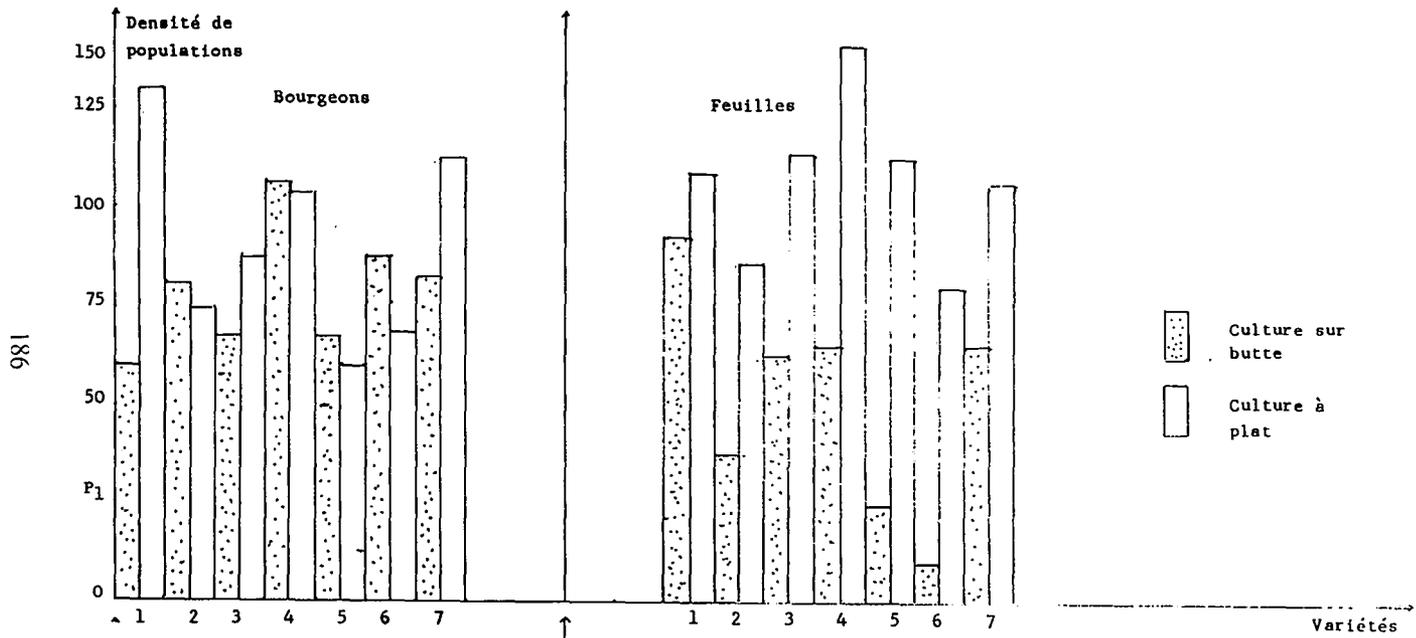


Figure 3

Densités d'aphis craccivora au niveau des bourgeons (B) et des feuilles (F) en fonction des techniques culturale

octobre, soit 90 jours après les semis. Les variétés au port érigé ont pratiquement perdu la totalité de leurs feuilles. Les quelques rares gousses qui ont pu se former se répartissent de la façon suivante, sur 10 m d'observation par variété et dans les 4 répétitions en culture sur butte et à plat.

— Kamboincé local	= 49
— IT82D 716	= 24
— IT81D 994	= 12
— Suvita 2	= 2
— KVV30G.246-2-5-K	= 4
— TVU 2027	= 0
— KVV30G. 171-16-K	= 0

Il semble donc que cet aspect port rampant et celui de la durée dans la biotope soient des éléments à prendre en considération dans les conditions de culture sans traitement chimique. Nous nous proposons, dans une étude ultérieure, de confirmer ces résultats préliminaires et de préciser leur influence, les dégâts de certains des insectes rencontrés.

Bibliographie

- BOOKER, R. H. (1967) — Observations on three bruchids associated with cowpea in Northern Nigeria. *J. Stored. Res.* 3 1-15.
- CASWELL, G. H. (1968) — The storage of cowpea in the Northern States of Nigeria. *Proc. Agric. Soc. Nigeria* 5 4-6.
- HUIGNARD, J. — ROJAS-ROUSSE, D. — ALZOUMA, I. (1984) — L'activité reproductrice de *bruchidius atrolineatus* (Pic) en zone sahélienne. Mise en évidence d'une diapause imaginale. *Insect. tropical Science and its applications* 5 (1) 41-63.
- I. T. A. SAFGRAD (1981-1984) Rapports annuels 1981-1982-1983 et 1984.
- KAYUMBO, H. Y. (1976) — Pest control in mixed cropping systems. *Inter cropping in semi arid areas*. CRDI Édition 39.
- QUEDRAOGO, A. P. — HUIGNARD, J. (1981) — Polymorphism and ecological reactions in *Callosobruchus maculatus* F. Coleoptera Bruchidae in Upper-Volta. *Série entomologica*. Vol. 19, 175-184.
- RACHIS (1975) — Manuel de production de niébé Ibadan. 18, 11-83.
- SINGH, S. R. — VAN EMDEN, H. F. (1979) — Insect pest grain legumes. *Ann. Rev. Entomol.* 24, 255-278.
- SMART, J. (1964) — Pulses in Human Nutrition — *Tropical Pulses*. Longman London.
- TAYLOR, T. A. (1974) — Observations on the effect of initial population densities in culture and humidity on the production of «active» females of *callosobruchus maculatus*. *J. Stored Prod. Res.* 10, 113-122.

***Les coléoptères bruchidae* nuisibles aux légumineuses alimentaires cultivées dans la région afrotropicale**

par J. E. Decelle
Musée royal de l'Afrique centrale (Belgique)

Les graines des légumineuses alimentaires cultivées dans la région afrotropicale sont exploitées par seize bruches nuisibles. Huit d'entre elles sont originaires d'Afrique, deux d'Asie tropicale, deux de la région néotropicale, deux de la région paléarctique et plus précisément du Proche-Orient, enfin les deux dernières sont d'origine paléotropicale imprécise mais vraisemblablement africaine comme leur plante hôte préférée.

Du point de vue éthologique, deux groupes de bruches sont à considérer: les espèces univoltines dont une seule génération se développe dans les graines en développement et les espèces polyvoltines dont plusieurs générations se succèdent d'abord dans les graines proches de la maturité et ensuite dans les graines sèches et ainsi dans les stocks.

L'identification des bruches nécessite l'examen de plusieurs individus en raison de leur variabilité et l'examen de spécimens mâles est souvent indispensable. Les mâles se distinguent des femelles par leur dernier segment abdominal émarginé pour recevoir l'extrémité du pygidium plus convexe: leurs antennes sont généralement plus longues, plus dentées et parfois pectinées et leurs yeux sont souvent plus gros.

Les clés de détermination ici présentées ne sont valables que pour les seize espèces mentionnées.

Clé des genres de bruchidae

- 1(2) Fémurs postérieurs très fortement élargis, présentant sur leur face ventrale un peigne constitué d'une dent suivie de 8 à 10 denticules; tibias postérieurs fortement courbés, terminés par un mucron à leur face ventrale (fig. 1). Coloration rouge-brun avec de petites taches sombres. Longueur: 5-7 mm F. *Caryedon serratus* (Ol.)
- 2(1) Fémurs postérieurs non ou moins fortement dilatés, portant à leur face ventrale au maximum une forte dent suivie de 2-3 denticules, le plus souvent une seule dent ou denticule ou inermes: tibias postérieurs moins fortement arqués, portant deux éperons ou plusieurs épines à leur apex. Taille inférieure à 5 mm 3
- 3(4) Apex des tibias postérieurs avec deux éperons mobiles (fig. 2); écusson triangulaire; 10^e strie élytrale raccourcie ne dépassant pas la moitié de la longueur élytrale. Corps noir, entièrement recouvert de pubescence gris fauve assez uniforme chez le mâle, avec une tache antéscutellaire et une fascie élytrale, transversale, incomplète, blanc jaunâtre chez la femelle. Taille 2-3 mm G. *zabrotus subfaciatus* (Boh.)
- 4(3) Apex des tibias postérieurs sans éperons mobiles, avec des épines plus ou moins longues (figs. 8 et 9); écusson quadrangulaire, échancré à l'apex 5
- 5(6) Prothorax transversal et quadrangulaire, muni sur ses côtés d'une dent suivie d'une émargination (figs. 10 et 11); fémurs postérieurs avec une forte échancrure préapicale, précédée d'une seule forte dent du côté externe de leur face ventrale; leur face interne inermes (fig. 3); tibias intermédiaires des mâles munis du côté interne d'un appendice apical en forme d'épine ou de lamelle A. *bruchus* L.
- 6(5) Prothorax de forme plus ou moins conique, sans dents latérales (figs. 20 et 21); fémurs postérieurs ne présentant pas une seule dent suivie d'une émargination préapicale uniquement du côté externe de leur face ventrale; tibias intermédiaires des mâles sans appendice apical, interne 7
- 7(8) Fémurs postérieurs avec une dent anguleuse, préapicale sur les bords externe et interne de leur face ventrale (fig. 4); la plupart des espèces avec une tache de dense pubescence blanche ou grise sur le lobe antéscutellaire du pronotum C. *callosobruchus* Pic
- 8(7) Fémurs postérieurs inermes ou ne présentant de dents ou denticules que du côté interne de leur face ventrale (figs. 5, 6 et 7) 9
- 9(10) Fémurs postérieurs avec un seul petit denticule sur le bord interne de leur face ventrale (fig. 5); 5^e à 10^e article des antennes du mâle fortement pectinées. Corps rouge et noir; élytres rouges marqués de petites taches noires; pubescence mêlée de blanc et de fauve; pygidium couvert de pubescence blanche avec deux taches latérales noires, préapicales. Longueur: 2-3 mm . . . B. *bruchidius atrolineatus* (Pic)

- 10(9) Bord interne de la face ventrale des fémurs postérieurs avec une dent assez forte, suivie d'un ou plusieurs denticules (fig. 6 et 7) 11
- 11(12) Fémurs postérieurs dilatés (fig. 7); tibias postérieurs munis à l'apex d'une épine allongée; 1^{er} article des tarsi postérieurs mucronés à l'apex (fig. 9); pronotum plus conique, ses côtés concaves *D. specularius* bridwell
- 12(11) Fémurs postérieurs non dilatés (fig. 6); tibias postérieurs sans épine terminale très allongée; 1^{er} article des tarsi postérieurs non mucroné (fig. 8); côtés du pronotum convexément arrondis. Coloration noire avec les pièces buccales, l'extrémité des élytres, une partie de l'abdomen, le pygidium, une bonne partie des pattes, les quatre premiers et le dernier article des antennes oranges; dessus couvert de pubescence blanc-jaune et gris-brun, variée. Longueur: 2,4-3,5 mm *E. acanthoscelides obtectus* (Say)

A. Le genre *bruchus* L.

Ce genre essentiellement paléarctique comporte un certain nombre d'espèces nuisibles aux fabaceae cultivées et principalement à des viciae. Deux d'entre elles ont trouvé des conditions adéquates de développement à l'extrémité méridionale du continent africain et s'y sont bien établies. Les *bruchus* sont univoltines.

Clé de détermination des deux espèces de *bruchus* L.

- 1(2) Pronotum à peine plus large que long (fig. 10) tibias postérieurs munis d'une longue épine apicale; fémurs médians des mâles anguleusement élargis du côté interne; tibias intermédiaires du mâle épaissis, tordus et creusés en gouttière du côté interne; pattes antérieures testacées sauf la base des fémurs; pattes médianes et postérieures noires avec les tarsi partiellement éclaircis Long.: 3,5-5 mm . . . *2. rufimanus* Boh.
- 2(1) Pronotum beaucoup plus large que long (fig. 11); tibias postérieurs sans longue épine apicale, interne; fémurs médians non élargis chez le mâle; fémurs antérieurs le plus fréquemment sombres avec les tibias et tarsi testacés; pattes médianes noires avec, le plus souvent, la moitié apicale des tibias et les tarsi rouge testacé Long.: 4-4,5 mm *1. pisorum* (L.)

1. *Bruchus pisorum* (L.)

La bruche du pois (*pisum sativum*), originaire du Proche-Orient comme sa plante hôte, s'est bien installée dans le S-W de la province du Cap en Afrique du Sud où elle est considérée comme nuisible.

Interceptée ailleurs avec des graines de pois importées, elle ne semble pas encore s'y être installée. Elle constitue toutefois une menace pour les

cultures de pois pratiquées à haute altitude, au-dessus de 2 000 m, dans les régions montagneuses d'Afrique orientale.

2. *Bruchus rufimanus* Boh.

Liée à divers *vicia*, cette bruche se montre nuisible aux cultures de fèves (*vicia faba*) dans la province du Cap en Afrique du Sud.

Elle a été à maintes reprises récoltée ailleurs mais sans qu'elle ne s'y soit adaptée.

B. Le genre *bruchidius schilsky*

Une seule espèce de ce vaste genre hétérogène se montre nuisible aux légumineuses alimentaires en Afrique.

Bruchidius atrolineatus (Pic)

Cette espèce est largement distribuée dans toute l'Afrique intertropicale au sud d'une ligne allant du Sénégal à l'Erythrée et au nord d'une ligne allant de l'Angola au Mozambique. Elle a été introduite à la Jamaïque et dans l'État de Bahia au Brésil.

Sa plante hôte la plus fréquente est le niébé ou cowpea, *vigna unguiculata*. Elle a aussi été récoltée sur *vigna radiata* (= *phaseolus radiatus* et *aureus*) et sur *vigna triloba*.

Cette espèce se développe normalement sur les gousses en voie de maturation. L'éclosion des adultes a lieu au moment de la maturation ou peu de temps après. Sa multiplication peut se poursuivre un certain temps après la récolte dans les gousses non décortiquées.

C. Le genre *callosobruchus bic*

Il s'agit d'un genre comportant un assez grand nombre d'espèces dans les régions paléotropicales. Certaines d'entre elles liées à des *fabaceae* cultivées, principalement des *phaseoleae*, sont maintenant devenues subcosmopolites et il n'est pas toujours possible de situer leur origine africaine ou asiatique.

Six espèces nuisibles aux légumineuses alimentaires sont connues d'Afrique. Elles sont polyvoltines.

Clé de détermination des espèces de *Callosobruchus* Pic

- 1(2) Corps uniformément rouge sombre, parfois avec de vagues tâches sur les élytres; taille plus forte: 4,0-4,5 mm 6. *subinnotatus* Pic

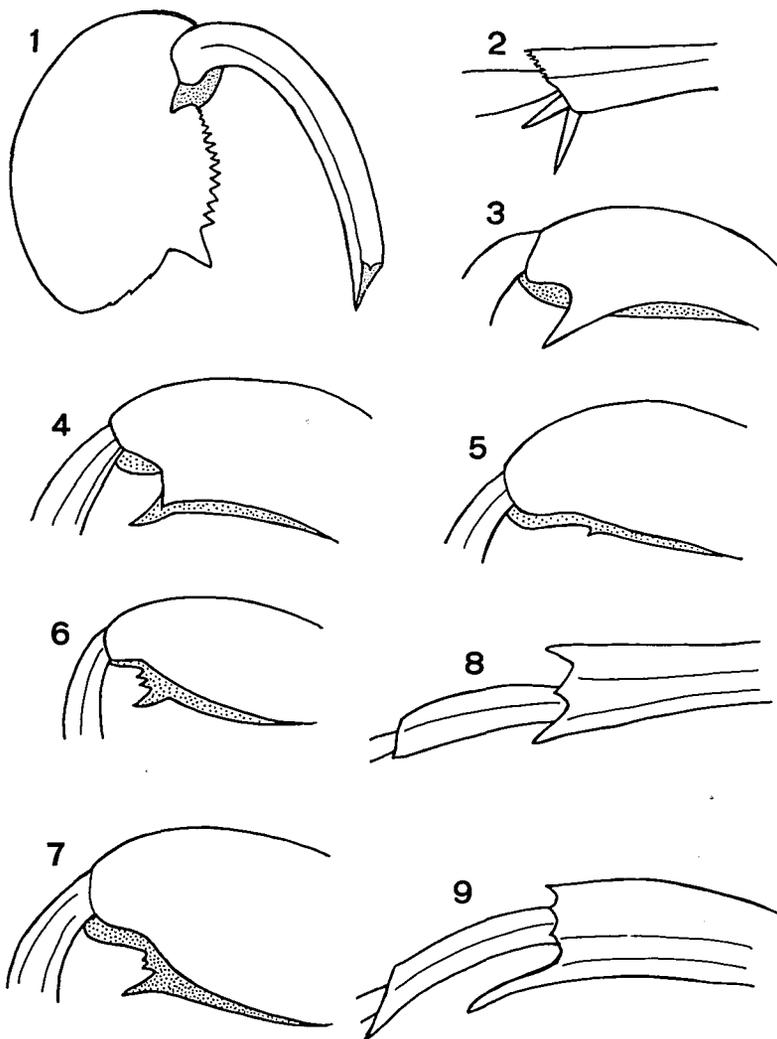
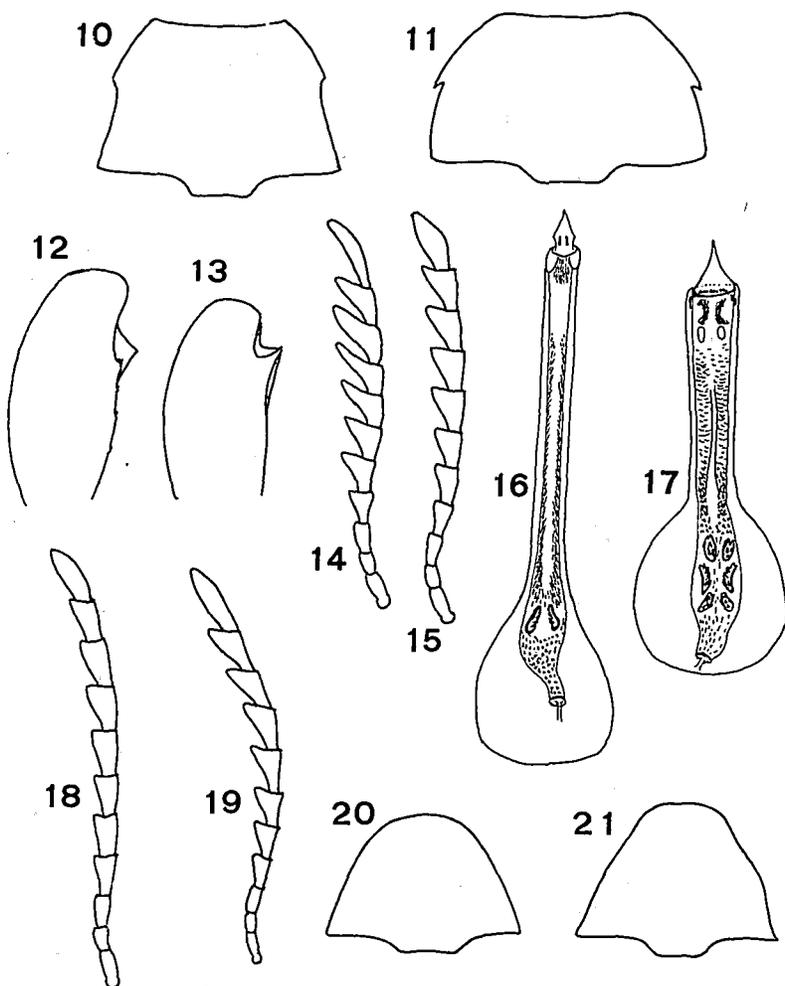


Fig. 1 Face interne des fémur et tibia postérieurs droits de *caryedon serratus* (Ol.).
 Fig. 2 Éperons mobiles du tibia postérieur droit de *zabrotes subfasciatus* (Boh).
 Fig. 3 Face externe du fémur postérieur droit de *bruchus pisorum* (L.).
 Fig. 4 Face externe du fémur postérieur droit de *callosobruchus maculatus* (F.).
 Fig. 5 Face externe du fémur postérieur droit de *bruchidius atrolineatus* (Pic).
 Fig. 6 Face externe du fémur postérieur droit d'*acanthoscelides obtectus* (Say).
 Fig. 7 Face externe du fémur postérieur droit de *specularius vanderijsti* (Pic).
 Fig. 8 Extrémité du tibia postérieur droit et 1^{er} article tarsal d'*acanthoscelides obtectus* (Say).
 Fig. 9 Extrémité du tibia postérieur droit et 1^{er} article tarsal de *specularius vanderijsti* (Pic).



- Fig. 10 Pronotum de *bruchus rufimanus* Boh.
 Fig. 11 Pronotum de *bruchus pisorum* (L.).
 Fig. 12 Fémur postérieur droit de *callosobruchus analis* (L.) vu par sa face interne.
 Fig. 13 Fémur postérieur droit de *callosobruchus maculatus* (F.) vu par sa face interne.
 Fig. 14 Antenne gauche du mâle de *callosobruchus chinensis* (L.).
 Fig. 15 Antenne gauche du mâle de *callosobruchus rhodesianus* Pic.
 Fig. 16 Édéage de *callosobruchus chinensis* (L.).
 Fig. 17 Édéage de *callosobruchus rhodesianus* Pic.
 Fig. 18 Antenne gauche du mâle de *callosobruchus chinensis* (L.).
 Fig. 19 Antenne gauche du mâle de *callosobruchus phaseoli* (Gyll.).
 Fig. 20 Pronotum de *callosobruchus maculatus* (F.).
 Fig. 21 Pronotum de *callosobruchus phaseoli* (Gyll.).

- 2(1) Corps au moins partiellement rouge clair ou jaune-rouge avec des tâches élytrales noires chez les individus mûres: taille inférieure à 3,5 mm 3
- 3(4) Dent interne des fémurs postérieurs plus courte que l'externe (fig. 12) antennes du mâle simplement en dents de scie; prothorax assez uniformément rouge. Long. 2, 9-3 mm 1. *analis* (F.)
- 4(3) Dent interne des fémurs postérieurs aussi longue que l'externe (fig. 13) ou, dans la négative, antennes du mâle pectinées; prothorax généralement plus sombre ou avec un dessin formé de tâches sombres ou de tâches de pubescence 5
- 5(8) Bords dorsaux des 2^e et 5^e segments abdominaux avec des tâches de pubescence claire, très dense; moitié postérieure des élytres fréquemment plus sombre que la moitié antérieure chez les spécimens mûres 6
- 6(7) Antennes des mâles plus ou moins fortement pectinées (fig. 14); derniers articles antennaires généralement sombres; dent interne des fémurs postérieurs plus grêle, à bords parallèles; pygidium très densément couverts de soies blanc gris; lobe médian de l'édéage très allongé, terminé apicalement par une valve exophallique en forme de fer de lance; sac interne avec deux sclérites épineux à sa base (fig. 16). Long. 2-2, 7 mm 2. *chinensis* (L.)
- 7(6) Antennes simplement dilatées en dents de scie chez le mâle (fig. 15) et le plus souvent entièrement testacées; pygidium couvert de soies jaunes moins denses; dent interne des fémurs postérieurs plus forte et en forme de coin; lobe médian de l'édéage plus large, terminé par une valve exophallique triangulaire; base du sac interne avec six sclérites épineux (fig. 17). Long. 2-3 mm 5. *rhodesianus* (Pic)
- 8(5) Bords dorsaux des 2^e à 5^e segments abdominaux couverts de pubescence diffuse, blanche ou jaune, ne formant pas de tâches 9
- 9(10) Prothorax plus court, rouge sombre ou noir, avec de vagues dessins de pubescence pâle; côtés du pronotum convexes (fig. 20), antennes des mâles en dents de scie (fig. 18), yeux des mâles moins gros, bien séparés au-dessus. Long. 2,5-3,2 mm 3. *maculatus* (F.).
- 10(9) Prothorax plus allongé, jaune-rouge avec des tâches plus sombres; côtés du pronotum ondulants et ainsi partiellement concaves (fig. 21), antennes du mâle plus ou moins pectinées (fig. 19), yeux des mâles très gros et presque contigus au-dessus. Longueur 2,5-3,5 mm 4. *phaseoli* (Gyll.)

1. *Callosobruchus analis* (F.)

Cette espèce est originaire du Sud du continent asiatique. En Afrique où elle a été introduite à diverses reprises, elle a surtout été récoltée dans la

partie la plus orientale du continent (Soudan, Erythrée, Éthiopie, Kenya, Tanzanie, Natal, Afrique du Sud), à Madagascar et dans les Mascareignes (Maurice) beaucoup plus rarement ailleurs (Bas-Zaïre, en 1913). Si elle semble parfois s'être installée, elle ne semble qu'assez rarement être considérée comme nuisible. Au Soudan, ses déprédations ont été signalées sur les doliques (*lablab purpureus*) et sur les lentilles (*lens esculenta*). Au Kenya, elle a récemment été citée sur *vigna unguiculata*.

2. *Callosobruchus chinensis* (L.)

Originnaire du Sud-Est asiatique, *callosobruchus chinensis* a été récolté dans diverses régions d'Afrique, surtout orientale. Nulle part, sauf à Madagascar, elle ne semble avoir pris une grande extension et être devenue un déprédateur redoutable. Sous son nom, d'autres espèces de *callosobruchus*, principalement *rhodesianus*, ont été citées.

C. chinensis exploite les graines de très nombreuses phaseoleae. Au Swaziland, Walker a constaté qu'elle ne s'en prenait qu'à *vigna radiata* (= *Phaseolus aureus*).

3. *Callosobruchus maculatus* (F.)

Ce *callosobruchus* est l'espèce la plus largement répandue et la plus fréquemment récoltée en Afrique. Son origine exacte est maintenant impossible à préciser quoiqu'elle pourrait être africaine.

Sa plante hôte la plus fréquente est *vigna unguiculata*. En Afrique, elle a aussi été obtenue des graines de *vigna radiata* (= *Phaseolus aureus*), *vigna (voandzeia) subterranea*, *vigna angularis* (= *phaseolus angularis*), *lablab purpureus*, *phaseolus vulgaris*, *macrotyloma geocarpum* (= *kerstingiella geocarpa*), *cajanus cajan* et d'une caesalpinaceae: *cassia occidentalis* au Sénégal.

Callosobruchus maculatus a la particularité de se présenter sous deux formes ou phase à morphologie et comportement différents un peu à la manière des criquets migrateurs. La phase dite «normale» se rencontre dans les stocks de graines, milieu non naturel. Son taux de multiplication est élevé et quoique cette forme soit ailée, elle ne semble pas faire usage de ses ailes. La phase dite «active», bonne voilière, n'apparaît que dans les stocks de graines fortement envahis. Son taux de multiplication est faible. C'est cette forme que l'on rencontre dans la nature et qui est attirée par la lumière. Les différences morphologiques externes entre les deux formes sont nombreuses. Elles affectent les rapports longueur/largeur de divers organes, la pubescence et la coloration. Les différences de structure génitale affectent l'armature du sac interne chez le mâle et les deux anneaux et les plaques chitinisées de la bourse copulatrice chez la femelle. L'explication de ce phénomène est encore à rechercher mais est sans doute sous l'influence de l'action d'hormones juvéniles plus ou moins concentrées dans le milieu nutritif.

4. *Callosobruchus phaseoli* (Gyll.)

L'origine asiatique ou africaine de cette espèce ne peut pas plus que pour la précédente être précisée. En Afrique, elle est signalée dans de nombreuses contrées: Guinée, Nigeria, Kenya, Tanzanie, Uganda, Rwanda, Angola, Natal, Transvaal, Mozambique, Madagascar, La Réunion, Îles du Cap Vert, Comores.

Sa plante hôte la plus fréquente en Afrique est *lablab purpureus*, les doliques. En Angola, elle a été obtenue de *cicer arietinum* et au Kenya de *vigna unguiculata*.

5. *Callosobruchus rhodesianus* Pic

Cette espèce a souvent été confondue avec *c. chinensis* et citée sous ce nom. Elle est très largement répandue dans la plus grande partie de l'Afrique au Sud du Sahara et y est très fréquemment récoltée en dehors des cultures. Elle existe aux Comores (Mohéli) mais semble absente de Madagascar. Son origine est certainement africaine.

C. rhodesianus a été observé dans les graines de *vigna unguiculata*, *vigna mungo*, *cajanus cajan* et *sphenostylis holosericea*. On l'a aussi cité de *phaseolus vulgaris*.

6. *Callosobruchus subinnotatus* (Pic)

C. subinnotatus est originaire de l'Afrique occidentale où il est encore surtout localisé; Sénégal, Mali, Côte d'Ivoire, Burkina Faso, Ghana, Togo, Niger, Nigeria, Tchad, Cameroun. Il a été introduit aux îles du Cap Vert et à Porto Rico.

Semble être strictement lié à *vigna (voandzeia) subterranea*.

D. Le genre *specularius* Bridwell

Comme le précédent, ce genre comporte des espèces en Afrique et en Asie tropicale. Quatre espèces africaines ont été observées sur des légumineuses alimentaires en Afrique.

Clé de détermination des espèces de *specularius* bridwell

- 1(4) Disque du pronotum plus régulièrement convexe, sans sillon longitudinal; antennes formées d'articles s'élargissant vers l'apex, non pectinées chez le mâle 2
- 2(3) Pygidium ceint d'un anneau de dense pubescence blanche, enfermant une tâche luisante non pubescente non ou à peine ponctuée; dessus du corps recouvert d'une très dense pubescence rouge-orange; épine des tibias postérieurs plus courte que le quart de leur longueur. Long. 2,7-3,6 mm 2. *erythraeus* (Pic)

- 3(2) Pygidium entièrement recouvert d'une dense pubescence blanche, uniforme; dessus du corps recouvert de pubescence blanche avec une tâche latérale brun-roux sur chaque élytre: épine des tibias postérieurs plus long que le tiers de leur longueur. Long.: 3,5-5 mm 4. *vanderijsti* (Pic)
- 4(1) Disque du pronotum longitudinalement sillonné: antennes du mâle subpectinées, celles de la femelle en dents de scie: pygidium entièrement recouvert de pubescence blanche, uniforme 5.
- 5(6) Pygidium régulièrement convexe: pronotum moins bosselé: dessus du corps uniformément couvert de pubescence blanche avec une macule de pubescence brune à la mi-longueur des 5^e, 7^e et 9^e interstries: pubescence de l'abdomen uniformément blanche. Long.: 2,8-3 mm 1. *albus* (Pic)
- 6(5) Surface du pygidium légèrement irrégulière: bosses du pronotum plus accusées; dessus du corps avec sa dense pubescence blanche limitée à la moitié interne des élytres et à une tâche antéscutellaire sur l'arrière du pronotum, le reste couvert de pubescence brune avec quelques maculés plus sombres: pubescence de l'abdomen partiellement as-sombrie. Long.: 3,3-3,6 mm 3. *sulcaticollis* (Pic)

1. *Specularius albus* (Pic)

Cette espèce est connue du Soudan, d'Érythrée et d'Arabie saoudite.

Au Soudan, elle a été récoltée dans des graines de *rhynchosia* dont l'espèce *memnonia*. En Érythrée, elle a été obtenue des graines de *vigna* sp.

2. *Specularius erythraeus* (Pic)

Sp. erythraeus est largement réparti en Afrique: Érythrée, Éthiopie, Kenya, Uganda, Burundi, Zaïre, Tanzanie, Mozambique, Malawi, Zimbabwe, Angola, Congo-Brazzaville, Cameroun, Nigeria, Tchad, Ghana, Côte d'Ivoire.

A été obtenu des graines de *cajanus cajan* au Kenya, au Nigeria, en Tanzanie, en Côte d'Ivoire et au Congo-Brazzaville. C'est dans les graines de la même plante que *sp. erythraeus* a été intercepté en Inde à l'introduction de semences fournies par la FAO. Southgate l'a signalé sur *vigna unguiculata* à Zanzibar. Dans la nature, il a été obtenu des graines de *rhynchosia albiflora* et *pyncnostachya*.

3. *Specularius sulcaticollis* (Pic)

Localisé dans la région la plus orientale de l'Afrique (Érythrée, Somalie, Kenya, Tanzanie y compris Zanzibar, Mozambique). A été obtenu des graines de *cajanus cajan* au Kenya et de *vigna* sp. en Érythrée.

4. *Specularius vanderijsti* (Pic)

Connu du Sénégal, de Gambie, de Côte d'Ivoire, du Ghana, du Cameroun, du Gabon, du Zaïre, de Tanzanie (Usambara) et du Malawi. Obtenu des graines de *psophocarpus palustris*, *scandens* et *sp.* Une sous-espèce plus petite (long. 2,6-3,5 mm) et à pubescence plus blanche (ssp. *kivuensis* Decelle) est inféodée à *psophocarpus lancifolius* dans les régions montagneuses de l'Est du Zaïre et au Burundi. Elle existe également au Malawi.

E. Le genre *Acanthoscelides* Schilsky

Une espèce de ce genre essentiellement américain est devenue subcosmopolite, ayant suivi la diffusion de sa plante hôte maintenant largement cultivée.

Acanthoscelides obtectus (Say)

En Afrique, la bruche des haricots est surtout répandue dans les régions montagneuses orientales: Uganda, Est du Zaïre, Rwanda, Burundi, Kenya et Tanzanie, en Afrique du Sud, en Angola, au Zimbabwe, à Madagascar et dans les Mascareignes. Elle est aussi observée dans les régions plus chaudes (Cameroun, Congo-Brazzaville, Bas-Zaïre, etc....) si la culture du haricot ordinaire s'y pratique.

L'établissement de cette espèce en Afrique remonte à la fin du siècle dernier ou au début de ce siècle (Madagascar, 1898; Transvaal 1904; Tanzanie 1911). Dès les années 1930, elle s'était bien établie dans les régions montagneuses orientales.

Sa plante hôte habituelle est le haricot, *phaseolus vulgaris*. Au Swaziland, Walker (1979) l'a obtenu des graines de *vigna (voandzeia) subterranea*. Au Rwanda et au Congo-Brazzaville, l'espèce a été obtenue en nombre très réduit de graines de *glycine max* (le soja) mais il semble établi que les lots de graines dont ont été obtenus ces spécimens contenaient aussi quelques graines de *phaseolus vulgaris*. Au Kivu, Lefèvre a obtenu en 1949 cette espèce de graines de *sesbania aegyptiacar*. Au Mexique elle a été obtenue de *vigna*.

Acanthoscelides obtectus appartient au groupe des bruches polyvoltines.

F. Le genre *caryedon* schönherr

Ce genre a une large distribution paléotropicale pénétrant dans l'est de la région méditerranéenne et jusqu'à la Mer Caspienne.

Caryedon serratus (Ol.)

C'est la seule espèce du genre inféodée à une légumineuse alimentaire, cultivée en Afrique. Elle existe dans presque toute l'Afrique tropicale mais surtout dans les régions de savanes arborées: Mauritanie, Sénégal, Mali, Guinée, Guinée-Bissau, Côte d'Ivoire, Ghana, Burkina Faso, Niger, Tchad, Nigeria, Cameroun, Soudan, Éthiopie, Kenya, Tanzanie, Zimbabwe, Zaïre, Congo-Brazzaville. Elle a été introduite dans les îles Mascareignes (La Réunion, Maurice, Rodriguez), et dans les îles Séchelles (Malé).

Ses plantes hôtes dans la nature sont des *Caesalpinaceae*: *tamarindus indica*, *piliostigma reticulata* et *thonnigii*, *bauhinia rufescens* et *monandra*, *cassia sieberiana* et *arereh*. Par allotrophie, cette bruche s'est adaptée à l'arachide, *arachis hypogea* de la famille des Fabaceae, ne pouvant se multiplier que dans les gousses déterrées. Il se pourrait que ce soit une lignée particulière de *c. serratus* qui se serait inféodée à l'arachide. Cette race serait apparue en Afrique occidentale pour s'étendre en tâche d'huile vers l'Est et le Sud: ce n'est qu'au cours de ces dernières années que *c. serratus* a été observé sur arachide au Soudan et au Congo-Brazzaville où pourtant l'espèce existait et où la culture de l'arachide était pratiquée.

