

CHAPITRE XV

CONTRAINTES PHYTOSANITAIRES DU MIL DANS LE SAHEL: ETAT DES CONNAISSANCES ET PERSPECTIVES

D . F . MBAYE
ISRA/CNRA de Bambey ; Sénégal

Le mil est la culture sahélienne par excellence où il constitue l'aliment de base des populations. Plus de 50 % des surfaces emblavées en mil en Afrique se trouvent dans le Sahel. Cependant sa production est insuffisante pour satisfaire les besoins des populations à cause des rendements à l'hectare très faibles. Cette production du mil est limitée par des contraintes biotiques et abiotiques.

Le mil est victime de déprédateurs de tous ordres : insectes (chenilles mineuses de la chandelle, foreurs de tiges, diptères ravageurs, coléoptères), des maladies (mildiou, charbon, ergot), adventices (Striga, Dicotylédones annuelles, Graminées annuelles, Cyperaceae), oiseaux granivores (*Quelea quelea*, *Q. erythroptus*, *Passer luteus*), rongeurs nuisibles (*Arvicanthis niloticus*, *Mastomys sp*), des insectes des stocks (*Sitotrogo céréallela*, *Tribolium castaneum*, *Rhizoperta dominica*), des iules (*Peridontopyge rubescens*, *P. conani*). Face à cette pression phytosanitaire sur le mil qui lui occasionne de nombreux dégâts, des recherches sont menées au niveau des programmes nationaux des pays du CILSS, des projets régionaux, des institutions internationales. Dans ce cadre, plusieurs acquis ont été obtenus dans tous les domaines: en pathologie, entomologie, malherbologie. Toutefois, malgré l'existence des acquis très importants en matière de protection du mil contre ces ennemis, les résultats sont peu diffusés en milieu paysan. En outre, certains résultats sont soit insuffisants, soit sectoriels pour pouvoir être utilisables en milieu paysan et doivent par conséquent être complétés. D'autres se sont avérés inadpatés ou obsolètes, ce qui implique leur réadaptation ou leur abandon. Par conséquent, des thèmes prioritaires de recherche à poursuivre ou/et à entreprendre ont été proposés et des stratégies tracées.

La pression parasitaire, dans les conditions actuelles de culture du mil dans le Sahel est l'une des principales contraintes à l'élévation de la production du mil. En effet, on s'est rendu compte que dans le Sahel cette culture est attaquée par des ravageurs et ennemis de tous ordres : des insectes, des maladies, des adventices, des oiseaux. C'est pourquoi la mise au point et l'application de méthodes rationnelles de lutte contre les principaux ennemis du mil constituent un des moyens d'accroissement de sa productivité.

La présente synthèse fait le point sur les principaux ravageurs et ennemis du mil et leur importance dans le Sahel, les acquis des connaissances et les axes prioritaires de recherche à poursuivre ou à entreprendre.

I - ENTOMOFAUNE NUISIBLE AU MIL DANS LE SAHEL

Les insectes nuisibles au mil ont déjà fait l'objet de plusieurs travaux (Risbec 1950 ; Appert, 1957). Près de 300 espèces nuisibles appartenant aux principaux ordres d'insectes ont été recensées.

Il apparaît que les espèces les plus dangereuses appartiennent généralement aux ordres des lépidoptères, des diptères et parfois des coléoptères. Actuellement, quelques espèces ou groupes d'espèces à cause de leurs dégâts qu'ils occasionnent sur le mil dans le Sahel ont attiré l'attention des entomologistes. Il s'agit :

- du groupe des chenilles mineuses de la chandelle ;
- du groupe des foreurs de tiges ;
- du groupe des diptères ravageurs du mil ;
- du groupe des coléoptères ;
- de la chenille poilue du niébé devenue nuisible au mil.

A - Groupe des mineuses de la chandelle

Les chenilles des chandelles, inconnues jusqu'en 1973, comme ravageurs du mil, sont des espèces endémiques à la zone sahélienne. En effet, l'espèce *R. albipunctella* avait été décrite dans la région dès 1925 et Risbec 1938 en récolta des exemplaires, conservés à l'IFAN (Dakar), sous le nom de *Timora sp.* Des exemplaires de l'espèce *R. confertissima* récoltées de l'Air sont également dans la même collection (Ndoye M. 1979).

