

1984 (84)

79.-

ISRA - CNRA  
Bibliothèque  
BAMBÉY

CN01010.65  
H010"  
NDO

LES PROBLEMES PHYTOSANITAIRES DU MIL DANS LE SAHEL

par

Mbaye NDOYE (1), Ruparo T. GAHUKAR (2), Alex G. CARSON (3)  
Cyril J. SELVARAJ (4), Demba F. MBAYE (5) et Souleymane DIALLO (6)

*(Extrait de « Compte-rendu du séminaire international du  
projet CILSS de lutte intégrée Niamey (Niger) 6-13 décembre  
1984 »)*

- (1) Directeur Composante Nationale du Sénégal, Projet Lutte Intégrée, BP 51. Bambey, Sénégal
- (2) Expert en entomologie FAO, Composante Nationale du Sénégal, Projet Lutte Intégrée, BP 51, Bambey, Sénégal
- (3) Expert en Malherbologie, FAO, Gambian National Component, IPM Project, CPS, Yundum, The Gambia
- (4) Expert en Phytopathologie FAO, Composante Nationale du Mali, Projet Lutte Intégrée, BP 438, Bamako, Mali
- (5) Phytopathologiste ISRA, CNRA, BP 53. Bambey, Sénégal
- (6) Malherbologiste, ISRA, Djibélor, BP 34, Ziguinchor, Sénégal.

## LES PROBLEMES PHYTOSANITAIRES DU MIL DANS LE SAHEL

---

### 1. INTRODUCTION

Le mil **à chandelle**, millet ou petit mil (*Pennisetum americanum L.*) est la principale culture vivrière dans la zone sahélienne de l'Afrique de l'Ouest où il est cultivé depuis les temps **immémoriaux**.

On s'est rendu compte depuis assez longtemps déjà que cette plante était fortement attaquée dans cette zone par des ravageurs de tous ordres : oiseaux granivores, insectes, champignons pathogènes, mauvaises herbes. Parmi ceux plus remarquables sont les insectes signalés déjà par **Risbec (1950)** et les oiseaux granivores.

Lors de la consultation gouvernementale sur les besoins du Sahel en **matière** de protection des cultures et des récoltes, organisée par la FAO en décembre 1976, tous les délégués des pays sahéliens avaient déclaré que "**plusieurs** ravageurs dont l'importance économique était négligeable dans le passé, étaient **devenus ces** dernières **années** d'importance économique grave, plus particulièrement après la période de **sécheresse** et le retour de précipitations plus normales, mais en partie aussi, à cause de l'intensification et de la diversification de l'agriculture et de la pratique des cultures de contre saison" (Rapport FAO, 1976).

Les conséquences de ces diverses modifications qui se sont manifestées par une explosion de rats en 1976 dans plusieurs pays, la pullulation de **sauteriaux** qui l'a précédée en 1975 et l'aggravation du problème des oiseaux granivores sont encore présentes. La consultation de Rome avait également affirmé le principe que la Protection des Végétaux soit considérée comme une discipline aussi importante que **l'Amélioration des Plantes** ou la Pédologie dans le maintien et **l'Amélioration** de la productivité des cultures.

On retrouve dans la zone sahélienne d'Afrique, déjà défavorisée par une instabilité climatique caractéristique, tous les ennemis habituels des cultures céréalières. Il serait difficile de faire le tour de cette question même pour le mil dans le cadre d'une telle étude, mais l'accent sera mis tour à tour sur les oiseaux, les insectes ravageurs, les champignons phytopathogènes et les mauvaises herbes.

Le point sera donc fait sur la biologie, l'écologie et les moyens de lutte contre les principaux ravageurs. Cependant, pour développer un **système** cohérent de lutte contre l'ensemble des ravageurs du mil, il sera nécessaire d'approfondir encore un certain nombre d'études présentées ici, Le présent document se veut en **conséquence** une simple introduction à une discussion sur l'avenir de la lutte contre les ravageurs du mil dans le Sahel.

### 2. LES OISEAUX GRANIVORES

Les ravages causés par les oiseaux granivores sont à présent bien connus dans la zone de la vallée du Fleuve Sénégal, dans la Boucle du Niger ou dans le Bassin du Lac Tchad. La réduction de ces ravages préoccupe depuis plusieurs années déjà l'organisation Commune de Lutte Antiacridienne et de Lutte Antiaviaire (**OCLALAV**) et a fait l'objet de plusieurs projets dont le dernier est le Projet PNUD-FAO **d'assistance à l'OCLALAV** (Annex D2 du programme CILSS de Protection des Végétaux).

Un grand **nombre d'espèces** dont la plus célèbre par ses dégâts et sa répartition géographique est sans doute le Travailleur à bec rouge (*Quelea quelea*) ont été identifiées dans la zone. On peut citer également le Travailleur à tête rouge (*Quelea erythrops*), le Gendarme (*Ploceus cucullatus*), le **MoiSeau doré** (*Passer luteus*), **les Euplectes** (*Euplectes afer* et *E. franciscanus*), sans oublier les perruches et perroquets, en particulier la perruche à collier (*Psittacula krameri*) et le canard siffleur (*Dendrocygna viduata*).

Les **dégâts** causés sont souvent appréciables, les **espèces** sont presque toujours polyphages. Le projet Quelea achevé en 1979 donne à titre indicatif les pourcentages de dégâts suivants :

- sorgho de décrue : 20 % de dégâts **dûs** principalement aux Quelea et 10 % **provoqués** par la tourterelle pleureuse et le merle métallique;
- blé d'hiver : 30 % **dûs** au gendarme
- riz, sorgho, mil : 10 à 15 % **dûs** au gendarme
- millet **perlé** : 75 % **dûs** au gendarme et aux euplectes
- riz : 1 à 30 % **dûs** au Quelea, aux tisserins et aux euplectes
- sorgho irrigué : 23 % **dûs** au gendarme et au tisserin **à tête noire**.

Ces résultats accréditent bien l'idée que les oiseaux granivores sont les ravageurs les plus dangereux des céréales cultivées dans le Sahel surtout dans les zones récemment mises en valeur dans les bassins fluviaux. Toutes les perturbations créées dans ces zones ont été trbs favorables au développement des populations d'oiseaux (eau, nourriture en quantité suffisante).

Les méthodes de lutte modernes ne sont pas toujours au point contre ces nouveaux fléaux et le gardiennage traditionnel absorbe beaucoup de main d'oeuvre (4 actifs à l'hectare pendant la période de grenaison et de maturation).

Tout ceci montre l'importance de la place qui doit être **réservée** à cette question dans le cadre de la mise au point d'un système global- de lutte intégrée, compte tenu des zones de pullulations de ces oiseaux qui seront les centres **d'un** futur développement de la production céréalière dans le Sahel.