Caryedon serratus est d'origine africaine. Il a été introduit et s'est maintenu et installé dans de nombreuses régions tropicales suite à la diffusion d'une de ses plantes hôtes habituelles: *tamarindus indica* qui malgré son appellation est originaire d'Afrique. En dehors de l'Afrique, *c. serratus* n'a pas été cité sur arachide.

G. Le genre zabrotes G. Horn

Il s'agit d'un genre essentiellement américain dont les espèces semblent être toutes liées aux légumineuses.

Zabrotes subfasciatus (Boh.)

Cette espèce néotropicale a été récoltée depuis la fin du siècle dernier — début de celui-ci dans divers pays d'Afrique (Guinée-Bissau, 1899; Érythrée, 1902; Mozambique, 1914; Bas-Zaïre, 1915; Tanzanie, 1916). Elle ne semble s'être bien installée et avoir pris une grande extension qu'au cours de ces trente dernières années. Elle est maintenant considérée comme dommageable en Angola, au Bas-Zaïre et surtout en Afrique orientale: Kenya, Uganda, Tanzanie, Burundi, Éthiopie. Elle est aussi fréquente et dommageable à Madagascar et aux Mascareignes. Les transports massifs de graines lors des sécheresses de ces dernières années ont accéléré sa diffusion.

Sa plante hôte principale est le haricot, *phaseolus vulgaris*, auquel il est lié dans les régions chaudes. Il ne remonte, pas encore du moins, aussi haut qu'*acanthoscelides obtectus*, dans les cultures de haricots pratiquées dans les régions montagneuses d'Afrique orientale.

Z. subfasciatus est aussi cité de *vigna sp.* en Uganda.

La protection des légumineuses contre les bruches, terrain de prédilection des solutions écologiques

par V. Labeyrie
Université de Pau (France)

Quelques remarques générales

Toute plante cultivée provient de l'amélioration par l'homme d'une plante sauvage, possédant des caractéristiques, des exigences écologiques, des relations biocénétiques avec d'autres plantes, avec des symbiotes, avec des organismes pathogènes, avec des consommateurs: insectes, vertébrés...

C'est par une étude dans le contexte écologique du foyer d'origine qu'il est possible de connaître son système biologique et ses relations biocénétiques, et ainsi comment sa survie peut être assurée malgré les agressions. A contrario, c'est d'après l'analyse des exigences biologiques de leurs ravageurs qu'il peut être possible de déterminer leur zone d'origine. Les végétaux ont différents moyens de résister aux ravageurs ou de réduire leur impact, mais les structures générales, l'organisation biologique de la plante limitent les possibilités.

Ainsi, les modalités de résistance changent intégralement suivant que la plante est vivace ou annuelle, suivant que la structure attaquée peut être régénérée ou non, suivant le type de fonction de la structure menacée. Le choix des voies de résistance est toujours limité par des contraintes liées aux autres activités de la plante. Aucune plante ne peut donc présenter une résistance naturelle idéale, comme tout résultat d'un compromis, elle ne peut être qu'imparfaite.

La sélection peut renforcer certains traits protecteurs mais à condition de ne pas compromettre les autres activités de la plante; la sélection ne donnera jamais une plante à l'abri de tous dangers.

Quelques aspects fondamentaux de la résistance des plantes:

1) *pouvoir régénérateur*: très important chez les légumineuses susceptibles de former de nouvelles tiges ou de nouvelles ramifications; cette propriété est utilisée par l'homme pour la fenaison (trèfle, luzerne...). Le pouvoir régénérateur agit simultanément comme protection après des accidents climatiques.

2) *Structures surnuméraires*, les nombres de feuilles, de fruits, peuvent être bien supérieurs aux «besoins» de la plante. Ainsi, une défoliation partielle ne réduit pas la production de graines de *vigna* ou *glycine max*. Le nombre de fleurs de nombreuses cesalpinaées et mimosacées est bien supérieur à la quantité de graines qu'elles pourront nourrir, ainsi les destructions ne compromettent pas obligatoirement la plante; en leur absence il peut y avoir chute physiologique de ces structures.

3) *Propagation végétative*: le bouturage naturel, la formation de stolons, de caïeux... assurent la propagation de la plante même lors de destructions importantes d'organes reproducteurs. La stolonisation permet la formation d'organismes coloniaux qui contribuent à la redondance (voir 2). De très nombreuses légumineuses vivaces à structures pérennes souterraines, tubérisées ou non, ont une forte propagation végétative (*phaseolus*, *vigna*, *lathyrus*...) qui assurent leur survie après destructions considérables d'organes végétatifs ou reproducteurs.

4) *Protection active*:

a) *protection physique*. La présence de cires, de trichomes, d'épines ne peut être exclusivement défensive, elle doit obligatoirement — plus que toute autre — être compatible avec les échanges de gaz et d'eau. La pilosité des gousses empêche la ponte de *callosobruchus maculatus*.

b) *protection chimique*. Les substances allélochimiques intervenant dans la protection des légumineuses sont particulièrement abondantes et diversifiées, surtout dans les graines: acides aminés non protéiques (plus de 200), lectines, inhibiteurs d'enzymes, saponines, glucosides cyanogènes, divers alcaloïdes. Ces substances empêchent les attaques de nombreux insectes généralistes. Toxique pour l'homme, ce dernier essaie de sélectionner des variétés sans ces substances, mais alors il favorise les attaques des généralistes et est obligé de pulvériser des insecticides eux aussi toxiques pour l'homme. Au lieu de créer des cultivars sans substances toxiques, il faut étudier pour améliorer les habitudes ancestrales de détoxification des graines avant la consommation (trempage avec élimination de l'eau de rinçage pour les substances hydrosolubles, cuisson, détégumentation...).

c) *protection positionnelle*. Certaines légumineuses enterrent leurs graines: *arachis hypogea*, *vigna subterranea* (*voandzou*), *macrotyloma geocarpum*. Cette protection aux effets pléiotropes est surtout accompagnée d'une réduction des protections chimiques des graines, d'où une très grande vul-

nérabilité aux attaques, une fois sortie du sol: c'est le cas d'*a. hypogea* alors offert aux attaques de *caryedon serratus*.

d) *protection temporelle*: dans tout système à périodicité bien marquée, les consommateurs spécialistes pondent ou consomment au moment où le stade convoité de la plante est le plus accessible et le plus abondant. Aussi tout étalement phénologique permet à la plante d'échapper à la destruction totale. Ainsi, de nombreuses légumineuses — lianes ont des cohortes successives de gousses dont certaines mûrissent hors de la période de ponte des bruches (d'où évolution dans le temps des pontes de *bruchidius atrolineatus* sur gousses de *vigna unguiculata*).

Plus la population végétale est hétérogène, plus existent les probabilités que parmi elles une plante échappe à la destruction. Dans ces conditions, toute sélection homogénéisatrice fragilise les cultures.

Les peuplements végétaux naturels homogènes sont exceptionnels. La structure physique intervient. Ainsi, *acanthoscelides obtectus* pond dans les gousses exposées au soleil de *phaseolus vulgaris* recouvrant la végétation arbustive. Dans une culture mixte haricot-maïs, l'ombrage dû au maïs peut ainsi assurer une bonne protection contre cet insecte ravageur. Dans un habitat hétérogène, les relations spatiales entre végétaux ne sont pas aléatoires, car les distributions correspondent aux préférences écologiques. Ainsi, deux espèces A et B peuvent être généralement proches et éloignées de C. Si B possède des caractéristiques morphologiques ou chimiques plus importantes que A, leur relation spatiale statistiquement significative permet à des consommateurs de trouver A grâce aux signaux de B, de même l'éloignement statistiquement significatif de C par rapport à A peut leur faire utiliser les signaux de C comme repères négatifs pour économiser la prospection d'une zone. Ainsi par des associations culturelles entre A et des plantes leurres de C on peut protéger A; de même, en supprimant simplement la relation entre A et B, réduire les attaques sur A. L'association culturelle doit donc être recherchée en fonction des informations biocénétiques et de la structure physique du système d'origine.

Les bruches sont capables de consommer des graines de légumineuses malgré la présence de substances allélochimiques toxiques pour d'autres espèces. On considère qu'ayant coévolué avec les légumineuses, elles ont surmonté les défenses chimiques qui éliminent les autres insectes. En réalité, on peut se demander lorsqu'il s'agit de légumineuses pérennes si la longévité de la plante (arborescente ou à stolons) et ses possibilités de régénération ne limitent pas l'impact de la destruction des graines par les bruches, ce qui expliquerait que les taux de contamination très élevés n'affectent pas la persistance de ces légumineuses. La situation est évidemment *totalemtent différente* avec des légumineuses annuelles dont seule la présence de graines assure la survie de l'espèce. Dans ces conditions, les plantes annuelles, contrairement aux autres, doivent se protéger contre les bruches. C'est peut-être ce qui explique la différence entre les attaques très élevées des graines de légumineuses arborescentes ou lianescentes et la très faible contamination des graines d'espèces naturellement annuelles comme les lupins.

En 1972, un responsable de la recherche agronomique d'un pays nordique signalait qu'avec la fin de l'ère des insecticides polyvalents, le temps de la paresse était fini. Avec une approche écologique, *excluant toute répétition des méthodes de protection* pour éviter les sélections adaptatives, et au contraire utilisant toute la gamme des possibilités offertes par une bonne connaissance des relations biocénétiques, nous pouvons entrer dans l'ère de la sagesse.

Bibliographie

JACOB, François (1981) Le jeu des possibles. éd. Fayard. 135 p.

LABEYRIE, Vincent (1977) For the definition of an ecological strategy on the protection of agrosystems, *Experientia*, 33, 404-410.

MAYR, Ernst (1981) La biologie de l'évolution. éd. Hermann. 175 p.

VAN DER BOSCH, Robert (1978) The pesticide conspiracy. éd. Doubleday. 226 p.

Activité reproductrice et développement d'une espèce de Bruchidae (*bruchidius atrolineatus pic*) dans les cultures de *vigna unguiculata* (ALP) associées ou non au mil (*Pennissetum thyphoides burm*)

par J. Huignard, I. Alzouma et B. Leroi

Bruchidius atrolineatus est un coléoptère bruchidae très répandu en zone sahélienne qui se développe aux dépens des variétés sauvages et cultivées de *vigna unguiculata*. Cet insecte pond sur les gousses en voie de maturation ou sur les gousses mûres de *v. unguiculata* et les larves se développent dans les graines (Alzouma et al., 1985). Il provoque dans les champs des pertes importantes puisque 20 à 30 % des graines récoltées contiennent des larves de *b. atrolineatus* qui émergent dans les stocks et se reproduisent à nouveau. Le niébé est très souvent cultivé en zone sahélienne en association avec le mil (*pennissetum thyphoides*). Or nos observations montrent que les adultes de *b. atrolineatus* qui apparaissent dans les cultures de niébé à la mi-août, lorsque celui-ci commence à fructifier, sont très attirés par les épis de mil (Alzouma et Huignard 1981). Ils se réfugient entre les épillets de mil durant les heures chaudes de la journée et se nourrissent du pollen de mil que nous avons trouvé en abondance dans leur tube digestif. On peut se demander dans ces conditions si l'association culturale ne serait pas défavorable au niébé en permettant une concentration des populations d'adultes de *b. atrolineatus* dans la culture. Les résultats risquent donc d'être assez différents de ceux obtenus dans d'autres associations culturales où la céréale en formant une canopée

assez dense rend plus difficile la découverte de la légumineuse par les insectes phytophages, et réduit les attaques à ce niveau (Labeyrie et Maison, 1954-1957; Altieri et al., 1978; Risch, 1980; Van Huis, 1981).

Nous avons donc analysé la ponte et le développement de *b. atrolineatus* dans des cultures pures ou associées de niébé et examiné dans les deux cas l'importance des pertes à la récolte.

Matériel et méthodes

1) Les conditions culturales

Les études sont réalisées dans une vaste zone de culture, située dans la région de Niamey (Niger). Dans les terrains expérimentaux de 200 m² (20 × 10 mètres) le niébé (variété TN 88/63) est cultivé seul ou en association avec le mil (variété 3/4 HK). En culture pure, le niébé est planté suivant 8 rangées de 18 pieds séparés par des intervalles de 1 mètre dans les deux sens. En association, des pieds de mil sont intercalés entre ceux de niébé (un intervalle de 0,50 m séparant les deux espèces végétales). Les écarts entre les semis tels que nous les avons pratiqués (selon les conseils de l'Institut national de recherche agronomique nigérienne) donnent des cultures plus denses que celles couramment pratiquées par les paysans.

Les semis de mil sont effectués dès les premières pluies (en juin) et ceux de niébé 2 à 3 semaines plus tard après une nouvelle pluie. L'épiaison du mil a lieu 75 à 90 jours après le semis; les épis mûrs sont récoltés à la fin du mois de septembre.

En culture pure comme en culture associée, la floraison débute à la fin du mois d'août et se poursuit jusqu'au début de la saison sèche en octobre. 70 à 80 % de gousses de niébé récoltées sont cependant issues de fleurs formées au début du mois de septembre. Toutes les gousses sont laissées sur les pieds jusqu'à la mi-octobre, période où elles sont récoltées.

2) Analyse de l'évolution des pontes de bruchidae

Dans les deux types de cultures, des pieds de niébé sont échantillonnés au hasard, sur les bordures et à l'intérieur du terrain expérimental. Sur chaque pied, toutes les gousses sont marquées dès leur formation et sont suivies à intervalles réguliers (tous les 4 jours) jusqu'à la récolte. À chaque observation nous notons:

- le stade phénologique de la gousse tel qu'il a été défini par Alzouma et Huignard (1981), c'est-à-dire: stade 1, gousse verte sans trace de graine apparente; stade 2, gousse verte avec présence de graines; stade 3, gousse en voie de déshydratation; stade 4, gousse mûre sèche.

- le nombre d'œufs de *bruchidius atrolineatus* déposé sur les gousses
- le nombre d'œufs parasités par les trichogrammatidae du genre *uscana*
- le nombre de trous de sorties de bruches et de l'hyménoptère *bruchocida orientalis* CWF (Eupelmidae) ectoparasite des larves (lorsque ces sorties ont lieu avant la récolte).

Après la récolte, les gousses sont isolées dans des tubes placés au laboratoire; les émergences d'adultes de bruches et d'hyménoptères sont quotidiennement suivies.

Résultats

1) Analyse des pontes trouvées sur les gousses de *v. unguiculata* à la récolte dans les deux types de cultures

- Les études réalisées au cours de deux années consécutives (1983-1984) montrent que tous les pieds de *v. unguiculata* échantillonnés portent des gousses sur lesquelles se trouvent des œufs de *b. atrolineatus* (fig. 1 A et B).

- Sur la plupart des pieds échantillonnés, 90 à 100 % des gousses mûres récoltées ont reçu des œufs de *b. atrolineatus*:

a) il n'apparaît pas de différences notables quel que soit l'emplacement des pieds dans le terrain expérimental. Il ne semble pas y avoir d'effet de bordure, le pourcentage de gousses portant des œufs reste sensiblement le même que les pieds soient situés à l'intérieur de la culture ou à la périphérie.

b) au niveau de chaque pied, le pourcentage de gousses ayant reçu des pontes de *b. atrolineatus* reste toujours élevé, quel que soit le nombre de gousses produites.

c) la présence d'une canopée de mil en épiaison au-dessus du niébé ne semble pas avoir eu d'influence notable; le pourcentage de gousses ayant reçu des pontes de *b. atrolineatus* reste très élevé dans les deux types de cultures.

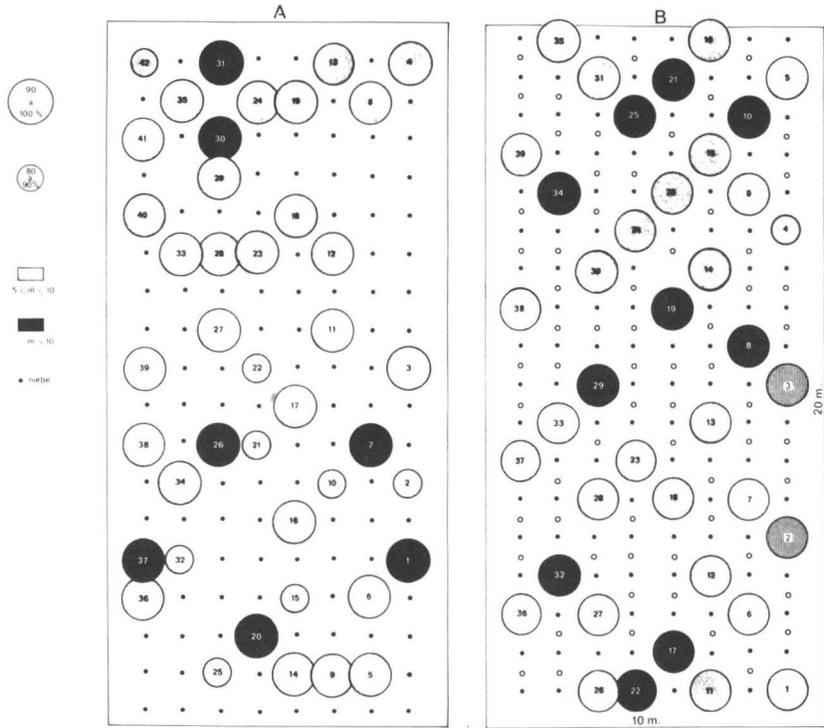
- Lorsque l'on analyse le nombre moyen d'œufs par gousse au niveau de chaque pied échantillonné on constate:

a) qu'il n'existe pas de différences significatives d'un pied à l'autre à l'intérieur des terrains expérimentaux aussi bien en 1983 qu'en 1984. Les valeurs trouvées par le test ANOVA sont toujours inférieures aux valeurs limites

$$1983 \left\{ \begin{array}{l} \text{Culture pure} \quad F = 1,66 < F_{0,01} \ 38/689 = 2,17 \\ \text{Culture associée} \quad F = 1,67 < F_{0,01} \ 25/216 = 2,23 \end{array} \right.$$

Figures 1A et B

Répartition des pontes de *b. atrolineatus* sur les pieds de *vigna unguiculata* échantillonnés
 A: Culture pure (1984) B: Culture associée (1984)



1984 { Culture pure $F = 1,31 < F_{0,01} 41/278 = 1,81$
 Culture associée $F = 1,62 < F_{0,01} 38/360 = 1,83$

b) que les nombres moyens d'œufs par gousse trouvés en culture associée comme en culture pure ne sont pas significativement différents:

1983 { Culture pure $\bar{m} = 12,4 \pm 0,8$
 Culture associée $\bar{m} = 13,3 \pm 1,7$ $t = 0,3$ non significatif

1984 { Culture pure $\bar{m} = 7,1 \pm 0,5$
 Culture associée $\bar{m} = 8,1 \pm 0,6$ $t = 1,87$ non significatif

c) Cependant, lorsque l'on analyse pied par pied la distribution des pontes trouvées sur les gousses, celle-ci est toujours très hétérogène. certaines gousses portant un nombre élevé d'œufs, d'autres ne recevant des pontes de *b. atrolineatus* qu'en faible nombre (fig. 2).

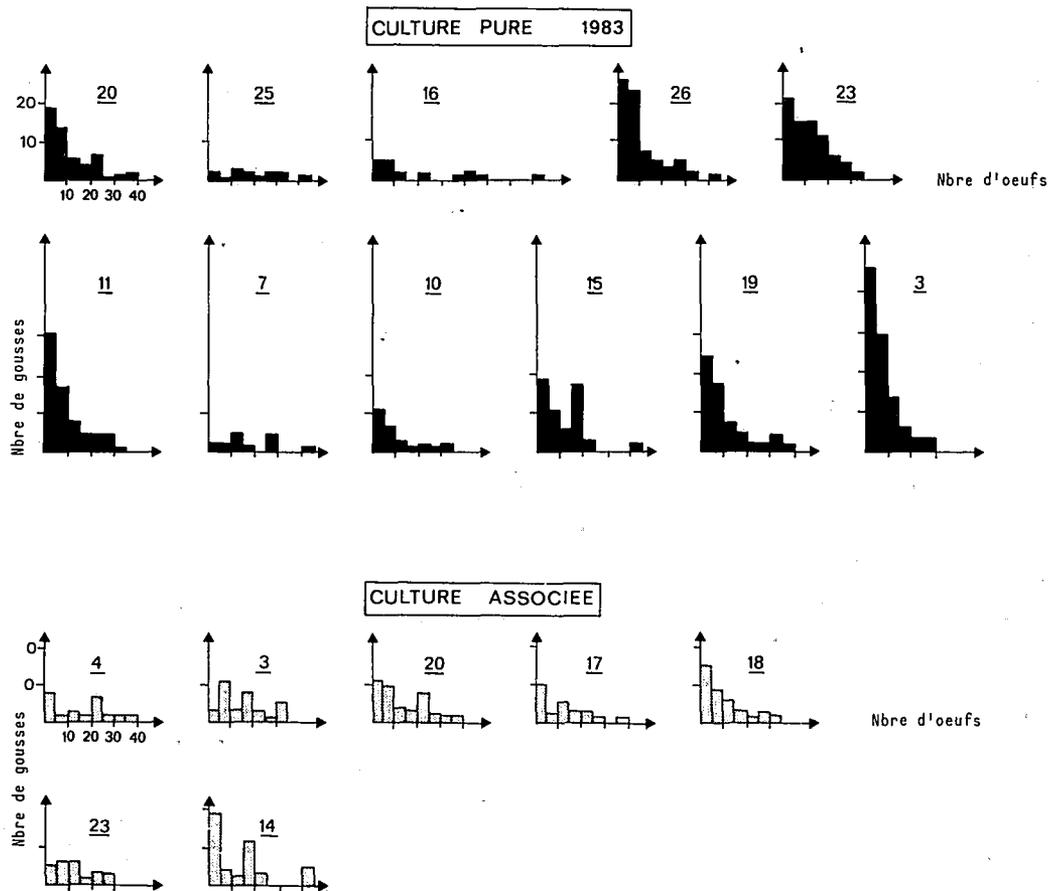


Figure 2

Distribution des pontes de *b. atrolineatus* sur les gousses au niveau d'un certain nombre de pieds de *v. unguiculata*

De telles distributions se retrouvent *au cours des deux années* dans les deux types de cultures.

2) **Évolution des pontes sur les gousses de *v. unguiculata***

Nous avons particulièrement suivi régulièrement les gousses produites par 11 pieds en culture pure et 10 pieds en culture associée tous les 4 jours du 31/08/83 jusqu'au 20/10/83. Durant cette étude:

• *l'état des gousses et le nombre de gousses varie*

Nous avons particulièrement suivi en 1983 11 pieds de niébé en culture pure et 10 pieds en culture associée du 31/08/83 au 20/10/83. Durant cette période, le nombre de gousses présentes dans la culture s'accroît (de 48 % en culture pure, de 60 % en culture associée) et leur stade phénologique évolue (le 6/09, 92 % des gousses présentes dans les cultures sont vertes; le 8/10, 87 % sont mûres).

• *la canopée de mil se modifie progressivement*

— au début du mois de septembre, le mil est encore vert et forme une canopée dense au dessus du niébé

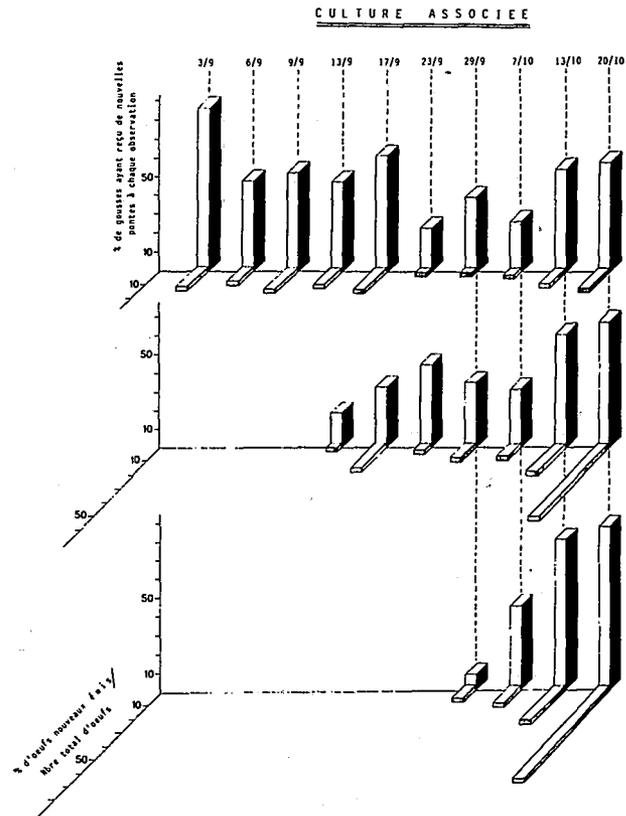
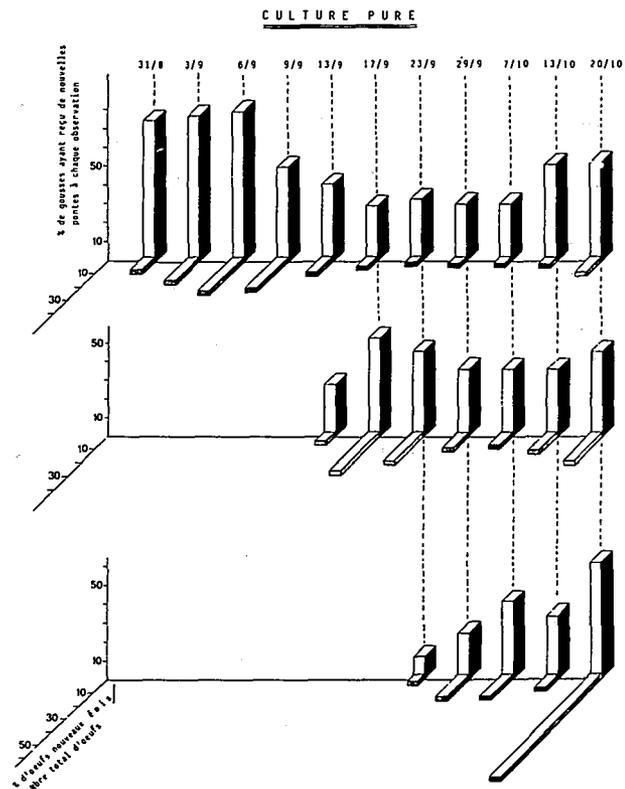
- l'ensoleillement est beaucoup plus faible qu'en culture pure (100 000 lux en culture pure — 50 à 60 000 lux en culture associée).
- les variations thermiques sont plus amorties; les écarts thermiques au niveau de la plante pouvant aller de 5 à 10°C entre les deux types de culture à la période la plus chaude de la journée.

— à partir de la mi-septembre, le mil se dessèche progressivement et dans ces conditions, le microclimat au niveau du niébé devient sensiblement le même que dans la culture pure.

— au mois d'octobre après récolte des épis, le mil est coupé et les conditions microclimatiques sont identiques dans les deux types de cultures.

A) Examinons l'évolution des pontes de *b. atrolineatus* sur les gousses formées du 31/08 au 09/09 (fig. 3 et 4): il y a des pontes importantes qui sont déposées sur les gousses vertes, début septembre, dans les deux types de culture. Par contre, dès la mi-septembre, les gousses reçoivent beaucoup moins d'œufs (le pourcentage de gousses portant de nouvelles pontes et le nombre d'œufs émis décroissent). Au mois d'octobre, on observe un nouvel accroissement des pontes qui est dû aux femelles de la seconde génération (issues des œufs émis sur les gousses produites début septembre et dont les larves se sont développées dans les graines en cours de maturation).

100 % des gousses formées durant cette période en culture pure et 94 % en culture associée ont reçu des pontes de *b. atrolineatus* et les nombres



Figures 3 et 4

Évolution des pontes de *B. atrolineatus* sur les gousses suivies en fonction du temps et de la date de formation des gousses dans les deux types de cultures

A = gousses formées entre le 31/08 et le 09/09/83
 B = gousses formées entre le 13/09 et le 17/09/83
 C = gousses formées entre le 23/09 et le 20/10/83.

moyens d'œufs par gousse ne sont pas différents dans les deux pays de cultures.

B) Lorsque les gousses sont formées du 13 au 17/09, les résultats sont voisins de ceux trouvés dans le premier lot; les gousses vertes reçoivent un nombre important d'œufs dès leur formation. Il y a ensuite une décroissance des pontes à la fin du mois de septembre suivie d'une reprise assez peu accentuée en octobre dûe à la seconde génération de *b. atrolineatus*.

À la récolte, 90 % des gousses en culture pure et 84 % en culture associée ont reçu des pontes mais le nombre d'œufs qu'elles ont reçu est nettement plus faible que dans le premier lot.

C) Les dernières gousses formées (à partir du 23/09 jusqu'au 20/10) portent beaucoup moins d'œufs au stade vert. C'est surtout lorsqu'elles ont atteint leur maturité qu'elles reçoivent les pontes les plus élevées.

À la récolte, 68 % des gousses en culture pure et 86 % en culture associée ont reçu des pontes de *b. atrolineatus*, mais en nombre réduit.

Il n'apparaît donc pas de différences importantes entre les deux types de cultures, quelle que soit la date de formation des gousses. L'existence d'une canopée assez dense de mil en épiaison au début du mois de septembre n'a donc pas de conséquences importantes sur le taux de contamination des gousses.

Développement des populations de *b. atrolineatus* dans les gousses de *v. unguiculata*

Nous avons analysé les émergences des adultes de bruches dans toutes les gousses suivies en 1983 et d'hyménoptères entomophages *bruchocida orientalis* (CWF) et *bruchocida vuilleti* (CRW). Les émergences ont lieu dans les champs avant la récolte, ou au laboratoire. Dans les champs, il n'a pas été possible de distinguer les sorties d'adultes de *b. atrolineatus* de celles de l'espèce sympatrique *callosobruchus maculatus*. Les études de dynamique des populations portent donc sur les deux espèces de bruches, mais *c. maculatus* peu abondant à Niamey n'a qu'un rôle limité.

Nous avons comparé les résultats obtenus en culture associée et en culture pure compte tenu de la date de formation des gousses (tableau 1).

Gousses formées du 31/08 au 09/09: La mortalité au cours du développement embryonnaire et larvaire est plus élevée en culture pure qu'en culture associée; 15 % des œufs pondus sur les gousses donnent naissance à des larves se développant jusqu'au stade adulte en culture pure contre 24 % en culture associée.

Gousses formées du 13 au 17/09: Ces gousses apparaissent en culture associée lorsque le mil se dessèche et que la canopée est beaucoup moins

Tableau 1

Analyse de quelques facteurs intervenant dans la dynamique de populations de *bruchidius atrolineatus* dans les deux types de cultures

	Date de formation des gousses	31/08 au 09/09	11/09 au 21/09	21/09 au 08/10
Culture pure	Nombre de gousses suivies	310	170	135
	Nombre d'œufs pondus	4 628	978	566
	% œufs parasités	5,1	4,7	8,2
	Nombre de bruches émergentes et taux de survie	697 (15,1%)	166 (16,9%)	175 (30,9%)
Culture associée	Nombre de bruches suivies	93	104	33
	Nombre d'œufs pondus	1 268	356	311
	% œufs parasités	5,8	6,2	10,2
	Nombre de bruches émergentes et taux de survie	329 (24,2%)	76 (20,2%)	71 (25,5%)

dense. Le développement des œufs puis des larves se déroule dans des conditions microclimatiques semblables dans les deux types de cultures et on observe d'ailleurs les mêmes taux de mortalité.

Gousses formées à partir du 23/09: Les résultats obtenus sont là encore voisins dans les deux types de culture, mais les taux de mortalité plus faibles sont dus au fait que les œufs étant pondus tardivement, la plus grande partie du développement a lieu au laboratoire après la récolte (c'est-à-dire en conditions contrôlées).

Il apparaît donc que lorsque la ponte, le développement embryonnaire et une partie du développement larvaire ont lieu en culture associée sous une canopée assez dense de mil, la mortalité est plus réduite. Un tel phénomène a été observé au cours de trois années successives (1982-1983-1984) (tableau 2). Cette réduction de la mortalité en culture associée n'est cependant pas très importante et son impact est relativement limité puisque nous avons constaté que dans les deux types de culture 20 à 25 % des graines ont permis le développement de bruches. La seule différence notable porte sur le nombre

de larves se trouvant dans les graines (alors que 12 % des graines ont permis le développement de deux larves en culture pure, ce pourcentage est de 25 % en culture associée).

Quel que soit le type de culture, les principaux facteurs de mortalité sont sensiblement les mêmes (tableau 2).

— Les hyménoptères trichogrammatidae du genre *uscana* ont détruit, en 1983 et 1984, 5 à 10 % des œufs de *b. atrolineatus* déposés sur les gousses. Leur impact en 1982 était beaucoup plus important puisque 20 à 25 % des œufs étaient parasités.

— Les hyménoptères eupelmidae (*bruchocida orientalis* ou *b. vUILLETI*) ectoparasitoïdes ont parasité au cours des trois années successives 3 à 4 % des larves ou des nymphes de *b. atrolineatus* à l'intérieur des graines.

— Les facteurs climatiques entraînent les régressions de populations importantes en provoquant surtout des pertes d'œufs (décollement d'œufs lors d'orages tropicaux — avortement de gousses avec des œufs — action de températures élevées).

— Le substrat où a eu lieu le développement larvaire n'a, par contre, qu'une influence limitée; la mortalité est sensiblement la même que celui-ci ait lieu dans des graines sèches ou en voie de maturation (Alzouma et al., 1985).

Discussion

Bruchidius atrolineatus apparaît dans les cultures de *v. unguiculata* à la fin de la saison des pluies lorsque les gousses commencent à se former. À cette période, les populations d'adultes sont très abondantes (Monge et Germain, comm. personnelle) et les femelles se reproduisent sur la plupart des gousses disponibles en culture pure comme en culture associée. Or la variété de niébé (TN 88/63) utilisée, produit la majorité de ses gousses à cette période (Huignard et al., 1985) et on comprend, dans ces conditions, que les pertes à la récolte soient si élevées. Les épis de mil peuvent permettre une certaine concentration de populations d'adultes de *b. atrolineatus* tout au moins pendant la journée

Tableau 2

Étude des taux de survie de *b. atrolineatus* lorsque les pontes ont lieu en culture pure ou en culture associée

	1982	1983	1984
Culture pure	17,8	17,3	32,9
Culture associée	29,3	24,5	42,5

(Alzouma et Huignard, 1981). Par contre dès le crépuscule, les bruches très mobiles, bonnes voilières, douées de très bonnes capacités de discrimination, sont capables de découvrir les gousses de *v. unguiculata* quelle que soit la composition de l'agrobiocénose. Les résultats obtenus sont donc assez différents de ceux trouvés dans d'autres associations culturales telles que maïs-haricot (Altieri et al., 1978; Rish, 1979) ou mil-niébé (Kayumbo et al., 1976). Notons cependant que les insectes ravageurs étudiés dans ces associations sont surtout des défoliateurs apparemment beaucoup moins mobiles que les bruchidae.

Les observations que nous avons pu réaliser montrent que l'activité reproductrice, importante sur les gousses vertes de *v. unguiculata*, décroît rapidement dès la mi-septembre pour ne reprendre qu'au début du mois d'octobre lorsque la seconde génération émerge. Cette décroissance n'est pas due à une modification de la nature du substrat de ponte disponible (les gousses ayant atteint leur maturité à cette période) mais plutôt à une diminution importante de la densité des populations dans les cultures (Huignard et al., 1985; Monge et Germain, comm. personnelle).