L'explosion des chenilles des chandelles ces dernières années est due à l'évolution de l'environnement qui a favorisé la coïncidence entre le stade phénologique de la plante et le stade nuisible de l'insecte. Le complexe des chenilles mineuses des chandelles renferme une dizaine d'espèces des genres *Raghuva*, *Masalia* et *Adisura* (Vercambre, 1978 ; La Porte, 1977 ; Ndoye, 1979). Parmi celles-ci, l'espèce dominante et la plus nuisible au Sénégal est *R. albipunctella* (Ndoye, 1979 ; Bhatnagar, 1984). Les pertes varient de 3,8 à 34,1 %.

Les enquêtes menées depuis 1983 avec une moyenne de 11,8 % (Bhatnagar, 1985) au Niger ont permis de montrer que ce ravageur est présent dans toute l'aire de culture du mil, mais les zones de plus fortes infestations sont situées dans les régions de Filingué, Say, Guéchémé, Birni N'konni, Maradi, Mayahi, Tessaoua et Magaria. Dans ces zones, plus de 70 % des épis sont attaqués. Elles sont comprises entre les isohyètes 300 et 600 mm. Les sols qu'on y rencontre sont généralement très légers et contiennent moins de 5 % d'argile. En 1984, une nouvelle espèce de *Raghuva* a été capturée au Niger. Il s'agit de *Raghuva discalis* dont les captures sont assez importantes en début de campagne et apparaissent plus tôt en saison que celles de *Raghuva albipunctella*.

Raghuva albipunctella est aussi un sérieux ravageur du mil dans la partie centrale de la Gambie (11 % de perte), dans la zone sahélienne du Tchad (25 % de perte en 1985 et 2 % en 1986), de Kaédi aux Hodhs en Mauritanie (sud du pays) au Burkina faso (16,7 à 46,3 % de perte au nord du pays).

B - Groupe des foreurs de tige

Une dizaine d'espèces de foreurs endommagent le mil, à partir d'un mois et demi jusqu'à la récolte (Gahukar, 1984). Parmi ces espèces deux se sont avérées les plus dangereuses : *Acigona ignefusalis* et *Sesamia calamistis*. Le premier le plus important sur les variétés précoces et le deuxième sur les variétés tardives (Ndoye M., 1982). 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 pendant toute l'année. Les larves d'*Acigona* détruisent 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 larves de *Sesamia* quant à elles, pénètrent directement dans la tige.

Acigona peut développer 2 à 3 générations durant la saison de culture et la larve passe la saison sèche dans la tige en diapause (Gahukar 1983). En Mauritanie *A ignefusalis* est surtout important dans les deux Hodhs, le long de la frontière avec le Mali. Peu de dégâts ont été observés sur la variété HKBTIF. (Magama, 1987). Au Tchad, les études d'importance de ce borer ont indiqué sa présence spécifique dans la région de Bokoro (Est de la zone sahélienne), et son absence dans les régions de Massenya, Guelendeng et Gassi. L'incidence des attaques à Bokoro a été estimées à 50 % en 1985 et à 20 % en 1986 (Fao, 1987). D'importants dégâts ont été observés sur les variétés traditionnelles au Mali (Ndoumbia *et al.*, 1984), au Burkina (Bonzi, 1977), au Sénégal (Ndoye, 1982) et au Niger (Maiga, 1984).

C - Groupe des diptères ravageurs du Mil

Ce groupe comprend des espèces appartenant à des familles très diverses et se partagent en deux sous-groupes en fonction de la partie parasitée :

- Ceux qui attaquent les jeunes plantules et provoquent ce qu'on appelle le "coeur mort". Ce sont *Diopsis collaris* Westwoud (*Diopsidae*) *Atherigona sp.* (*Anthomyiidae*) Ces espèces creusent des galeries dans les plantules du mil qui affaiblies meurent. *Atherigona*, communément appelé mouche du pied s'attaque sévèrement au mil dans les 15 jours avant le démariage (Ndoye M., 1979). Les espèces les plus dommageables au mil sont *A. quadripunctata* Mossi et *A. approxiata* Malloch. (Gahukar, 1983).