### 3. L'ENTOMOFAUNE NUISIBLE

#### 3.1. Situation actuelle des ravageurs

##### 3.1.1. Distribution géographique

En Afrique de l'**Ouest**, la zone sahélienne englobe 8 pays (Cap Vert, Sénégal, Gambie, Mauritanie, Burkina, Niger, Mali et Tchad). La pluviométrie **annuelle** varie en moyenne de 200 à 600 mm.

Les mêmes ravageurs se trouvent sur le mil dans tous les pays mentionnés ci-dessus mais leur distribution varie selon la pluviométrie et l'importance des cultures ; **Sesamia** par exemple attaque le mil tardif dans la zone où la **pluviométrie** est élevée alors que **Acipona** abonde dans les zones relativement sèches.

##### 3.1.2. Importance économique

L'importance économique des ravageurs du mil est presque inconnue. Quelques travaux effectués au Nigéria et au Sénégal montrent que les foreurs des tiges, (Harris, 1962 ; Bonzi, 1977 ; NDOYE, 1977), la cécidomyie (**Coutin** et Harris, 1968) et les **mineuses** de l'épi (**Bos**, 1983) sont assez importants car une perte quasi totale a été parfois enregistrée. Récemment d'importants **dégâts** de **meloïdes** ont été notés en Mauritanie, en Gambie et au Mali, mais aucune évaluation précise n'a encore été faite.

##### 3.1.3. Complexe des ravageurs

Ndoye (1979a) a fait le point analytique de la situation actuelle des ravageurs du mil dans le Sahel. Il serait toutefois nécessaire maintenant de mettre l'accent sur les zones où les dégâts semblent les plus constants et celles où des changements importants ont été notés ces dernières années (Gahukar, 1983a ; **Magema**, 1984 ; **Maïga**, 1984 ; Dakouo et al, 1984).

##### 3.1.3.1 Ravageurs de la plantule

Le mil, généralement semé en sec **lève** avec les **premières** pluies. Les jeunes plantules peuvent être immédiatement la proie de nombreux **déprédateurs**. Une attaque précoce des iules (Peridontopyge spp.) nécessite des **ressemis**.

Dans le groupe des sauteriaux, Scapsipedus marginatus coupe les jeunes pousses à la base. Jusqu'à 5 - 6 semaines après levée, le mil est attaqué par des mouches mineuses (Deeming, 1971), parmi lesquelles Atherigona soccata est la plus fréquente surtout sur les semis tardifs.

Les larves coupent le coeur transversalement, les feuilles centrales jaunissent et se dessèchent. Encas d'attaque tardive, la plante émet des talles non productives. Les chrysomèles (Lema planifrons, Chaetocnema tibialis, etc.) se multiplient sur les feuilles en se nourrissant de l'épiderme et du parenchyme provoquant ainsi des tâches claires sur le feuillage. Les dégâts sont accentués par la sécheresse ; les feuilles se dessèchent et la plante meurt.

### 3.1.3.2. Ravageurs du feuillage.

Le feuillage du mil est consommé pendant la croissance végétative et reproductive par les lépidoptères dont l'attaque est souvent sporadique. Les larves de première génération de Spodoptera exigua, S. exempta et S. littoralis, ainsi que Amsacta moloneyi attaquent le mil juste après la levée et causent des dégâts appréciables, souvent localisés (Ndoye, 1978). Les larves grégaires se déplacent en bandes et peuvent endommager le mil durant la végétation. Les larves de Mythima loreyi sont voraces et se trouvent souvent dans le cornet terminal mais leur population est toujours limitée. Ces lépidoptères sont en abondance en août (Dumbia et al, 1984).

Des espèces de sauteriaux attaquent le mil comme les autres graminées (Launois, 1978). D'importants dégâts d'Oedaleus senegalensis, O. nigeriensis, Hieroglyphus daganensis, Chrotogonus spp. ont été récemment notés en Mauritanie (Magma, 1984) et au Niger (Maïga, 1984).

Les pucerons (Rhopalosiphum maidis) deviennent importants quand la sécheresse se prolonge. Du fait de sa reproduction parthénogénétique, cette espèce peut développer une quarantaine de générations dans l'année. Les larves et adultes sucent la sève du cornet foliaire, des feuilles et des grains laitieux. Le développement de la plante est retardé. De plus, ce puceron est connu comme vecteur de maladies virales. Quelques punaises (Aspavia armigera, Callidea spp., Nezara viridula et Diploxys sp.) sucent la sève des jeunes feuilles mais leur incidence est toujours faible. Au Burkina, le jaunissement des feuilles des plantes âgées est souvent causé par des larves du cercopide Poophilus costalis, (Bonzi, 1981).

### 3.1.3.3. Foreurs de tiges

Une dizaine d'espèces de foreurs endommagent le mil, à partir d'un mois et demi jusqu'à la récolte (Gahukar, 1984). Parmi ceux-ci Acigona ignefusalis et Sesamia calamistis sont les plus remarquables ; le premier étant important sur les variétés précoces et le deuxième sur les variétés tardives. La biologie et l'écologie des foreurs africains ont été étudiées par Ingram (1958), Harris (1962), et Usua (1968). Ces foreurs sont polyphages. Les larves d'Acigona rongent les feuilles du cornet et pénètrent dans les nervures principales ; elles creusent ensuite la tige au-dessus d'un noeud et se nourrissent de la moelle des tiges.

Les dégâts provoquent le dessèchement des feuilles centrales (coeur mort). La plante réagit par l'émission de talles supplémentaires qui demeurent stériles. Les larves de Sesamia pénètrent dans la tige directement. La verse de la plante, les dégâts sur l'axe fructifère peuvent réduire le rendement.

Acigona peut compléter 2 à 3 générations durant la saison de culture car les adultes sortent à peu près un mois après les premières pluies. La larve passe, la saison sèche dans la tige en diapause. Les tiges laissées dans les champs après la récolte, les chaumes des poquets et les tiges utilisées pour la fabrication des clôtures abritent ces larves et servent de source d'infestation (Gahukar, 1983 b). L'incidence saisonnière des foreurs dépend de plusieurs facteurs tels que la

population des papillons, le stade du mil, des conditions climatiques, etc. **D'importants** dégâts ont été observés sur les variétés traditionnelles au Mali (Doumbia et al. 1984), au Burkina (Bonzi, 1977), au Sénégal (Ndoye, 1977) et au Niger (Maïga, 1984 ; ICRISAT, 1984). En général, les foreurs sont actifs en août et septembre mais les larves de Sesamia sont souvent observées même en novembre (Doumbia et al. 1984), car celles-ci n'entrent pas en **diapause** et se multiplient sur les **plantes-hôtes** secondaires pendant toute l'année.

#### 3.1.3.4. Ravageurs de l'épi.

Plusieurs insectes appartenant à divers ordres attaquent le mil dès le début floraison jusqu'à la récolte. L'alimentation des **insectes** amène une perte directe de rendement.