L'étude du développement des œufs de *b. atrolineatus* montre que la mortalité est toujours plus faible lorsque celui-ci a lieu dans des gousses de *v. unguiculata* situées sous une canopée de mil. Celle-ci peut exercer un rôle protecteur en amortissant les variations thermiques et hygrométriques. Dans ces conditions, la culture associée avec la variété de niébé utilisée se révèle très défavorable, d'autant plus que le rendement en gousses est plus faible (observations personnelles) et les pertes dues aux bruches plus élevées.

Dans d'autres associations culturales qui se révèlent par contre bénéfiques, la réduction des populations de ravageurs peut être due à l'action des hyménoptères entomophages plus nombreux dans ce type de culture (Marcovitch, 1935; De Loach, 1970; Risch, 1980). Dans notre étude, l'action des entomophages semble être là encore la même dans les deux types de culture.

Compte tenu des conditions culturales pratiquées et de l'utilisation des fanes de niébé pour l'alimentation du bétail, il est impossible d'envisager une lutte phytosanitaire. Toute méthode de contrôle des populations de *b. atrolineatus* devrait passer par des modifications des techniques culturales permettant d'éviter une synchronisation entre la phase d'épiaison du mil et de fructification du niébé.

Bibliographie

- ALTIERI (M. A.), FRANCIS (C. A.), SCHOONHOVEN (A. V.) 1978. A review of insect prevalence in maize (*Zea mays* L.) and bean (*Phaseolus vulgaris* L.) polycultural systems. Field Crop Research 1, 33-49.
- ALZOUMA (I.), HUIGNARD (J.) 1981. Données préliminaires sur la biologie et le comportement de *Bruchidius atrolineatus* dans une zone sud sahélienne au Niger. Oecologia applicata, 2, 4, 391-400.

- ALZOUMA (I.), HUIGNARD (J.), LEROI (B.) 1985. La ponte de *Bruchidius atrolineatus* au cours de la maturation des gousses de *vigna unguiculata* et ses conséquences sur le développement. Amer. Soc. Ent. Fr., 21-2, 207-217.
- DE LOACH (C.) 1970. The effect of habitat diversity on predation. Proc. Tall. Timbers Conf. on Ecological Animal Control by Habitat Management, 2, 223-241.
- HUIGNARD (J.), LEROI (B.), ALZOUMA (I.), GERMAIN (J.F.) 1985. Oviposition and development of *bruchidius atrolineatus* and *callosobruchus maculatus* in *vigna unguiculata* cultures in the Sahelian zone. Insect Trop. Sci. and its applications (sous presse).
- KAYUMBO (H. Y.), FINLAY (R. C.), DOTO (S. A.) 1976. Effect of spaying of cowpea grown in monoculture and under maize sorghum or millet. Intercropping in semi arid areas, p. 44. J. Monyo ADR Ker M. Campell Ed. CRDI publications.
- LABEYRIE (V.), MAISON (P.) 1954. De l'influence du microclimat sur la ponte de la bruche du haricot (*acanthoscelides obtectus* Say) dans la nature. C.R. Ac. Agric., 40, 733-736.
- LABEYRIE (V.), MAISON (P.) 1957. Techniques culturales concernant la préservation du haricot contre la bruche *acanthoscelides obtectus*. Rev. Zool. Agric. 10, 1-18.
- MARCOVITCH (S.) 1935. Experimental evidence on the value of strip cropping as a method for the natural control of injurious insects with special reference to plant lice. J. Econ. Entomol. 28, 62-70.
- RISCH (S.) 1980. The population dynamics of several herbivorous beetles in a tropical agroecosystem: the effect of intercropping corn, beans and squash in Costa Rica. J. Applied Ecology, 17, 593-612.
- VAN HUIS (A.) 1981. Integrated pest management in the small farmer's maize crop in Nicaragua. Meded Landbouwhoges. Wageningen, 81-6, 221 p.

Étude de la dynamique de deux populations de bruchidae (*bruchidius atrolineatus pis* et *callosobruchus maculatus fab*) dans un système traditionnel de stockage au Niger

par J. F. Germain
Université de Niamey (Niger)
et J. P. Monge
Institut de biocénétique expérimentale
des agrosystèmes (France)

Les études réalisées en 1983 dans les cultures de *vigna unguiculata*, dans la région de Niamey, montrent que 85 à 90 % des gousses ont reçu des pontes de *b. atrolineatus* durant leur maturation et 48 % des pontes de *c. maculatus* (Huignard et al., 1985). Les pontes de *b. atrolineatus* sont souvent importantes sur les gousses (moyenne = 10 œufs par gousse), par contre celles de *c. maculatus* sont beaucoup plus faibles (1 à 2 œufs par gousse).) la récolte, 20 à 25 % des graines ont déjà permis le développement de larves des deux espèces de bruches.

Nous avons examiné au cours de ce travail l'évolution des populations de bruches issues de ces gousses dans des conditions de stockage traditionnel au Niger. Des recherches antérieures réalisées au Nigeria (Prevelt, 1961; Booker, 1967) ont montré que les populations de *b. atrolineatus* régressaient assez rapidement tandis que celles de *c. maculatus* devenaient prédominantes et causaient les pertes les plus importantes.

Nous avons analysé le devenir des deux espèces au cours du stockage à l'aide de deux techniques; une technique de piégeage et un suivi de l'activité

reproductrice à l'intérieur des greniers. Cette étude a été réalisée dans la région de Niamey.

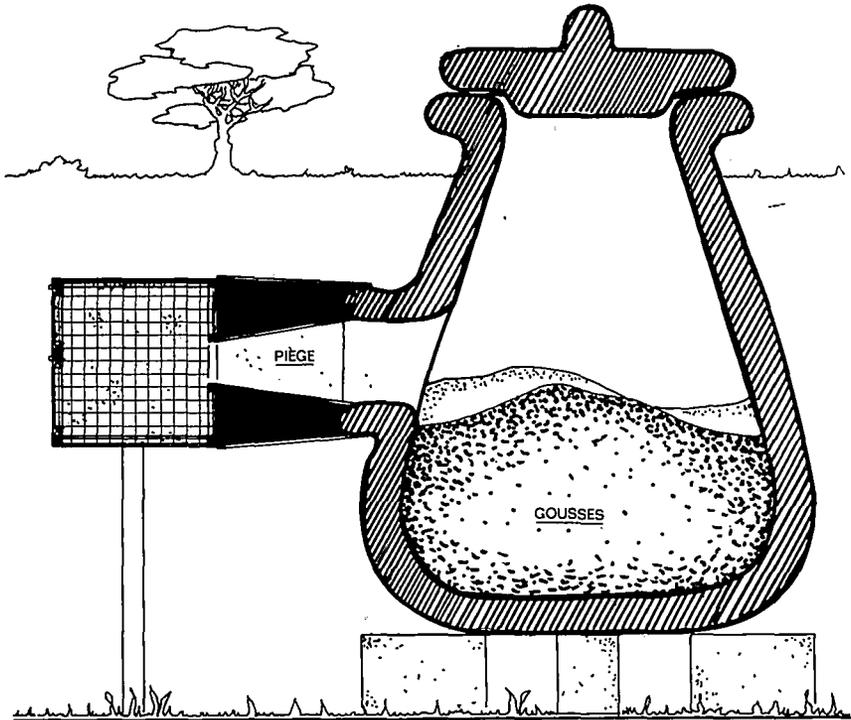
Matériel et méthodes

Des gousses de *vigna unguiculata* (variété TN 88/63) contaminées sont placées dans deux greniers en banco d'environ 2 m³ chacun. Chaque grenier est rempli à moitié et contient 25 kg de gousses.

L'un des greniers est muni d'une ouverture latérale où est fixé un piège (fig. 1). Les adultes lucicoles sortent par l'ouverture ainsi ménagée et sont retenus dans le piège. Le piège est examiné chaque jour; les bruches sont dénombrées, puis sexées. Elles sont ensuite disséquées afin de déterminer leur état reproducteur (diapausant ou non). Les mâles et les femelles de *b. atrolineatus* peuvent être en effet en diapause reproductrice (Huignard et al., 1983; Germain et al., 1985). Le suivi des pièges a été réalisé pendant 28 semaines, de la fin du mois d'octobre 1983 à la fin du mois de mai 1984.

Figure 1

Coupe dans le grenier en banco muni d'une ouverture latérale avec un piège



Dans le second grenier dépourvu d'ouverture latérale, nous analysons l'évolution des pontes de bruches sur les gousses et du nombre d'adultes émergeant. Dix lots de 15 gousses (10 gousses contaminées et 5 gousses saines) sont placés dans dix boîtes parallélépipédiques en plastique ($13,5 \times 3 \times 5,5$ cm) dont le couvercle est muni d'une ouverture grillagée. Les boîtes sont disposées dans le grenier à l'intérieur du stock. Le suivi des populations est réalisé chaque semaine de fin octobre à fin mai comme dans le grenier précédent. À chaque observation, nous déterminons le nombre d'imagos présents, leur état (diapausant ou non) et le nombre d'œufs émis.

Les adultes sont éliminés des boîtes après chaque observation, ce qui risque d'entraîner une certaine minoration de l'effectif des populations (la période de reproduction des adultes pouvant parfois être supérieure à une semaine).

Dans ces greniers, à l'intérieur des stocks de gousses, les variations thermiques sont amorties par rapport à celles observées à l'extérieur (des écarts de 10 à 15°C peuvent être enregistrés aux heures les plus chaudes de la journée). Par contre, l'hygrométrie évolue peu et reste toujours très basse.

Résultats

1) Analyse régulière des bruches adultes capturées dans le piège

a) Cas des adultes de *b. atrolineatus* (fig. 2 A et B)

Durant la période d'étude 17 092 bruches ont été trouvées dans le piège et on peut distinguer 3 périodes:

— En novembre 1 724 insectes ont été capturés. Durant les deux premières semaines 95 % des insectes sont sexuellement actifs. Ces bruches ont un corps gras abondant et sont probablement des insectes jeunes venant d'émerger, capables de se reproduire. Le nombre d'insectes capturés s'accroît durant les deux dernières semaines et on observe un nombre de plus en plus important de bruches diapausantes (25 % environ de la population).

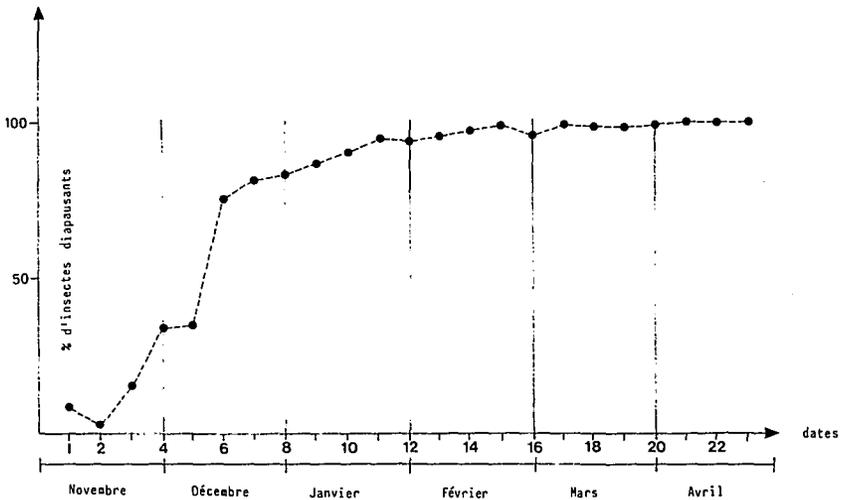
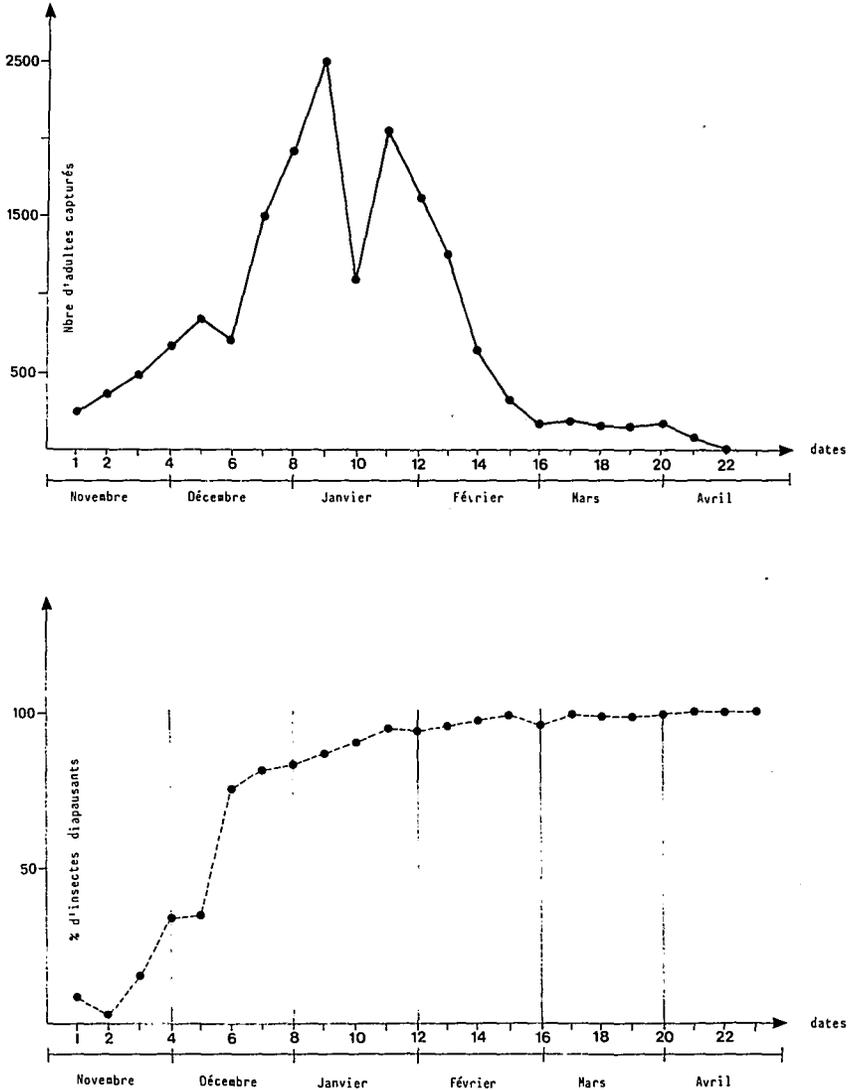
— De décembre à janvier 12 216 bruches ont été capturées (soit 71,4 % du total piégé). Ces insectes ont toujours un corps gras abondant mais on observe un fort pourcentage d'insectes diapausants (50 % début décembre et plus de 90 % à partir de janvier).

— Dès le mois de janvier le nombre d'insectes capturés décroît rapidement pour devenir très faible au cours des mois de mars et d'avril. 90 à 100 % des insectes sont alors diapausants. À partir du début de mai il n'y a plus aucune évansion du grenier.

Lorsque l'on analyse l'évolution du taux sexuel au cours de l'étude, on constate que la fréquence des femelles est plus élevée que celle des mâles durant la première période de l'expérience. Par la suite le taux sexuel reste voisin de 1 quel que soit le nombre d'insectes capturés.

Figure 2

Évolution des populations de *b. atrolineatus* capturées (A) et du pourcentage d'insectes diapausants en fonction du temps (B)



b) Cas des adultes de *c. maculatus*

La population de *c. maculatus* s'évadant du piège est toujours extrêmement faible puisque durant toute l'étude il n'y a eu que 34 sorties (dont les deux tiers en février). *C. maculatus* ne représente que 0,18 % de l'effectif total de bruches capturées. Tous les adultes appartiennent à la forme non voilière (telle qu'elle a été décrite par Utida, 1954).

2) Évolution des populations de *b. atrolineatus* à l'intérieur du grenier

— L'évolution des populations à l'intérieur du second grenier est sensiblement la même que celle observée dans le piège, mais elle est légèrement décalée puisque les effectifs d'adultes les plus importants apparaissent en janvier et en février. Lorsque l'on analyse l'état des organes reproducteurs des adultes, on retrouve les mêmes résultats que chez les insectes capturés; les premières bruches sont sexuellement actives puis dès la fin du mois de novembre le pourcentage de diapausants s'accroît progressivement (50 % à la mi-décembre, 90 à 100 % à partir de janvier).

— L'examen régulier des pontes sur les gousses durant l'expérience (fig. 3) montre l'existence d'une phase importante de ponte durant les 8 premières semaines. Ces pontes sont déposées par les insectes sexuellement actifs émergeant des gousses à cette période de l'année. Les pontes sont importantes jusqu'à la 8^e semaine puis régressent, se maintenant à un très faible taux jusqu'à la fin de l'étude. Durant cette période, le nombre de femelles pondueuses reste très faible, la plupart des adultes étant diapausants.

Discussion

Les observations que nous avons réalisées montrent que *b. atrolineatus* est l'espèce dominante au Niger et provoque les dégâts les plus importants. Par contre, les populations de *c. maculatus* très peu abondantes dans les cultures avant la récolte, ne s'accroissent pratiquement pas dans les greniers contrairement à ce qui a été observé par Prevett (1961) et Booker (1967) au Nigeria. Mais il semble que les conditions climatiques soient très différentes, les températures dans les stocks étant nettement plus élevées au Niger.

Il n'y a, dans les conditions de stockage, que deux générations d'adultes de *b. atrolineatus*; une première génération sexuellement active (issue des œufs pondus dans les champs avant la récolte), puis une seconde génération (issue des œufs pondus sur les gousses dans les stocks) dont la durée de développement est variable (de 1 à 4 mois) et essentiellement formée d'insectes diapausants. Les études au laboratoire (Huignard et al. 1984) montrent que cette diapause est induite au cours du développement, probablement à la suite

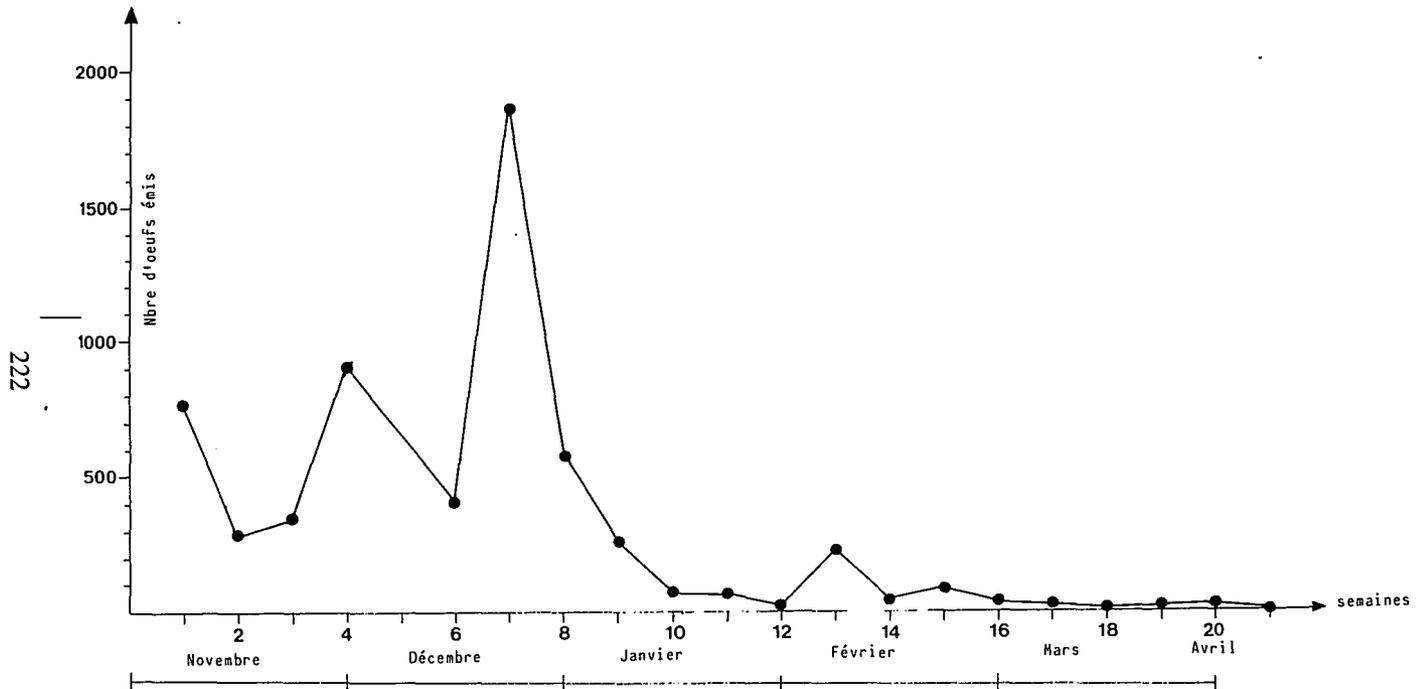


Figure 3

Étude de la ponte de *b. atrolineatus* sur les gousses de *v. unguiculata* stockées dans le grenier en banco au cours de la période d'étude

de variations du régime thermopériodique. De faibles amplitudes thermiques jour/nuit favorisent en effet l'apparition d'insectes diapausants.

En ce qui concerne *c. maculatus*, la contamination de départ est trop faible et la mortalité trop élevée pour permettre dans nos greniers le développement des populations. Bien qu'il n'y ait que deux générations de *b. atrolineatus*, les populations, très nombreuses, provoquent des pertes importantes et dès la mi-janvier 80 à 90 % des graines stockées ont permis le développement de larves de bruches et sont inutilisables pour la consommation.

Bibliographie

- BOOKER R. H., 1967. Observations on three Bruchids associated with cowpea in Northern Nigeria. J. Stored Prod. Res. 3, 1-15.
- GERMAIN J. F., HUIGNARD J., MONGE J. P., 1985. Influence des inflorescences de la plante hôte *vigna unguiculata* sur la diapause reproductrice de *b. atrolineatus*. Ent. exp. et appl. 39, 35-42.
- HUIGNARD J., ROJAS-ROUSSE D., ALZOUOMA I., 1983. L'activité reproductrice et le développement de *bruchidius atrolineatus* sur les gousses de *vigna unguiculata* en zone sahélienne. Mise en évidence d'une diapause imaginaire. Insect Science and its applications, 5(1), 41-49.
- HUIGNARD J., ALZOUOMA I., GERMAIN J. F., 1984. Reproductive diapause in *bruchidius atrolineatus*. Its adaptive importance in sahelian zone. Advances in invertebrate reproduction 3 W. Engels Ed. Elsevier publ.
- HUIGNARD J., LEROI B., ALZOUOMA I., GERMAIN J. F., 1985. Oviposition and development of *Bruchidius atrolineatus* and *Callosobruchus maculatus* in *vigna unguiculata* cultural in a sahelian zone. Insect trop. Sc. and its applications (sous presse).
- PREVETT P. F., 1961. Field infestation of cowpea pods by beetles of the families Bruchidae and Curculionidae in Northern Nigeria. Bull. Ent. Res. 52, 635-645.
- UTIDA S., 1954. Phase dimorphism observed in laboratory population of the cowpea weevil *callosobruchus maculatus*. Jap. J. appl. Zool. 18, 161-168.

Étude des fluctuations des populations de bruchidae (*bruchidius atrolineatus pic* et *callosobruchus maculatus* F.) dans les stocks de *vigna unguiculata* (*walp*) au Togo

par I. Glitho et Y. Nuto
Université du Bénin (Togo)

Introduction

Le Togo est divisé en deux zones climatiques correspondant aussi aux zones de culture du niébé:

— au Sud, le climat de type guinéen avec quatre saisons (deux sèches et deux pluvieuses) et deux périodes de culture du niébé. La première récolte a lieu en septembre-octobre; c'est la plus importante. La deuxième récolte a lieu en décembre.

— au Nord, le climat de type soudanien avec deux saisons (une sèche et une pluvieuse). On y a une seule période de culture du niébé le plus souvent associé au mil. La récolte unique se situe en octobre-novembre.

Deux espèces de bruches ont été rencontrées dans les champs et dans les stocks: *bruchidius atrolineatus* Pic et *callosobruchus maculatus* (Fab.).

I. Évolution des populations de *bruchidius atrolineatus* et de *callosobruchus maculatus* dans les stocks mis en vente par les paysans

Nous avons acheté du niébé à différentes périodes de l'année (et) sur les marchés de différentes localités du Togo et nous avons dénombré les adultes émergents des deux espèces et établi les pourcentages relatifs d'adultes des deux espèces pour chaque échantillon. Nous avons ainsi pu avoir une idée de l'évolution des populations de *b. atrolineatus* et de *c. maculatus* au cours du stockage (de septembre à juillet).

Les résultats obtenus (tableau 1) montrent que les populations de *B. atrolineatus* sont très importantes au début du stockage puis décroissent progressivement. Elles disparaissent après 8 à 10 mois dans les stocks étudiés. Par contre, durant la même période, les populations de *c. maculatus* s'accroissent et deviennent dominantes dès le 7^e mois de stockage.

II. Évolution des populations de *callosobruchus maculatus* et de *bruchidius atrolineatus* au laboratoire

Quatorze échantillons de niébé achetés sur les marchés du sud (Vogan), du centre (Anie), et du nord du Togo (Dapaong), ont été conservés au laboratoire dans des bocaux de deux litres fermés de façon à éviter les pertes par envol des adultes.

Tableau 1

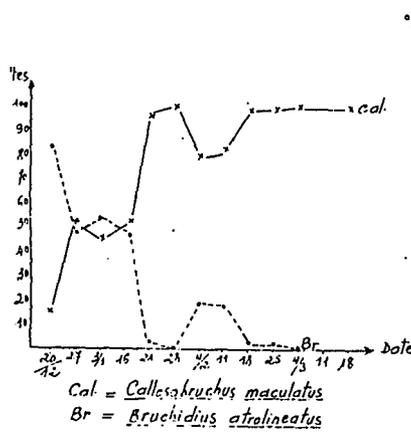
Évolution des populations de *b. atrolineatus* et de *c. maculatus* dans les stocks de niébé au Togo

MOIS	<i>Callosobruchus maculatus</i>	<i>Bruchidius atrolineatus</i>
Septembre (début de stockage)	4 %	96 %
Octobre	3 %	97 %
Décembre (3 ^e mois de stockage)	16 %	84 %
Avril (7 ^e mois de stockage)	98 %	2 %
Mai (8 ^e mois de stockage)	99 %	1 %
Juin (9 ^e mois de stockage)	100 %	0 %
Juillet (10 ^e mois de stockage)	100 %	0 %

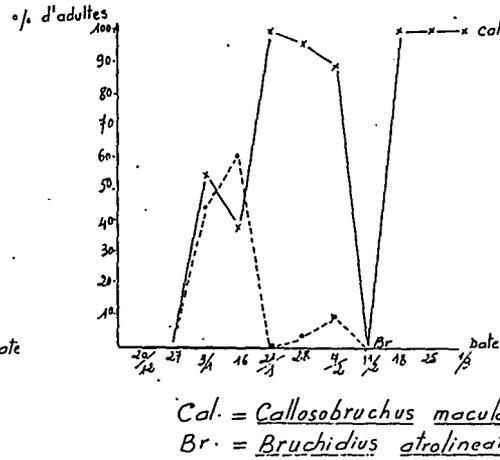
Fig: 1

Evolution des populations de Callosobruchus maculatus
et de Bruchidius atrolineatus dans les différentes localités
du Togo

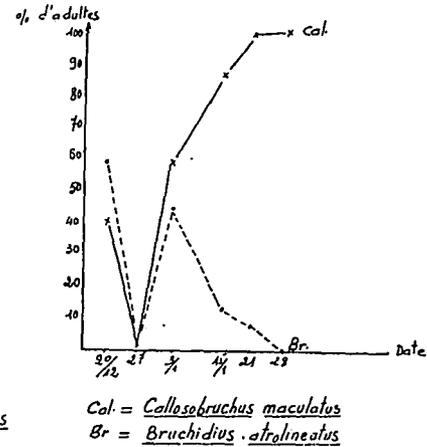
226



A : Souche Vogan
(Sud)



B : Souche Anie'
(Centre)



C : Souche Japaong
(Nord)

À l'achat, les adultes des deux espèces ont été séparés et sont comptés jusqu'à disparition complète des émergences de *bruches*.

Les résultats de trois échantillons ont été consignés sous forme de courbes (fig. 1). Sur chacune des trois courbes nous observons trois phases:

— la première (à l'achat et une ou deux semaines après) est marquée par une abondance relative des adultes de *bruchidius atrolineatus* (60 à 80 %).

— la deuxième (3^e et 4^e semaines) est caractérisée par une égalité des deux populations.

— la troisième (dès la 5^e semaine) montre la disparition progressive des émergences de *b. atrolineatus* et une augmentation au contraire du nombre d'émergeants de *c. maculatus*.

Nous retrouvons donc au laboratoire une régression des populations des adultes de *b. atrolineatus*, analogue à celle observée dans les stocks mis en vente par les paysans aussi bien au sud, au centre, qu'au nord du Togo.

III. Importance des infestations des deux espèces de bruchidae en relation avec la maturité des gousses

Nous avons prélevé dans deux cultures de niébé des gousses en cours de maturation ou des gousses mûres (gousses caractérisés par Alzouma et Huignard, 1981).

Il apparaît (tableau II), comme cela a été observé au Niger par Alzouma et Huignard (1981) et par Huignard et al. (1985), que dans les champs, *b. atrolineatus* est toujours l'espèce dominante quel que soit le stade de maturation de la gousse.

Les pontes de *c. maculatus* sont déposées surtout sur les gousses mûres, mais toujours en faible nombre.

Discussion

Nous constatons que dans les champs, le nombre d'œufs de *b. atrolineatus* (872 œufs) dépasse largement celui de *c. maculatus* (83 œufs). Ceci peut expliquer la prédominance des adultes de *b. atrolineatus* en début de stockage des graines de niébé. Mais peu à peu cette espèce cède la place à *c. maculatus* qui semble mieux adapté aux conditions de stockage existant au Togo. Les résultats obtenus sont voisins de ceux trouvés au Nigeria par Prett (1961) et assez différents de ceux de Germain et al. (1986). Au Niger, on constate en effet que les populations de *b. atrolineatus* décroissent mais celles de *c. maculatus* restent toujours limitées. Remarquons cependant que les conditions microclimatiques sont très différentes au cours du stockage au Niger et au Togo (où les températures sont beaucoup moins élevées).

Tableau 2

**Importance des infestations des deux espèces de bruchidae
en relation avec la maturité des gousses
(à partir du mois d'août)**

CHAMP A: parcelle expérimentale de 1.5 ha dans le campus de l'École d'agronomie
CHAMP B: champ type paysan à Agoenyive

		B. atrolineatus		C. maculatus	
		Champ A	Champ B	Champ A	Champ B
Stade 1	Nombre de gousses examinées	63	72	63	72
	% de gousses avec œufs	85.8	66.7	0	0
	Nombre moyen d'œufs/gousse*	5.1	4.9	—	—
Stade 2	Nombre de gousses examinées	38	61	38	61
	% de gousses avec œufs	73.7	59.1	21.1	9.9
	Nombre moyen d'œufs/gousse*	7.3	4.3	1.2	1
Stade 3	Nombre de gousses examinées	47	62	47	62
	% de gousses avec œufs	70.3	56.5	27.7	50
	Nombre moyen d'œufs/gousse*	6.3	4.1	1.6	1.8
Stade 4	Nombre de gousses examinées	68	59	68	59
	% de gousses avec œufs	50	28.9	35.3	72.2
	Nombre moyen d'œufs/gousses*	4.4	2.2	2.1	2.5

* Nombre moyen d'œufs sur les gousses ayant effectivement reçu des pontes

Selon Huignard et al. (1983), Germain et al. (1986), la régression des populations de *b. atrolineatus* serait due à l'apparition d'adultes en diapause reproductrice qui, dans les conditions de stockage habituelles, quitteraient les greniers mal clos pour gagner des sites d'estivation non déterminés.

Un tel phénomène est possible dans les stocks observés au Togo. Au laboratoire, dans les flacons fermés, les adultes diapausants meurent sans doute rapidement et, dans ces conditions, l'évolution des populations est similaire à celle des stocks.

Les adultes de *c. maculatus* ne semblent pas être très abondants dans les champs; tout au moins si l'on en juge par les pontes toujours peu nombreuses (sauf sur les gousses de stade 4 dans le champ d'Agoenyive), mais très bien

dispersées sur les gousses disponibles. Dans les stocks où apparaît la forme non voilière décrite par Utida (1954), les femelles ont une fécondité importante (Ouedraogo et Huignard, 1981) et les populations deviennent dominantes (favorisées en cela par la régression de *b. atrolineatus*).

Il faut remarquer d'autre part que les larves de *c. maculatus* sont très adaptées à la vie dans les conditions de stockage et ont probablement à ce niveau, une mortalité beaucoup plus faible que celles de *b. atrolineatus*. Nous avons ainsi constaté que le nombre d'adultes de *b. atrolineatus* retrouvés dans les stocks est toujours assez faible (pour 1 200 kg de niébé, on a compté 98 adultes au maximum par semaine: en 3 mois, 300 adultes contre 2 750 adultes de *c. maculatus*).

Les pertes dûes à ces bruches sont donc très importantes au cours du stockage au Togo et nos résultats confirment ceux observés dans d'autres pays de l'Afrique de l'Ouest.

Bibliographie

- ALZOUMA I., HUIGNARD J., 1981. Données préliminaires sur la biologie et le comportement de ponte dans la nature de *bruchidius atrolineatus* dans une zone sahélienne. Acta Oecologica-Oecol. Applic., 2-4, 391-400.
- HUIGNARD J., ALZOUMA I., ROJAS-ROUSSE D., 1983. L'activité reproductrice et le développement de *b. atrolineatus* sur les gousses de *vigna unguiculata* en zone sahélienne. Mise en évidence d'une diapause imaginale. Insect Sci. Appl., 5-1, 41-49.
- HUIGNARD J., LEROI B., ALZOUMA I., GERMAIN J. F., 1985. Oviposition and development of *bruchidius atrolineatus* (Pic) and *callosobruchus maculatus* (F.) in *vigna unguiculata* (Walp) cultures in Niger; Insect Sci. Applic., 6, 691-699.
- GERMAIN J. F., MONGE J. P., 1986. Étude de la dynamique de deux populations de bruchidae (*b. atrolineatus* — *c. maculatus*) dans un système de stockage traditionnel au Niger. Actes Colloque AUPELF Niamey.
- PREVETT, 1961. Field infestation of cowpea (*vigna unguiculata*) pods by beetles of the families bruchidae and curculionidae in Northern Nigeria. Bull. Ent. Res. 52, 635-645.
- OUEDRAOGO P. A., HUIGNARD J., 1981. Polymorphism and ecological reactions in *c. maculatus* in Upper Volta, 175-184, in «The Ecology of bruchids attacking legumes» V. Labeyrie Ed., Junk publisher.
- UTIDA S., 1954. Phase dimorphism observed in laboratory population of cowpea weevil *c. maculatus*. Jap. J. appl. Zool. 18, 161-168.

Dynamique de la contamination des graines de *phaseolus vulgaris* par la bruche du haricot *acanthoscelides obtectus* say (*coleoptera: bruchidae*) dans un stock et migration des adultes hors de ce stock : quelques éléments pour la protection des cultures et des récoltes de haricot

**par M. Jarry
IBEAS (France)**

L'aire de répartition de la bruche du haricot: *acanthoscelides obtectus* s'étend des régions équatoriales et tropicales aux régions tempérées (Smartt, 1976, Southgate, 1978). Les dégâts les plus spectaculaires s'observent dans les stocks de graines de *phaseolus vulgaris*, mais cette espèce peut également se reproduire en plein champ, les femelles pondent alors leurs œufs dans les gousses du haricot mûres et bien sèches (Larson et Fisher, 1938; Van den Bruel, 1945; Labeyrie et Maison, 1953 et 1954 a; Zachariae, 1958).

Dans les régions tempérées, la sensibilité d'*a. obtectus* aux températures basses rend impossible le déroulement complet de son cycle dans la nature (Zachariae, 1959; Larson et Simmons, 1924). La pérennité des populations est assurée par l'existence de stocks de graines, partiellement contaminées, conservées à l'abri du gel, d'où pourront s'échapper, l'été suivant, des adultes qui iront coloniser les cultures de haricot. Le cycle est bouclé par l'introduction passive, dans les stocks, de larves présentes dans les graines au moment de la récolte.