- Ceux qui détruisent les graines provoquant ainsi l'avortement des épis : *Géromya Penniseti* felt (*Cécidomyiidae*) Cette espèce cause des dégâts très importants pouvant atteindre 100 % dans certaines zones de défriche récente du Sud du Sénégal. Cette espèce semble répandue dans toute la zone de culture du mil au Sénégal. Mais la dynamique de l'espèce semble marquée par un fort taux de parasitisme. Ce ravageur a été également signalé comme le Dyprière le plus nuisible au mil au Niger.

D - Groupe des Coléoptères

Plusieurs coléoptères attaquent le mil dont les plus importants sont : *Meloidea* (*Mylabris holosericae* KL ; *Psalydolytta flavicornis* MKL *P. Fusca*; *P. vestita*) *Scarabaeidae* (*Rhinyptia infuscata* Burm).

Psalydolytta vestita est un ravageur qui occasionne des dégâts importants dans le Guidimaka (en Mauritanie) où le niveau des pertes peut atteindre 100 % (Magemans, 1987). En Gambie les méloïdes les plus importants ont été *Psalydolytta fusca* (60 %) et *Mylabris holosericae* (87 %). Leurs dégâts y sont estimés de 4 à 48 % avec une moyenne de 15-20 %. Les variétés locales aristées ont été les moins attaquées (Ole, 1987). Cependant, il a été observé au Mali que là où de telles variétés étaient en monoculture, elles souffraient fortement des attaques des méloïdes (Doumbia *et al.* 1984). Au Sénégal, l'étude de la dynamique des populations des méloïdes a montré que leur abondance coïncide le plus souvent avec la floraison du mil à cycle court. Leurs dégâts sont beaucoup plus sensibles au Sud du Sénégal où les pertes peuvent être totales.

Ces dernières années *Psalydolytta vestita* Dufour est apparu comme étant un ravageur très nuisible du mil dans les régions sahélienne du Mali. La région de Kayes, située dans la vallée du fleuve Sénégal et celle de Nioro du Sahel ont été les plus touchées avec 60 à 100 % de pertes. (Doumbia, 1989).

Parmi les *Scarabaeidae*, *Rhinyptia infuscata* (Burm) a été reconnu le plus nuisible du mil en 1987 au Niger où plus de 500 000 adultes par ha ont été observés (Lukefahr and Mamalo, 1989). Guevremont (1983) avait noté qu'à Maradi au Niger, les adultes étaient observés à partir du début Juin et le maximum est atteint en fin septembre quand on peut trouver 5 adultes par épi. Gahukar et Pierrard, (1983) avaient signalé que les adultes de *Rhinyptia* à Bambey au Sénégal attaquaient aussi bien le mil que le sorgho et avaient dénombré jusqu'à 15 adultes par épi de mil. Les récents travaux de Lukefahr et Mamalo (1989) ont montré que malgré la discrétion de l'action du *Rhinyptia*, à cause des habitudes alimentaires nocturnes, ce ravageur ne cause pas moins de dégâts sur mil et mérite beaucoup d'attention de la part des entomologistes.

E - La chenille poilue

Plus connue sur l'arachide et le niébé, la chenille poilue (*Amsacta moloneyi dro*) a très fortement réagi à l'évolution du climat à la suite des longues années de sécheresse dans le Sahel et a développé deux générations naturelles au lieu d'une habituellement observée (Ndoye, 1978) et a commencé à s'attaquer aux jeunes plants du mil (parties végétatives) et aux épis, en fin de cycle. Elle cause annuellement des dégâts appréciables au Sénégal et dans plusieurs pays du Sahel.

F - Ravageurs polyphages

En plus des insectes spécifiques au mil, on peut trouver des ravageurs polyphages qui peuvent causer des préjudices assez grands. Il s'agit :

1) Acridiens ravageurs

a) Sauteriaux

Pendant la saison des pluies 1974, des pullulations acridiennes d'une importance exceptionnelle causèrent d'énormes dégâts dans le Sahel. Ces espèces acridiennes communément appelées sauteriaux étaient considérées jusqu' alors comme secondaires sans importance au point de vue pertes économiques. Parmi les sauteriaux, il est une espèce qui par son abondance, sa capacité de migration et les dégâts causés dans les cultures en général et le mil en particulier, est à l'origine d'importantes pertes financières subies par les agriculteurs. Il s'agit d'*Oedaleus senegalensis*. Cet insecte vit dans la zone tropicale sèche et se déplace rarement en zone désertique et pas du tout en zone tropicale humide.