Cinq espèces de Cécidomyie du mil (Geromyia penniseti., Contarinia sorghi, Lasioptera sp., Lestodiplosis sp., Stenodiplosis sp.) sont présentes en Afrique de l'Ouest (Coutin et Harris, 1968). La première de ces espèces, la plus abondante est bien répartie dans le Sahel. Doumbia et al. (1984.) a noté au Mali quelques plantes-hôtes secondaires de Geromyia penniseti telles que Echinochloa stagnina, E. colonum, Pennisetum pedicellatum, P. asperifolium et Setaria pallidifusca. Les dégâts sont causés par la **larve** qui **attaque l'ovaire** et le grain avorte. Les **glumes** des fleurs attaquées conservent la forme plate. On note une incidence élevée sur les variétés tardives lorsque des variétés de différents cycles de maturité sont implantées ensemble ou côte à côte dans la même région. On note donc une grande variation dans l'incidence. En saison normale, la pullulation de la cécidomyie se situe en **septembre** (Doumbia et al. 1984). Les larves entrent en diapause puis en quiescence, en fin de saison dans les fleurs, au contact des grains attaqués. Pendant la saison des cultures, le cycle biologique est **bouclé** en 2 semaines et le ravageur peut compléter 4 à 5 générations. Deeming (1979) a noté une mouche Dicraeus pennisetivora qui attaque les grains en maturation au Burkina, Sénégal et Nigéria. L'attaque précoce de **l'insecte** se traduit par le dessèchement complet; de l'ovaire alors que l'attaque tardive cause des **lésions** sur les grains.

Les **mineuses** de l'épi sont devenues les ravageurs les plus importants depuis la sécheresse des années 1972 - 74. Ce complexe renferme une dizaine d'espèces **des genres** Raghuva, Masalia et Adisura (Vercambre, 1978 ; Laporte, 1977 ; Ndoye, 1979 b). Parmi celles-ci, l'espèce dominante et la plus nuisible au Sénégal est R. albipunctella (Ndoye, 1979b ; Bhatnagar, 1984), qui semble **abondante** aussi dans les autres pays **sahéliens**. Les jeunes larves perforent les **glumes** et dévorent l'intérieur des fleurs, trahissant leur présence par des excréments en forme de petits granules blanchâtres. Les larves âgées coupent les pédoncules floraux **empêchant** la formation du grain ou provoquant sa chute, selon un tracé en spirale caractéristique. La biologie a été étudiée par Vercambre (1978) et Guevremont (1982, 1983). En général, l'ampleur des **dégâts** dépend beaucoup de la coïncidence entre le vol des adultes et la période de début **épiaison** du mil (Ndoye, 1979), de la densité de la **population** larvaire, de la réaction de la plante aux ravageurs et aux dégâts. La période d'activité du ravageur se situe dans les saisons normales en août et septembre (Ndoye, 1979a, Doumbia et al. 1984 ; Maïga, 1984 ; Gahukar, 1984 ; Guevremont, 1981, 1983 ; Bhatnagar, 1983). A la fin de la saison des cultures, les larves âgées descendent au pied de la **plante** pour se nymphoser dans le sol. Les chrysalides entrent en **diapause** et restent inactives. Les papillons sortent environ un mois après les premières pluies pour une **seule** génération **par an**.

Les chrysalides se trouvent dans la partie superficielle du sol (5-15 cm de profondeur) en terrain argileux alors qu'elles sont nombreuses entre 15-30 cm en terrain sableux.

Il y a d'autres lépidoptères tels que Heliothis armigera, Eublemma gayneri, Pyroderces spp., Celama spp. qui se nourrissent des grains en développement et qui parfois les coupent en petits morceaux. Ces insectes sont occasionnels ou d'une moindre importance actuellement' mais leur incidence est aggravée par la **compacité** de l'épi qui facilite l'hébergement des larves et réduit peut-être le parasitisme.

Une dizaine d'espèces de **méloïdes** connues comme nuisibles au mil sont rencontrées dans le Sahel. Récemment, on a **noté** en Gambie, Mauritanie et **Mali** que les **espèces** suivantes étaient nombreuses dans les champs (**Magama**, 1984 ; Doumbia et **al.** 1984 ; Zethner et Oliver, 1984) : Psalydolitta fusca, P. vestita, P. flavicornis, Cyaneolytta spp., Mylabris holosericea, M. pallipes.

Pourtant, la distribution de ces espèces n'est pas encore bien connue. Si ces ravageurs se manifestent en grand nombre au moment de la floraison 'des variétés locales, la perte peut être considérable. Les adultes dévorent le pollen et les fleurs femelles ; ils sont responsables de l'avortement des grains et des épis **stériles**. Les périodes de pullulation varient d'un endroit à l'autre et d'une année à l'autre mais le plus souvent en septembre (Doumbia et **al.**, 1984). Des dégâts des scarabéides (Pachnoda spp., Anomala senegalensis, Rhinyptia reflexa et R. infuscata) et **d'autres espèces** sont parfois observés sur les grains en maturation.

Une dizaine d'espèces de punaises piquent les grains laitex. On observe des **tâches** crayeuses, **noirâtres** sur les grains ou un grain atrophié. Dans les conditions actuelles, **l'abondance d'Agonoscelis versicolor**, A. pubescens, Diploxys spp. et Spilostethus spp. a été remarquée.

La **forficule** (Forficula senegalensis) occasionne des stries rousses sur les feuilles **entraînant** le jaunissement. Les fleurs et des grains laitex sont rongés. Les insectes occupent la gaine **sous paniculaire**.

### 3.2. La lutte contre les insectes ravageurs du mil.

#### 3.2.1. Techniques culturales.

, Labour de fin de cycle : un labour profond pourrait réduire la population des chrysalides diapausantes de Raghuva car elles seraient exposées à la **dessiccation** et eux prédateurs (Vercambre, 1978). Cette technique n'est pratiquement nullepart appliquée malgré son intérêt agronomique.

Date de semis : en ce qui concerne Reghuve et le **groupe des chenilles des chandel-**  
**les** en général, le décalage des dates de semis s'est montré un facteur efficace **d'évitement** de l'attaque (**Ndoye**, 1979c). Les semis tardifs sont moins attaqués par la chenille des chandelles (Anonyme, 1977 ; ICRISAT, 1984 ; Zethner et Oliver, 1984). Cependant, ce retardement s'il provoque un échelonnement de semis crée des conditions favorables à la cécidomyie et aux foreurs de tiges (**Gahukar**, 1983 a).

. Utilisation de feux : les feux de bois pendant la nuit, autour des champs du **mil**, réduisent l'attaque des **méloïdes** sur les épis (**Magama**, 1984). Cette **méthode** traditionnelle est bien connue des paysans sahéliens.

. Destruction des résidus de récolte : la collecte et la destruction des tiges **après** le récolte est toujours envisagée pour réduire la population des larves diapausantes d'Acigona. Elle pose le problème à cause de l'utilisation par le paysan de ces tiges pour confectionner les **clôtures**.