Il est vraisemblable que le cycle d'*a. obtectus* diffère selon les régions. Certaines souches provenant de Colombie présentent une quiescence reproductrice (Huignard et Biemont, 1978). Chez les femelles de souches provenant du Rwanda et du Burundi, la cohabitation avec un congénère inhibe l'ovogenèse (Biemont, 1983). On peut penser que ces différents phénomènes permettent aux femelles de séjourner plusieurs mois dans la nature et d'attendre ainsi une nouvelle période de culture du haricot.

Quoiqu'il en soit, partout où elle est présente, la bruche du haricot s'observe à la fois dans les champs et dans les stocks. Il est donc nécessaire d'étudier la dynamique de la contamination des stocks et de la migration des adultes pour comprendre les processus de la colonisation des cultures de *p. vulgaris* par *a. obtectus*.

Matériel et méthodes

Les observations et les expériences ont été effectuées dans une exploitation agricole à Aire sur l'Adour au cours de l'été 1981. 13 000 graines environ de *p. vulgaris* (cultivar «Phénomène»), récoltées en septembre 1980, ont été stockées dans un grenier le 28/10/1980. Ces graines ont été approximativement réparties entre 8 boîtes de polystyrène (35 × 35 × 10 cm), situées à 2 m d'une ouverture orientée au sud-est sur laquelle a été installée un piège amovible de l'intérieur du grenier. Ce dispositif est détaillé dans la thèse de l'auteur (Jarry, 1984).

La température est enregistrée en continu par un thermohygromètre hebdomadaire. Des contrôles ont été effectués à l'aide d'un thermomètre à mercure gradué au dixième.

Les émergences des adultes dans le stock sont estimées à partir d'échantillons de graines conservées dans des boîtes fermées et maintenues dans le grenier. L'état du stock est examiné à la fin de chaque génération et de nouveaux échantillons sont alors constitués.

Le piège est relevé tous les jours du 11/06 au 28/09/1981. Les adultes sont dénombrés et sexés. Selon l'importance des sorties, toutes les femelles, ou un échantillon de 30 femelles au moins, sont disséquées. On note le nombre de spermatophores, le nombre d'ovocytes mûrs chorionnés en rétention dans les oviductes latéraux et l'état des réserves en corps gras: nulles (o), peu abondantes (+), abondantes (++), très abondantes (+++).

Pour estimer la capacité reproductrice des femelles piégées, nous avons constitué 4 lots, chaque femelle étant mise dans une boîte de Pétri sans alimentation, en conditions contrôlées (photopériode 15L/9D, termopériode 27°C/20°C, HR ≈ 70 %):

lot 1: femelle seule pendant 1 jour

lot 2: femelle en présence de 5 graines de haricot pendant 1 jour

lot 3: femelle seule pendant 5 jours

lot 4: femelle en présence de 5 graines de haricot pendant 5 jours.

En fin d'expérience, les femelles sont disséquées et les œufs sont comptés. Les résultats sont comparés avec ceux obtenus avec les femelles piégées et immédiatement disséquées. Deux séries d'expériences ont été réalisées avec les femelles piégées le 28 juillet et le 27 août 1981.

Résultats

Dynamique de la contamination du stock (tableau I)

L'explosion démographique dans ce petit stock de graines (5 kg environ) est spectaculaire. À partir d'un taux de contamination assez faible ($\approx 10\%$

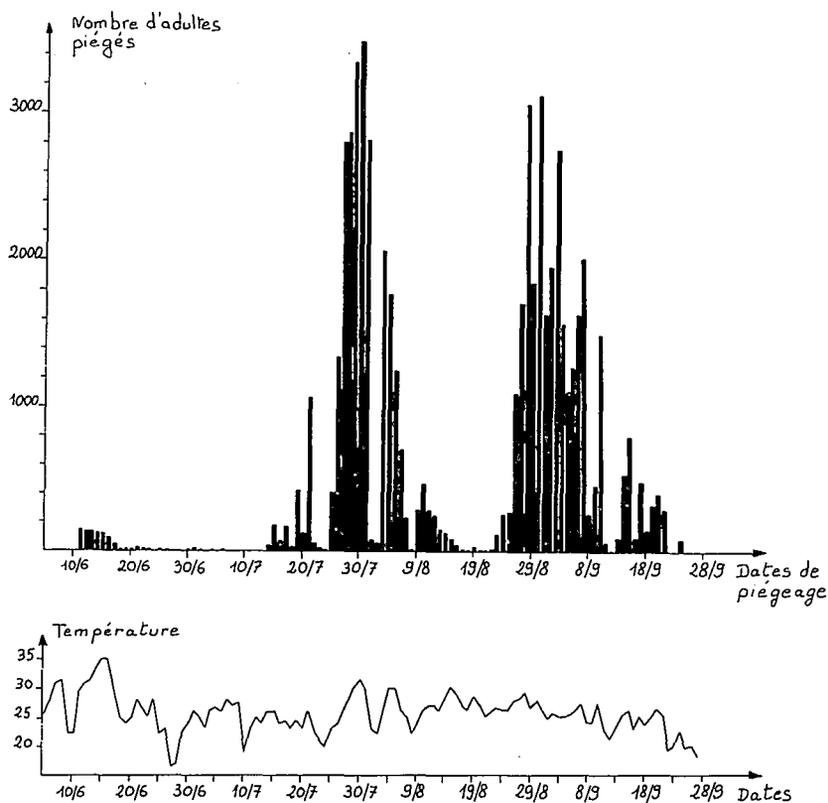


Figure 1: Nombre d'adultes d'*a. obiectus* piégés par jour au cours de l'été 1981 et fluctuations du maximum quotidien de la température.

des graines), 3 générations ont suffi pour rendre ce stock inconsommable. Les graines ayant hébergé, en moyenne, plus de 10 larves. Le taux de multiplication est particulièrement fort entre la première et la seconde génération. Pour fixer un ordre de grandeur, on retiendra que 5 kg de graines initialement contaminées à 10 % ont pu produire en 3 générations plus de 100 000 adultes. Il faut, en outre, noter que le taux sexuel n'est pas significativement différent de un demi.

Dynamique des migrations hors du grenier (fig. 1, tableau I)

Trois périodes de migration, correspondant aux 3 générations, ont été observées :

- la première au mois de juin.
- la seconde du 12 juillet au 20 août.
- la troisième du 20 août au 18 septembre.

L'importance des migrations est liée à la température. Il n'est toutefois pas possible d'établir une corrélation simple entre le nombre d'adultes piégés et le maximum quotidien de la température. En effet, ce nombre dépend également de la densité d'adultes dans le stock, de leur âge et de l'état du stock (Jarry, 1984). On peut toutefois situer le seuil minimum de température permettant la migration aux alentours de 22° C.

Le taux de migration (tableau I) varie selon les générations. Relativement faible pour la F 1, il devient très fort pour la F 2 et prend une valeur intermédiaire pour la F 3. Globalement, près de 60 000 adultes ont migré hors du grenier au cours de cet été 1981. Le taux sexuel à la migration est nettement en faveur des femelles (tableau I).

Âge et état de l'appareil reproducteur des femelles migrantes (tableau II)

Le nombre d'ovocytes en rétention, très variable pour un âge donné (Jarry, 1984) n'est pas très différent d'une génération à l'autre. Toutefois, en combinant ce critère avec l'état des réserves en corps gras, on peut définir deux catégories de femelles :

- femelles «jeunes», sans ovocytes en rétention, avec des ovarioles plus ou moins développées et des réserves en corps gras très abondantes. On peut estimer leur âge à 1 ou 2 jours, plus rarement à 3 ou 4 jours. Quelques-unes de ces femelles sont, en outre, vierges.
- femelles «âgées», toujours inséminées, avec moins de 10 ovocytes en rétention et peu ou pas de réserves en corps gras. On peut estimer que leur âge est supérieur à 10 jours.

Entre ces deux extrêmes, la détermination de l'âge à partir des résultats des dissections est totalement impossible.

Tableau 1

Estimation de la contamination du stock de graines au cours de l'été 1981 par *a. obtectus*, et de la migration des adultes

Génération	Contamination des graines		Production d'adultes dans le stock			Migration des adultes hors du grenier		
	% de graines contaminées	Nombre de larves par graine contaminée	Nombre d'émergences	Taux sexuel (TS)	Taux net de reproduction (Ro)	Nombre d'adultes piégés	% de migration	Taux sexuel
F ₁	10.6	4.51	4 756	.47 (NS)	7.86	1 220	25.7	.57(***)
F ₂	71.4	5.55	37 363	.51 (NS)	1.86	27 137	72.6	.57(***)
F ₃	98.0	11.31	69 594	.50 (NS)	?	30 717	44.1	.52(***)

— Le taux sexuel (nombre de femelles/nombre total d'adultes) est testé par rapport à un demi

— Symboles utilisés pour le résultat des tests statistiques:

NS : non significatif au seuil 0.05

* : 0.01 < P < 0.05

** : 0.001 < P < 0.01

*** : < P < 0.001

Tableau 2

Âge et état de l'appareil reproducteur des femelles migrantes d'*a. obtectus* selon les générations

Génération	Nombre de femelles disséquées	Fréquence de femelles vierges	Fréquence de femelles «jeunes» ¹	Fréquence de femelles «âgées»	Fréquence de ♀ avec 2 spermatophores ou +	Nombre moyen d'ovocytes en rétention
F ₁	282	.05	.05	.36	.10	8.01 ± .70
F ₂	1 381	.06	.12	.05	.004	10.49 ± .38
F ₃	1 335	.08	.17	.03	.001	9.54 ± .39

¹ voir texte

La première génération est caractérisée par une fréquence élevée de femelles âgées (tableau II), phénomène confirmé par la fréquence de femelles ayant 2 spermatophores ou plus et la faible fréquence de femelles vierges.

La vague de migration de la seconde génération se distingue de la première par une fréquence de femelles «jeunes» plus élevée que celle des femelles âgées, tendance confirmée par la fréquence de femelles ayant deux spermatophores ou plus qui devient négligeable (0.04).

Toutes ces tendances sont amplifiées à la troisième génération. La fréquence de femelles vierges augmente légèrement mais reste faible.

Il semble donc, qu'en moyenne, l'âge des femelles à la migration diminue au cours des générations.

Le nombre d'ovocytes en rétention reste par contre voisin de 10. La grande majorité des femelles piégées ont été inséminées dans le stock avant la migration. Sont-elles pour autant capables, mises en présence de la plante hôte *p. vulgaris* de reconstituer un stock important d'ovocytes? Il faut pour cela tester leur capacité reproductrice.

Capacité reproductrice des femelles migrantes (tableau III)

Les femelles vierges ne sont pas prises en compte dans l'analyse. En présence de graines, même pour une courte durée (1 jour), une forte proportion de femelles émettent leurs œufs, mais la production ovarienne reste comparable à celle des femelles immédiatement disséquées ou isolées en absence de graines.

Pour une durée d'expérience de 5 jours en présence de graines, l'augmentation de la production ovarienne est très nette (elle est multipliée par 3 environ). Quasiment toutes les femelles pondent et il reste peu d'ovocytes en rétention. En absence de graines, la production reste au même niveau que pour les femelles immédiatement disséquées.

Discussion

Cette étude montre qu'un petit stock de graines (5 kg), initialement peu contaminé (10 %) et rendu complètement inconsommable en 3 générations, peut être un foyer d'infestation pour les cultures de haricot (près de 60 000 adultes migrants dont plus de la moitié sont des femelles). Ces femelles, dont plus de 90 % sont inséminées, ont des capacités reproductrices élevées. Ces capacités, testées avec des graines pour des raisons de facilité de manipulations, ont été confirmées en présence de gousses vertes, stade phénologique rencontré par les premières femelles migrantes dans les cultures de haricot (Jarry, 1984).

Il reste à déterminer les capacités de déplacement d'*a. obtectus* dans la nature. Les chiffres donnés dans la littérature (de 400 à 1 600 m pour Larson

Tableau 3

Influence des graines de *p. vulgaris* sur la production d'ovocytes des femelles inséminées d'*A. obtectus* prélevées dans le piège, à la sortie du grenier (1981; générations F2 et F3)

Date de piégeage	Durée de l'expérience	Modalités de l'expérience	Nombre de femelles	Nombre de femelles inséminées	Émission (1)	Rétention	Total produit (Émission + Rétention)
28.7.81 génération F2	♀ immédiatement disséquées		53	51	—	12.21 + 1.90	12.21 + 1.90
	1 jour	♀ isolées	40	37	(2) 8 et 10 œufs respectivement	10.97 ± 2.00	11.46 ± 1.94
		♀ + graines	44	42	(34) 7.76 ± 2.16	4.76 ± 1.51	12.52 ± 2.24
	5 jours	♀ isolées	40	38	(16) 4.15 ± 2.44	8.45 ± 2.43	12.60 ± 1.97
		♀ + graines	43	40	(39) 29.30 ± 5.01	1.03 ± 0.53	30.33 ± 5.08
27.8.81 génération F3	♀ immédiatement disséquées		60	50	—	10.10 ± 1.71	10.10 ± 1.71
	1 jour	♀ isolées	50	42	(2) 1 et 3 œufs respectivement	9.43 ± 1.73	9.53 ± 1.70
		♀ + graines	50	40	(35) 9.37 ± 2.15	3.20 ± 0.96	12.57 ± 1.93
	5 jours	♀ isolées	50	45	(8) 1.04	10.47 ± 1.92	11.51 ± 1.92
		♀ ± graines	50	43	(42) 36.93 ± 4.73	1.28 ± 0.65	38.21 ± 4.58

& Fisher, 1938; 5 à 10 km pour Teixeira Constantino, 1956, par exemple) sont estimés à partir de distances des cultures attaquées aux foyers potentiels d'infestation les plus proches. Quelques adultes piégés, marqués, puis relâchés du grenier étudié ont été retrouvés dans des parcelles de haricot distant de 150 à 200 m (Jarry, 1984). C'est, à notre connaissance, le seul essai de marquage effectué sur *a. obtectus*. Cette question reste donc largement ouverte.

On peut par ailleurs se demander si les résultats obtenus à Aire sur l'Adour en 1981 peuvent être généralisables. Il est certain que les données obtenues dépendent de nombreux facteurs (taux initial d'infestation, type de stockage, conditions climatiques etc...). Par exemple, Arnoux et al (1958) ont observé les premières migrations en mai. Larson & Fisher (1938) ont étudié ce problème en Californie en 1923. À partir d'un sac de graines saines de 40 kg environ contaminé en mai par 50 adultes d'*a. obtectus*, ils ont obtenu 5 générations, les migrations s'étalant de juillet à décembre. Ils ont estimé à 250 000 le nombre total d'adultes produits et à 70 000 le nombre de migrants. Chaque situation particulière produit donc une dynamique particulière mais on retrouve un processus comparable: les premières générations contribuent à contaminer fortement les stocks, les générations suivantes provoquent des vagues de migration très importantes.

Ces mêmes auteurs ont pu montrer qu'en détruisant les stocks contaminés proches des cultures de haricot, la contamination en plein champ peut être considérablement réduite.

C'est donc une raison supplémentaire pour bien contrôler les stocks, même les plus petits, en empêchant la migration et détruisant systématiquement les stocks déjà trop contaminés et impropres à la consommation. Ces méthodes ne suffisent pas s'ils existent dans la zone de cultures d'autres plantes hôtes sauvages ou subsponsanées. Cela ne semble pas être le cas en Afrique, tout au moins au Rwanda et au Burundi où la culture du haricot est bien développée (I. Butare, communication personnelle).

Notons enfin, que ce contrôle des stocks sera d'autant plus efficace que le niveau d'infestation initial sera bas. C'est dire qu'il faut également commencer la lutte en plein champ.

Plusieurs voies sont possibles:

- association avec le maïs (Labeyrie & Maison, 1954 b; Parfait 1985)
- récolte dès la maturité des gousses et écosage rapide pour éliminer les œufs (Labeyrie & Maison 1957).

Mener conjointement la lutte contre *a. obtectus* en différents points de son cycle ne peut donc qu'améliorer la protection des stocks et des cultures de haricot contre ce ravageur.

Bibliographie

- ARNOUX J., LABEYRIE V. et MAISON P. (1958). Influence de la température et de l'insolation sur la migration des bruches du haricot (*acanthoscelides obtectus* Say) dans la nature.
- BIEMONT J. C. (1983). «Quand la bruche attend le haricot» — Les possibilités de rétention des ovocytes mûrs dans les oviductes latéraux et l'ajustement de la reproduction dans différentes populations d'un insecte spécialiste *acanthoscelides obtectus* Say. Thèse de Doctorat d'État, Univ. F. Rabelais Tours
- HUIGNARD J. et BIEMONT J. C. (1978). Comparison of four populations of *acanthoscelides obtectu* from different colombian ecosystem. Assay of interpretation. *Oecologia*, 35, 307-318.
- JARRY M. (1984). Histoire naturelle de la bruche du haricot dans un agrosystème du Sud-Ouest de la France: contribution à l'étude de la structure et de la dynamique des populations d'*acanthoscelides obtectus* Say dans les stocks et les cultures de *phaseolus vulgaris*. Thèse de Doctorat d'État, Université de Pau, N° 47.
- LABEYRIE V. et MAISON P. (1953). Observations préliminaires sur le comportement de la bruche du haricot (*acanthoscelides obtectus* Say) dans la nature. A.F.A.S., Cong. Luxembourg, 473-475.
- LABEYRIE V. et MAISON P. (1954 a). Sur les relations entre la ponte d'*acanthoscelides obtectus* Say dans la nature et les stades phénologiques de *phaseolus vulgaris* L. C.R. Acad. Sci., 238, 1920-1922.
- LABEYRIE V. et MAISON P. (1954 b). De l'influence du microclimat sur la ponte de la bruche du haricot (*acanthoscelides obtectus* Say) dans la nature. C.R. Acad. Agric., 40, 733-736.
- LABEYRIE V. et MAISON P. (1957). Techniques culturales concernant la préservation des haricots contre la bruche (*acanthoscelides obtectus* Say). *Rev. Zool. Agric.*, 10, 1-8.
- LARSON A. O. and FISHER C. K. (1938). The bean weevil and the southern cowpea weevil in California. U.S. Dept. Agric. Tech. Bull., 593, 1-70.
- LARSON A. O. and SIMMONS P. (1924). Insecticidal effect of cold storage on bean weevils. *J. Agric. Res.*, 27, 99-105.
- PARFAIT G. (1985). Influence de l'association culturale maïs/haricot sur la phénologie de *phaseolus vulgaris* et les attaques d'*acanthoscelides obtectus*. Thèse, Université de Pau (en préparation).
- SMARTT J. (1976). *Tropical pulses*. Longman pub.
- SOUTHGATE B. J. (1978). The importance of Bruchidae as pest of grain legumes, their distribution and control. In: «Pest of grain legumes: Ecology and control». Academic Press, 219-230.
- TEIXEIRA CONSTANTINO A. F. (1956). O caneiro do feijao *acanthoscelides obtectus* (Say) Est. Ens. Doc. Lisboa, 15.
- VAN DEN BRUEL W. E. (1945). La bruche du haricot (*acanthoscelides obtectus* Say) est-elle à craindre pour nos cultures? *Parasitica*, 1 (3), 84-101.
- ZACHARIAE G. (1958). Das Verhalten des Speisebohnenkäfers *acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera: Bruchidae) im Freien in Norddeutschland. *Zeit. ang. Entomol.*, 43, 345-365.
- ZACHARIAE G. (1959). Kann sich der Speisebohnenkäfers *acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera: Bruchidae) als Freidanschädling in Norddeutschland einbürgern? *Zeit. ang. Entomol.*, 45, 55-62.

Analyse comparée de différentes populations de la bruche du haricot *acanthoscelides obtectus* (coléoptère bruchidae) dans l'aire d'extention de cette espèce. Importance adaptative.

par J. C. Biemont, I. Butare, P. Garaud
Université François Rabelais (France)

Introduction

La bruche du haricot, *acanthoscelides obtectus* est un coléoptère bruchidae spécialiste dont les larves se développent dans les graines d'un nombre limité de phaeolinae. Cet insecte originaire des zones équatoriales d'Amérique du Sud (Zacher, 1955; Huignard & Biemont, 1978-1981) a suivi l'extension des cultures de haricot (*phaseolus vulgaris*) à travers le monde. Il présente actuellement une très vaste aire de distribution (Amérique Centrale et du Sud, Antilles, Europe, Afrique) et a été signalé en Chine, au Japon (Southgate, 1978) et en Nouvelle-Zélande (Archibald & Chalmers, 1983). Dans les régions montagneuses de l'Est africain (Éthiopie, Kenya, Uganda, Tanzanie, Rwanda, Burundi, Zaire), *a. obtectus* cause des dégâts importants aux graines de haricot qui constituent l'une des principales sources de protéines pour les populations locales. On trouve cet insecte également dans certaines zones d'Afrique du Sud, d'Angola, du Zimbabwe, de Madagascar et de La Réunion et aussi, mais rarement, dans les régions chaudes du Cameroun, du Congo, du Zaire, (Decelle, 1981).

Les populations d'*a. obtectus* se sont donc adaptées à des écosystèmes très différents tant par leurs conditions climatiques que par la constitution de biocénoses.

Des études comparées des populations originaires de zones équatoriales: Colombie (Huignard & Biemont, 1978-1981), Rwanda et Burundi (Biemont, 1983); de zones tropicales: Cuba (Biemont & Jarry, 1983); Mexique (Biemont et Bonet, 1981; Garaud, 1981-1984) et de zones tempérées: France (Biemont, 1983; Jarry, 1984) ont été entreprises en utilisant à la fois des critères éco-physiologiques, génétiques et morphologiques, afin d'analyser la signification adaptative des différences observées en relation avec les cycles des plantes hôtes et les conditions climatiques.

1. Analyse de l'activité reproductrice

Les études écophysologiques ont permis de mettre en évidence des différences importantes entre les populations provenant des diverses zones prospectées.

A. Populations de Colombie

Les populations trouvées sur les plateaux andins du Cundinamarca en Colombie (1 800 à 2 000 mètres d'altitude) présentent, en absence des graines ou des gousses de leur plante hôte, une quiescence reproductrice caractérisée:

- a) chez les femelles, par l'absence de vitellogenèse (suivant les individus, les protéines vitellines ne sont pas synthétisées ou ne sont pas incorporées);
- b) chez les mâles, par l'inactivité des glandes annexes, empêchant ainsi tout accouplement.

Cette quiescence reproductrice peut être levée par la présence des gousses ou des graines de *phaseolus vulgaris*.

Les populations trouvées dans les vallées andines (700 à 800 mètres d'altitude) ne présentent pas de quiescence reproductrice. Les insectes sont sexuellement actifs dès l'émergence, même en absence de graines de *phaseolus vulgaris*.

Les conditions climatiques régnant sur les plateaux andins ne permettent pas la fructification et la floraison de *phaseolus vulgaris* durant toute l'année. La possibilité de quiescence reproductrice assurerait le maintien des populations (et éviterait toute reproduction) durant la période où les gousses de la plante hôte ne sont pas disponibles. Par contre, cette possibilité de quiescence n'existe pas dans les populations vivant dans les vallées andines plus chaudes, où les cultures de *phaseolus vulgaris* sont présentes durant toute l'année.

B. Populations trouvées sur les plateaux du Rwanda et du Burundi (altitude 1 500 à 1 800 mètres)

La possibilité de quiescence reproductrice observée dans les populations de Colombie se retrouve sensiblement dans des populations des plateaux du

Rwanda et du Burundi (Afrique de l'Est) dans une zone aux latitudes et altitudes voisines de celles du Cundinamarca. Elle est surtout marquée chez les femelles.

C. Populations trouvées à Tepozlan (Mexique)

Des populations trouvées dans cette région tropicale présentent des adaptations différentes. *A. obtectus* peut se développer dans les graines des variétés sauvages et cultivées de *p. vulgaris* et *p. coccineus*.

Deux entités ont pu être observées, différant par des critères morphologiques et génétiques:

- a) une entité polyvoltine constituée d'individus mâles et femelles, dont le dernier segment antennaire est clair et qui ne présente pas de diapause reproductrice. Dans cette entité, la plupart des femelles peuvent former des ovocytes mûrs dès les premiers jours de la vie imaginale, même en absence de graines ou de gousses de la plante hôte.

Compte tenu des conditions climatiques, il n'y a qu'une phase de fructification de *p. vulgaris* par an dans la région de Tepoztlan, et cette population de *A. obtectus* non diapausante doit probablement passer dans les stocks (constitués par l'homme) pour se maintenir durant la saison sèche.

- b) une entité univoltine constituée d'individus dont le dernier segment antennaire est foncé et qui présente durant la saison sèche et une partie de la saison de pluies (période où les gousses des plantes hôtes ne sont pas disponibles) une véritable diapause reproductrice. Les sites de diapause ont été déterminés: il s'agit de feuilles sèches de *phaseolus* ou d'autres plantes, recroquevillées, constituant des abris.

Sur la base de critères morphologiques, Johnson (1983) a défini cette entité comme étant une espèce différente: *acanthoscelides obvelatus*.

Ces deux entités peuvent vivre en sympatrie dans les zones d'altitude moyenne (1 600 à 1 900 mètres) et se développer dans les graines des mêmes plantes hôtes (*p. vulgaris* et *p. coccineus*) sauvages ou subspontanées et cultivées.

D. Populations provenant du Sud-Ouest et du Centre de la France

Des populations trouvées en France, dans le centre (région de Tours) et dans le Sud-Ouest (Aire sur Adour) n'ont aucune possibilité de quiescence reproductrice; les insectes doivent obligatoirement passer par les stocks durant l'hiver.

II. Inhibition de l'ovogenèse des femelles par de faibles groupements

Dans les populations d'*A. obtectus* originaires du Rwanda, du Burundi, en absence de graines sèches de haricot, la cohabitation d'une femelle avec un congénère (mâle ou femelle) provoque l'inhibition de l'ovogenèse. Cette inhibition peut être supprimée par la présence de graines sèches de haricot. Ce phénomène n'existe pas dans d'autres populations étudiées de France, du Mexique et de Colombie. Cependant les femelles de ces populations ne présentant pas de phénomène d'inhibition peuvent inhiber l'ovogenèse des femelles sensibles.

III. Analyse génétique des différentes populations

A) Étude des caryotypes

A. obtectus possède 20 chromosomes et un déterminisme du sexe de type X/Y (Garaud et Lecher, 1982 et Garaud, 1983-1984).

Aucun polymorphisme chromosomique n'a été observé dans les populations de Tours et Aire sur Adour. Par contre dans d'autres populations, des polymorphismes de translocation des chromosomes 1 et 2 ont été mis en évidence:

- *la souche de Kitega (Burundi)* présente un double dimorphisme chromosomique. Certains de génotypes sont globalement déficients (1-/1; 2/2) (1-1; 2/2) (1-/1; 2/2+).
- *dans la souche du Cundinamarca (Colombie)* on trouve un polymorphisme du chromosome 2 du même type que celui observé dans la population de la Havane, mais ici la majorité des individus est (1/1; 2+/2+).
- *dans les populations mexicaines de Tepoztlan*, la situation est plus complexe et n'est encore que partiellement étudiée. Les individus de la population diapausante présentent le double polymorphisme pour les chromosomes 1 et 2 (analogue à celui qui existe dans les autres souches: 1/1-; 2/2+). Les individus de la population non diapausante ne présentent aucun polymorphisme sur ces chromosomes 1 et 2 mais possèdent une structure surnuméraire. Les croisements réalisés en laboratoire ont montré qu'il existe un certain isolement entre ces deux entités illustrant une situation de divergence à ce point avancée que l'on en est à se demander s'il ne s'agit pas là d'espèces jumelles ou de semi-espèces.

B) Étude du polymorphisme enzymatique

L'électrophorèse enzymatique a révélé (au niveau de la phosphoglucomutase: Pgm) une différence de vitesse de migration entre les individus diapausants (à antennes foncées provenant de Tepoztlan) et les individus non diapausants à antennes claires.

Conclusion

L'analyse de quelques aspects de la physiologie de la reproduction d'*a. obtectus* a montré non seulement une importante variabilité à l'intérieur de populations (entre les individus d'une même génération ou entre générations) (Pouzat, 1978; Biemont 1983) mais aussi une variabilité entre populations, liée à la zone d'origine (Biemont 1983). Des différences importantes existent entre des populations géographiquement éloignées mais aussi entre populations voisines ou même sympatriques.

La diversité des situations aboutirait ainsi à une reproduction plus ou moins différée dans le temps, ce qui se traduirait soit par la diapause soit par la quiescence reproductrice soit par la maturation des ovocytes dès l'émergence. Ces variations liées à la disponibilité des gousses ou des graines de la plante hôte dans lesquelles se déroulent ponte et développement, seraient les reflets de modifications survenues dans ces populations. Ces modifications joueraient un rôle clef dans les mécanismes ayant permis à *a. obtectus* d'accroître son aire de répartition.

Le polymorphisme chromosomique observé qui conduit pour certaines populations à une augmentation de la taille du génôme (fixation de la forme 2+ dans la population de Colombie-Cundinamarca et présence d'une structure surnuméraire dans une population du Mexique) se traduirait par une augmentation du potentiel de variabilité et pourrait générer des processus d'isolement. La situation qui prévaut dans la région de Tépoztlan au Mexique est remarquable puisque deux populations sympatriques aux caractéristiques différentes exploitent les mêmes hôtes. Cette variabilité entraîne un certain isolement entre ces deux populations correspondant à une situation de divergence à tel point que l'on se demande s'il ne s'agit pas d'espèces jumelles ou de semi-espèces.

Les différences observées tant au niveau écophysiologique qu'au niveau génétique représentent de bons marqueurs permettant de suivre l'évolution des populations dans l'aire d'extension d'*a. obtectus*. Nous disposons donc avec cette espèce d'un matériel biologique permettant à la fois l'étude théorique de phénomènes adaptatifs et l'analyse des situations naturelles d'un insecte d'intérêt économique.

Toutes ces variations observées et la complexité des situations montrent la nécessité d'une grande prudence dans les interprétations des résultats et le danger qu'il y aurait à extrapoler des méthodes de lutte élaborées à partir d'études portant sur des populations d'une origine donnée et mises au point à un endroit déterminé (Labeyrie, 1977).

Compte tenu de la diversité des conditions écologiques et des pratiques culturelles existant dans l'aire d'extension d'*a. obtectus*, les recherches ne doivent donc pas se limiter aux stocks mais aussi s'étendre à l'analyse des relations biocénotiques entre l'insecte et son environnement. De telles études qui ont été faites en France (Jarry, 1984) et sont en cours au Mexique (Bonet et Pichard, non publié) devraient être entreprises dans les régions d'Afrique

où les dégâts provoqués par les bruchidae réduisent l'apport alimentaire constitué par les graines de légumineuses.

Bibliographie

- ARCHIBALD, R. D., CHALMERS I., 1983 — Stored product Coleoptera in New Zealand. *New Zealand Entomologist* 7 (4), 371-397.
- BIEMONT, J. C., BONET, A. 1981 — The bean weevil populations from *Acanthoscelides obtectus* Say group living on wild or subspontaneous *Phaseolus vulgaris* and *Phaseolus coccineus* L. and on *Phaseolus vulgaris* L. cultivated in the Tepoztlan region, state of Morelos, Mexico: In «Ecology of Bruchids attacking legumes (pulses)». V. Labeyrie Ed. Junk Publish. The Hague. 233 pp.
- BIEMONT, J. C., JARRY, M. 1983 — Effets inhibiteurs de la présence d'un congénère sur l'ovogenèse des femelles d'une population d'*Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptère, Bruchidae). *Can. J. Zool.* 61, 2329-2337.
- BIEMONT, J. C. 1983 — «Quand la bruche attend le haricot». Les possibilités de rétention des ovocytes mûrs dans les oviductes latéraux et l'ajustement de la reproduction dans différentes populations d'un insecte spécialiste *Acanthoscelides obtectus*. Thèse Doctorat d'État. Univ. Tours, 180 pp.
- DECELLE, J., 1981 — Bruchidae related to grain legumes in the Afro-tropical area. In «The ecology of Bruchids attacking legumes (pulses)». 193-197. V. Labeyrie Ed. Junk Publish. The Hague, 233 pp.
- GARAUD, P., LECHER P., 1982 — Étude biométrique du caryotype de la bruche du haricot (*Acanthoscelides obtectus* Coléoptères, Bruchidae). *Can.J.Genet.Cytol.* 24, 687-692.
- GARAUD, P., 1983 — Étude cytogénétique de trois populations d'*Acanthoscelides obtectus* Say (Coléoptère, Bruchidae) d'origine géographique différente. Thèse de Troisième cycle. Univ. Tours, 84 pp.
- GARAUD, P., 1984 — Mise en évidence d'un polymorphisme chromosomique de translocation dans une population naturelle d'*Acanthoscelides obtectus* (Coléoptère, Bruchidae) du Burundi. *Genetica* 63, 85-91.
- HUIGNARD, J., BIEMONT, J. C. 1978 — Comparison of four populations of *Acanthoscelides obtectus* from different Colombian ecosystems. *Assay of interpretation. Oecologia* 35, 307-318.
- HUIGNARD, J., BIEMONT, J. C. 1981 — Reproductive polymorphism of populations of *Acanthoscelides obtectus* from different Colombian ecosystems. In «The ecology of Bruchids attacking legumes (pulses)». 148-164. V. Labeyrie Ed. Junk Publish. The Hague. 233 pp.
- JARRY, M., 1984 — Histoire naturelle de la bruche du haricot un agrosystème du sud-ouest de la France: contribution à l'étude de la structure et de la dynamique des populations d'*Acanthoscelides obtectus* dans les stocks et dans les cultures de *phaseolus vulgaris*. Thèse de Doctorat d'État. Univ. Pau, 182 pp.
- JOHNSON, C. D., 1983 — *Acanthoscelides*. In «Ecosystematics of *Acanthoscelides* (Coleoptera: Bruchidae) of Southern Mexico and Central America. *Miscellaneous publications of the Entomological Society of America.* 56, 35-36.
- LABEYRIE, V., 1977 — For the definition of an ecological strategy in the protection of agrosystems. *Experientia.* 33, 404-410.
- LABEYRIE, V., 1981 — Vaincre la carence protéique par le développement des légumineuses alimentaires et la protection de leur récolte contre les bruches. *Food and Nutrition Bulletin* 3 (1), 24-38.

- POUZAT, J., 1978 — La régulation de l'activité reproductrice des femelles de bruche du haricot (*Acanthoscelides obtectus* Say): influence de quelques facteurs externes (plante hôte, activité locomotrice). Thèse de Doctorat d'État. Univ. Tours. 171 pp.
- SOUTHGATE, B. G., 1978 — The importance of bruchidae as pest control of grain legumes, their distribution and control. Pest of grain legumes. 219-229 Singh and Van Emden Ed. Ac. Press Ed. New-York.
- ZACHER, F., 1955 — Verbreitung und Nahrungspflanzen des Speisebohnenkäfers *Acanthoscelides obtectus*. Mitt.dt.ent.Ges. 14. 3-4.

Analyse de l'évolution des populations de *caryedon serratus* (01) Coléoptère bruchidae sur *Bauhinia Rufescens* (LAM) au Niger

par D. Pierre
Université de Niamey (Niger)

Caryedon serratus est un bruchidae polyphage d'origine africaine qui se développe aux dépens de cinq espèces de légumineuses arbustives en zone sahélienne; *Piliostigma reticulatum*; *Piliostigma thonningii*; *Cassia sieberiana*; *Tamarindus indica* et *Bauhinia rufescens* appartenant toutes à la famille des Cesalpinacées (Decelle, 1981). Lorsque l'arachide, *Arachis hypogaea*, plante d'origine sud-américaine a été cultivée de façon intensive au Sénégal, une partie des populations de *c. serratus* a pu s'adapter sur cette plante cultivée (Appert, 1954). Ce sont probablement les techniques culturales et plus particulièrement le séchage de l'arachide sous les arbres hôtes qui ont permis le passage de *c. serratus* sur cette plante cultivée. *C. serratus* cause des pertes importantes dans les stocks d'arachide, les larves se développant dans les graines, les rendent peu consommables, modifient la qualité des huiles et facilitent la pénétration de champignons tels qu'*aspergillus flavus* vecteur de l'aflatoxine (Giard, 1957; Davey et al., 1959; Gillier et Bockele-Morvan, 1979).