L'historique des invasions acridiennes a montré que les populations de sauteriaux variaient beaucoup d'une année à l'autre. Elles sont loin d'être maîtrisées et la lutte antiacridienne nécessitera certes de grands moyens et beaucoup d'efforts d'investigation pour les années à venir. D'importants dégâts de *O. nigeriensis*, d'*Hieroglyphus daganensis* et de *Chrotogonus* spp ont été notés en Mauritanie et au Niger.

b) Criquet Pélerin

C'est le criquet Pélerin (*Schistocerca gregaria*) le plus dangereux d'Afrique. Pendant vingt ans l'OCLALAV avait maîtrisé ce fléau de façon préventive mais les moyens d'action lui faisant aujourd'hui totalement défaut, il est envisagé de démanteler son appareil de lutte pour ne laisser qu'un bureau de coordination régional. L'invasion acridienne dans le Sahel en 1988 a surpris tout le monde, par d'abord l'arrivée des criquets deux mois plus tôt que prévu, ensuite deux ou trois reproductions ont eu lieu aboutissant à l'invasion massive et grave du Sénégal, de la Gambie et de la Guinée Bissau. Et finalement une traversée spectaculaire de l'Atlantique a permis au criquet d'atteindre les Caraïbes et l'Angleterre. Ce criquet ravage tout ce qui est vert sur son passage et peut causer des pertes de 100 % sur le mil.

2) Oiseaux granivores

Les ravages causés par les oiseaux granivores sont très graves et sont surtout importants dans les vallées et bassins des fleuves (fleuve Sénégal, boucle du Niger et bassin du Lac Tchad). Parmi les espèces les plus nuisibles, on peut citer *Quelea quelea* (travailleur à bec rouge), *Q. erythrops* (travailleur à tête rouge), *Ploceus cucumillatus* (le gendarme) et *Passer luteus* (moineau doré). Ces espèces sont polyphages et les pourcentages de dégâts sur mil, riz et sorgho varient de 10 à 30 % et parfois plus, surtout sur les variétés précoces qui mûrissent avant les autres.

3) Rongeurs nuisibles

Le problème de rongeurs au Sahel ne date pas d'aujourd'hui. Au Sénégal, la dernière grande invasion remonte aux années 1974-75. Les études de l'ORSTOM menée en 1986 et 1987 au Sénégal ont montré d'importantes populations dans la vallée du fleuve Sénégal et dans le Département de Louga. Les espèces rencontrées sont *Arvicanthis niloticus* et *Mastomys sp.* Ces rongeurs détruisent des jeunes plantules des cultures et grignotent les récoltes en stockage.

Au Mali, pendant l'hivernage 1989, de fortes populations de rongeurs notamment d'*Arvicanthis niloticus* sont signalées à l'office du Niger et dans les régions des lacs Télé et Horo. Les zones de Nioro, Modole, NDébougou, Rourouma, Dogofri, Rolongo et Rokri sont les plus affectées à l'office du Niger. Au Niger, en Juin et début Juillet 1989, des populations de gerboises ont été signalées dans le Département de Zinder notamment dans les Arrondissements de Gouré, Miriah, et Tanout. Dans ces régions 70 à 80 % des poquets de semis à sec ont été déterrés par les rongeurs. Egalement dans le Département de Tahoua, des populations de gerboises ont été observées à Kaiwatan (45 km au Nord de Madaoua)(Sahel PV Info n°14, Juillet 1989). Il est à craindre que les ambitieux programmes de reboisement, les aménagements hydroagricoles (nombreuses digues), les stockages des récoltes ne favorisent davantage la multiplication des rats dans le Sahel dans les prochaines années.