### 3.2.2. Résistance variétale.

Les études entreprises dans la région ont indiquées l'existence d'une certaine tolérance du mil aux attaques de Raghuva dans les variétés : **Souna**, **3/4HK-78**, **ICMS-7819**, **IBV-8004**, **H24-38**, **Nigerian composite**, **HKB-Tif**, **CIVT**, **HKP**, **Zongo**, **Nieluva**, **Boudouma**, **IBMV-8302**, **INMGI-1**, **INMG-52**, **ITMU-5001**, **Sadoré**, **Torini**, **Haini Kirei** (Gahukar, 1983 a, 1984 ; ICRISAT, 1981, 1984 ; Guevremont, 1982, 1983 ; **Maïga**, 1984). La résistance s'est exprimée par la non préférence des femelles pour la ponte, l'effet antibiose et aussi par la compensation du rendement. De même les variétés de cycle long (par exemple, **Sanio** au Sénégal, **NKK** au Mali (Gahukar, 1983 a ; **Doumbia et al** 1984) sont moins attaquées car l'épiaison du mil ne coïncide pas aux périodes de pic des vols de papillons. C'est une **pseudo-résistance**. Plusieurs facteurs associés à l'épi ont été étudiés en relation avec l'ampleur des dégâts ; mais la compacité des fleurs et des grains joue un rôle important par rapport à la longueur des pédoncules floraux ou des soies **involucrales** (Vercambre, 1978 ; Guevremont, 1983 ; Gahukar, 1984).

Pour Acigona, les variétés **INMB-106**, **INMB-218**, **INMB-155** ont été notées comme tolérantes au Niger (ICRISAT, 1984). La variété **Zongo** produit une **secrétion** dans les galeries dans lesquelles les larves sont logées (Ndoye, 1977), l'**antibiose** s'exerce ici sur les larves.

Au Mali, **Doumbia et al** (1984) n'ont trouvé aucun rôle des caractéristiques d'aristation de l'épi (forme, longueur, orientation, rigidité) et de la position des fleurs à l'intérieur des **glumes** sur l'attaque des **méloïdes**.

### 3.2.3. Lutte chimique.

Contre les **mineuses** de l'épi, une ou deux applications pendant la floraison de l'endosulfan à la dose de **525-700 mg m.a./ha** (Vercambre, 1978), de chlordimeform à **750 g m.a.** (Anonyme, 1977), de decis ULV (diméthoate + deltaméthrine) à **4 litres/ha** (Gahukar, 1984) ou de trichlorfon (dipterex + SI 8514) à **1 kg m.a.** (Guevremont, 1982) se sont révélées efficaces. D'ailleurs, le traitement effectué en début d'**épiaison** était plus efficace que celui de début floraison ou début maturation des grains. Mais il est à souligner que les traitements insecticides ne sont pas toujours rentables et que les traitements sur **épis** posent des problèmes à cause de la hauteur des plantes, qui risquent de verser.

L'**infestation** de la cécidomyie a été réduite par des applications de fenitrothion qui était aussi dangereuse pour les parasites et les plantes (phytotoxicité) et par conséquent, le phosalone a été recommandé (Coutin, 1970).

Le decis (**50 g m.a./ha**) était plus efficace que l'endosulfan (**125-500 g**) pour réduire la population des **méloïdes** au Mali (Doumbia et al, 1984).

### 3.2.4. Ennemis naturels.

**Risbec** (1950) a recensé des ennemis naturels (prédateurs, parasites et pathogènes) de la plupart des insectes ravageurs du mil. Récemment, une vingtaine d'insectes auxiliaires s'attaquant aux divers stades de Raghuva ont été identifiés (Vercambre, 1978 ; Ndoye, 1980 ; Gahukar, 1981 ; Guevremont, 1982, 1983 ; Bhatnagar, 1983, 1984). Parmi ceux-ci, **Bracon hebetor** (Braconidae), **Litomastix sp.** (Encyrtidae) et **Cardiochiles spp.** (Chalcididae) semblent les plus importants car le parasitisme peut atteindre le taux de **48 %** pour les oeufs, **95 %** pour les larves et **2 %** pour les chrysalides (Guevremont, 1983 ; Bhatnagar, 1984). Malheureusement leur activité n'est significative qu'à la fin de la saison des-cultures, surtout, pendant les années sèches.

Les larves et les chrysalides d'Acigona sont attaqués par six parasites (Syzeuctus sp., Goniozus procerae, Chasmias sp., Euchalcidia soudanensis, Pediobius furvus, Sturmiopsis parasitica) et par un champignon (Métarrhizium anisopliae) (**Risbec**, 1950 ; Ndoye, 1977 ; Gahukar, 1981). L'ichneumonide,

Syzeuctus sp. est important au Sénégal et au Nigéria où le parasite a réduit la population larvaire **jusqu'à 30 %** (Harris, 1962 ; Bhatnagar, 1984). Parmi 6 parasites présents dans le Sahel, Tetrastichus spp. (Eulophidae) est le plus **important** (85 % de la population totale parasitaire) à la fin de saison et attaque les larves et les pupes de Geromyia (Coutin et Harris,, 1968).

#### 4. LES MALADIES DU MIL DANS LE SAHEL

Les maladies du mil sont généralement bien réparties dans toute la zone **sahélienne** de L'Afrique de l'Ouest. Leur importance relative varie cependant très fortement d'une région à l'autre et d'une année à l'autre.

##### 4. 1. Principales maladies du mil.

- Le mildiou (Sclerospora graminicola) est sans doute l'agent le plus fréquemment identifié comme le plus dangereux. Il cause de 6 à 10 % de pertes de rendement chaque année (Harris, 1982 ; King, 1970 ; Selvaraj, 1977). Cette maladie est endémique au Sahel. L'infection primaire est due à des oospores restées dans le sol. Mais la maladie se propage par l'infection secondaire qui lui permet d'attaquer d'autres plantes par les sporanges produites en grand nombre durant la nuit et transportées par les vents. Les conditions de forte humidité pendant le stade **plantule** favorisent l'expression et le développement de la phase foliaire (mildiou duveté) de la maladie.

La présence de sporanges en grand nombre dans l'atmosphère au stade plantule est nécessaire pour le développement d'une épidémie. Mais des températures diurnes élevées (au-dessus de 33 à 35°C) tuent les **sporangies** et réduisent l'infection. C'est donc dire que dans certaines régions du Sahel où ces conditions prévalent il existe de faibles chances pour que cette maladie développe une épidémie, Mais une forte **infestation** du sol en oospores est un facteur favorisant cette maladie.