Nous avons étudié l'évolution des populations de *c. serratus* sur l'une des plantes hôtes *bauhinia rufescens* qui peut servir de «plante réservoir» et permettre ainsi la contamination de l'arachide.

Matériel et méthodes

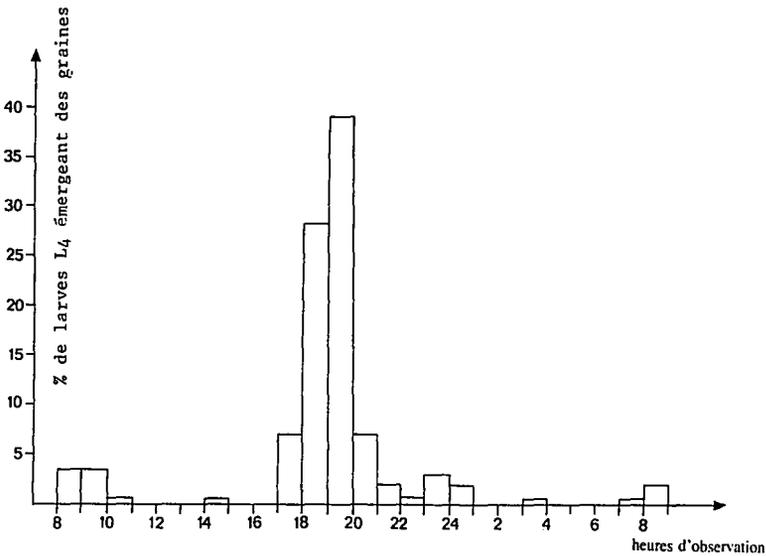
Dans la région de Niamey au Niger, *bauhinia rufescens* produit des gousses durant toute l'année; ces gousses mûres peuvent séjourner sur l'arbre durant très longtemps et ne tombent au sol que pendant la saison des pluies lors des orages tropicaux.

Nous avons suivi 200 gousses dès leur formation et ceci durant toute l'année. Les gousses marquées sont observées chaque semaine afin de déterminer le nombre d'œufs de *c. serratus* qu'elles ont reçu, le nombre de trous de sortie des larves (la plupart des larves L₄ quittent la gousse et se nymphosent dans le sol) et le nombre de trous d'émergence d'adultes (si la nymphose a lieu dans la gousse). Nous avons également capturé des adultes à l'aide de pièges (formés de carton ondulé enroulé) placés le long des branches de l'arbre.

Caryedon serratus est un insecte à activité crépusculaire très marquée comme l'a constaté Cancela de Fonseca (1963). Nous ne l'avons d'ailleurs observé, sur *bauhinia rufescens*, qu'au lever du jour ou au crépuscule. La rencontre des sexes puis l'accouplement ont lieu dans la plupart des cas au cours de la scotophase. Des études au laboratoire montrent, en effet, que 80 % des adultes s'accouplent durant la première heure qui suit le début de

Figure 1

Observation du rythme de sorties des larves L₄ de *caryedon serratus* au cours de la journée



la scotophase (Boucher, comm. personnelle) puis les œufs sont déposés sur les gousses de *b. rufescens*. Le développement larvaire dure environ 4 semaines: la nymphose s'effectue dans le sol dans 93 % des cas. Les larves L₄ quittent les gousses de façon synchrone lors du crépuscule et au début de la nuit (fig. 1) et s'enfouissent dans le sol entre 0 et 5 cm.

Résultats

a) Lorsque l'on analyse l'évolution des pontes de *c. serratus* sur les gousses de *b. rufescens* échantillonnées (fig. 2), on constate que des œufs sont déposés sur les gousses durant toute l'année, mais leur nombre varie suivant les saisons. Les pontes les plus importantes sont observées d'avril à juin durant la période la plus chaude de la saison sèche.

b) Lorsque l'on étudie les sorties des larves L₄ de ces mêmes gousses, celle-ci a également lieu durant toute l'année, mais avec un maximum au mois de juin (fig. 3). Ces larves sont probablement issues des œufs pondus en avril sur les gousses. Par contre, les pontes émises en juin, encore très importantes, ne donnent apparemment que très peu de descendants capables de se reproduire sur les gousses de *b. rufescens* comme le montre le faible nombre d'œufs trouvés sur les gousses à partir du mois de juillet.

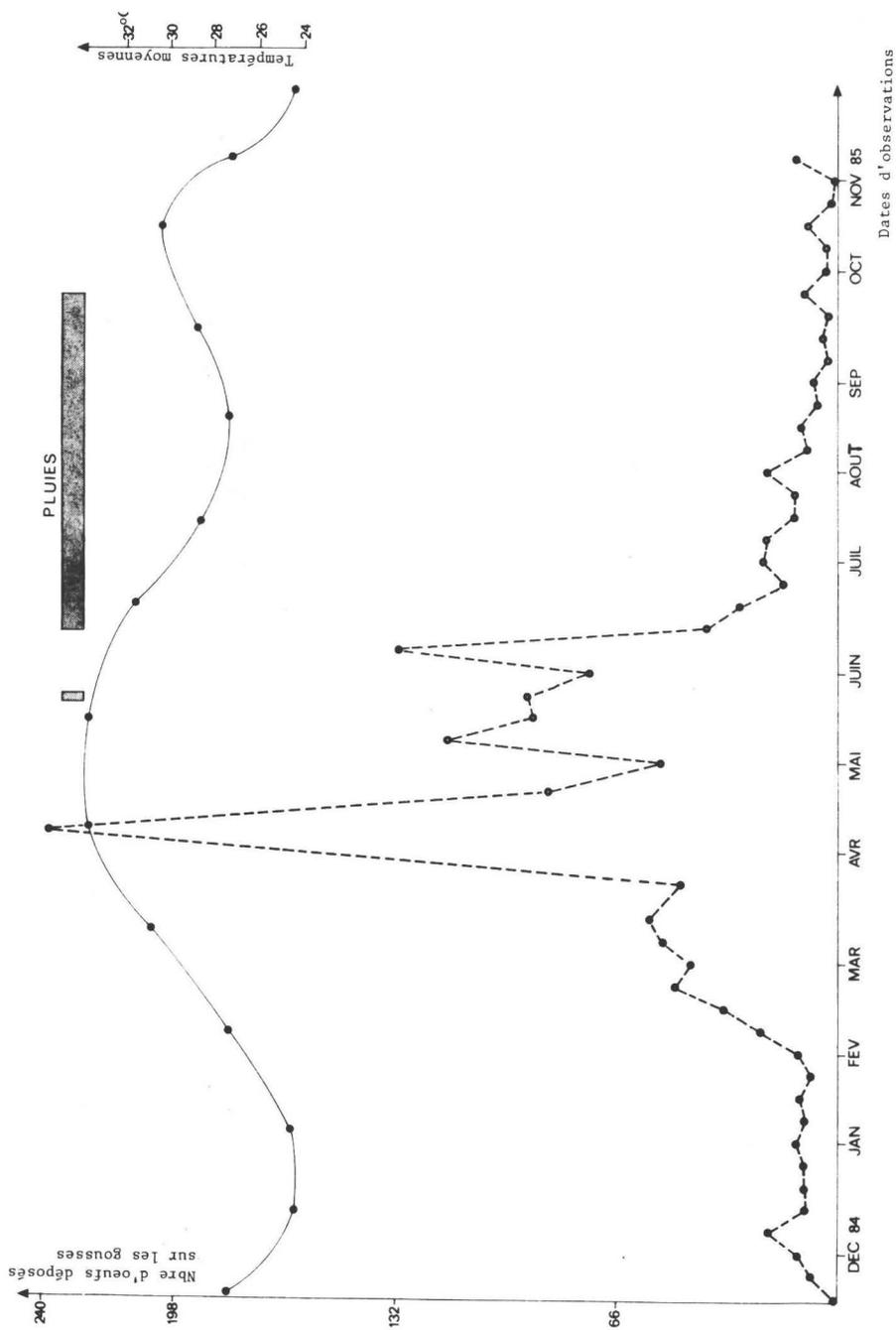
c) L'examen de la courbe de piégeage des adultes (qui n'a pu être mise au point qu'en avril) montre (fig. 3) que les bruches présentes sur les arbres sont très nombreuses en avril-mai, puis deviennent très rares durant toute la saison des pluies.

Discussion

Les données obtenues au cours de cette étude sont toutes concordantes et montrent que les populations de *c. serratus* sont surtout abondantes dans la nature, au niveau de *b. rufescens*, de mars à juin (c'est-à-dire pendant la période la plus chaude de la saison sèche). À la fin de la saison sèche et durant la saison des pluies, il y a une décroissance importante des populations de *c. serratus*. Plusieurs hypothèses peuvent être envisagées afin d'expliquer cette décroissance:

— une mortalité élevée au stade œuf ou au stade larve, due à l'action de parasitoïdes, ou, plus probablement, à l'action des facteurs climatiques, particulièrement drastiques à cette période de l'année.

— une migration d'adultes, qui une fois émergés du sol, se déplacent vers d'autres plantes hôtes disponibles. Cette hypothèse est cependant assez improbable car il n'existe pas, à cette époque de l'année, d'autres césalpinacées disposant de gousses susceptibles de permettre la reproduction et le développement de *c. serratus*.



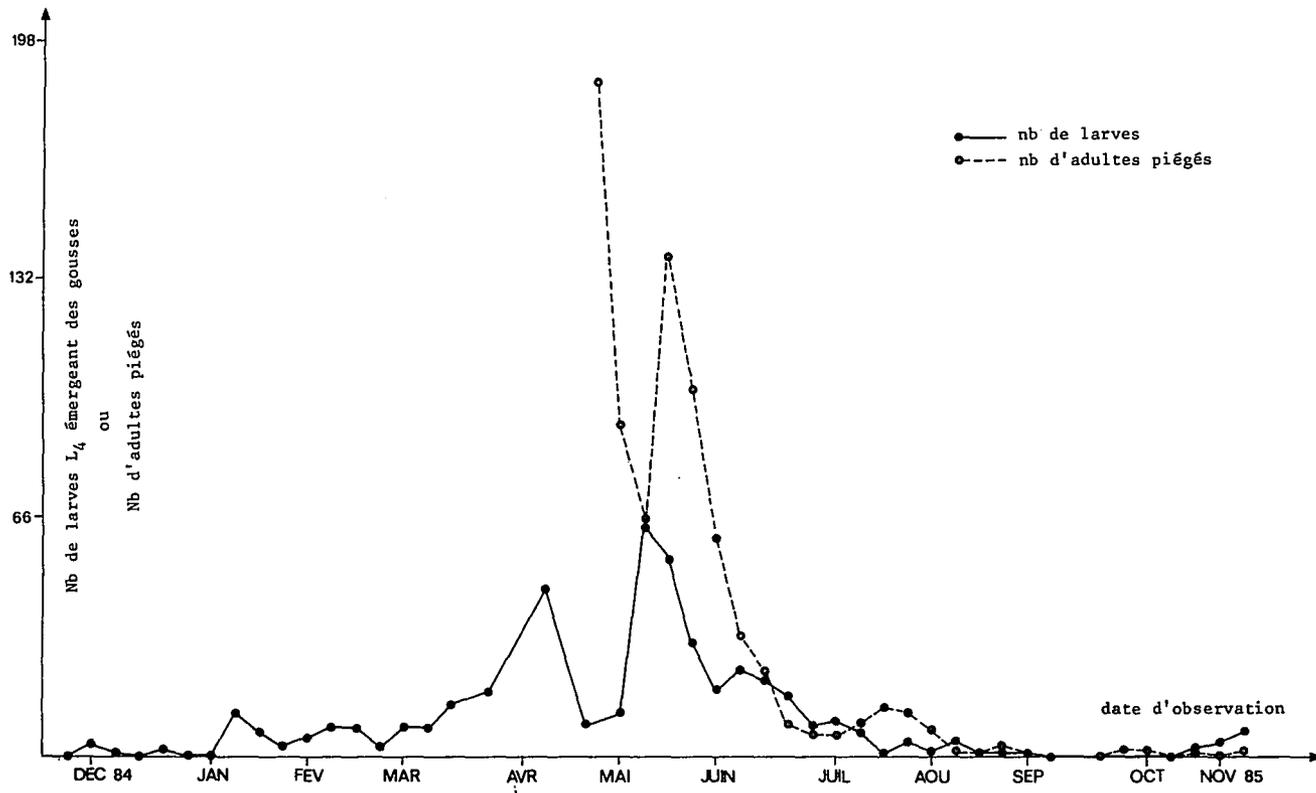


Figure 3

Étude des sorties de larves L_1 des gousses de *b. rufescens* de décembre 1984 à novembre 1985 et du nombre d'adultes capturés

— l'existence de stades diapausants, soit au stade nymphal soit au stade imaginal. En élevage, on peut observer un étalement important de la durée du développement nymphal (Robert, 1984) et il est possible qu'il y ait à ce stade des phénomènes de diapause que nous n'avons pas encore pu étudier. Ces phénomènes de diapause existent d'ailleurs chez d'autres bruchidae vivant en zone tropicale tels que *bruchidius atrolineatus* (Germain et al., 1985) ou dans certaines populations mexicaines d'*acanthoscelides obtectus* (Biémont et Bonet, 1981).

L'étude du cycle de *caryedon serratus* au Niger, montre que la contamination de l'arachide à partir de *b. rufescens* ne pourra s'effectuer qu'à partir de faibles populations d'insectes. Les gousses sont en effet arrachées et mises à sécher dans les champs en octobre, c'est-à-dire à une période où les populations de *c. serratus* semblent peu abondantes. Mais, chez les bruchidae, une faible contamination à la récolte peut entraîner après plusieurs générations dans les conditions de stockage des pertes importantes (Caswell, 1961). Il est donc important de bien connaître l'évolution des populations de *c. serratus* sur ses différentes plantes sauvages si l'on veut comprendre les conditions de transfert des populations vers l'arachide.

Bibliographie

- APPERT J., 1954. La bruche des arachides. Bulletin agronomique SIAT, 13, 181-190.
- BIÉMONT J. C., BONET A., 1981. The bean weevil population from the *Acanthoscelides obtectus* group living on wild and subspontaneous *Phaseolus vulgaris* and *coccineus* and on *P. vulgaris* cultivated in the Tepoztlan region state of Morelos. The Ecology of Bruchids attacking pods. V. Labeyrie Ed. Junk Publisher, 19, 23-41.
- CANCELA De FONSECA J. P., 1963. The biology of bruchid beetle *Caryedon gonagra* with special reference to competition. Ph.D. London, 177 p.
- CASWELL G. H., 1961. The infestation of cowpeas in western region of Nigeria. Trop. Sci. 3, 154-158.
- DAVEY P., COVENEY P., RAYMOND W. D., SQUIRE J. A., 1959. The effect of insect infestation on the quality of the corticated groundnuts with special reference to storage at high and low humidities. Trop. Sci., 1, 296-307.
- DECELLE J., 1981. Bruchidae related to grain legumes in the afro-tropical area. The Ecology of Bruchids attacking pods. V. Labeyrie Ed. Junk Publisher, 19, 193-197.
- GERMAIN J. F., HUGNARD J., MONGE J. P., 1985. Influence des inflorescences de la plante hôte (*vigna unguiculata*) sur la levée de la diapause reproductrice chez *bruchidius atrolineatus*. Ent. exp. et appl., 39, 35-42.
- GIARD J., 1957. La conservation des graines d'arachide au Sénégal. Oléagineux, 12-1, 33-40.
- GILLIER P., BOCKELE MORVAN A., 1974. La protection des stocks d'arachide contre les insectes. Oléagineux, 34-3, 131-137.
- ROBERT P., 1984. Contribution à l'étude de l'écologie de la bruche de l'arachide *caryedon serratus* 01 (coléoptère bruchidae) sur ses différentes plantes hôtes. Thèse 3^e cycle. Université de Tours, 122 p.

Étude de la reproduction de deux espèces de bruchidae *caryedon settatus* (OL) et *caryedon congense* — analyse des possibilités de contamination des gousses d'arachide (*arachis hypogaea*) au Congo

par N. N'Kouka et D. N'Dioulou
Université de Paris Val de Marne (France)

I. Introduction

Caryedon serratus est un coléoptère oligophage d'origine africaine, largement distribué en Afrique tropicale dans les zones de savane arborée. Decelle (1981) observe que cet insecte se développe dans les graines de six plantes hôtes naturelles de la famille des casalpiniacées: *bauhinia rufescens*, *cassia sieberiana*, *cassia arereh*, *piliostigma reticulatum*, *piliostigma thomingii*, *tamarindus indica*. Il a pu se développer sur une Fabacée *arachis hypogaea*, plante originaire d'Amérique du Sud et introduite en Afrique (Zeven et Zhukovsky, 1975). Ce sont les techniques culturales de l'arachide et notamment le séchage des gousses dans les champs à proximité des arbres hôtes qui ont permis le passage des populations de *caryedon serratus* sur l'arachide. Les premières attaques importantes dûes à *caryedon serratus* ont été signalées par Roubaud au Sénégal en 1916 (d'après Appert, 1954).

Caryedon serratus est maintenant devenu un ravageur des gousses d'arachide dans de nombreux pays africains et notamment au Congo. Il cause des pertes importantes dans les stocks d'arachide particulièrement dans la région

de Mouyondzi (Bouenza). Dans cette zone, les attaques sont récentes puisque *c. serratus* n'a été signalé sur l'arachide que depuis 1970 (Ngouala, 1979).

Deux hypothèses peuvent expliquer ces attaques :

- soit elles sont dûes à des populations de *c. serratus* d'origine sahélienne qui ont suivi l'extension des cultures d'arachide à travers l'Afrique. De telles extensions de l'aire des insectes phytophages inféodées aux plantes cultivées ont ainsi été observées chez *leptinotarsa decemlineata* (Hsiao, 1982) ou chez *acanthoscelides obtectus* (Huignard et Biémont, 1970).
- soit elles sont dûes à des populations endémiques de *c. serratus*, adaptées à des légumineuses locales, qui sont passées sur l'arachide lorsque celle-ci a été cultivée de façon importante.

Or, dans la région de Mouyondzi, on rencontre dans certaines zones arachidières, un des hôtes potentiels de *c. serratus*, *piliostigma thoningii*.

Nous avons examiné au cours de ce travail :

- la contamination éventuelle de *p. thoningii* dans la région de Mouyondzi.
- les possibilités de transfert des populations de *c. serratus* de *p. thoningii* vers *a. hypogaea*

Étude de la contamination des gousses de *P. Thoningii* dans la région de Mouyondzi

Des gousses mûres de *p. thoningii* ont été récoltées en août 1984 sur un certain nombre d'arbres et ont été conservées au laboratoire dans les conditions suivantes 12hL 34°T/12hD 19°C humidité relative 45 %.

Nous notons quotidiennement le nombre de cocons et le nombre d'adultes émergents des deux espèces *caryedon serratus* — *caryedon congense* espèce sympatrique de *c. serratus* rencontrée dans les gousses de *p. thoningii* —

Il apparaît (tableau 1) que les gousses de *p. thoningii* observées dans la région de Mouyondzi ont reçu des pontes des deux espèces, mais si l'on analyse les émergences d'adultes, *c. congense* semble être dominant, *c. serratus* étant toujours présent mais en très faible nombre.

Ces deux espèces semblent donc bien sympatriques mais en l'absence d'études systématiques tout au cours de l'année, il n'est pas possible de savoir comment évoluent leurs populations.

- *c. congense* est-elle toujours l'espèce dominante?
- les deux espèces ont-elles des cycles décalés avec des périodes d'abondance décalées dans le temps comme cela est souvent observé chez des insectes occupant la même niche écologique (principe de l'exclusion compétitive de Gause in Barbault, 1983)?

Tableau 1

**Activité reproductrice de *c. serratus* (souche *a. hypogaea*)
en absence de choix**

Gousses	SOUCHE <i>A. HYPOGAEA</i>	
	Fécondités moyennes	Productions ovariennes moyennes
Sans plante hôte	10,2 ± 4,1	15,6 ± 2,3
<i>P. thonningii</i>	29 ± 4,1	31,7 ± 2,2
<i>A. hypogaea</i>	38,3 ± 3,2	39,3 ± 3,2

Analyse des possibilités de reproduction des populations de *c. serratus* issues des gousses de *p. thonningii* sur l'arachide

Méthode expérimentale

- Les adultes de *c. serratus* émergeant des gousses de *p. thonningii* récoltées dans la région de N'Kila N'Tari sont élevés au laboratoire pendant plusieurs générations sur les gousses sèches de leur plante hôte dans les conditions suivantes:
12hL/12hD 30° ± 2 constant 75 % HR
- Leur activité reproductrice est comparée à celle d'une souche *c. serratus* récoltée sur des stocks d'arachide dans la même région, et élevée dans les mêmes conditions mais sur *a. hypogaea*.

Nous analyserons au cours de cette étude la reproduction des adultes des deux souches de *c. serratus* sur *p. thonningii* et sur *a. hypogaea* en absence de choix ou en situation de choix.

1. Reproduction des deux souches en absence de choix

— Souche de caryedon serratus issue d'*A. hypogaea* (tableau 1)

En absence de gousses, les femelles ne produisent qu'un nombre limité d'ovocytes qui sont émis dans la boîte d'élevage. La présence de gousses d'*a. hypogaea* ou de *p. thonningii* stimule l'ovogenèse et induit la ponte.

Les gousses d'*a. hypogaea* ont un effet stimulant plus important que celles de *p. thonningii*; les fécondités comme les productions ovariennes sont significativement différentes ($t = 2,4$ significatif à $p 0,01$).

Tableau 2

Souche «a. hypogaea»
Activité reproductrice de *c. serratus* en situation de choix
entre *a. hypogaea* et *p. thonningii*

Plantes	Nombre de femelles	Fécondités moyennes	Productions ovariennes moyennes
<i>A. hypogaea</i>	31	38,3 ± 2,4	39,4 ± 3,2
<i>B. thonningii</i>	31	29,0 ± 2	31,7 ± 2,5
<i>P. thonningii</i> + <i>A. hypogaea</i>	31	94,7 ± 2,6	97,4 ± 2,6

Souche de caryedon serratus issue de p. thonningii
(tableau 2)

On observe sensiblement les mêmes résultats que dans la souche précédente; la présence de gousses des deux plantes hôtes stimule nettement l'ovogenèse, et là encore, les fécondités et les productions ovariennes sont significativement plus élevées en présence d'*a. hypogaea* qu'en présence de *p. thonningii*, bien que ce ne soit pas la plante d'origine ($t = 3,2$ significatif à $p 0,01$).

2. Reproduction des deux souches de *caryedon serratus* en situation de choix

Dans chaque lot, 31 femelles sont placées soit en présence de gousses de *p. thonningii*, soit en présence de gousses de *a. hypogaea* soit en présence des deux types de gousses.

Souche issue de a. hypogaea

Lorsque les femelles sont en présence de gousses des deux plantes hôtes, leur activité reproductrice est nettement plus importante que lorsqu'elles se trouvent au contact des gousses d'une seule espèce (tableau 3) 85 % des œufs pondus sont déposés sur les gousses d'*a. hypogaea* bien que les deux types de gousses soient accessibles.

Tableau 3

**Souche «*p. thonningii*»
Activité reproductrice de *c. serratus* en absence de choix**

Gousses	Nombre de femelles	-Fécondités moyennes	Productions ovariennes moyennes
Sans plantes hôtes	31	10.1 ± 4.1	15.6 ± 2.5
<i>P. thonningii</i>	31	21.7 ± 4.5	24.5 ± 4.9
<i>A. hypogaea</i>	31	30.6 ± 4.3	32.3 ± 2.2

Souche issue de p. thonningii

Là encore, l'activité reproductrice des femelles en présence des gousses des deux plantes hôtes est nettement plus importante qu'en présence d'une seule espèce (tableau 4) et bien que *a. hypogaea* ne soit pas la plante d'origine. 76 % des œufs sont déposés sur les gousses de cette plante.

Il apparaît donc que les populations de *c. serratus* issues des gousses de *p. thonningii* sont parfaitement capables de se reproduire sur l'arachide et de s'y développer. Il est donc possible que dans la région de Mouyondzi *p. thonningii* puisse représenter «une plante réservoir» à partir de laquelle peut se faire la contamination de l'arachide.

Tableau 4

**Souche «*p. thonningii*»
Activité reproductrice de *c. serratus*
en situation de choix entre *a. hypogaea* et *p. thonningii***

Gousses	Nombre de femelles	Fécondités moyennes	Productions ovariennes moyennes
<i>P. thonningii</i>	31	21.7 ± 4.2	24.5 ± 4.2
<i>A. hypogaea</i>	31	30.6 ± 5.4	32.3 ± 4.3
<i>P. thonningii</i> ± <i>A. hypogaea</i>	31	57.5 ± 2.5	59.2 ± 2.8

C. *Congense* est-il capable de se reproduire sur l'arachide et de devenir un ravageur potentiel?

Des couples de *c. congensis* sont placés dans les conditions de laboratoire en présence de gousse ou de graines de *a. hypogaea* pendant 20 jours (tableau 5).

Tableau 5

Fécondité et production ovarienne de *c. congensis* sur l'arachide

	Nombre de femelles	Fécondités moyennes	Productions ovariennes moyennes
Femelles avec arachide coque (lot A)	30	1,50 ± 0,78 a	3,00 ± 0,88 a
Femelles avec arachide graine (lot B)	30	13,53 ± 2,57 b	14,46 ± 2,55 b

Les valeurs trouvées marquées de deux lettres différentes diffèrent significativement au seuil de 5 %.

— En présence de gousses d'arachide, il n'y a que 20 % des femelles qui sont capables de pondre, mais en nombre limité. Lorsque l'on analyse la production ovarienne de ces femelles, celle-ci est toujours très réduite.

— En présence des graines d'arachide, 60 % des femelles peuvent émettre des œufs et les pontes comme les productions ovariennes sont beaucoup plus importantes que dans le premier lot.

Les larves, issues des œufs de *c. congensis*, peuvent se développer dans les graines d'*a. hypogaea* mais la mortalité est élevée.

C. congensis, dans les conditions naturelles, ne semble pas constituer un danger pour les arachides en coque, car très peu de femelles sont capables de se reproduire sur les gousses. Par contre, il peut être un déprédateur potentiel lorsque la conservation a lieu sous forme de graines ce qui est très rare au Congo.

Discussion

Caryedon serratus est un coléoptère bruchidae généraliste selon la définition de Johnson et Slobodchikoff (1972) c'est-à-dire capable de se reproduire

sur les gousses de différentes plantes hôtes et de se développer dans les graines (Robert, 1984-1985).

Effectivement, la présence des gousses des deux plantes hôtes stimule l'ovogenèse et la ponte, mais les gousses de *a. hypogaea* sont nettement plus stimulantes que celles de *p. thoningii*.

La reproduction des femelles de *c. serratus*, quelle que soit la souche étudiée, est nettement plus importante en situation de choix qu'en absence de choix Pimbert (1983) retrouve d'ailleurs un tel phénomène chez un autre bruchidae *zabrotessubfasciatus*.

Plusieurs hypothèses peuvent expliquer le choix privilégié des femelles de *c. serratus* dans les deux souches étudiées.

- Soit cette plante est nettement attractive
- Soit cette plante est choisie préférentiellement compte tenu de l'histoire de *c. serratus* au Congo: l'arachide a été introduite dans ce pays avec son prédateur *caryedon serratus*, qui se développant depuis de nombreuses générations sur cette seule plante, est devenu un véritable spécialiste (comme tendent à le montrer les études de Robert (1984-1985)). Cette adaptation physiologique selon Bush (1968) peut aboutir à des phénomènes de spéciation. Une partie des populations de *caryedon serratus* ne serait donc passée que secondairement sur *p. thoningii*

En l'état actuel des recherches, il semble difficile de vérifier une telle hypothèse. Nous constatons néanmoins que la souche «*Piliostigma*» présente donc des résultats inattendus dont l'explication pourrait conduire à une meilleure compréhension des phénomènes d'adaptation de cet insecte. Cette situation observée dans la région de Mouyondzi est cependant assez particulière et ne se retrouve pas dans d'autres régions (et notamment à Madingou) où des populations de *c. serratus* (détermination J. Decelle) sont observées sur *p. thoningii* mais semblent incapables de se reproduire sur *a. hypogaea* tant au laboratoire que dans la nature.

C. congense est par contre une espèce qui n'a, apparemment, qu'un nombre d'hôtes limité et qui ne semble pas capable de coloniser l'arachide compte tenu des conditions de culture et de stockage pratiquées au Congo. Notons cependant qu'il pourrait éventuellement représenter un ravageur potentiel dans les années à venir, compte tenu de la variabilité observée dans la population étudiée dans ces conditions de laboratoire.

Bibliographie

- APPERT, J. (1954) — La bruche des arachides Bull. agron. Stat. n° 13. 181-190.
BARBAULT, R. (1983) — Écologie générale Masson éd., 244 p.
BUSH, G. L. (1968) — Sympatric host race formation and speciation in frugivorous flies of the genus *Rhagoletis* (Diptera Tephritidae). Evolution, n° 23. 237-251.

- DECELLE, J. (1981) — Bruchidae related to grain legumes in afro-tropical area. Series Entomologica. Vol. 19 Ed. V. Labeyrie, Dr W. Junk Publishers. The Hague 193-197.
- HSIAO, H. (1982) — Géographic variation and host plant adaptation of the Colorado potato beetle Proc. 5th Int. Symp. Insect-Plant Relationships. Wageningen, 315-435.
- JOHNSON, C. D. et SLOBOCHIKOFF, C. N. (1979) Coevolution of Cassia and its seeds beetle prédateurs. Env. Entomol. 8 1050-1064.
- HUIGNARD, J. et BIEMONT, J. C. (1978) — Comparison of four populations of *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera: bruchidae) from different colombian ecosystems. Assay of interpretation Ecologica, n° 35, 307-318.
- NGOUALA, J. (1979) — Rapport annuel des activités du secteur agricole de Mouyondzi au Congo. 13 p.
- PIMBERT, M. (1983) — Étude préliminaire en laboratoire et dans la nature (Costa Rica) de l'activité reproductrice de *Zabrote subfasciatus* Boh (Coléoptère: Bruchidae) en présence de deux plantes hôtes (*Phaseolus vulgaris* et *Phaseolus lunatus* sauvage). Thèse de 3^e cycle, Tours, 200 p.
- ROBERT, P. (1984) — Contribution à l'étude de l'écologie de la bruche de l'arachide: *Caryedon serratus* (Coléoptère: Bruchidae), sur des différentes plantes hôtes. Thèse de 3^e cycle, Tours, 122 p.
- ROBERT, P. (1985) — A comparative study of some aspects of the production of three *Caryedon serratus* strains in presence of its potential host plants. Oecologica (Berlin) n° 65, 425-439.
- ZEVEN, A. C. et ZHUKOVSKY, P. M. (1975) — Dictionary of cultivated plants and their centres of diversity. Centre for Agricult. Publishing and Documentation Wageningen, 118-151.

Le stockage des légumineuses en milieux villageois traditionnels en Côte d'Ivoire

**par A. Pollet
Orston (Côte d'Ivoire)**

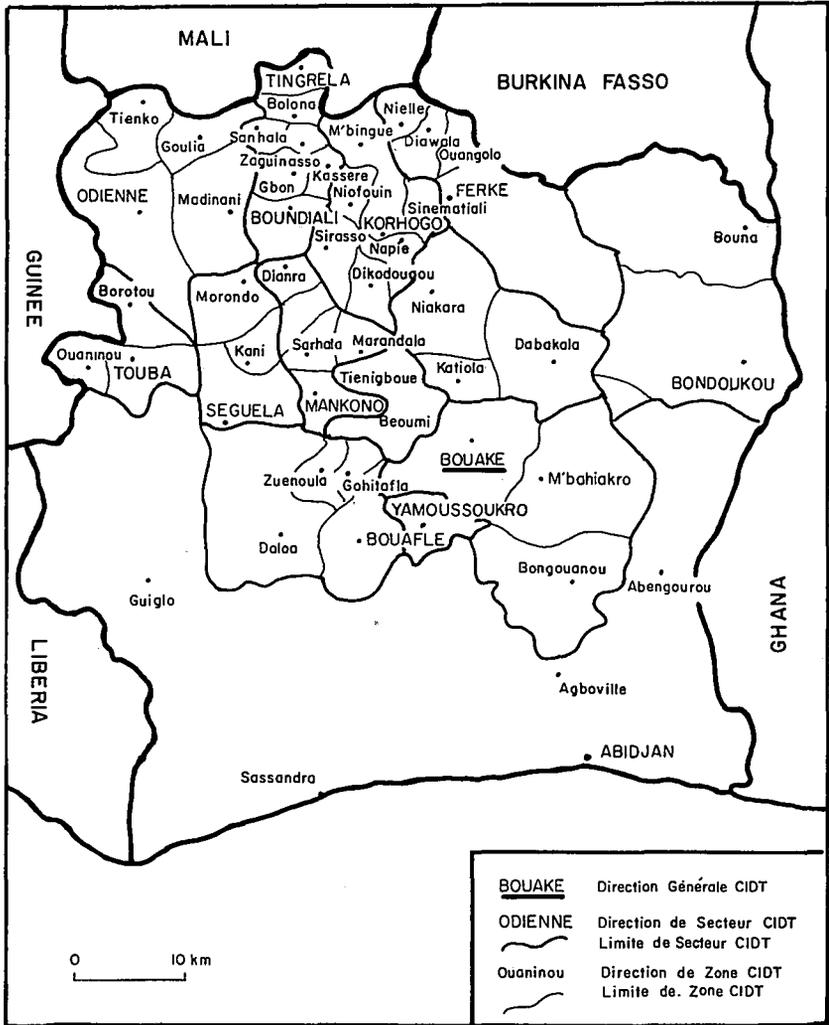
Si les cultures de légumineuses en général et d'arachide en particulier représentent un secteur qui reste peu étudié en Côte d'Ivoire (Pollet, 1982) le devenir ensuite des récoltes au niveau des villages pose encore plus de questions non résolues au développement.

Les rendements réels obtenus par les producteurs dans chaque région, demeurent souvent mal définis. Les techniques de stockage traditionnelles, l'importance des pertes enregistrées dans les divers greniers et les principaux ravageurs responsables ne sont toujours pas répertoriés ni chiffrés avec précision.

Ces différents problèmes ont été étudiés en Côte d'Ivoire durant les années 1983, 1984 et 1985. Deux enquêtes menées au niveau national avec l'appui technique du réseau des 45 agents enquêteurs du Centre ivoirien de textiles (CIDT), ainsi que nombreux sondages avec prélèvements d'échantillons, ont ainsi été réalisés durant ces trois années. Cette étude qui ne concerne que les seules régions arachidières du pays, soit pratiquement toutes les zones de savane du Nord (voir figure 1), a également permis de caractériser, zone par zone, les principaux stocks villageois de légumineuses trouvés en Côte d'Ivoire. Ceux-ci qui ne contiennent généralement que des arachides (rareté relative des productions de niébé et de voandzou), ne paraissent en fait différer d'une région à l'autre qu'au niveau des seules méthodes de stockage: importances particulières des greniers Sénoufo en banco et des canaris (poteries) au Nord; prédominances des sacs et magasins dans toutes les zones du Sud et également à proximité des grands centres urbains (tableaux 1-2-3).