4) Insectes des stocks et iules

Divers insectes ont été identifiés sur le mil stocké dans la plupart des cas sous forme d'épis entiers ou tronçonnés : *Sitotroga cerealella* Oliv ; *Tribolium castaneum* (Hbst) ; *T. confusum* Duv ; *Ephesttia cautella* (Walker) *Rhizoperta dominica* (P) ; *Crytolestes sp.* Mais *S. cerealella* est de loin le ravageur le plus important. Ces insectes sont en général polyphages et attaquent aussi les autres céréales. Ces insectes détruisent 20 à 40 % des céréales après six mois de stockage et 80 à 100 % après un an.

Les iules, myriapodes, sont des prédateurs de nombreuses cultures du Sahel :

- ils peuvent occasionner des dégâts importants à la levée sur maïs, mil, coton, arachide ;
- des attaques à la fructification sur arachide pouvant détériorer d'une façon non négligeable la récolte sont souvent constatées ;
- les iules sont présents dans les périmètres maraîchers. Les études sur la distribution spacio-temporelle des iules au Sénégal ont montré que si le nombre de *Peridontopyge rubescens* et *P. conani* sont capturés pendant tout l'hivernage. *P. spinosissima* et *S. mimeuri* sont, quant à eux, surtout présents en début d'hivernage.

II - LES MALADIES DU MIL DANS LE SAHEL

Outre l'entomofaune, un des facteurs de la faible productivité du mil dans le Sahel est la perte causée par les maladies : champignons, bactéries, virus, mycoplasmes, nématodes. Les plus importantes sont le mildiou, le charbon, et l'ergot. Les autres (pyriculariose, rouille, tâches zonées, viroses, bactérioses) ne causent que des dégâts plus ou moins variables d'une zone à une autre et d'une année à une autre.

A - Le mildiou

Le mildiou (*Sclérospora graminicola* (Sacc.) Schroet) est, sans nul doute, la maladie la plus dangereuse du mil dans le Sahel. Elle a été signalée dans presque tous les pays de la région. Chaque année elle cause des pertes appréciables sur les rendements du mil : 10 % au Nigéria (King and Webster 1970) ; 0,2-21 % au Sénégal (Mbaye, 1988), 0,1-7 % au Niger ; 3,25-21 % au Mali ; 5-10% en Gambie ; 1-10 % au Burkina Faso (Cilss/Pli, 1987). Parmi les facteurs qui ont permis le développement et la dissémination du mildiou dans le Sahel il faut citer le rétablissement des cycles pluviométriques normaux, le non respect des techniques culturales préconisées, le transfert du matériel végétal d'une zone à une autre sans contrôle phytosanitaire, le rétrécissement et l'homogénéisation des bases génétiques des variétés nouvellement cultivées.

B - Le charbon et l'ergot

Le charbon (*Tolyposporium penicillariae* Bref.) occupe la deuxième place après le mildiou dans le Sahel. Cependant, son impact sur les rendements est variable d'une zone à une autre et d'une année à l'autre.

Au Tchad, la sévérité du charbon a varié de 10 à 19 % en 1985 et de 7 % en 1988. Elle semble être la maladie la plus importante du mil dans ce pays (FAO, 1987). En Gambie, cette maladie est de moindre importance ; les pertes y sont estimées entre 0,1-1,3 % (Zethner, 1987)

Les enquêtes menées depuis plusieurs années indiquent qu'au Niger, même pendant les années à bonne pluviométrie comme en 1986, le charbon du mil reste peu préoccupant. Dans la région de Magaria où les plus fortes attaques sont régulièrement constatées, la sévérité moyenne ne dépasse guère 4 %. En Mauritanie, le charbon constitue la principale maladie du mil, cependant les pertes y sont faibles (environ 2 %) et ce uniquement dans la région des Hodhs (Frison et Sadio, 1987). En 1986 au Burkina Faso, on a enregistré des attaques du charbon du mil dans les ORD. Cependant les incidences ont été négligeables dans tous les postes sauf à Saria où la sévérité moyenne a été de 2,5 % au charbon. Au Sénégal, avec la reprise des pluies depuis 1986 l'ergot semble ravir la deuxième place après le mildiou. La sévérité moyenne du charbon a varié de 1 à 20 % en 1985 et de 1 à 4 % en 1986 dans ce pays (Mbaye, 1988). Au Mali, l'incidence du charbon a été moindre en milieu paysan : elle a varié de 0,5 à 4,1 % et de 1 à 4 % en 1985 et 1986 respectivement.