Certaines conditions de culture semblent beaucoup influencer la pathologie de cette maladie ; le semis précoce, favoriserait la **plante** tandis que le faible niveau de fertilisation serait favorable à la maladie. Plusieurs méthodes de lutte ont été préconisées contre cette maladie, mais il s'avère maintenant bien établi, que seule la résistance variétale puisse à terme fournir des réponses acceptables et durables. Cependant, la variation dans la virulence du pathogène doit être prise en compte pour aboutir à une résistance durable (**Selvaraj, 1977**). Harris (1962) avait déjà conseillé l'enlèvement et l'incinération des plantes et des résidus végétaux suivi d'une rotation des cultures, ce qui pouvait provoquer une réduction de l'inoculum primaire.

Le traitement des semences au metalasyl n'a donné qu'une protection partielle des jeunes plants (Selvaraj,, 1978 ; CILSS, 1984 ; Mbaye, 1984. Ce produit s'est **révélé** cancérigène et n'aura probablement aucun avenir dans ce cadre.

- Le charbon (Tolyposporium penicillariae). Cette maladie est importante spécialement pendant les années où le temps couvert est combiné à une haute humidité atmosphérique au moment de la floraison. Les spores du champignon peuvent attaquer **directement** le stigma des fleurs dans la **même** saison avant la fécondation de l'ovaire et celle tombée sur le sol peuvent servir d'inoculum pour les années suivantes. Il n'y a pas de moyen de lutte directe contre cette maladie parce que les spores sont apportées par le vent et infectent le stigma. Les épis très infectés doivent être **récoltés** séparément et détruits ; cela diminuera l'inoculum. Les traitements de semences avec le TMTD tuent les spores sur la surface du grain et réduisent l'infection des semences. **Mais** les sporidies produites par les spores hibernent dans le sol et servent d'inoculum primaire. Le moyen de lutte le plus efficace est la résistance variétale.

- L'ergot (Claviceps microcephala). Cette maladie **apparaît sporadiquement** en Afrique de l'Ouest où sa **présence** est endémique (**Selvaraj, 1980 ; Girard, 1974**). Son incidence se limite encore aux régions humides où d'ailleurs la plupart des variétés locales sont tolérantes (Selvaraj, 1977).

L'ergot est un problème très sérieux dans les pays de production de mil en Asie (Shinde et Bhide, 1958). Même une attaque faible d'ergot doit être suivie de très près à cause de la toxicité sur les mammifères. L'infection primaire a lieu par les sclérotes apportés avec les grains d'une saison à l'autre et l'infection secondaire est faite par les conidies apportées par les insectes, fourmis, et les gouttes de pluie. En cas d'attaque, le rendement est réduit par une transformation des épillets en une masse compacte de sclérotes. La formation de grain est inhibée dans les épillets non atteints du fait de la sécrétion de miellat.

- Les maladies transmises par les semences et le sol. Les problèmes de fonte de semis chez le mil sont sporadiques. Cependant, plusieurs agents pathogènes, transmis par les semences ou d'origine tellurique peuvent détruire la graine semée. Dans les sols humides, ce problème peut être important en cas d'utilisation de semences de mauvaise qualité, qui donnerait des plantules et des plantes de faible vigueur, peu productives. Les principaux genres isolés du grain sont : Fusarium, Rhizopus, Phoma, Aspergillus et Pythium.

Le traitement des semences par le TMTD présente une certaine efficacité.

- Maladies des feuilles. Plusieurs maladies sont fréquemment observées : tâches zonées (Gleocercospora sp.) cercosporiose, pyriculariose, helminthosporiose, mais elles semblent peu importantes par leurs effets. Des cas d'attaques bactériennes par Pseudomonas sp. et Xanthomonas sp. sont cités ainsi que des symptômes d'antracnose et de rouille.

#### 4.2. Stratégies de lutte contre les maladies.

- Lutte génétique : variétés résistantes.

Dans les programmes de sélection, l'amélioration par la résistance aux maladies est un problème qui soulève toujours de larges controverses. L'existence d'une résistance stable et durable est souvent opposée à l'objectif de productivité. En fait, c'est un faux problème. L'Afrique de l'Ouest étant le centre d'origine du mil, les ressources génétiques relatives à la résistance aux principales maladies sont encore présentes. Les combinaisons génétiques liées à une résistance horizontale de haut niveau pourraient être associées à des impératifs de productivité, par des méthodes de la sélection récurrente.

- Traitement chimique des semences.

Les différents résultats obtenus (CILSS, 1983 ; Selvaraj, 1977 ; Williams, 1983) montrent que le traitement au métalaxil ne permet qu'un contrôle partiel des maladies du mil, et c'est pour plusieurs raisons :

- les fortes doses, à partir de 1,5g m.a./kg sont phytotoxiques
- les faibles doses ne sont pas efficaces, en deçà de 0,5g m.a./kg
- le tallage important du mil.

Cependant, dans un esprit de lutte intégrée ces traitements ne sont pas à exclure.

- Techniques culturales.

L'enlèvement des plantes malades, la destruction des tissus infectés permet de réduire la quantité d'inoculum et ralentit donc le développement de l'épidémie. Cette méthode sanitaire permet également dans le cas du mildiou de détruire les sources de production d'oospores, qui assure d'une année sur l'autre la conservation dans le sol de l'agent pathogène.

- Destruction des résidus de récolte.

Cette technique permet de détruire l'inoculum présent en fin de campagne et dont une grande partie peut se conserver. Cependant, ces résidus sont utilisés pour l'alimentation du bétail et beaucoup de spores conservent leur viabilité après un transit intestinal. Les mouvements des animaux permettent ainsi la propagation des maladies.

• Date de semis.

Si dans le nord du Nigéria les semis très précoces permettent au mil d'échapper aux maladies ce n'est ~~peut-être~~ pas le cas dans les zones sahéliennes à pluviométrie plutôt aléatoire et ~~irrégulière~~ où la date de semis est différente chaque année.

• Densité de semis et fumure.

Les fortes densités de population et une bonne fumure augmentent l'incidence du mildiou (Selvaraj, Odion, 1980), mais elles sont liées à l'intensification de la culture.

4.3. Conclusions et recommandations.

L'importance du mildiou du mil demande une attention particulière. Un ensemble de recommandations pourrait être formulé :

- sélection d'**écotypes** présentant une bonne résistance horizontale
- utilisation de semences sélectionnées
- traitement des semences à 1g m.a./kg de metalaxil
- destruction des plantes malades
- rotation des cultures

La solution **de ce** problème semble aujourd'hui la priorité des priorités pour lutter contre les maladies du mil.

5. LE PROBLEME DES ADVENTICES DU MIL.

Le mil résiste généralement bien à la concurrence des mauvaises herbes, relativement aux autres céréales (Terry, 1983). En système traditionnel ou peu évolué, c'est la culture dont la proportion de temps consacrée au désherbage est la moins **élevée** : 20-30 % du temps total (préparation semis jusqu'à récolte),, contre 37 % pour le **maïs** et 42 % pour le riz pluvial. Cependant, l'enherbement figure parmi les principales contraintes à l'intensification, et les pertes de récoltes estimées par Cramer (1967) s'élèvent à 25 %. La pression est d'autant plus marquée que les **conditions** climatiques sont plus favorables **et/ou** que les moyens (équipement en matériel de culture) sont plus faibles. C'est le cas notamment dans les régions du Sénégal Oriental et de Casamance, en Gambie et dans les autres pays.