Figure 1

Détails du découpage par zones et secteurs, utilisé par le Centre ivoirien des textiles



Si les actions des ravageurs observées au niveau des stocks paraissent actuellement être sensibles dans toutes les régions étudiées, les pertes globales peuvent ainsi représenter assez souvent 5 à 25 % des productions totales, les producteurs dans leur grande majorité (88 % des paysans suivis lors des enquêtes), restent totalement désarmés et ne font rien pour lutter contre les insectes (58 % des stocks observés), les rongeurs (88 %) et certaines moisissures (37 %).

Tableau 1

Productions d'arachide observées chez les paysans suivis en 1984-1985 dans le cadre des enquêtes cultures et stocks de légumineuses

Région	Secteur	Stocks	Lieux de stockage (graines, coques)				Problèmes posés		
			Magasin	Sac	Grenier	Canari	Insectes	Rongeurs	Moississure
Nord	Korhogo	7	6/7	6/7	1/7	0/7	3/7	2/7	7/7
		10	8/10	9/10	1/10	0/10	0/10	9/10	1/10
		10	1/10	1/10	6/10	6/10	9/10	8/10	5/10
		10	0/10	3/10	10/10	0/10	10/10	10/10	0/10
	Ferkess	10	0/10	4/10	7/10	0/10	8/10	9/10	0/10
		9	0/9	9/9	0/9	0/9	9/9	8/9	8/9
	Boundia	9	6/9	6/9	9/9	9/9	9/9	9/9	3/9
		10	0/10	3/10	8/10	0/10	9/10	7/10	1/10
		9	1/4	0/4	3/4	0/4	4/4	4/4	3/4
Nord-Ouest Ouest	Odienné	10	7/10	4/10	5/10	0/10	6/10	10/10	2/10
		10	1/10	10/10	0/10	0/10	10/10	10/10	10/10
	Touba	7	1/7	7/7	0/7	0/7	4/7	6/7	5/7
		10	6/10	9/10	4/10	0/10	9/10	10/10	1/10
	Nankon	10	5/10	8/10	3/10	0/10	0/10	10/10	7/10
		10	0/10	10/10	0/10	0/10	0/10	10/10	9/10
		8	4/8	6/8	2/8	0/8	4/8	7/8	4/8
		10	7/10	3/10	0/10	0/10	1/10	6/10	1/10
	Seguela	10	0/10	10/10	0/10	0/10	0/10	4/10	0/10

Centre	Katiola	8	0/8	3/8	5/8	2/8	5/8	8/8	3/8
		8	2/8	2/8	3/8	0/8	8/8	8/8	0/8
	Bouafé	10	0/10	10/10	0/10	1/10	10/10	10/10	10/10
		7	4/7	1/7	4/7	0/7	0/7	5/7	0/7
		7	5/7	7/7	0/7	0/7	0/7	7/7	2/7
	Pouaké	7	2/7	6/7	0/7	0/7	0/7	7/7	0/7
	Béoumi	10	10/10	10/10	0/10	0/10	0/10	10/10	4/10

Tableau 2

Productions de niébé observées chez les paysans producteurs d'arachide, suivis lors des enquêtes de 1984-1985

Secteur	Nombre de paysans		Lieux de stockage (coques, graines)				Problèmes posés		
	Suivis total	Production niébé	Magasin	Sac	Grenier	Canari	Insectes	Rongeurs	Moisissure
Korhogo	10	2	1/2	1/2	0/2	1/2	2/2	1/2	0/2
	10	7	0/7	0/7	0/7	7/7	7/7	0/7	0/7
Ferkes	10	4	vente immédiate				4/4	0/4	0/4
	9	1	0/1	1/1	0/1	0/1	1/1	0/1	1/1
Bounolia	10	3	0/3	3/3	0/3	0/3	3/3	2/3	0/3
Touba	7	1	0/1	0/1	0/1	1/1	1/1	0/1	0/1
Odiénné	10	2	0/2	0/2	0/2	2/2	2/2	0/2	0/2
Katiola	8	2	0/2	0/2	0/2	2/2	2/2	0/2	0/2
Bouaflé	10	2	0/2	0/2	0/2	2/2	2/2	0/2	0/2
	7	3	1/3	3/3	0/3	0/3	3/3	0/3	0/3
Total	91	27							

Les insectes ne comprennent ici pratiquement qu'un seul attaquant primaire *ephestia cautella* que suivent ensuite assez rapidement divers ravageurs secondaires tels *Oryzaephilus surinamensis* ou *Tribolium sp.*

Caryedon serratus, la bruche de l'arachide, pose ici un problème très particulier. Considérée dans de très nombreux pays comme l'un des plus dangereux ravageurs primaires de l'arachide (Bilinsky et Kugler, 1978; Hill, 1975; ou Pans, 1973), cet insecte paraît cependant assez rare en Côte d'Ivoire. Cette notion établie ici à partir des suivis de greniers retenus en 1984 et 1985, demeure en fait très subjective. Si effectivement *caryedon serratus* n'a été rencontré au cours des deux campagnes, que durant la fin de la première et uniquement dans le village de Niakaramandougou (voir figure 1), le ravageur qui était aussi à cette même époque représenté par de nombreux individus sur tous les *piliostigma thoningii* des savanes proches (Pollet, Rapport en préparation), s'est marqué assez vite au niveau des greniers atteints (6 stocks sur les 8 suivis initialement, voir Pollet, 1984), par des niveaux de population suffisants pour détruire toute la récolte en moins de deux mois. Ce fait ne s'est pas renouvelé l'année suivante. En dépit de populations sauvages cette fois encore très abondantes, tous les stocks d'arachide constitués dans le village sont restés durant toute l'année 1985 totalement indemnes de toutes attaques par bruches. Les conditions matérielles réunies au niveau du village pour la production puis pour le stockage des arachides n'ayant que peu varié d'une année à l'autre, cette variabilité constatée au niveau des attaques pourrait être dûe ici plus spécialement aux fluctuations de certains facteurs du climat dont plus particulièrement sans doute la pluviométrie. De fait, les deux périodes de production, origines des stocks étudiés, se sont effectivement marquées par des pluviométries bien différentes en début de cycle: soit respectivement 347 mm et 635 mm de pluies, mesurés à Niakaramandougou pour les 7 premiers mois de chacune des années 1983 et 1984 (Données ANAM C.I., 1984).

Le risque «aflatoxine» est actuellement totalement ignoré. Les nombreux stocks constitués dans les villages se trouvent ainsi le plus souvent constitués à partir de récoltes initialement mal triées et souvent aussi assez peu sèches: présences fréquentes dans les greniers de lots importants d'arachides cassées, ou percées par les iules, ou rongées par les termites lors des cultures puis par d'autres insectes au cours des stockages, ou encore simplement tachées et noircies (arachides dites à «bouts noirs»).

En fait cette étude montre également que les divers problèmes que rencontrent actuellement les producteurs d'arachide en milieu villageois traditionnels, ne sont finalement pas très simples. Il ne suffit sans doute pas pour les résoudre de rechercher puis de tester les pesticides les plus efficaces et bien sûr aussi les moins coûteux. Il faut aussi nécessairement modifier tout un contexte économique, social et humain pour conduire les paysans à mieux stocker des récoltes qui devront également être préalablement mieux séchées et plus saines.

Tableau 3

Productions de voandzou observées chez les paysans producteurs d'arachide, suivis lors des enquêtes de 1984-1985.

Secteur	Nombre de paysans		Lieux de stockage (coques, graines)				Problèmes posés		
	Suivis total	Production niébé	Magasin	Sac	Grenier	Canari	Insectes	Rongeurs	Moisissure
Korhogo	10	6	0/6	1/6	0/6	5/6	5/6	1/6	1/6
Ferkes	10	5	vente immédiate				5/5	0/5	0/5
	9	2	0/2	1/2	1/2	0/2	2/2	0/2	2/2
Boundia	10	1	0/1	1/1	0/1	0/1	1/1	0/1	0/1
Touba	10	1	1/1	0/1	0/1	0/1	1/1	1/1	0/1
Kahola	8	1	0/1	0/1	0/1	1/1	1/1	0/1	0/1
	8	2	0/2	0/2	0/1	2/2	2/2	0/2	0/2
Total	65	18							

Les nettoyages avant constitution des stocks des greniers, des magasins et des sacs, et (ou) l'amélioration de certaines techniques traditionnelles, par exemple pose de trappes de soutirage dans le bas des greniers en banco, peuvent constituer des solutions intéressantes et peu coûteuses pour réaliser des stockages plus rationnels.

Il faudrait pouvoir aussi réaliser assez rapidement certaines études particulières et notamment prendre en compte les divers problèmes que peuvent induire les contaminations des stocks par certaines moisissures dont tout particulièrement *aspergillus flavus*, premier responsable de l'apparition de certaines substances très dangereuses pour les consommateurs: les aflatoxines. Maints auteurs, dont Lacey, Hill et Edwards (1980) ou Austwick B.S. (1975), signalent en effet dans la littérature les nombreux risques réels ou potentiels, que peuvent présenter pour les utilisateurs la présence de ces toxines au niveau des stocks d'arachide.

Bibliographie

- BELINSKY A. et KUGLER J. (1978) — Observations on the biology and host preference of *Caryedon serratus paelestinicus* in Israel. — Israel Journ. of Entom., XII: 19-33.
- AUSTWICK B. S. (1975) — Mycotoxins. — British medical bulletin, 31: 222-229.
- HILL D. S. (1975) — Agricultural insect pests of the tropics and their control. — ed. Cambridge University Press: pp. 746.
- LACEY J., HILLS S. T. et EDWARDS M. A. (1980) — Micro-organisms in stored grain, their enumeration and significance. — Trop. stored products, inf. 39: 19-33.
- PANS Manual n° 2 (1973) — Pest control in groundnuts. — ed. Centre for Overseas pest Research Foreign and Commonwealth office overseas development Administration. London: pp. 197.
- POLLET A. (1982) — Les insectes ravageurs des légumineuses à graines cultivées en Côte d'Ivoire (soja, niébé, arachide). II. Premiers éléments de caractérisation pour les régions centrales (2^e cycle de culture de 1981). — Ronéo ORSTOM: 83 pages et 21 figures.
- POLLET A. (1984a) — Problèmes phytosanitaires des cultures villageoises d'arachide de la Côte d'Ivoire. Enquête arachide CIDT et IDESSA — ORSTOM. — Ronéo ORSTOM: 22 pages et 12 tableaux.
- POLLET A. (1984b) — Caractérisations des stocks villageois de légumineuses à graines constitués en Côte d'Ivoire (arachide, niébé, pois bambarra). Identification des principaux problèmes posés à la production. Enquête arachide CIDT et IDESSA — ORSTOM. — Ronéo ORSTOM: 39 pages.

Évaluation des pertes causées par les insectes aux graines de légumineuses stockées

par G. Pierrard

Si des insectes de diverses familles peuvent attaquer les graines de légumineuses stockées, la majorité des déprédations est le fait de bruchides (Pierrard, 1984). Aussi, nous attacherons nous plus particulièrement aux pertes causées par ce groupe d'insectes.

Mais tout d'abord pourquoi évaluer les pertes et qu'entend-on par pertes ?

Objectifs de l'évaluation des pertes

La mesure des pertes peut avoir pour but — soit d'établir le profil des pertes, leur évolution dans le temps, afin de déterminer quelle est la période la plus appropriée pour une intervention de contrôle des ravageurs, — soit connaître la perte économique en vue de calculer la rentabilité d'une méthode de lutte envisagée.

En ce qui concerne les pertes économiques, il y a peut-être lieu de distinguer la situation d'économie de marché et la situation d'économie de subsistance. Dans le premier cas, il sera nécessaire d'établir un bilan précis, coût de l'intervention — gain par la réduction des pertes. Dans le second cas, il peut parfois être suffisant de connaître globalement que les pertes sont importantes, qu'elles hypothèquent l'autosubsistance ou l'équilibre alimentaire des paysans; dans cette situation, pour le choix de la stratégie de lutte, il faudra privilégier la relation réduction des pertes — capacité de financement

du moyen de lutte par le paysan, plutôt que la relation réduction des pertes — profit, ces deux relations n'étant d'ailleurs pas incompatibles. Un exemple auquel peut s'appliquer cette approche est la lutte contre la bruche du niébé, *callosobruchus maculatus*, pour laquelle l'importance des déprédations en stockage traditionnel est bien connue.

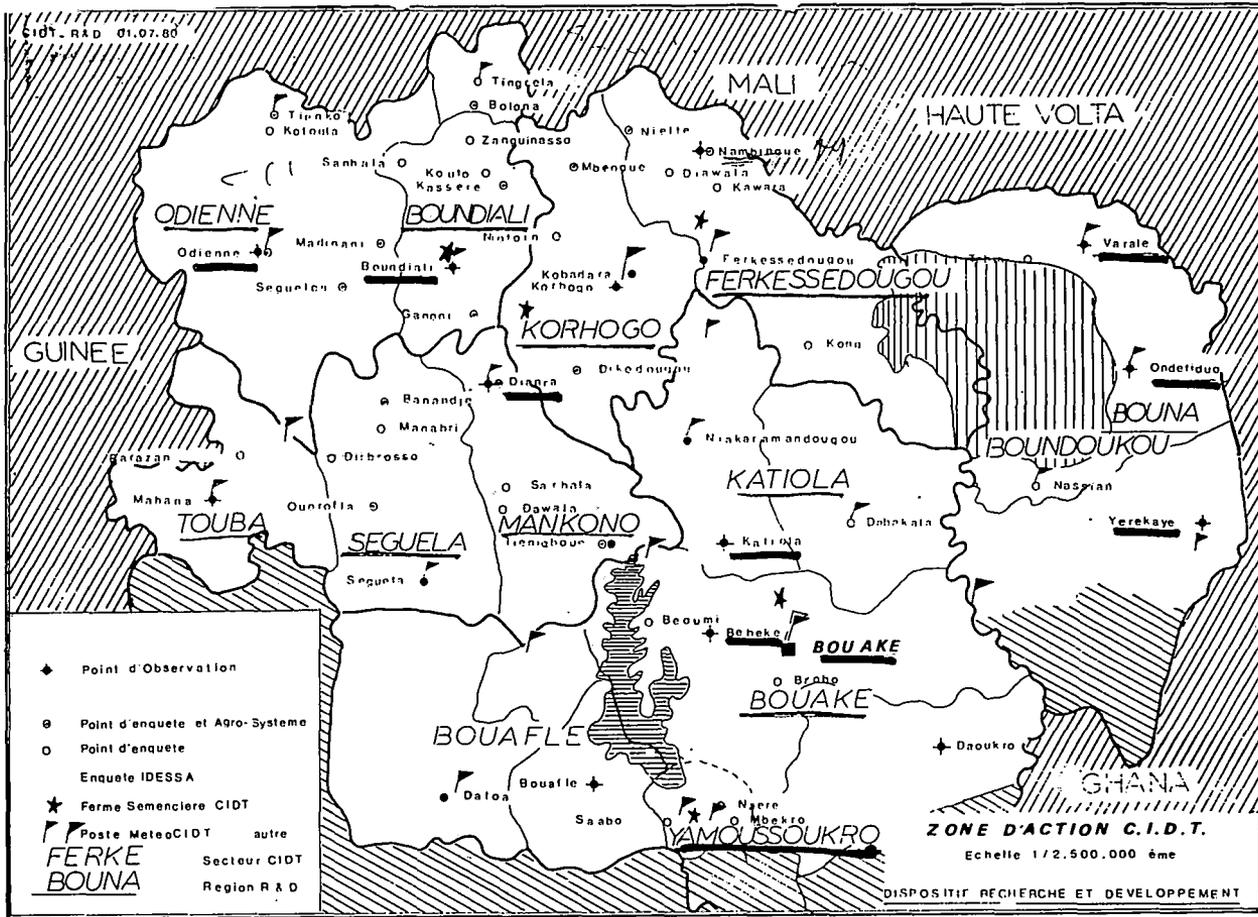
Que sont les pertes?

Il est nécessaire de les identifier et de les définir dans chaque cas avant d'en mesurer la grandeur. L'identification est fonction de l'utilisation de la denrée. Doivent donc être considérées les altérations quantitatives et les altérations qualitatives que peut subir la denrée. Ainsi des attaques de bruches sur fèves, pois chiches et pois avec une attaque moyenne d'un à trois trous par graine, bien que représentant une perte pondérale, n'affectent pas significativement le taux de germination des graines, ni la production (El Hassam et Mudithir, 1982). D'autre part la relation linéaire entre perte pondérale et perte économique n'est valable que dans certaines limites qui dépendent des exigences des consommateurs ou encore des instances sanitaires. Ainsi lorsque des graines de niébé infestées par des bruches accusent une perte pondérale de l'ordre de 20 à 30 %, la perte économique est de 100 %, car les graines sont devenues impropres, l'évaluation des pertes par la méthode gravimétrique donne des valeurs négatives, autrement dit un gain pondéral. Pour pallier à ce biais, il est nécessaire de subdiviser l'échantillon en plusieurs catégories de grosseur et d'établir les pertes pour chacun de ces sous-échantillons, avant de les calculer globalement.

Une autre source d'erreur dans la mesure des pertes, dans le cas d'un développement endogé stricte du ravageur, cas le plus fréquent chez les bruchides, une partie des graines considérées comme saines peut en réalité abriter des infestations non encore détectables à l'œil nu. Il sera donc parfois nécessaire de faire un examen plus poussé du degré d'infestation.

Que ce soit la méthode volumétrique ou la méthode gravimétrique, en présence de développement endogé du ravageur, les pertes évaluées seront sous-estimées, car il n'est pas tenu compte du poids des excréments, des exuvies et des cadavres contenus à l'intérieur des graines attaquées. Si des mesures très précises des pertes doivent être obtenues, il faudra en tenir compte, par exemple en établissant une courbe de référence reliant intensité des attaques-poids des déchets.

À côté des deux méthodes ci-dessus de la mesure pondérale des pertes, citons aussi la méthode indirecte qui en fait est établie à partir d'une bonne connaissance des pertes obtenues par la méthode gravimétrique. Cette méthode indirecte consiste à établir des coefficients de conversion qui le plus souvent permettent de transformer un pourcentage de graines attaquées ou un degré de dommage en un pourcentage de perte pondérale. Ces coefficients de conversion



- ◆ Point d'Observation
- ⊙ Point d'enquete et Agro-Systeme
- Point d'enquete
- Enquete IDESSA
- ★ Ferme Semenciere CIDT
- ⚡ Poste Meteocidt autre
- FERKE** Secteur CIDT
- BOUNA** Region R & D

sont fonction du déprédateur responsable de l'attaque et de la variété attaquée. Des coefficients de conversion sont disponibles pour les céréales, du moins pour les ravageurs les plus fréquents, et Caswell (1968) en a établis pour certaines variétés américaines de niébé. La méthode préconisée par Pointel et Coquard (1979) et qui a recours à la perte spécifique, établie à partir de 1 000 graines saines et 1 000 graines attaquées, est une variante de la méthode indirecte, qui a de l'intérêt quand les échantillons prélevés doivent compter moins de 1 000 graines de l'une ou l'autre catégorie.

Méthodologie de l'évaluation des pertes

Le choix de la méthode de mesure de la perte pondérale pouvant être fixé, il reste dans le cas d'enquêtes géographiques, pour évaluer les pertes dues aux insectes, à établir la méthodologie de l'échantillonnage, cet aspect de l'évaluation des pertes a été traité par Drew et al., (1978). La méthodologie porte sur le mode de prélèvement, la fréquence des prélèvements, ainsi que le nombre et la grandeur des échantillons. Pour ces derniers, nombre et grandeur, on suivra les règles habituelles de l'échantillonnage, le plus souvent stratifié d'après les zones écologiques, le mode et les pratiques de stockage, l'importance des unités de stockage, les espèces ou les variétés stockées.

Lors du calcul des pertes, il sera évidemment tenu compte de la variation de la détérioration de la denrée au cours du temps, donc de la quantité stockée restant au moment de la prise des échantillons par rapport à la quantité stockée au départ. Il est parfois difficile de mesurer ces quantités restantes, aussi, en stockage familial, peut-il être considéré que l'autoconsommation est linéaire depuis le début de la mise en consommation jusqu'à l'épuisement du stock, mais à la consommation humaine; les 100 % doivent peut-être être corrigés en fonction d'une utilisation de ces graines dépréciées pour l'alimentation des animaux. De même, des dégâts de scarification causés par des termites sur arachide auront une signification différente selon que ces attaques affectent des arachides de bouche vendues en coque ou des semences d'arachides, les scarifications n'affectant pas la germination (Johnson et Gumel, 1981). Autre exemple de l'importance du critère qualitatif qui influe la valeur de la perte économique, la diminution de la valeur nutritionnelle du niébé consécutive à des attaques de bruches (Sowunmi, 1978).

Après avoir procédé à l'identification et à la définition des pertes, il faut encore leur relier une valeur monétaire, ce qui est parfois malaisé en économie de subsistance et en l'absence de marché organisé, en ce qui concerne les pertes quantitatives. Certaines pertes qualitatives sont difficilement chiffrables.

Les pertes pondérales constituent, dans beaucoup de cas, une composante importante de l'ensemble des pertes. Comment peut-on les mesurer?

Mesure des pertes pondérales

On distingue deux voies d'évaluation des pertes pondérales. Adams et Schulten (1978) en ont défini les modalités et les méthodes de calcul.

1. La voie volumétrique

Elle consiste à comparer le poids d'un volume de la denrée attaquée à un poids d'un volume égal de la denrée saine, prélevé au même moment dans les mêmes conditions. Si des mesures doivent être répétées dans le temps ce volume de denrée saine servira de référence permanente, aussi, sera-t-il nécessaire de corriger la perte mesurée en tenant compte de la teneur en eau respective des deux lots. Il ne faut pas non plus ignorer que le volume apparent de la plupart des graines varie avec la teneur en eau (Chuma et al., 1981). La méthode volumétrique a l'avantage d'être rapide, car elle ne nécessite pas de comptages des graines attaquées et des graines saines. Toutefois son usage est limité aux cas où les déprédations ne modifient pas le volume unitaire des graines attaquées. Aussi convient-elle pour évaluer les pertes causées par de nombreuses bruches sur graines de légumineuses, pour autant que l'infestation ne soit pas forte au point que les graines se fragmentent.

2. La voie gravimétrique

Elle consiste à comparer le poids effectif d'un échantillon de la denrée attaquée au poids qu'il aurait en l'absence d'attaque, ceci nécessite de trier les graines attaquées et non attaquées, de dénombrer et de peser chacune de ces 2 catégories de graines.

Dans le cas d'un fort ou d'un faible taux d'attaque, le nombre de graines saines ou le nombre de graines attaquées peut être insuffisant pour établir une mesure valable de la perte due aux attaques, mais il y a la possibilité d'établir cette mesure d'une façon valable en prélevant des graines saines ou attaquées, selon le cas, en dehors de l'échantillon qui a servi à établir la proportion graines saines/graines attaquées.

Certains insectes marquent une préférence pour des graines d'une certaine grosseur, ce qui conduit à une sous-estimation ou à une surévaluation de la perte pondérale. Ainsi *callosobruchus maculatus*, sur la variété de niébé 58-57, attaque de préférence des graines de grosseur supérieure à la moyenne (Pierrard, non publié). Il s'ensuit, lorsque le pourcentage de graines attaquées n'est pas trop élevé, que la linéarité supposée sera entachée d'erreur si des cessions non connues d'une partie de la denrée stockée sont faites.

De ce bref exposé, il ressort sans doute que l'évaluation des pertes causées par les insectes n'est pas simple, c'est peut-être ce qui explique que les données disponibles dans ce domaine sont peu nombreuses.

Bibliographie

- ADAM, J. M. and SCHULTEN G. G. M. 1978. Losses caused by insects, mites, and microorganisms. In: Postharvest grain loss assessment methods. 193 p. Ed. Harris, K. L. and Lindblad, C. J. American Association of cereal Chemists. St Paul, Minnesota, U.S.A.
- CASWELL, G. H. 1968. The storage of cowpea in the Northern States of Nigeria. Proc. Agric. Soc. Nigeria, 5, 4-6.
- CHUMA, Y., UCHIDA, S. and SHEMSANGA, K. H. H. 1981. Bul physical and thermal properties of cereal grains as affected by moisture content. Journ. Fac. Agric. Kyushu Univ. 26, 1, 57-70.
- DREW, B. A., GRANOVSKY, T. A. and LINDBLAD, C. J. 1978. Representative Sampling, Interpretation of Results, Accuracy, and Reliability. In: Postharvest grain loss assessment methods. 193 p. Ed. Harris, K. L. and Lindblad, J. L. American Association of Cereal Chemists. St Paul, Minnesota, U.S.A.
- EL-HASSAM, H. S. and MUDITHIR, K. 1982. Effect of storage pest damage on seed germination, seed quality and yield of faba beans. Fabis Newsletter 4, 47-48. Shambat Research Station, ARC, Sudan.
- JOHNSON, R. A. and GUMEL, M. H. 1981. Termite damage and crop loss studies in Nigeria — the incidence of termite scarification groundnut pods and resulting kernel contamination in field and market samples. Trop. Pest Management, 27, 3, 343-350.
- PIERRARD, G. 1984. Management and control of insect pests of stored grain legumes. Proc. Int. Workshop on IPC for grain legumes Goiania, Goias (Brazil), 3-9 April 1983, 276-286.
- POINTEL, J.-G. et COCQUARD, J. 1979. Le pourcentage de perte en poids et la perte spécifique: critères d'évaluation des dégâts causés par les insectes dans les céréales et les légumineuses stockées. Agron. trop. 34, 377-381.
- SOWUNMI, O. 1978. The effect of insect infestation on cowpea (*vigna unguiculata*). I Chemical assay of nutrient. 15th Ann. Rept., Nigerian Stored Prod. Res. Inst. Techn. Rept., 4, 43-47.

Inventaire des méthodes traditionnelles de conservation du niébé (*vigna unguiculata*) au Niger

par S. D. Maiga

Introduction

Le niébé (*vigna unguiculata*) est une denrée alimentaire très attaquée par les ravageurs à partir de la floraison, mais c'est surtout au cours du stockage qu'elle est contaminée par les coléoptères *bruchidae* notamment par les espèces *callosobruchus maculatus* et *bruchidius atrolineatus*.

Depuis fort longtemps, pour parer aux effets de ces ravageurs, le paysan nigérien utilise de nombreuses méthodes, à savoir les différents organes des végétaux (racines, écorces, feuilles, fruits...) afin d'exploiter leurs effets chimiques à rôle phytosanitaire possible. Parmi ces divers composés d'origine végétale susceptibles de protéger les récoltes contre les insectes, on trouve des produits antiappétants, dissuadants, répulsifs et létaux ou toxiques (De Luca, 1980).

Au cours des dernières années, ces mêmes paysans utilisent surtout les insecticides pour protéger efficacement leur niébé. Or ces produits, présentent une certaine toxicité pour le consommateur et leur utilisation demande beaucoup de précaution et de précision. L'emploi de ces produits ne peut être maîtrisé que par des gens suffisamment avertis, ce qui n'est pas encore le cas dans un milieu rural. Nombreux sont encore les accidents dûs aux insecticides (consommation de reste de semences traitées par exemple).

En outre les prix de ces produits phytosanitaires par rapport au niveau de vie de nos paysans ne plaident pas en faveur de leur utilisation. Enfin à

part l'HCH (insecticide interdit d'utilisation par l'OMS) parfois employé dans nos campagnes, les produits les plus intéressants pour la conservation ne sont pas toujours disponibles au moment opportun.

Compte tenu des problèmes ci-dessus évoqués et au 1^{er} séminaire de la protection des végétaux qui s'est tenu à Dosso en 1982, il a été recommandé d'entreprendre un inventaire des méthodes traditionnelles et l'évaluation de leur efficacité. Car nous sommes tous convaincus que ces méthodes sont non seulement efficaces, mais elles sont peu coûteuses et à la portée de tous.

Nous avons donc dans un premier temps, tenté d'inventorier toutes les méthodes traditionnelles de conservation utilisées en milieu rural pour lutter contre les insectes des stocks.

Puis une étude comparative préliminaire a été entreprise, afin de trouver les méthodes traditionnelles les plus efficaces et intéressantes.

L'inventaire des méthodes traditionnelles de conservation et l'étude préliminaire de leur efficacité vis-à-vis des bruches fait l'objet du présent document.

En *annexe de ce rapport*, est répertoriée une liste provisoire des méthodes de conservation utilisées par les paysans nigériens.

Résultats

1. Utilisation de la chaleur

a) *Le feu*: Cette méthode a été recensée comme méthode traditionnelle utilisée par les paysans de certaines régions (particulièrement au Niger ouest et au Burkina Faso). On chauffe sur du feu de bois du niébé en grain malaxé à la Cendre jusqu'à une certaine température n'altérant pas la graine. Au laboratoire, on a pu déterminer la température minimale pour tuer tous les stades larvaires des bruches (Rapport CILSS 1985).

Il suffit d'exposer les graines pendant 30 minutes à une température de 70°C constante pour enrayer toutes les larves dans le grain. Le niébé ainsi traité peut être stocké pendant longtemps dans une structure étanche aux insectes ne permettant pas une réinfestation. Ce traitement est aussi efficace qu'une fumigation.

b) *Le soleil*: Le niébé exposé au soleil est ainsi dégagé de tous les insectes d'entrepôts et en particulier les bruches qui sont héliophobes. Ici la Collaboration des services agricoles avec l'ONERSOL est d'importance capitale. Il conviendrait de *mettre en expérimentation de divers séchoirs solaires utilisables au niveau paysan*.

Les méthodes au feu et au soleil sont considérées comme très bonnes avec une efficacité certaine dans la protection du niébé contre les bruches.

Tableau 1

**Liste provisoire des plantes et autres méthodes traditionnelles
utilisées par les paysans pour la conservation du niébé**

Noms scientifiques (Nom commun)	Parties utilisées	Parties conservées du niébé	Mode d'utilisation
<i>Amaranthus graecizans</i> L. – Amaranthaceae –	Feuilles	Gousses	Couches internes de niébé et de feuilles de <i>A. graecizans</i>
<i>Capiscicum</i> sp <i>Solanaceae</i> (Piment)	Fruits	Gousses/ grains	Piment entier mélangé aux gousses ou grains du niébé agit comme répulsif contre les buches
<i>Hibiscus sabdariffa</i> L. (oseille de Guinée)	Fruits/ Tiges	Grains	Niébé alterné avec fruits ou tiges de <i>H. sabdariffa</i>
<i>Azadirachta</i> Indice (neem) – Meliaceae –	Feuilles/ Fruits	Gousses/ Graines	– alternance de couches de neem et de niébé – utilisation de poudre de neem mélangée aux graines
<i>Euphorbia balsamifera</i> – Euphorbiaceae –	Feuilles	Gousses	Couches intercalées de niébé et de feuilles en position de plantation dans le grenier
<i>Aerva javanica</i> – Amaranthaceae –	Feuilles	Gousses	Branchettes ou feuilles intercalées de niébé dans le grenier ou encore branchettes en position verticale dans le grenier
<i>Calotropis procera</i> – Asclepiadaceae –	Feuilles	Gousses	Une seule couche à la base du grenier en paille pour la conservation du niébé
<i>Annona senegalensis</i> – Annonaceae –	Feuilles/ Tiges	Gousses	Soit une seule couche de feuilles à la base du grenier en paille soit par couche intercalées de <i>A. senegalensis</i> et de niébé en gousses dans les greniers
<i>Boscia senegalensis</i> – Cappariaceae –	Feuilles/ Tiges	Gousses	Couches superposées de niébé et une autre couche de feuilles de <i>B. senegalensis</i>

<i>Stereospermum Kunthianum</i> – Bignoniaceae –	Feuilles/ Tiges	Gousses	Une couche de végétal puis des nattes ensuite remplie le grenier avec du niébé en gousses et enfin une dernière couche de feuilles
<i>Ficus Sycomorus L.</i> ou <i>Ficus gnaphalocarpa</i> – Moracée –	Feuilles/ Tiges	Gousses	Une première couche de <i>Ficus</i> à la base du grenier, ensuite alterner avec du niébé ou gousses
<i>Lennea Fruticosa</i> – Anacardiaceae –	Écorces	Gousses	Une couche de <i>L. fruticosa</i> à la base et ensuite alterner avec du niébé en gousses
<i>Cassia Singuena</i> – Caesalpinaceae –	Feuilles/ Tiges	Gousses	Une couche de <i>C. singuena</i> à la base du grenier intercalé de niébé en gousses
<i>Philiostigma reticulatum</i> – Caesalpinaceae –	Feuilles/ Tiges	Gousses	Une couche de <i>P. reticulatum</i> à la base du grenier alternée d'une couche de niébé en gousses
<i>Eragrostis tremula</i> – Gramineae –	Feuilles/ Tiges	Gousses	Les moyettes sont introduites au fur et à mesure qu'on apporte les gousses de niébé ou paille. Il s'agit de petites moyettes
<i>Ximenia americana</i> – Olacoeae –	Racines	Gousses	Les racines sont apportées (fraîches) sans aucune transformation au fur et à mesure que l'on verse les gousses de niébé dans le grenier en paille

2. Utilisation des huiles végétales

a) Méthode à l'huile d'arachide

Il s'agit de mélanger de l'huile de l'arachide dans les proportions allant de 5 à 10 ml/kg de grains de niébé. Les semences de niébé traitées à l'huile d'arachide peuvent rester stockées de 6 mois à 1 an sans être attaquées. L'huile d'arachide a un effet ovicide et asphyxiant vis-à-vis des bruches. Cette méthode s'est avérée efficace comme l'ont montré des études menées au Nigeria, au Burkina Faso (Rapport ITTA 1975) et au Niger (Diop, 1979). L'avantage de cette méthode est que l'huile d'arachide n'est pas novice à l'égard des animaux

à sang chaud et qu'elle n'a aucune action négative sur la germination, le goût et la cuisson. Compte tenu du coût élevé de l'huile d'arachide à l'heure actuelle dans notre pays (plus de 700 CFA le litre), on ne peut recommander son utilisation pour la conservation de grands stocks, mais néanmoins, cette méthode peut être conseillée pour la conservation de petits stocks.

b) Méthodes à l'huile de coton et au beurre de karité

L'efficacité de ces méthodes a été confirmée au Burkina Faso (rapport CILSS, 1985). L'huile de coton, le beurre de karité comme l'huile d'arachide empêchent les insectes de se multiplier. Les adultes vivent moins longtemps, les femelles pondent moins d'œufs et un très faible pourcentage de ces œufs évolue pour atteindre le stade adulte. Si les graines traitées portent déjà des pontes ou contiennent des larves, avant les traitements, ceux-ci demeurent efficaces sur les œufs et les jeunes larves mais ils le sont moins sur les larves âgées et les nymphes. Dans cette catégorie de méthodes on peut également placer les tourteaux de graines de nîm.

3. Utilisation des plantes spontanées

Parmi les plantes spontanées utilisées pour la conservation du niébé recensées en 1982 (Maïga et Tawaï 1983), quatre ont été testées en essai préliminaire (Nagui 1983). Il s'agit de: *amaranthus graecizans* L. (Amaranthaceae) = Tabadé; *Azadirachta indica* A. Jus (Méliaceae) = Dogon-Yaro ou Nîm; *Cassia singuena* Del. (caelipiniaceae) = Runhu et *piliostigma reticulatum* (DC) = Kalgo. Ces quatre plantes ont été déposées en couches intercalées avec 2 kg de gousses de niébé, variété 88-63, dans 4 canaris en terre cuite. Des vérifications bimensuelles débutées en mi-janvier et terminées en mi-décembre 1983 ont été effectuées afin de déterminer le taux d'attaques.

L'analyse des résultats a montré que les gousses conservées avec (*azadirachta indica*) et (*Cassia singuena*) étaient toujours très infestées. Par contre, la conservation avec *amaranthus graecizans* a donné un meilleur résultat. Tandis que l'attaque est intermédiaire pour (*piliostigma reticulatum*). Notons que ces études sont à leur début. Elles seront reconduites sur plusieurs années afin de confirmer l'efficacité réelle de ces plantes spontanées sur les bruches et autres ravageurs des stocks.