La flore des mauvaises herbes est généralement celle commune aux cultures exondées. Elle est dominée par les graminées annuelles à cycle de développement précoce : Digitaria ciliaris, Cenchrus biflorus, Dactyloctenium aegyptium, Digitaria longiflora, Eragrostis tremula, Pennisetum pedicellatum, Pennisetum polystachyon, Paspalum scrobiculatum, Digitaria horizontalis sont les plus abondantes. Parmi les dicotylédones, les légumineuses et les Rubiacées (Mitracarpus villosus, Spermacoce stachydea, Oldenlandia corymbosa, Oldenlandia herbacea) sont les plus représentées. D'autres espèces comme Commelina forskalei, en zone sahélo-soudanienne et Cyperus rotundus sont parfois très envahissantes. Il y a bien sûr le cas particulier des espèces parasites du genre Striga, notamment Striga hermonthica qui, sans se généraliser cause localement des dégâts importants surtout dans des champs exploités de façon continue.

La définition des pertes de récolte dues aux mauvaises herbes malgré les chiffres donnés plus haut n'est pas chose aisée ni pour un groupe d'espèces, ni pour une **espèce**, du fait précisément des multiples interactions des autres ravageurs. Le profil des pertes varie avec la composition de la flore, le niveau de fertilité du **sol**, l'**environnement** général, la culture elle-même. On peut tout de même affirmer que l'**augmentation** de la densité des adventices réduit le rendement.

5.1. Striga hermonthica, un cas particulier.

Striga spp. est un parasite obligatoire qui s'attaque à la plante hôte en accrochant ses propres racines à celles de son **hôte** par l'intermédiaire d'un organe spécifique l'haustorium. Il suce de ce fait la substance **nutritive** élaborée par la plante et réduit de ce fait toutes ses capacités. Lors du séminaire **international** tenu à Dakar en 1984 sur ce groupe (Ayensu et al, 1984), il a été indiqué que le Striga pouvait causer des pertes de 60 à 70 % au Mali, Burkina, Niger, Tchad, **Nigéria**, Cameroun, Soudan et Ethiopie.

Des **dégâts** indiqués importants mais non précisés **sont** rapportés au Sénégal, Gambie et Mauritanie. Il a de même signalé que le faible taux de **dégâts** général observé au Sénégal et en Gambie pourrait être **dû** à un effet antagoniste réel de **l'arachide (Arachis hypogea)** qui couvre en deux années la plupart des terres céréalières du pays.

Striga hermonthica qui s'attaque au mil dans tout le Sahel est bien connu des paysans pour ses **effets** néfastes. Plusieurs méthodes sont préconisées pour son contrôle :

- méthodes culturales
- aménagement des terres et occupation
- traitement après **récolte**.

Toutes ces méthodes rejoignent pour l'essentiel les méthodes générales, traditionnelles ou moderne:3 de lutte contre les mauvaises herbes.

## 5.2. Lutte contre les mauvaises herbes du mil

### - Désherb-e mécanique.

Cette méthode est couramment utilisée dans la principale région de culture du mil au Sénégal où des possibilités du désherbage **mécanisé** enculture attelée existent. Les semis en ligne (lignes espacées de **0,9 m** et **écartement** sur ligne de **0,9 m**) permet le **sarclobinage** à la houe avec passages croisés et réduit très sensiblement le temps de travail pour les interventions manuelles.

Dans les régions périphériques, Casamance et Sénégal Oriental où la culture attelée est très peu développée, le sarclage manuel est la principale sinon la seule méthode de lutte. Le temps de travail y est plus élevé et la protection moins efficace du fait du retard fréquent et de l'insuffisance du nombre d'interventions. Le même problème se retrouve dans la plupart des autres pays surtout en Gambie, Niger et Mali.

### - Désherbage chimique.

En système traditionnel la faible productivité des variétés et des techniques locales ne peut supporter le coût des traitements herbicides. Mais la proposition de nouvelles variétés par la Recherche, généralement moins compétitives et accompagnées de nouvelles techniques (semis plus serré, fumure minérale,...) a justifié l'étude du désherbage chimique du mil à partir de 1972 - 1973 au Sénégal; Un certain nombre d'herbicides ont été **expérimentés**. Parmi ceux-ci seule l'association propazine - atrazine à la dose de 1 kg + 1 kg m.a./ha appliquée en post-semis-prelevée a permis un désherbage satisfaisant, Cette méthode est proposée pour la vulgarisation sous réserve d'encadrement et d'un minimum **d'intensification**.

### - Pratiques culturales.

Ces méthodes permettent une meilleure gestion des terres par une rotation correcte défavorable aux mauvaises herbes. Il est bien établi maintenant que les fréquentes rotations **céréales/arachides** sont défavorables au Striga.

Le labour de fin de cycle **s'il** peut intervenir avant la fructification de la plupart des espèces peut-être un facteur de réduction de ces **espèces**.

Le traitement herbicide en fin de saison préconisé par certains ne serait envisageable que pour des sols et des cultures **très** riches.

### - Méthodes traditionnelles.

C'est les premières développées. L'une des plus **répandues** est le brûlage **de la** brousse en fin de saison sèche. Elle est souvent déconseillée du fait de son **caractère** non sélectif.

L'arrachage des adventices a souvent été conseillé pour le Striga avant la formation des fruits. Le désherbage manuel à l'outil est très **généralement employé** partout en Afrique de l'Ouest, à la daba, à l'hilaire, etc...

### 5.3. CONCLUSION

La recherche sur **la lutte** contre les adventices du mil se justifie par :

- le **rôle** important de la lutte contre l'enherbement dans l'intensification et l'accroissement de la productivité ;
- la diffusion de nouvelles variétés et techniques intensives.

Toutefois, ce programme, devra avoir une nette orientation de lutte intégrée. La recherche de méthodes de lutte appropriées doit être basée sur une connaissance suffisante de la flore et des différentes contraintes liées à l'enherbement.

Les études porteront sur :

- la flore : botanique et écologie des adventices ;
- l'évaluation de l'incidence de l'enherbement sur la productivité ;
- l'adaptation des techniques agronomiques à la limitation de l'enherbement ;
- l'expérimentation du désherbage chimique ;
- la comparaison des moyens mécaniques et chimiques pour **définir** les procédés les plus efficaces aussi bien au plan technique qu'économique.

### 6. PROBLEMATIQUE DE LA LUTTE INTEGREE EN CULTURE DE MIL DANS LE SAHEL,

Le concept de lutte intégrée est apparu aux **Etats-Unis** d'Amérique et en Europe dans le cadre d'une agriculture développée, grande consommatrice **d'intrants** et de pesticides en particulier.

Cette agriculture là, avait déjà une longue tradition de recherche et d'investigation comme support et connaissait parfaitement tous ses problèmes **phytosanitaires** contre lesquels de nombreuses solutions qui ont fait leur preuve pour un temps plus ou moins durable ont été développées.

Cette agriculture là était tenue par des fermiers parfaitement intégrés dans l'économie de marché et maniant bien la notion de risque.

Cette **agriculture là** était très hautement productive et répondait déjà à certains ratios de l'économie classique. Evidemment, c'est pour une telle agriculture que Smith **et Reynolds** (1966) avaient donné leur définition de la lutte intégrée qui depuis est passé du concept de contrôle à celui de **lutte** aménagée.

Le mil on l'a vu tout à l'heure, est encore une culture alimentaire de base dans le Sahel. Le paysan plante le mil en pensant d'abord à sa propre survie et à celle de sa famille. La récolte est encore **très peu commercialisée**, il n'existe en réalité dans aucun des pays du Sahel un marché des céréales locales réellement structuré.

Le mil est une culture de la zone sahélienne, c'est-à-dire une zone **margi-nale** pour l'agriculture où aucun pronostic n'est faisable avant que la récolte ne soit faite. Du point de vue phytosanitaire, on en est encore à **découvrir** ses principaux ennemis, dont aucun ne présente une stabilité et une **régularité** comparable à celle du carpocapse du pommier dans le verger français. De plus malgré de nombreuses références, très souvent la distribution géographique est encore objet de débats et quelquefois même, la détermination spécifique ou le type de variabilité des écotypes dans les différents biotopes sont controversés.

**Si l'on** tien à englober toutes les méthodes de lutte appropriées, en tenant compte du milieu et de la **dynamique** des populations des ravageurs pour maintenir ces derniers à des niveaux ne dépassant pas le seuil économique, l'application de la lutte intégrée doit être **revue** dans le cadre du contexte de **l'agriculture** paysanne dans le Sahel. Il **devient** donc indispensable de se poser avec Gegier (1982) sous l'angle de la praticabilité de la méthode, les questions suivantes :

1- **Que doit-on accomplir** dans le **système** de production concerné ?

2- Quelles seront les contraintes (biologiques, techniques, socio-économiques, etc, . . .) dans la conduite des opérations.

Les résultats obtenus par les diverses composantes nationales du projet Lutte Intégrée dans les pays concernés pourraient être utilisés pour formuler une première stratégie de lutte ; mais les difficultés de divers ordres se posent pour développer et appliquer cette approche. Des études approfondies sur le seuil économique, la biologie et l'écologie des principaux ravageurs sont nécessaires et la priorité devrait encore être accordée à la recherche, en attendant que l'application des résultats acquis se fasse au niveau paysan.

La participation de tous les acteurs du développement est souhaitable pour assurer le succès.

En ce qui concerne donc le mil l'accent devrait être mis sur une combinaison de la résistance variétale et de la lutte biologique comme fondement. Cette combinaison idéale ferait intervenir le moins possible le paysan. D'autres techniques complémentaires comme l'enfouissement ou le brûlage des tiges ou encore le labour de fin de cycle seraient utilisés en fonction du ravageur visé. La lutte chimique ne pourra être totalement écartée mais un choix judicieux devra être fait quant aux cibles et aux produits.

Le mil, culture alimentaire de base dans le Sahel sera cultivé quelle que soit la situation, mais une approche pluridisciplinaire des problèmes phytosanitaires qui se posent à elle, s'intégrant parfaitement dans le système de culture peut apporter une solution durable et assurer un gain réel qui ne pourra pas être mesuré en terme économique, mais plutôt en terme de stabilité de production ou de constance de la récolte. C'est cela qui constituerait un pas décisif appréciable pour le paysan du Sahel.

## BIBLIOGRAPHIE

- Anonyme 1977. Rapport d'activité : **cultures exondées, Division d'entomologie**, Centre National de Recherches Agronomiques (CNRA), Bambey, **Sénégal** 47 pp.
- Anonyme Rappports d'activités de la Division de Malherbologie, 1972, 1973, 1974, 1975, 1976, 1977 - CNRA, Bambey : Multigr.
- Appert, J., 1957. Les parasites animaux des plantes cultivées au Sénégal et au Soudan. Gouvernement général de l'Afrique Occidentale Française, Jouve, Paris, 292 pp.
- Ayensu, E.S. et al, 1984. Striga biology and control - ICSU-Press **IDRC-216 pp.**
- Bhatnagar, V.S. 1983. Rapport d'activité (juin-octobre 1982). Programme de lutte biologique. Projet,, Niore du Rip, Sénégal, 28 pp.
- Bhatnagar, V.S. 1984. Rapport d'activité (novembre 1982-octobre 1984). Programme de Lutte **Biologique**. Projet CILSS, Niore du Rip, 78 pp.
- Bonzi, S.M. 1977. La situation des foreurs des **graminées** au Burkina Faso. Réunion sur les foreurs des graminées, **8-11**, novembre 1977, **Bouaké, Côte d'Ivoire**, 6 pp.
- Bonzi, S.M. 1981. Note sur la **cicadelle** du sorgho Poophilus costalis Agron. Trop., **36:185-87.**
- Bos. W.S. 1983. Rapport d'activité de campagne d'hivernage 1982. Programme de Profil des Pertes. Projet CILSS, Niore du Rip, 35 pp.
- Coutin, R. 1970. Influence de deux insecticides sur la biocénose de Geromyia penniseti. Felt. au Sénégal pp. 600-01 In Proceedings septième congrès sur la protection des plantes, Paris.
- Coutin, R. & Harris, K.H. 1968. The taxonomy, distribution, biology and economic importance of the millet grain midge, Geromyia penniseti (Felt.) **gen.n.comb.n.** (Dipt., cecidomyiidae). Bull. Entomol. Res. **59:259-73**
- Coutin, R. & Harris, K.M. 1974. Biologie de Contarinia sorghi (Harris) **comb. nov. sur le mil** au Sénégal (Dipt., Cécidomyiidae). Ann. Soc. Entomol. France, **10:457-65.**
- Cramer, H.H. 1967. La protection des plantes et les récoltes dans le monde - Bayer, Pflanzenschutz - Leverkusen.
- Dakouo, D., Gomez, L., Ouédraogo, A., Yaro, A. et **Zampalégré, A.** 1984. Rapport annuel (Entomologie), Projet CILSS, Ouagadougou, Burkina Faso, 23 pp.
- Deeming, J.C., 1971. Some species of Atherigona Rondani (Diptera, Muscidae) from northern Nigeria with **special reference** to those **injurious** to cereal crops. Bull. Entom. Res., **61:133-90.**
- Deeming, J.C. 1979. A new species of Dicraeus loew (Diptera, chloropidae) attacking , millet in **West Africa**, and its related species. Bull. Entomol. Res. **69:541-51.**
- Deuse, J.P.L., Hernandez, S., 1978. **Désherbage** chimique du mil au **Sénégal** in compte rendu **3è** symposium sur le désherbage des cultures tropicales - Coloma, **Dakar.**
- Diallo, S. 1984. Les mauvaises herbes des cultures pluviales du Secteur Centre - Nord du Sénégal - **Mémoire** de fin d'étude - E.S.A.T.
- Doumbia, Y.O., Sidibé, B. et **Bonzi, M.S.** 1984. Rapport annuel 1983 (Entomologie), Projet **CILSS**, Bamako, Mali, 86 pp.