Au Niger tout comme au Togo (Piltz 1978) un apport abondant de cendres mélangé aux grains de niébé les protège contre les attaques des bruches. Ces cendres colmatent les espaces intergranulaires et constituent un barrage à toute pénétration de la masse tout en réduisant l'humidité relative du milieu.

4. Utilisation de certains produits naturels

— Dans le but d'étudier l'effet de certains produits naturels sur quelques aspects biologiques des bruches, cinq produits ont été testés. Il s'agit de: *Sel natroné* (bilma); *l'argile*, *le calcaire*, *la chaux éteinte* et *le neem* (Nagui 1985).

— Les quatre premiers produits ont été broyés et tamisés et la poudre obtenue a été mélangée aux grains de niébé à raison de 1 % par poids de 100 grs. Pour le neem, les fruits en maturité (fruits tombés des arbres) ont été séchés à 60°C pendant 5 jours, décortiqués puis broyés et la poudre est tamisée.

— 100 grs de grains de niébé (TN 88/63) ont été traités par les produits cités et placés en présence de bruches. Cet essai avait trois répétitions et un témoin. Le comptage des œufs a eu lieu entre 8 à 13 jours avec l'introduction des insectes.

— Les résultats obtenus n'ont pas montrés de différences significatives entre le témoin et les autres traitements en ce qui concerne la ponte. Cela est probablement dû à la faible dose des produits utilisés.

Conclusions générales et orientation future

Les méthodes traditionnelles de conservation du niébé (voir liste en annexe), regroupent en général un ensemble de méthodes physiques et chimiques ainsi que les plantes utilisées en milieu rural pour supprimer ou réduire les populations d'insectes dans les stocks de niébé et limiter les dégâts. Dans nos structures traditionnelles de stockage, le niveau des attaques est en général élevé, mais il est surtout fonction de l'attaque initiale avant le stockage et de la méthode de conservation. En effet, le niébé étant infesté par les bruches depuis le champ plus tôt il sera stocké, moins il contiendra d'insectes. S'il est indemne d'attaque à la récolte, il se conservera intact dans le grenier en banco ou le canari en terre cuite, étanche aux insectes. Si l'attaque est très élevée ce niébé sera vite détruit en stock.

Pour les années à venir, dans le cadre d'un programme du stockage du niébé au Niger, le gros des efforts doit être consacré à l'étude des sujets suivants:

1. Poursuite de l'inventaire des méthodes traditionnelles de stockage du niébé sur l'ensemble du pays;
2. Étude comparative et critique des méthodes traditionnelles afin de trouver les plus intéressantes;
3. Préparation d'une liste de végétaux du Niger présumés avoir un pouvoir insecticide utilisés pour la conservation du niébé;
4. Comparer l'efficacité et la rentabilité des méthodes traditionnelles par rapports aux méthodes chimiques.

5. Analyse des plantes utilisées pour la conservation du niébé et détermination des principaux actifs permettant de protéger les stocks de niébé vis-à-vis des bruches sans être toxique à l'homme (Collaboration entre INRAN TARNA, Laboratoire mycotoxines INRAN Niamey, PV NIAMEY et l'Université de Niamey);

6. Échanges d'expériences des méthodes traditionnelles de conservation avec les autres pays du Sahel.

Bibliographie

- CILSS (1985): Programme de stockage du niébé au Burkina Faso. Institut voltaïque de recherches agronomiques et zootechniques: in CILSS Travaux et Documents, n° 3, février 1985 p. 31-35.
- DIOP, A. (1979): Rapport annuel (campagne 1978 et 1979). Recherches entomologiques du niébé INRAN, CNRA de TARNA/MARADI.
- IITA (1975): Annual report, IITA, Ibadan Nigeria, p. 1-101.
- LUCA, U. DE (1980): Produits d'origine végétale opposables aux bruchides (Coléoptères). Ahractifs, Antipétants, Dissuadants Repulsifs, Létaux. *Frustula Entomologica Nuova serie* 11 p. Vol. II (XV) — PACINI — PISA.
- MAÏGA D. S. et TAWAÏ, B. (1983): Recherches sur l'entomologie du niébé. Rapport annuel sur la campagne agricole 1982/1983. INRAN, CNRA de TARNA/MARADI 14 p.
- NAGUI, N. (1985): Recherches sur l'entomologie du niébé. Rapport d'activités de la campagne 1985 sur l'entomologie du niébé (manuscrit non encore publié).
- PEYRE, F. (DE) / 1970² /: Lexique des plantes du Niger, noms scientifiques — Noms vernaculaires 2^e Édition provisoire INRAN — LEMVT, 156 pages. Imprimerie
- PILTZ, 4 (1978): Rapport de mission sur la conservation des produits et la situation de la quarantaine phytosanitaire du Togo, Bénin, et Nigeria GTZ. 14 pages.

L'emploi des feuilles d'*iboza riparia* pour la conservation des légumineuses alimentaires

par Luc Van Puyvelde
Curphametra (Rwanda)

L'*iboza riparia* (lamiacées) est la plante la plus fréquemment rencontrée en médecine traditionnelle rwandaise. Son nom vernaculaire est *umuravumba*.

Cette plante entre dans des dizaines de préparations et est employée contre une vingtaine de maladies, telles que: angine, céphalées, douleurs dentaires, toux, diarrhée, paludisme, vers intestinaux. pian...

Les feuilles fraîches sont utilisées également dans les silos traditionnels pour favoriser la conservation des denrées alimentaires (surtout les haricots).

Dans un «screening» biologique sur plusieurs plantes médicinales rwandaises, nous avons constaté que les feuilles d'*iboza riparia* montraient une activité antimicrobienne et antispasmodique intéressante. On a également constaté que les feuilles fraîches montraient une activité insecticide contre la bruche du haricot. Ceci nous a incité à étudier en détail cette plante sur le plan chimique et pharmacologique.

Étude chimique

De l'extrait chloroformique des feuilles d'*iboza riparia* nous avons isolé quatre nouvelles α -pyrones, trois stéroïdes connus et un nouveau diterpènediol (fig. 1).

Principe actif

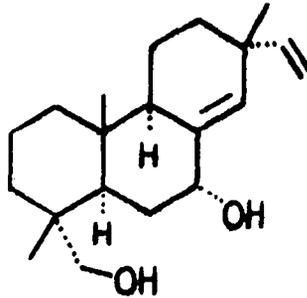


Figure 1

diterpènediol: sandaracopimaradiène-8(14),15 diol-7 α , 18

L'isolement de ces produits a été effectué par chromatographie sur une colonne de gel de silice montée en benzène avec, comme éluant un gradient de benzène, chloroforme, méthanol et leurs mélanges.

Toute l'opération chimique a été suivie par des tests antimicrobiens pour arriver à l'isolement du principe actif.

Une nouvelle huile essentielle a également été isolée des feuilles fraîches par distillation à vapeur. Après une analyse chromatographique en phase gazeuse (colonne capillaire), environ deux cents différents produits ont été observés. Jusqu'à date, nous avons pu déterminer une trentaine de produits par comparaison de leur spectre de masse avec celui de produits connus.

Étude biologique

La détermination de l'activité antimicrobienne durant toute l'opération chimique a été réalisée par ensemencement radial des micro-organismes sur une gélose imprégnée d'extrait.

Pour déterminer l'activité antimicrobienne du nouveau diterpènediol, nous avons employé la méthode de dilution en milieu liquide et pour l'huile essentielle la méthode des disques de Kirby-Bauer.

On remarque que la croissance de toutes les bactéries Gram + testées est inhibée à une concentration de 6,25 à 25 mg/ml de milieu pour le diterpènediol et à une concentration de 1,25 à 10 μ l par disque pour l'huile essentielle.

Le diterpènediol inhibe la croissance de quelques bactéries Gram — comme le *pseudomonas solanacearum* (25 μ g/ml). En ce qui concerne l'inhibition de la croissance des champignons elle est moins prononcée, sauf pour les *Candida* (12,5 à 25 μ g/ml).

L'huile essentielle par contre a une plus forte activité, tout comme elle montre une certaine activité contre tous les micro-organismes testés (bactéries Gram + et -, champignons).

La détermination de l'activité insecticide de l'huile essentielle est réalisée comme suit: dans une boîte de Pétri dans laquelle sont placés 10 insectes (bruche de l'haricot) on dépose 1 disque de papier filtre imprégné avec l'huile essentielle. Plusieurs concentrations ont été testées: 20, 40, 60, 80, 100 μ l de l'huile essentielle. L'activité insecticide est contrôlée en comptant les insectes morts après 24 heures. L'huile essentielle, même à une concentration de 20 μ l tue la bruche.

Conclusion

L'activité antimicrobienne des feuilles et des produits isolés et l'activité insecticide de l'huile essentielle justifient l'emploi traditionnel dans les silos pour conserver les haricots.

Des essais in vivo, avec les extraits purifiés et enrichis en principe actifs, en collaboration avec la faculté d'agronomie et l'Institut des sciences agronomique du Rwanda sont déjà programmés.

Bibliographie

- BOILY, Y. et VAN PUYVELDE, L., (1986) Screening of Medicinal Plants of Rwanda for Antimicrobial Activity. *Journal of Ethnopharmacology*, sous presse.
- CHAGNON-DUBÉ, M. et VAN PUYVELDE, L.: Screening pharmacologique des plantes médicinales rwandaises (1979). *Quatrième Colloque du CAMES*, Libreville.
- DE KIMPE, N., SCHAMP, N., VAN PUYVELDE, L., DUBÉ, S., Chagnon-Dubé, M., Borremans, F., Anteunis, M. J. O., Declercq, J. R., Germain, G. and Van Meersche, M., (1982) Isolation and Structural Identification of 8(14), 15-Sandara-copimaradiene-7 α , 18-diol from *Oboza riparia*. *Journal of Organic Chemistry*, 47, 3 628-3 630.
- VAN PUYVELDE, L., DUBÉ, S., UWIMANA, E., UWERA, C., Dommissie, R. A., Esmans, E. L., Van Schoor, O. and Vlietinck, A. J. (1979) New α -pyrones from *Iboza riparia*. *Phytochemistry*, 18, 1 215-1 218.
- VAN PUYVELDE, L., DE KIMPE, N., DUBÉ, S., CHAGNON-DUBÉ, M., BOILY, Y., BORREMANS, F., SCHAMP, N. and ANTEUNIS, M. J. O. (1981) 1',2'-dideacetylboronolide, an α -pyrone from *Iboza riparia*. *Phytochemistry*, 20, 2 753-2 755.

L'utilisation de l'huile de neem (*azadirachta indica* A) dans la protection du niébé (*vigna unguiculata*) contre callosobruches maculatus

par M. Dreyer

La nature nous a donné beaucoup de plantes qui contiennent des substances insecticides ou du moins répulsives contre les insectes nuisibles: *Pyrethrum* ou *Derris*, pour mentionner deux noms seulement, sont bien connus pour leurs propriétés insecticides, mais il y a aussi de nombreuses espèces. Une des plantes dont les propriétés insecticides semblent les plus intéressantes est le neem (*Azadirachta indica* A. Juss). Il est originaire de l'Inde ou de Birmanie et il est très répandu dans ses pays d'origine où il est bien connu pour ses propriétés médicales et insecticides. En raison de sa croissance rapide et de sa résistance à la sécheresse, le neem fut introduit en Afrique, particulièrement en Afrique occidentale, au début de ce siècle pour le reboisement, et comme arbre d'ombrage pour les allées et les places publiques.

Ces exigences écologiques sont peu élevées. Pour un développement optimal il a normalement besoin de plus de 450 mm de pluie mais 250 mm lui suffisent et il résiste à des périodes de sécheresse allant jusqu'à 9 mois. Il se développe en outre sur des sols acides et pauvres. Aujourd'hui on peut trouver le neem en dehors des zones de forêts humides dans toute l'Afrique de l'Ouest.

La recherche sur le neem a une histoire très longue. Les premières publications sont parues au début de ce siècle et il y en a plusieurs centaines

aujourd'hui. Des chercheurs sont arrivés à de bons résultats dans des domaines divers. Si quelques publications étudient des propriétés médicales, la plupart analysent des propriétés insecticides.

Les résultats obtenus jusqu'à ce jour indiquent la présence de plusieurs composants actifs qui sont surtout concentrés dans les graines. Ils peuvent arrêter le développement larvaire des insectes et réduire la fécondité des femelles en bloquant la production des hormones de la reproduction et en outre ils ont des effets répulsifs et antiappétants. Comme l'ont montré des recherches effectuées chez les lépidoptères, les orthoptères, les coléoptères, les diptères et quelques homoptères et hétéroptères. Cependant il faut indiquer que les substances de neem ne peuvent pas agir contre tous les insectes comme beaucoup de produits chimiques.

En ce qui concerne la protection des stocks, il a été démontré que l'on peut lutter avec succès contre les coléoptères et les lépidoptères avec les produits de neem. Ketkar (1976) rapporte les effets produits sur *Ephesia cautella* Walker par des feuilles de neem mélangées à des graines de cacao. De même des graines de riz traitées avec de l'huile de neem seraient bien protégées contre *Sitotroga cerealella* Olivier. Maurer (1983) a rapporté que les larves d'*Ephesia kueniella* Zell ne peuvent pas se développer quand elles consomment un substrat traité avec un extrait méthanolique de graines de neem. D'autres auteurs ont obtenu de bons résultats contre *rhizoperta dominica* F., *sitophilus* spp., *tribolium castaneum* herbst, *callosobruchus maculatus* lucas, *c. chinensis* F. (Jotwani & Sircar, 1965; Ivbijaro, 1983; Pereira & Wohlgemuth, 1982; Jotwani & Sircar, 1967; Sangappa, 1977; Akou-Edi, 1983). Jotwani & Sircar (1967) ont protégé les graines de différentes légumineuses, telles que le pois d'angole, le niébé, le haricot mungo et le pois, contre *C. maculatus* à l'aide de poudre de graines de neem. Pandey et al. (1976) ont versé de l'huile de neem sur des haricots. Ceux-ci n'ont plus été attaqués par *c. chinensis* pendant une période de 90 jours. Le même effet est décrit par Sangappa (1977). Cet auteur a comparé l'efficacité des différentes huiles végétales dans la protection du pois d'angole contre *c. chinensis*. L'huile de neem présente la meilleure efficacité avec seulement 2,5 ml d'huile par kilo de graines.

Depuis 1977 la GTZ (Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit) soutient des recherches portant sur les propriétés insecticides du neem. Les travaux sont réalisés en Allemagne ainsi que dans différents pays tropicaux. Lors de deux conférences internationales sur le neem en 1980 et 1983, financées par la GTZ, des chercheurs ont présenté de nouveaux résultats et échangé leurs expériences (Schmutterer et al., 1981; Schmutterer & Ascher, 1984). Le but du projet était surtout de tester les produits du neem contre les insectes nuisibles dans les champs. Quelques essais ont quand même été faits dans les stocks.

À l'antenne togolaise du projet, Zehrer (1983) a comparé les différentes méthodes traditionnelles de stockage du niébé existant au Togo. Dans cette région c'est surtout *c. maculatus* qui attaque le niébé stocké.

Dans cet essai, il a comparé l'effet de trois traitements; l'un à l'huile de neem, l'autre à l'huile d'arachide, le dernier à la phostoxine (répandue par fumigation). La meilleure protection a été obtenue avec l'huile de neem où il n'y a eu aucune attaque dans les stocks de niébé pendant six mois.

Les résultats de cet essai ont été confirmés par Pereira (1983). Il a traité le niébé et le voandzou avec différentes huiles végétales, c'est l'huile de neem qui a été le plus efficace grâce à un effet larvicide.

Pour diffuser les connaissances acquises sur les propriétés insecticides du neem nous avons préparé deux fiches techniques qui décrivent des méthodes simples de la fabrication des produits du neem. Ces fiches exposent le traitement du niébé avec l'huile de neem et sont distribuées aux paysans: «pour faire sortir l'huile, à la main, les graines doivent être décortiquées. Pour ce faire, prendre soit des pierres, soit un grand mortier (identique à celui utilisé pour faire le «fufu» en Afrique occidentale) et les piler. Enlever ensuite la coque par vannage de la façon pratiquée traditionnellement pour les céréales. Les amandes décortiquées sont alors réduites en poudre soit à l'aide d'un moulin soit au mortier. La poudre ainsi obtenue devra être mouillée avec un peu d'eau (attention, pas trop!) jusqu'à ce qu'elle colle; il se forme alors une boule presque solide. Pétrir alors cette pâte pendant plusieurs minutes jusqu'à ce que l'huile apparaisse à la surface, presser alors fermement: des gouttes d'huile sortiront. Pétrir et presser alternativement. La moitié de l'huile soit 100 à 150 ml par kg, peut être obtenue potentiellement de cette façon.»

L'huile de neem est très amère mais elle n'est pas toxique. Étant donné que la concentration d'huile est très faible, il y a peu de chances que les graines de niébé gardent un goût amer. Des personnes qui ont goûté des mets à base de niébé, préalablement traités avec l'huile de neem, n'ont dénoté aucune modification de leurs qualités gustatives. Au cas où l'on trouverait un goût amer, il faudrait, avant la préparation, tremper le niébé pendant quelques minutes dans de l'eau chaude.

Ceci permettrait d'écarter les substances amères. Selon notre expérience le goût amer disparaît après 4 à 6 semaines.

En ce qui concerne la toxicité du neem des tests réalisés en Allemagne ont prouvé que l'azadirachtine ne présente aucune toxicité pour des êtres à sang chaud.

Bibliographie

- AKOU-EDI, D. (1984). Effects of neem seed powder and oil on *Tribolium confusum* and *Sitophilus zeamays*. Proc. 2nd Int. Neem Conf., Rauischholzhausen 1983: 445-452.
- IVBIJARO, M. F. (1983). Toxicity of neem seed, *Azadirachta indica* A. Juss. to *Sitophilus oryzae* (L.) in stored maize. Protection Ecology 5(4): 353-357.
- JOTWANI, M. G. & SIRCAR, P. (1965). Neem seed as protectant against stored grain pests infesting wheat seed. Indian J. Ent. 27(2): 160-164.

- , ——— (1967). Neem seed as a protectant against bruchid *Callosobruchus maculatus* infesting some leguminous seed. Indian J. Ent. 29(1): 21-24.
- KETKAR, S. C. M. (1976). Final technical report — Utilisation of neem (*Azadirachta indica* A. Juss) and its by products. Nana Denge Sadhana Press. Pune (India).
- MAURER, G. (1984). Effect of a methanolic extract of neem seed Kernels on the metamorphosis of *Ephesia kuehniellar*. Proc. 2nd Int. Neem Conf., Rauischholzhausen 1983: 363-376.
- PANDEY, N. D. et al. (1977). Use of some plant powders, oils and extracts as protectants against pulse beetle, *Callosobruchus chinensis* Linn. Indian J. Ent. 38(2): 110-113.
- PEREIRA, J. & WOHLGEMUTH, R. (1982). Neem (*Azadirachta indica* A. Juss) of West African origin as a protectant of stored maize. Z. angew. Ent. 94(2): 208-214.
- PEREIRA, J. (1983) Effectiveness of six vegetable oils as protectants of cowpeas and bambara groundnuts against infestation by *Callosobruchus maculatus* (F.). J. stored Prod. Res. 19(2): 57-62.
- SANGAPPA, H. K. (1977). Effectiveness of oils as surface protectants against the bruchid, *Callosobruchus chinensis* Linnaeus infestation on redgram. Mysore J. Agric. Sci. 11(3): 391-397.
- SCHMUTTERER, H. et al. (Eds.) (1981). Natural pesticides from the neem tree (*Azadirachta indica* A. Juss). Proc. 1st Int. Neem Conf., Rottach Egern 1980.
- & ASCHER, K. R. S. (Eds.) (1984). Natural pesticides from the neem tree and other tropical plants — Proc. 2nd Int. Neem Conf., Rauischholzhausen 1983.
- ZEHNER, W. (1984). The Effect of the traditional preservatives used in northern Togo and of neem oil for control of storage pests. Proc. 2nd Int. Neem Conf., Rauischholzhausen 1983: 453-460.

Effets des feuilles vertes de *boscia senegalensis* (capparidacée) sur la biologie de *bruchidius atrolineatus* et *causobruchus maculatus* (coléoptère-bruchidae) ravageurs des graines du niébé *vigna unguiculata* L. (Walp)

par I. Alzouma et A. Boubacar
Université de Niamey (Niger)

Introduction

L'utilisation des produits bruts et d'extraits d'origine végétale, afin de protéger les récoltes stockées contre les insectes ravageurs, est une pratique très ancienne répandue dans les continents africain et asiatique (Golob et Webley, 1980). Pradhan et al. (1962) signalaient l'effet antiappétant de l'amande des graines du neem *azadirachta indica* sur le criquet migrateur. De nombreux travaux ont montré par la suite que l'azadirachtine, un tétranortriterpénoïde extraite du neem (zanno et al. 1975), provoquait chez certains insectes un arrêt de la croissance, de la prise de nourriture, réduisait ou inhibait l'ovogenèse chez les femelles. (Butterworth et Morgan, 1968; 1971; Ruscoe, 1972; Schmutterer et Rembold, 1980; Rembold et al. 1981; Sieber et Rembold, 1983; Ivbijaro, M. F. 1983).

Les huiles végétales à l'état brut ou raffiné ont été les plus étudiées au laboratoire dans les systèmes de protection des graines de légumineuses contre les coléoptères bruchidae (Mital, 1971; Su et al. 1972, Singh et al. 1978, Hill et Schoonhoven 1981; Pereira 1983; Messina et al. 1983).

Au Niger beaucoup de végétaux sont utilisés à l'état brut dans les systèmes traditionnels de stockage du niébé *vigna unguiculata* L. Walp. pour lutter contre l'action dévastatrice des coléoptères de la famille des bruchidae. Un inventaire partiel, réalisé en 1984 par des chercheurs de l'Institut des recherches agronomiques du Niger, a permis de recenser plus d'une vingtaine d'espèces couramment employées dans notre pays. Les modes d'utilisation peuvent varier d'une région à une autre, mais en règle générale ce sont les feuilles et les jeunes rameaux de ces plantes qui sont les plus utilisés. D'autres organes tels que les fruits, les racines ou les écorces peuvent également intervenir.

Nous avons étudié au laboratoire les effets provoqués par trois de ces plantes à savoir: *azadirachta indica* (méliacée), *Anona senegalensis* (anonacée) *boscia senegalensis* (capparidacée) sur quelques aspects de la biologie de deux coléoptères bruchidae très fréquents sur les gousses et les graines de niébé en zone sahélienne, *b. atrolineatus* pic et *c. maculatus* F. (Boubacar A. 1985). Nous ne parlerons ici que du cas de *boscia senegalensis* compte tenu de l'intérêt que suscitent les résultats et les conclusions préliminaires auxquels nous avons abouti.

Matériel et méthodes

Nous avons testé l'action des feuilles de *b. senegalensis* sous trois formes:

- feuilles vertes triturées et renouvelées toutes les 24 heures (Traitement T₁).
- feuilles vertes triturées et non renouvelées (Traitement T₂).
- poudre de feuilles vertes séchées (Traitement T₃).

Les feuilles utilisées ont été récoltées dans la région de Niamey.

Les insectes utilisés proviennent de deux souches élevées au laboratoire dans une enceinte climatique programmée aux conditions ci-après: 35° L/25°D et environ 60 % HR la nuit, 30 % le jour.

Les expériences ont été réalisées dans des boîtes plastiques de forme parallélépipédique (13 × 7 × 2,5 cm) à l'intérieur desquelles nous avons placé un couple de bruches, 10 gousses de niébé, 15 à 20 feuilles de *b. senegalensis* (8 à 11 g), un godet renfermant du pollen pour apiculteurs et un autre godet contenant du coton imbibé d'eau miellée. Pour les traitements de poudre de feuilles, les gousses de niébé sont enduites de manière uniforme du broyat.

Les paramètres suivants ont été étudiés pour les deux espèces pour chacun des traitements et analysés en comparaison à un lot témoin non traité, T₀:

- action directe sur la survie des insectes adultes
- action sur la ponte, le développement embryonnaire et post-embryonnaire.

Résultats

1. Action des feuilles vertes de *b. senegalensis* sur la capacité de survie des adultes des deux bruchidae

Lorsqu'on compare le comportement des insectes des lots traités par les feuilles vertes de *boscia senegalensis* à celui des lots témoins et des lots traités à la poudre de feuilles sèches, on observe des modifications importantes de leur activité, notamment de leur mobilité. En effet les insectes placés en enceinte renfermant des feuilles vertes fraîchement cueillies sont très agités au début du traitement et se déplacent en voltigeant dans tous les sens, de toute évidence, à la recherche d'une issue de secours. Puis au bout de quelques heures, ils ont des phénomènes de paralysie progressive. Seuls certains insectes présentent encore quelques mouvements irréguliers de leurs pattes permettant de témoigner qu'ils sont encore en vie.

Avec le traitement T_1 , sur 42 couples étudiés nous avons constaté au bout de 24 heures que 50 % des insectes étaient morts et 50 % étaient paralysés. Le 2^e jour, la mortalité est de 100 %.

Avec le traitement T_2 de feuilles vertes non renouvelées, la paralysie provoquée au début de l'expérience peut persister plusieurs jours (jusqu'à 10 jours lors de nos observations) lorsque la mort ne survient pas dans les 24 heures. Mieux on constate chez certains insectes un léger regain de vitalité avec même une reprise des pontes chez certaines femelles après plusieurs jours de léthargie.

Les feuilles vertes de *b. senegalensis* en séchant perdraient donc progressivement de leur efficacité. Cette hypothèse semble être confirmée par les résultats obtenus avec le traitement T_3 (poudre de feuilles vertes séchées) où un taux de mortalité relativement faible (33 %) est observé en fin d'expérience, taux peu différent de celui du lot témoin (tableau 1).

L'action des feuilles vertes de *b. senegalensis* sur les adultes de *b. atrolineatus* et *c. maculatus* semble être le fait d'une substance volatile dégagée par ces feuilles et qui agirait soit par effet d'asphyxie, soit par une autre voie encore non déterminée sur un ou (des) organes cibles.

En effet on obtient le même effet foudroyant sur les adultes lorsque ces derniers sont séparés des feuilles vertes triturées par une cloison de gaze fine ou de grillage tamis qui ne permettent qu'une circulation d'air entre les deux compartiments.

Lorsqu'on réalise d'autre part l'expérience T_1 dans des boîtes aérées, on provoque l'agonie chez la plupart des insectes, mais l'effet des feuilles est moins instantané que dans des boîtes hermétiques. Il semble donc que les feuilles de *b. senegalensis* libèrent un composé volatil, très toxique, provoquant la mortalité de la plupart des bruches.

Tableau 1

Mortalité, fécondité et développement de *b. atrolineatus* et *c. maculatus* en présence des différents types de traitements par les feuilles de *b. senegalensis*

Nature du traitement	B. atrolineatus Pic				C. maculatus			
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₀
Nombre de couples	42	42	41	39	42	42	42	42
% de mortalité en fin d'expérience	100	83.3	58.5	30	100	54.8	33	26
% de couples ayant émis des œufs	16.6	30.9	100	100	35.7	52.3	97.6	100
Nombre d'œufs émis au total	45	372	2 158	3 671	42	331	2 705	2 862
Ponte moyenne	1,07 ± 3,6	8,9 + 19,9	52,6 ± 28,6	94,2 ± 25,6	1,6 ± 2,8	7,9 ± 16,4	64,4 ± 27,4	68,1 ± 30,6
% de pénétration larvaire dans les gousses	7,5	77,8	78,4	81,7	14,3	28,9	40,2	70,9
% d'adultes émergés par rapport au nombre d'œufs émis)	33	55	60	54,4	0	4,9	7	24,4

2. Action des feuilles vertes de *b. senegalensis* sur la ponte de *b. atrolineatus* et *c. maculatus*

Les résultats obtenus (fig. 1) montrent que les pontes évoluent de la même manière chez les deux espèces. Les traitements T₁ et T₂ réduisent de manière très importante la ponte chez les deux insectes par rapport aux lots témoins (T₀) et aux lots traités à la poudre de feuilles séchées (T₃). Cette réduction des fécondités est la résultante de deux phénomènes évoqués plus haut, à savoir une mortalité très élevée et un état d'agonie plus ou moins prolongé dans les lots T₁ et T₂.

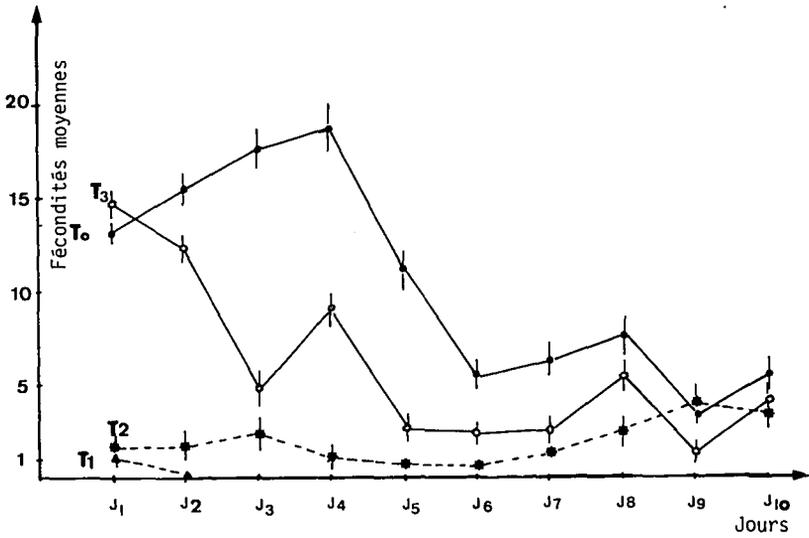
Ainsi chez *c. maculatus* 64,3 % des couples étudiés n'ont pas pu émettre d'œufs sur les gousses en fin d'expérience pour le traitement T₁ (tableau 1). Parmi les couples qui ont pondu, quatre seulement (soit environ 9 % de l'effectif total) ont émis plus de trois œufs en fin d'expérience.

Avec le traitement T₂, 52 % des couples étudiés ont pu émettre des œufs et 33,3 % ont pondu plus de trois œufs au cours de l'expérience.

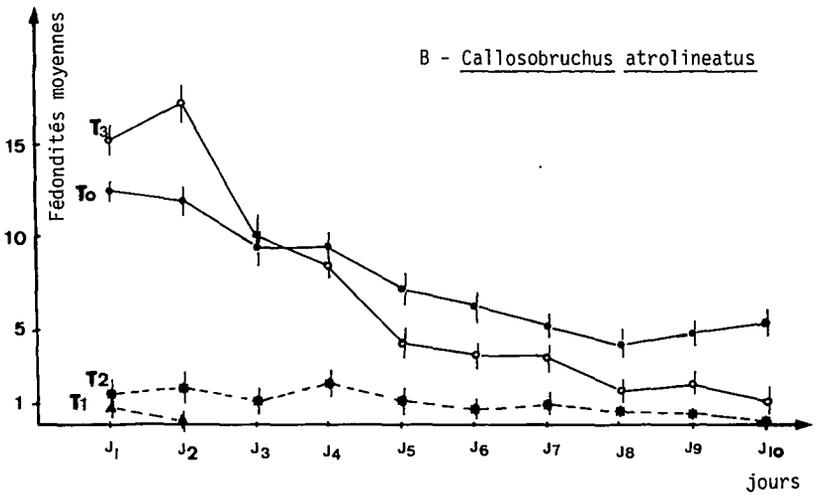
Figure 1

Évolution des fécondités moyennes chez *b. atrolineatus* et *c. maculatus* en présence de différents types de traitements par les feuilles de *b. senegalensis*

A - Bruchidius atrolineatus



B - Callosobruchus atrolineatus



Les résultats obtenus avec le lot T₃ ne présentent pas de différence importante avec ceux observés chez le lot témoin T₀ (tableau 1).

Chez *b. atrolineatus*, 16 % des couples étudiés ont émis des œufs sur les gousses au cours du traitement T₁, et environ 31 % lors du traitement T₂ (tableau 1). Bien que les résultats évoluent de la même manière chez les deux espèces, il apparaît que les traitements T₁ et T₂ (les plus efficaces) entraînent une réduction de fécondité beaucoup plus importante.

3. Action des feuilles vertes de *b. senegalensis* sur le développement embryonnaire et post-embryonnaire de *b. atrolineatus* et *c. maculatus*

Nous avons analysé cette action chez ces espèces en appliquant sur une première série un seul traitement, puis sur une seconde série deux traitements espacés de 5 jours sur des ponts d'âge variable.

Les résultats obtenus (fig. 2) montrent que les deux types de traitements demeurent toujours efficaces quand ils sont appliqués dans les quatre à cinq jours qui suivent l'émission des œufs sur les gousses du niébé. Cette période est celle qui se situe juste avant l'éclosion de la larve et surtout avant sa pénétration à l'intérieur de la graine. Un tel effet ovicide n'a été signalé jusqu'à présent qu'après un traitement à l'aide d'huiles végétales (Singh et al. 1978, Schoonhoven 1978, Sangappa, 1977).

Lorsqu'on examine l'effet des feuilles vertes de *b. senegalensis* sur l'évolution du pourcentage de pénétration larvaire après éclosion (fig. 2 C), on constate qu'il reste nettement plus élevé lors d'un traitement unique que lorsque deux traitements espacés de cinq jours sont appliqués chez les deux espèces.

Les émergences d'adultes suivent la même tendance, une réduction très nette étant observée dans les séries ayant subi deux traitements (fig. 2 D).

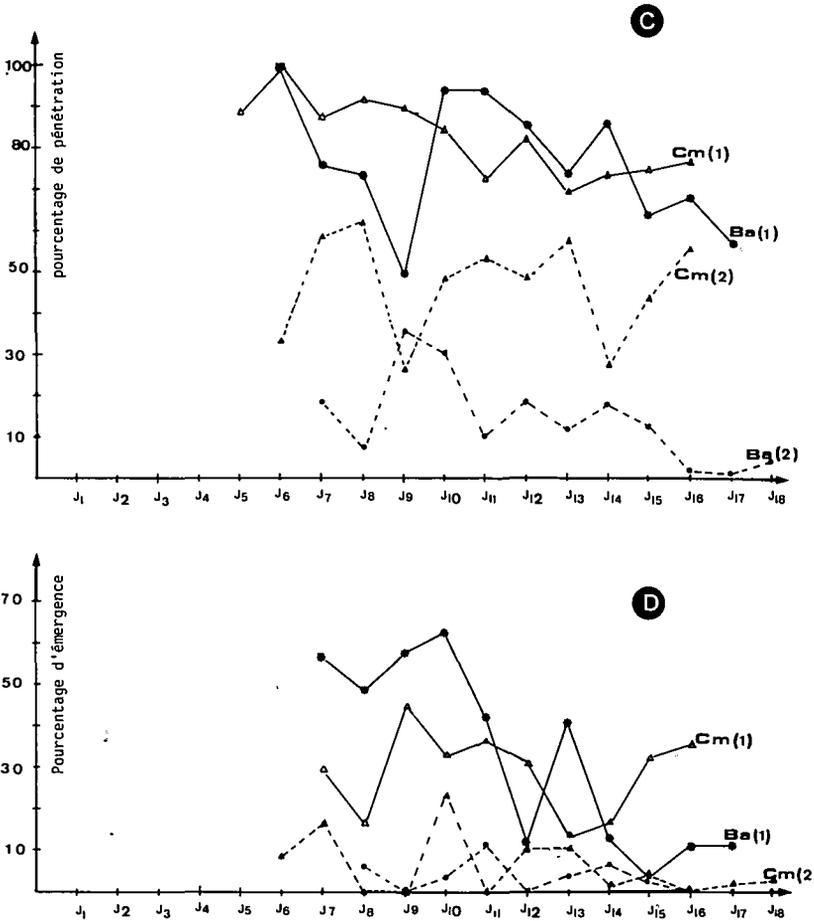
Conclusion

Ces résultats préliminaires concernant l'action de *b. senegalensis* sur la biologie de deux coléoptères bruchidae du niébé en zone sahélienne nous semblent très encourageants et extrêmement intéressants dans la perspective de recherche d'une technologie adaptée de conservation de nos légumineuses contre les bruches.

Ils nous ont permis de mettre en évidence les maillons les plus sensibles au traitement au cours du cycle biologique de ces insectes, à savoir le stade adulte (effet létal direct), et le stade œuf (action ovicide). Ils suggèrent l'opportunité de faire coïncider les traitements avec les périodes d'émergence des imagos et de ponte, afin de les optimiser.

Figure 2

Évolution des pourcentages de pénétration larvaire (C) et d'émergence des adultes (D) avec un (1) ou deux (2) traitements par les feuilles vertes de *b. senegalensis*



Les résultats obtenus supposent également pour être efficaces au niveau des paysans une amélioration des systèmes locaux de conservation. Le grenier traditionnel en tiges de mil très aéré donnera sûrement des résultats moins bons que le grenier plus ou moins hermétique en banco, ou tout autre container étanche.

Des études sont actuellement en cours au niveau de notre laboratoire pour analyser l'action de *b. senegalensis* sur les bruches du niébé dans ce type de greniers traditionnels en banco.

Bibliographie

- BOUBACAR, A. (1985) — Diplôme d'agronomie tropicale — CNEARC — 47 pp.
- BUTTERWORTH, J. H. et MORGAN, E. D. (1968) — Isolation of a substance that suppresses feeding. locust. Chem. Commun. 23-24.
- BUTTERWORTH, J. H. (1971) — Investigation of the locust feeding inhibition of the seeds of the neem tree. *Azadirachta indica*. J. Insect. Physiol. 17. 969-977.
- GOLOB, P. et WEBLEY, D. (1980) — The use of plants and minerals as traditional protectants of stored products. Rep. trop. Prod. Inst. G 138. Vi + 32 pp.
- HILL, J. et SCHOONHOVEN, A. V. (1981) — Effectiveness of vegetable oil fractions in controlling the mexican bean weevil on stored beans. J. econ. Ent. 74. 478-479.
- IVBIJARO, M. F. (1983) — Toxicity of neem seed, *Azadirachta indica*, to *Sitophilus oryzae* in stored maize — Protection Ecology, 5. 353-357.
- INRAN (1984) — DRA/PVE/17. fiche technique de vulgarisation.
- MESSINA, F. J. ET RENWICK, A. A. — Effectiveness of oils in protecting stored cowpeas from the cowpea weevil (Coleoptera-Bruchidae). J. econ. Ent., 76 (3). 634-636.
- MITAL, H. C. (1971) — Protection of cowpeas from insect infestation with the aid of fixed oils. J. West. Afri. Sc. Assoc. 16. 45-48.
- PEREIRA J. (1983) — The effectiveness of six vegetable oils as protectants of cowpeas and Bambara groundnuts against infestation by *Callosobruchus maculatus*. J. stored. Prod. research. 19 (2). 57-62.
- PRADHAN, S.; JOTWANI, M. G.; RAI B. K. (1962) — The neem seed deterrent to locust. Indian. Emg. 12.7-11.
- REMBOLD H. et SIEBER, K. P. (1981) — Inhibition of oogenesis and ovarian ecdysteroid synthesis by azadirachtin in *Locusta migratoria*. Z. Naturforsch. 36 c. 466-469.
- RUSCOE, C. N. E. (1972) — Growth disruption effects of an insect antifeedant. Nature. Land. 236, 159-160.
- SAGAPPA, H. K. (1977) — Effectiveness of oils as surface protectants against the bruchid *Callosobruchus chinensis*. L. infestation on red gram; Mysore. J. agric. Sci. 11, 391-397.
- SCHMUTTERER, H. et REMBOLD, H. (1980) — Zur Wirkung einiger Reinfractionen ans samen von *Azadirachta indica* auf frabaktivität und metamorphose von *Epilachna varivestis* (col. coccinellidae). Z. ang. Ent. 89. 179-188.
- SIEBER, K. P. et REMBOLD H. (1983) — The effect of azadirachtin on the insect. Physiol. 29 (6); 523-527.
- SINGH, S. R.; LUSE, R. A.; LEUCHNER, K.; NANDJU, D. (1978) — Groundnut oil treatment for the control of *Callosobruchus maculatus* during cowpea storage. J. stored. Prod. Res. 14, 77-80.
- SU, H. C.; SPEIRS R. D.; MAHANY, P. G. (1972) — Citrus oils as protectants of black-eyed peas against cowpea weevils: laboratory evaluation J. econ. Ent. 65. 1433-1436.
- SANNO, P. R.; MIURA, I.; NAKANISHI, K.; ELDER, D. L. (1975) — Structure of the insect phagorepellent azadirachtin. Applications of PRFT/CWD carbon — 13 nuclear magnetic resonance. J. Am. Chem. Soc. 97. 1775-1977.

Méthodes traditionnelles de stockage du niébé (*vigna unguiculata*) au Togo

par W. Zehrer

Différentes études réalisées au cours des années 70 dans plusieurs pays du Sahel ont révélé que le stockage des céréales et du niébé dans des silos et les entrepôts modernes provoquait des pertes plus importantes que le stockage dans les greniers traditionnels des paysans. Diverses raisons expliquaient ces pertes liées aux méthodes de stockage modernes :

- silos ou magasins de stockage mal adaptés aux conditions climatiques locales
- mauvaise gestion des silos
- manque de moyens financiers pour assumer les réparations et l'entretien (par ex. pour la lutte contre les insectes).

Le petit paysan, par contre, qui doit assurer la subsistance de sa famille à partir de sa récolte a un intérêt vital à assurer un stockage correct de sa récolte. Des études ont montré que les populations rurales au Togo, tout comme dans d'autres pays limitrophes, ont encore fréquemment recours aux méthodes traditionnelles de conservation des récoltes. Les méthodes traditionnelles de stockage des récoltes de niébé utilisées au Togo sont très variables :

Le niébé peut ainsi être conservé :

- dans la cendre (méthode répandue sur l'ensemble du Togo)
- dans le sable (partout où l'on trouve du sable fin de rivière)
- dans un mélange de sable et de parties végétales broyées (une faible proportion de sable réduit la pression sur les parois des greniers en banco)
- avec des parties de végétaux écrasées ou entières: Ce sont la plupart du temps des plantes aromatiques piquantes ou à goût amer qui sont utilisées

- dans le cas d'habitation à proximité du foyer, la chaleur dégagée rendant la graine plus dure donc plus difficile à perforer par les larves d'insectes ravageurs comme les bruches.

Conservation du niébé dans les cendres

Dans la partie centrale et au Nord du Togo, les graines de niébé sont entreposées dans des greniers en terre cuite contenant de la cendre — Le stockage se fait dans les conditions suivantes:

- dépôt d'une couche de cendres de 5 à 10 cm d'épaisseur
- dépôt d'un mélange de cendres et de graines de niébé par couches successives de 5 à 20 cm — le mélange graines de niébé — cendres est effectué à la main avant le stockage
- le stock est recouvert d'une nouvelle couche de cendres puis le grenier est fermé à l'aide d'un couvercle de terre qui peut être clos avec de l'argile.

Dans ces conditions de stockage, les pertes continuent à se produire même après le mélange dans de la cendre mais elles sont beaucoup plus limitées comme l'attestent les pertes de poids (tableau 1). Les larves contenues dans les graines, issues d'œufs émis avant le stockage se développent mais les adultes ne peuvent se reproduire la présence de cendres perturbent la ponte et empêchent la copulation.

Tableau 1
Pertes de poids de 1 kg
après 9 mois de stockage dues aux coléoptères *Bruchidae*

Pourcentage de cendres (volume)	Poids (g)	
	Sept. 82	Mai 83
0	1 000	469
25	"	724
50	"	849
75	"	861
100	"	912
125	"	927
150	"	931

Toutes les cendres n'ont pas la même efficacité: les cendres de bois, de lengué, de karité et de néré étant les plus efficaces (tableau 2). Ces cendres peuvent différer par leur texture, leur nature chimique, ce qui expliquerait peut-être les différences observées. Des études complémentaires doivent être développées pour analyser avec plus de précision ce phénomène.

Tableau 2

Pertes de poids par perforation des graines par les *bruchidae*
après 3 à 6 mois de stockage

Cendre utilisée	Date des pesées (poids en g)		
	Sept. 82	Déc. 82	Mars 83
Absence de cendre (témoin)	1000	707	639
Cendre (potasse extrait)	"	951	904
Cendre de kapokier	"	949	908
Cendre de sorgho	"	770	713
Cendre de lengué	"	939	898
Cendre de karité	"	936	893
Cendre de néré	"	948	807

Conservation dans le sable

Des essais de conservation du niébé ont été effectués dans des greniers contenant du sable mélangé ou non avec des végétaux. Il apparaît que la présence de sable là encore s'avère efficace en réduisant les pertes de poids (tableau 3). Par contre, il semble que les extraits végétaux testés n'ont apparemment pas d'influence notable.

Tableau 3

Perte de poids par évidement des graines
par des coléoptères *Bruchidae* après 10 mois
(poids 1 000 graines)

Conditions de stockage du niébé	Pourcentage du mélange (sable + plante)	Poids d'échantillon de 100 graines	
		Déc. 81	Oct. 82
Témoin	—	101	80,6
Sable + plante 1	165% + 25% vol.	"	119,5
Sable + plante 2	150% + 5% vol.	"	130,0
Sable	235% + vol.	"	139,2

Plante 1: *Polygala butyracea*, Polygalaceae (enveloppes des graines)

Plante 2: *Cassia nigricans*, Caesalpiniaceae (feuilles et gousses)

Sable: Analyse granulométrique
40% sable fin (0,06 – 0,2 mmø)
54% sable moyen (0,2 – 0,6 mmø)

Recommandations pour la récolte et la conservation du niébé

De manière générale, il y a lieu de recommander de récolter les gousses de niébé lorsqu'elles sont arrivées à maturité; la récolte devrait être stockée rapidement afin de limiter de cette façon, autant que possible l'attaque par les ravageurs des récoltes. Par ailleurs, il est nécessaire de respecter les points suivants pour assurer le succès de la méthode décrite:

Cendres: mélanger les graines de niébé avec un volume au moins égal de cendre

— la cendre de bois est efficace même après extraction des éléments solubles dans l'eau (production de savon)

Sables: mélanger les graines de niébé avec une fois et demie le volume de sable

— le sable doit être à granulométrie fine (0,06-0,6 mm Ø)

— l'efficacité des mélanges sable/végétaux est proportionnelle à la part de sable utilisée

Végétaux: même dans des concentrations de mélange élevées, les végétaux utilisés seuls ne conduisent pas à des résultats satisfaisants.

L'emploi des méthodes de conservation autochtones ne peut pas être déconseillé aux paysans vivant d'une agriculture de subsistance. La substitution aux méthodes traditionnelles de méthodes dites modernes (insecticides) n'est souhaitable que lorsque les méthodes traditionnelles s'avèrent trop peu efficaces. Le choix et la manipulation de produits chimiques exigent un certain niveau de connaissances techniques. Lorsque ces connaissances font défaut et que le dosage et l'application des insecticides sont effectués de façon incorrecte les risques sont grands autant au niveau des utilisateurs d'insecticides qu'à celui des consommateurs des denrées stockées incorrectement traitées.

Allocution de clôture

par Bernard Knockaert

Nous voici arrivés à la fin de ce colloque consacré aux légumineuses alimentaires en Afrique.

Tout d'abord et au nom du Secrétaire général de l'AUPELF, je voudrais remercier la République du Niger et l'Université de Niamey, d'avoir non seulement permis la tenue de ce colloque mais, par un accueil chaleureux, d'avoir contribué à son succès.

Ensuite, je souhaite et forme le vœu que les conclusions des travaux de ce colloque servent la société nigérienne et, plus largement, la société africaine car la lutte pour l'autosuffisance alimentaire reste, et restera pour longtemps encore, l'une des priorités de l'action pour le développement comme l'ont rappelé Monsieur le Ministre de l'Éducation et Monsieur le Recteur lors de la séance inaugurale.

À partir de leurs missions fondamentales d'enseignement et de recherche, les universités, et plus particulièrement, les universités africaines, ont la responsabilité de servir la société et le milieu qui les environne lorsqu'un problème se pose.

La coopération interuniversitaire peut aider les institutions concernées à participer à cet effort collectif entrepris pour en maîtriser les données et y apporter une solution.

Pour l'AUPELF, communauté universitaire internationale, il s'agit de promouvoir cette coopération sur des thèmes jugés prioritaires au développement.

Dans cette optique, et dans le domaine scientifique et technologique, trois secteurs ont été valorisés:

- les énergies renouvelables,
- la formation à la maintenance,
- l'agro-alimentaire.

Il s'est agi, à chaque fois, non pas de vouloir couvrir ou cerner un ensemble de problèmes mais de choisir un thème privilégiant la dimension interdisciplinaire.

Ainsi, pour les *énergies renouvelables*, l'attention s'est tournée vers la biomasse qui peut constituer, en particulier grâce à la fermentation méthanique, une source d'énergie renouvelable mais surtout un moyen de fertilisation par retour au sol d'une riche matière organique résiduelle là où on constate une dégradation rapide des sols tropicaux et la désertification.

Le programme de *formation de techniciens de maintenance* a pour objet de répondre aux problèmes posés par la maintenance du matériel, des équipements et des laboratoires des universités africaines. Faut-il rappeler que ces équipements et laboratoires forment, avec les ressources financières, la condition de base de toute recherche universitaire un tant soit peu sérieuse.

Pour *l'agro-alimentaire*, le programme s'est centré sur les problèmes d'amélioration de la production au niveau des systèmes post-récoltes sous ses deux aspects :

- limitation des pertes avant et pendant le stockage des produits alimentaires,
- et amélioration de la qualité nutritionnelle de ces produits.

Un premier colloque international de technologie, tenu à Yaoundé en 1979, sur le thème de la «Conservation des denrées alimentaires cultivées en climat chaud et humide» avait été l'occasion de rendre opérationnel ce programme.

Il a été suivi, en octobre 1983, à Abidjan, d'un séminaire international sur les problèmes de la «Conservation des ignames».

En mars 1984, un atelier régional sur la toxicologie alimentaire en Afrique centrale, organisé à Brazzaville, avait pour objet de cerner les problèmes nutritionnels évoqués plus haut.

En avril 1985, c'est un séminaire sur les systèmes post-récolte africains qui a été organisé à l'Université de Bangui, à l'occasion de la tenue de la V^e réunion du Comité scientifique interafricain post-récolte dans cette ville.

À Niamey, en ce moment, nous vivons les derniers moments du colloque sur les légumineuses.

Yaoundé, Abidjan, Brazzaville, Bangui, Niamey constituent ainsi les étapes de ce programme.

Mais il ne s'agit pas pour l'AUPELF et pour le Comité interafricain de s'arrêter en chemin.

Par delà la poursuite et le suivi du programme en cours, les prochaines étapes sont d'une part, la tenue, au Cameroun, d'un colloque international

sur les céréales et surtout la création d'une *Association interafricaine de technologie post-récolte*.

Vous aurez bien voulu m'excuser, en tant que représentant du Bureau régional africain de l'AUPELF, d'avoir présenté, peut-être un peu longuement, certaines de ses actions. Cette présentation avait pour unique souci de mettre en évidence un des objectifs de l'Association en Afrique, à savoir, la coopération des hommes et la valorisation des ressources existantes au sein des universités africaines, étant entendu que la notion «université» doit être prise dans son sens le plus large.

Au terme de cette allocution de clôture, et avant de remercier tous ceux qui ont œuvré pour ce colloque, permettez-moi, Monsieur le Recteur, d'avoir un sentiment particulier pour le Docteur Inezdane Alzouma, enseignant à l'Université de Niamey et membre du Comité scientifique interafricain de technologie post-récolte qui a assuré, en votre nom, avec un dévouement inlassable, la tenue de cette rencontre.

Je ne voudrais pas oublier le professeur Huignard, de l'Université de Tours, qui en sa qualité de coordonnateur scientifique du colloque a permis que celui-ci devienne une rencontre internationale de haute tenue scientifique.

Je remercie aussi tous les participants venus d'Afrique et d'Europe et surtout les présidents et rapporteurs qui ont assuré le rôle difficile et parfois ingrat de devoir aménager à chacun un temps de parole d'une journée très chargée mais aussi de résumer et de mettre en forme un ensemble de communications, de discussions et de recommandations.

Je n'ai garde d'oublier les organismes internationaux qui ont bien voulu soutenir de leur concours intellectuel et financier l'organisation de cette importante rencontre.

Que le Centre de recherches pour le développement international (CRDI), le Centre technique de coopération agricole et rurale (CTA), la Commission des communautés européennes (CEE), l'Office allemand de coopération technique (GTZ), l'Organisation de l'unité africaine (OUA), l'UNESCO, l'Agence de coopération culturelle et technique (ACCT) reçoivent ici notre gratitude pour cette coopération. Nous espérons et souhaitons, par ailleurs, que cette coopération se poursuive dans le cadre de la réalisation de certaines des activités recommandées par les participants du colloque.

Enfin, je voudrais encore une fois, Monsieur le Ministre, remercier les autorités gouvernementales de ce pays d'avoir permis la réalisation de cette rencontre et à vous, Monsieur le Recteur, vous remercier pour la cordialité de l'accueil fait par votre université, mais aussi pour la collaboration scientifique et logistique exemplaire de celle-ci et qui ont permis la tenue sur le sol africain d'un colloque international d'une grande qualité et d'un très haut niveau.

Vive la coopération interuniversitaire.

Vive le Niger.

ANNEXES

Propositions des participants au colloque sur Les légumineuses alimentaires en Afrique

Le colloque international sur Les légumineuses en Afrique organisé par l'Université de Niamey en collaboration avec l'AUPELF, l'OUA, le CRDI, le Centre technique de coopération agricole des Pays-Bas (CTA), la CEE, l'Office allemand de coopération technique GTZ et l'UNESCO a eu lieu du 19 au 22 novembre 1985. Ce colloque a réuni 65 chercheurs provenant de 16 pays (11 pays africains francophones — 4 pays européens et un pays nord américain, le Canada).

Les représentants de l'Agence de coopération culturelle et technique et de la FAO ont participé au colloque en qualité d'observateurs.

La cérémonie d'ouverture a été présidée par Monsieur le Ministre de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche de la République du Niger; Messieurs les Ministres des Ressources animales, des Travaux publics et de l'Habitat, du Commerce et de l'Industrie et Monsieur le Secrétaire d'État à l'Éducation nationale ont assisté à la séance inaugurale.

Les graines de légumineuses, riches en protéines peuvent avoir un rôle important dans l'équilibre nutritionnel de nombreuses populations africaines. Or, leur culture est en régression dans de nombreuses régions, en raison de faibles rendements et surtout de la difficulté de conserver les récoltes. Celles-ci sont en effet très fortement attaquées par des ravageurs (insectes, champignons...), qui les rendent inconsommables.

Une telle situation accroît encore les déficits protéiques des populations et provoque des pertes de revenus souvent importantes pour le paysan.

Il était donc indispensable de faire le point sur les recherches entreprises en Afrique francophone dans le domaine des légumineuses et d'examiner comment développer des programmes de recherches concertés. Tel était le but de ce colloque, où durant quatre jours, les scientifiques des pays du Sud et du Nord ont pu confronter les résultats de leurs travaux et proposer un certain nombre d'actions de recherche prioritaires qui devraient être entreprises au cours des prochaines années.

Lors de la séance de clôture présidée par Monsieur le Ministre de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche de la République du Niger, *les recommandations suivantes ont été proposées.*

Thème 1

La culture des légumineuses alimentaires en Afrique

1) Les légumineuses sont généralement cultivées dans les systèmes agricoles traditionnels en association avec une céréale (mil, sorgho ou maïs). De tels types de cultures qui présentent de nombreux avantages doivent être développés, mais des recherches approfondies sont nécessaires afin d'analyser les interactions entre les espèces végétales associées et étudier leurs rendements.

2) Il est nécessaire de poursuivre les travaux de sélection des légumineuses alimentaires afin d'améliorer les rendements, particulièrement dans les zones arides. Ces travaux doivent se poursuivre dans le contexte des cultures associées qui représentent le système le plus couramment répandu en Afrique.

3) Il faut développer les cultures d'autres légumineuses particulièrement riches en protéines comme *psophocarpus tetragonolobus*, *p. scandens*, *stenostylis stenocarpus* ou très bien adaptées aux climats arides comme *bauhinia esculenta* et *cordeauxia edulis*.

Thème 2

Importance des légumineuses dans l'alimentation

Les légumineuses peuvent jouer un rôle important dans l'«équilibre nutritionnel» des populations.

1) Leur introduction systématique dans les aliments à base de tubercules, pauvres en protéines, couramment consommés en Afrique, doit être fortement recommandée afin de réduire la malnutrition chez l'enfant notamment. Les nutritionnistes participant au colloque ont insisté sur la nécessité d'intensifier l'éducation nutritionnelle auprès des mères afin de vaincre leur réticence vis-à-vis des légumineuses et de développer des recherches sur les farines de

sevrage facilement utilisables. Il est cependant nécessaire de poursuivre l'analyse des facteurs antinutritionnels (alcaloïdes, saponines, glycosides cyanogénétiques...) souvent abondants dans les graines de légumineuses et d'étudier leur mode d'action.

2) Parallèlement, un effort doit être entrepris par les sélectionneurs afin d'améliorer les qualités des graines jusqu'ici négligées telles que la texture et la dureté (de façon à réduire le temps de cuisson) et accroître leur appétibilité.

3) Il apparaît que les légumineuses sont souvent consommées sous forme de feuilles, de jeunes pousses ou de gousses vertes, mais là encore il faut analyser leurs qualités nutritionnelles.

4) Il est nécessaire d'intensifier les enquêtes de consommation alimentaire dans les différents pays afin de mieux connaître les quantités de légumineuses réellement consommées, d'étudier les besoins nutritionnels des populations et d'avoir une meilleure appréciation des habitudes et des interdits alimentaires.

Thème 3

Les ravageurs des légumineuses alimentaires

1) Il est nécessaire d'entreprendre des recherches approfondies sur les ravageurs des légumineuses (champignons, néonotodes, insectes) s'attaquant aux stades végétatifs ou aux stades reproducteurs.

Les recherches sur les insectes doivent être poursuivies (analyse des conditions de contamination — études des cycles biologiques — conséquences des attaques sur la qualité des graines). Ces études posent cependant de nombreux problèmes (manque de taxonomistes susceptibles de déterminer les ravageurs, absence d'approche méthodologique précise pour apprécier l'impact réel des prédateurs...).

Parallèlement des études sur d'autres ravageurs des stocks doivent être entreprises (myriapodes, rongeurs...).

2) Il faut développer des programmes de recherche pluridisciplinaires où tous les aspects cultureux (surtout lorsqu'il y a association culturale) devraient être abordés. Ces études biologiques sont en effet indispensables si l'on veut mettre au point des techniques de lutte efficaces contre les ravageurs. Elles doivent être développées dans diverses régions car certains ravageurs, présentant une vaste distribution géographique, se sont adaptés à des conditions climatiques variées et leurs populations peuvent différer par des caractéristiques morphologiques, physiologiques et génétiques.

3) L'étude des techniques de conservation des récoltes de légumineuses simples, peu coûteuses et directement applicables par les paysans doit être développée.

L'utilisation d'insecticides pose de nombreux problèmes, au niveau paysan, et il est nécessaire d'améliorer les techniques de conservation simples (stockage dans de la cendre, dans du sable...) permettant la préservation de petits stocks contre les attaques d'insectes.

4) L'utilisation de certains végétaux contenant des composés aromatiques insecticides ou insectifuges peut être intéressante. Des recherches doivent être entreprises tant au laboratoire que sur le terrain afin de vérifier l'effet de ces composés puis de faciliter dans un second temps leur emploi.

Formation des chercheurs

Il est absolument indispensable d'assurer la formation de jeunes chercheurs africains capables de développer tous ces programmes de recherche en collaboration avec des laboratoires du Nord. Cet aspect formation doit être favorisé par tous les organismes de coopération.

D'autre part, les chercheurs africains doivent avoir accès aux ressources documentaires des grandes banques de données internationales.

Résolution sur la création de l'Association interafricaine de technologie post-récolte (AITPR)

— Considérant la difficile circulation de l'information scientifique à travers les pays africains,

— Considérant le nombre peu élevé de chercheurs s'intéressant à la conservation des denrées alimentaires stockées;

— Considérant que les méthodes préconisées par les quelques chercheurs sur la protection des stocks sont souvent des transferts parfois inadaptés de technologies mises au point ailleurs dans des conditions écologiques différentes;

— Considérant l'existence au niveau des paysans africains de méthodes traditionnelles assez adaptées aux conditions écologiques locales, mais qui nécessitent de nos jours d'incontestables améliorations, comme en témoignent les inventaires des technologies traditionnelles sur les légumineuses, les tubercules et les céréales publiés par des chercheurs africains à travers les activités du Comité scientifique de technologie post-récolte de l'AUPELF.

Les participants au colloque sur les légumineuses alimentaires en Afrique tenu du 19 au 23 novembre 1985 à Niamey au Niger, estimant qu'il est temps de passer à une collaboration effective entre chercheurs par la mise sur pied d'une structure organisée, saisissent l'occasion de la tenue du colloque sur les légumineuses et de la présence des membres du Comité scientifique de technologie post-récolte de l'AUPELF créé depuis 1979 à Yaoundé et qui regroupe en son sein des responsables africains concernés par la préservation

des légumineuses, des tubercules et des céréales, pour créer effectivement, sous l'égide de l'OUA, l'Association interafricaine de technologie post-récolte (AITPR) dont les statuts proposés par le Comité scientifique sont adoptés par les participants au présent colloque.

Recommandations à l'Organisation de l'unité africaine (OUA)

Les chercheurs africains, participants au colloque sur les légumineuses alimentaires en Afrique tenu du 19 au 23 novembre 1985 à Niamey au Niger constatent :

— que les problèmes de production, de transformation et de conservation — qu'il s'agisse des légumineuses, des tubercules, des céréales — se posent en termes identiques à tous les pays membres de l'Organisation de l'unité africaine (Organisation supra-nationale).

— que les moyens nationaux mis à la disposition des services de recherche s'avèrent toujours insuffisants pour résoudre les nombreux problèmes d'autosuffisance alimentaire, malgré l'inscription de cet objectif dans les programmes nationaux.

Aussi, recommandent-ils à l'OUA d'entreprendre une politique hardie de concertation et d'information au niveau des chercheurs africains par un appui moral et financier aux différentes associations interafricaines de scientifiques en particulier l'Association interafricaine de technologie post-récolte (AITPR).

Liste des participants

- ADAM, Toudou
Assistant-enseignant/chercheur
Faculté d'agronomie
Université de Niamey
Niger
- AKATOR, M.
Service protection des végétaux
Ministère de l'Aménagement rural
Togo
- AKOGUE-MBA, Emmanuel
Directeur de l'Inspection phytosanitaire
Gabon
- AKAPALOO, M.
Direction de la protection des végétaux
Ministère de l'Aménagement rural
Togo
- ALZOUMA, Inzolane
École des sciences
Laboratoire de biologie
Université de Niamey
Niger
- AUTRIQUE, Alain
Chef du département de la défense des végétaux
Institut des sciences agronomiques du Burundi
Burundi
- BEKON, Kouassi
École nationale supérieure agronomique d'Abidjan (ENSAA)
Assistant au département de zoologie agricole
Côte d'Ivoire
- BIEBIE-SONGO, Mïlete
Maître-assistante de toxicologie
INSSSA
Congo

BILIWA, Alona
 Service protection des végétaux
 Ministère de l'Aménagement rural
 Togo

BILONGO AKO'O
 Ingénieur agronome
 Chef du Centre semence de Ntui
 Cameroun

BUTARE, Innocent
IBEAS
 Faculté des sciences
 Université François Rabelais
 Parc Grand
 France

CÔTÉ, Louis-Marie
 Agro-vulgarisateur
 Service de la protection des végétaux
 Niger

COURBARIEN, Claudine
 Chef de secrétariat, Bureau européen de l'AUPELF
 France

DECILLE, Jean
 Professeur
 Musée royal de l'Afrique centrale
 Belgique

DIALLO, Bouli
 Maître-assistante
 École des sciences
 Laboratoire de biologie
 Université de Niamey
 Niger

DILLON, Jean-Claude
 Chaire de nutrition
 Institut national agronomique Paris-Grignon
 Centre de Grignon
 France

DIOUF, Mamadou
 Chef de la division céréales et légumineuses
 Institut de technologie alimentaire (ITA)
 Sénégal

DOGA, Garba
 Service de la protection des végétaux
 Niger

DOMINIQUE, Pierre
 Maître-assistant
 Faculté des sciences
 Département de biologie
 Niger

DOULOU, Victor
 Directeur des activités scientifiques et techniques
 Congo

DREYER, Michaël
 GTZ
 Lilienstrasse 18
 R.F.A.

EPOUNA-MOUNGA, Sébastien
 Attaché de recherche
 Laboratoire d'entomologie agricole
 ORSTOM/DGRST
 Congo

FABRES, Gérard
 ORSTOM/IBEAS
 France

FOUA-BI, Kouahou
 Professeur
 ENSA
 Côte d'Ivoire

GENEST, Claude
 Agro-vulgarisateur
 Service de la protection des végétaux
 Niger

GERMAIN, Jean-François
 Enseignant de biologie animale
 Département de biologie
 Université de Niamey
 Niger

GILLON, Yves
 Professeur
 Laboratoire d'entomologie
 Université Paris-Sud
 France

GLITHO, Isabelle
 Maître-assistante
 École des sciences
 Université du Bénin
 Togo

HABA, Foromo Lister
 Professeur
 Faculté de biologie
 Chaire de botanique
 Université de Conakry
 Guinée

HASSANE, Hamma
 Laboratoire Phyto
 INRAN
 Niger

HUIGNARD, Jacques
 Professeur
 Institut de biocénologie expérimentale des agro-systèmes
 IBEAS Laboratoire associé CNRS 340
 Université François Rabelais
 France

JAHIEL, Michel
 Chercheur
 Département de Radioagronomie Institut des radioisotopes
 Université de Niamey
 Niger

JARRY, Marc
 Chargé de recherche
 CNRS-IBEAS
 France

- KABRE, Siméon Tibo
 Professeur
 Institut supérieur polytechnique
 Université de Ouagadougou
 Burkina Faso
- KAMENAN, Alphonse
 Maître de Conférences
 Faculté des sciences et techniques
 Université nationale de Côte d'Ivoire
 Côte d'Ivoire
- KINKELA, Thérèse
 Maître-assistante
 Faculté des sciences
 Université Marien Ngouabi
 Congo
- KNOCKAERT, Bernard
 Chargé de mission au Bureau africain de l'AUPELF
 Université de Dakar
 Sénégal
- KODIO, Ondié
 Ingénieur d'agriculture
 Section des recherches sur les cultures vivrières et oléagineuses
 Division de la recherche agronomique
 Institut d'économie rurale
 Mali
- KRALL, Stephan
 Chef Projet bénino-allemand de renforcement
 Service protection des végétaux
 G.T.Z.
 Bénin
- LABEYRIE, Vincent
 Professeur
 IBEAS, CNRS, UPPA, IBEAS
 France
- LALLMAHOMED, G. M.
 Secrétaire scientifique adjoint
 Conseil phytosanitaire interafricain (OUA)
 Cameroun
- LAUSMANN, Hartmut
 Service de protection des végétaux
 Togo
- NDIKU, Luyindula
 Professeur
 Fixation symbiotique de l'azote
 Commissariat général à l'énergie atomique
 Zaïre
- LY, Mohamadou
 ISRA
 Sénégal
- MAGAH, Mohamadou Issaka
 Institut national de recherches agronomiques du Niger (INRAN)
 Niger
- MAIGA, Seyni Diameidou
 Entomologiste
 INRAN
 Niger

MAINA, Marie-Hélène
 Chargée d'enseignement
 Biologie végétale et physiologie végétale
 Faculté de pédagogie
 Université de Niamey
 Niger

MARECHAL, Robert
 Professeur
 Faculté des sciences agronomiques de l'État à Gembloux
 Belgique

MARINI, Paul
 Directeur de l'Institut des radioisotopes
 Institut des radioisotopes
 Université de Niamey
 Niger

MAURER, Gustav
 Assistant technique
 Office allemand de la coopération technique (G.T.Z)
 C/O service de la protection des végétaux
 Togo

MBON, Ruben
 Directeur
 Office céréalière
 Cameroun

MIÈGE, Jacques
 Professeur
 Suisse

MONGE, Jean-Paul
 Enseignant de biologie animale
 Département de biologie
 Université de Niamey
 Niger

MOUNKAILA, Amadou
 Sélectionneur d'arachide
 INRAN
 CNRA de Tama
 Niger

MOUNKALLA, Maiguizo
 Entomologiste CLB
 INRAN
 Niger

NDIAYE, Amadou
 Entomologiste
 INRAN
 Niger

NDIOULOU, Dominique
 ORSTOM
 Congo

NKOUKA, Nazaïre
 Chargé de mission au Bureau européen de l'AUPELF
 Secrétaire général adjoint
 Service phytosanitaire de l'OUA
 France

NOËL, Gilbert
 Chargé d'enseignement
 Faculté de pédagogie
 Niger

NTARE R. Bonny
 IITA
 Sélectionneur agronome (niébé) ICRISAT
 Centre Sahélien
 Niger

NUTO, Yaovi
 Enseignant-vacataire
 École des sciences
 Université du Bénin
 Togo

NYABYENDA, Pierre
 Chef du département production végétale
 et coordonnateur du programme légumineuses
 Institut des sciences agronomiques du Rwanda
 Rwanda

ONYEMBE PENE MBUTU LOLEMA, M.
 Chef du département de biochimie et technologie des aliments
 Commissariat général à l'énergie atomique
 Zaïre

OUEDRAOGO, Patoin Albert
 Maître-assistant
 Institut supérieur polytechnique
 Burkina Faso

OUM, Cosal
 Assistant technique
 Faculté d'agronomie
 Université de Niamey
 Niger

PADEMONA, Faustin Robert
 Directeur adjoint Projet VITA systèmes post-récolte
 Centrafrique

PIERRARD, G
 CILSS — FAO
 Burkina Faso

PASQUET RÉMY
 ORSTOM
 Centre de nutrition
 IMPH
 Cameroun

POLLET, André
 Laboratoire d'entomologie agricole ORSTOM
 Centre d'Adiopodoumé
 Côte d'Ivoire

REDDY, K. C.
 INRAN
 Niger

ROHDE, M.
 Représentant du FED (CEE)
 Niger

- RUSUKU, Gérard
Professeur
Phytopathologie
Faculté d'agronomie
Université nationale du Rwanda
Rwanda
- SABO, Ali
Directeur général
Société nigérienne de commercialisation de l'arachide 'SONARA)
Niger
- SALEZ, Patrick
Chef du programme légumineuses
Institut de la recherche agronomique (IRA)
Station de Dschang
Cameroun
- SOUMANA, Idrissa
Directeur INRAN
Niger
- VAN PUYVELDE, Luc
Conseiller scientifique
Centre universitaire de recherche sur la pharmacopée
et la médecine traditionnelle
CURPHAMETRA
Rwanda
- VON BERG, Albert
GTZ
Office allemand de la coopération technique
Assistant technique
Service de la protection des végétaux
Togo
- WAECHTER, Pierre
Chargé d'études DGS
Agence de coopération culturelle et technique (ACCT)
France
- ZEHRER, W.
Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ)
R.F.A.

Achévé d'imprimer à Montmagny
par les travailleurs des ateliers Marquis Ltée
en décembre 1987



**Association des universités
partiellement ou entièrement
de langue française**