- Gahukar, R.T. 1981. Biological control of **insect pests** of sorghum and **pearl** millet in West Africa. pp. 68-91. In Proceedings of **conf.** On biological control of pest : its **potential** in West Africa. **USAID, Dakar, Sénégal.**
- Gahukar, R.T. 1983a. Rapport d'activités de l'hivernage 1982. Programme d'entomologie, Projet CILSS, Nioro du Rip, 52 pp.
- Gahukar, R.T. 1983b. Rapport d'activités de l'année 1981-82. Programme d'entomologie, Projet CILSS, Nioro du Rip, spp.
- Gahukar, R.T. 1984. Rapport d'activités de l'année 1983. Programme d'entomologie, Projet CILSS, Nioro du Rip, 52 pp.
- Gegier, P.W. 1982. The concept of pest management-integrated **approaches** to pest management. Prot. Ecol, 4:247-50.
- Guevremont, H. 1982. Etude sur la mineuse de l'épi et autres insectes du mil. Rapport de recherches pour l'année 1981. CNRA, Tarna, Niger, 57 pp.
- Guevremont, H. 1983. Recherches sur l'entomofaune du mil. Rapport annuel de Recherches pour 1982. CNRA, Tarna, Niger, 69 pp.
- Harris, K.M. 1962. **Lepidopterous** stem borers of cereals in Nigeria. Bull. Entomol. Res., 53:139-71.
- ICRISAT, 1981. Annual report, International **crops.** Research Institute for the **Semi-Arid** Tropics, Bambey, 26 pp.
- ICRISAT, 1984. Summary of annual report 1983-millet entomology. ICRISAT, Sahelian Centre, Niamey, Niger, 26 pp.
- Ingram, W.R. 1958. The lepidopterous stemborers associated with gramineae in Uganda. Bull. Entomol. Res., 49 : 367-83.
- Khoury, H. 1984. Rapport annuel 1983 (Profil des Pertes), **Projet CILSS, Tarna,** 43 pp.
- Laporte, B. 1977. Note concernant des Noctuidae (Melicleptriinae) dont les chenilles sont **mineuses** des chandelles de mil au Sénégal. Agron. Trop. 32 : 429-32.
- Launois, M. 1978. Manuel pratique d'identification des Principaux **acridiens** du Sahel. GERDAT, Montpellier, France, 297 pp.
- Magema, N.S. 1984. Synthèse d'observations. Ennemis des cultures **vivrières** (hiver-nage 1983). Projet CILSS, Nouakchott, Mauritanie 56 pp.
- Maïga, S.D. 1984. Rapport annuel 1983. Projet CILSS, Ouagadougou, 16 pp.
- Ndoye, M. 1977. Synthèse de quelques résultats sur les insectes foreurs des mil et sorgho au Sénégal. **CNRA, Bambey,** 15 pp.
- Ndoye, M. 1978. Données nouvelles sur la biologie et l'écologie au Sénégal de la chenille poilue **du** niébé, Amsacta moloneyi Drc. (Lepidoptera, Arctiidae); 1. Voltinisme et dynamique des populations. Cah. **ORSTOM, Ser. Biol.-vol** XIII N°4, 1978 : 312-331.
- Ndoye, M. 1979a. **L'entomofaune** nuisible du mil à chandelle (Pennisetum typhoides) au Sénégal. pp 515-530. In Proceedings du congrès sur la lutte contre **les** insectes en milieu tropical, Marseille, France.
- Ndoye, M. 1979b. New millet **spike** pest in Senegal and the Sahelian Zone. FAO Plant Prot. Bull. 27 : 7-8.
- Ndoye, M. 1979c. **Contrôle** cultural et lutte **aménagée** dans la protection des cultures **céréalières** contre les principaux déprédateurs dans le Sahel.. **Multi.** **CNRA,** 7 pp.

- Ndoye, M. 1980. Goniozus procerae Ris. (hyménoptère, Bethyridae), ectoparasite larvaire d'Acigona ignefusalis Hampson (Lepidoptère, Pyralidae, crambinae). Bull. IFAN (Série A) 42 : 394-400.
- M**Baye, D.F. 1984. Recherches sur les maladies du mil. Rapport annuel 1983. Collection études techniques du CNRA. **N°39/84**.
- Risbec**, J. 1950. La faune entomologique des cultures au Sénégal et au Soudan Français Gouvernement général de l'Afrique Occidentale Française, Jouve, Paris, 638 pp.
- Shinde, P.A. and Bhide, P.V. 1958, Ergot of bajri (Pennisetum thyphoides) in **Bombay** state. Curr. Sci. 27 : 499-500.
- Smith, R.F. et Reynolds H.T. 1966. Principes, **définitions** and **scope** of integrated pest control Pro, FAC), Symposium on integrated pest control 1 11-17.
- Usua**, E.J. 1968. The biology and ecology of Busseola fusca and Sesamia species in south-western Nigeria. 1. Distribution and population studies. J. Econ. Entomol., 61 : 830-33.
- Vercambre, B. 1978. Raghuva spp. et Masalia sp.; chenilles des chandelles du mil en zone sahélienne. Agron. Trop., **33:62-79**.
- Zethner, O. and Oliver, S. 1984. Annual report 1983. CILSS Project ; Yundum, Gambia, 34 pp.

du Développement de supprimer l'azote-starter de la fumure minérale de l'arachide, recommandation fondée sur les résultats du programme FAO/IAEA 1974-76. Autre exemple : on sait maintenant que tout stress hydrique sur arachide entraîne une absorption plus grande d'azote du sol, d'où nos recommandations vigoureuses concernant le recyclage organique dans les sols cultivés intensivement (et traditionnellement, en raison des irrégularités dans l'application de l'engrais azoté) ; ces recommandations s'appliquent particulièrement au Bassin arachidier du Sénégal en zone soudano-sahélienne dont on connaît les aléas climatiques.

Rappelons nos résultats<sup>(1)</sup> de screening des variétés de soja sur le critère de l'économie de l'azote<sup>(2)</sup> sur la possibilité d'accroître le rendement du soja par l'inoculation mycorhizienne sans que cela entraîne une absorption supplémentaire d'azote du sol (maintien du capital de fertilité), accroissement dont l'équivalent protidique en mil est de 1300 kg/ha de grain.

Enfin, il importe de noter les perspectives prometteuses d'utilisation de cette méthode en agroforesterie.