L'ergot (*Claviceps fusiformis* Lov.) est la troisième maladie la plus importante du mil dans le Sahel. Avec le retour des cycles normaux de pluies, la maladie semble reprendre de l'intérêt. La maladie est redoutable à double titre :

- sur les chandelles, à la place des graines, il se forme des sclérotés. Le pourcentage des grains perdus peut atteindre 100 %.
- les sclérotés renferment des substances toxiques pour l'homme et pour les animaux.

Au Sénégal, dans certaines zones, et pendant certaines années, l'ergot occupe la première place parmi les maladies du mil (Région de Louga en 1989).

C - Autres maladies du mil

Les autres maladies fongiques sont la rouille (*Puccinia penniseti* Zimm), la pyriculariose (*Pyricularia setariae* Nisikado), les tâches zonées (*Gleocercospora sorghi*), anthracnose (*Colletotrichum graminicolum*), la dactylophorose (*Dactylophora elongata*), les moisissures des grains (complexe de champignons). Généralement, ces maladies ne causent que des dégâts limités et leur importance varie d'une année à une autre et d'une zone à une autre.

Parmi les maladies bactérienne rencontrées sur le mil dans le Sahel il faut citer "les stries bactériennes" et le "bacterial blotch". Leurs dégâts sont de peu d'importance. Les études effectuées au Mali par Vuong et al. (1988) ont pu montrer que l'agent pathogène responsable de stries foliaires bactériennes sur le mil est le *Pseudomonas rubrilineans* qui est aussi capable d'attaquer le sorgho et la canne à sucre. Les prospections effectuées pendant la campagne agricole 1988 à Sotuba, Ntara et Longorola au Mali ont montré que l'incidence de *P. rubrilineans* sur le mil est encore insignifiante (0,6 à 7,1 %). Le "bacterial blotch" due à *Pseudomonas sp.* attaque aussi les autres céréales. Mais son incidence se limite à quelques tâches foliaires.

Les maladies virales signalées sur le mil sont Freckled Yellow Diseases et la mosaïque de la canne à sucre (SCM). Ces maladies sont généralement peu importantes dans le Sahel.

III - LES ADVENTICES DU MIL DANS LE SAHEL

Les mauvaises herbes constituent un grand problème dans la culture du mil dans la zone sahélienne de l'Afrique de l'Ouest. Carson (1988) avait fait un inventaire assez exhaustif des adventices du mil qu'on rencontre dans cette zone. Le mil est généralement concurrencé par trois groupes d'adventices :

- les Dicotylédones annuelles à larges feuilles dont les plus importantes sont : *Cassia obtusifolia*, *Commelina benghalensis*, *Synedrella nodiflora*, *Mitracarpus villosus*, *Acanthospermum hispidum*, *Zornia glochidiata*, *Spermacoce stachydea*, *Borreria spp.*, *Corchorus tridens* et *Sida spp.* Ces espèces adventices apparaissent dès le début de la culture du mil .

- **Les Graminées annuelles** qui constituent le groupe le plus important des herbes nuisibles du mil. Elles apparaissent dès les premiers stades de croissance du mil. Les plus importantes sont : *Cenchrus biflorus*, *Digitaria spp.*, *Brachiaria spp.*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Pennisetum pedicellatum*, *Paspalum scrobiculatum*, *Eleusine indica*, *Eragrotis tremula*.

- **Les Cyperacées** qui forment le groupe le moins important. Les espèces les plus fréquemment observées sont *Kyllingia squamulata*, *Cyperus amabilis*, *Bulbostylis barbata* et *Fimbristylis spp.*

Parmi les espèces qui parasitent le mil, il faut citer le *Striga hermonthica* qui est un parasite obligatoire qui vit au dépend du mil. Cette espèce cause des dégâts appréciables. Au Burkina, l'infestation du *Striga* a varié de 0,1 à 52,7 pieds/m² dans les 512 champs observés en 1984. La zone la plus infestée est le Nord de Bobo Dioulasso où on a observé plus de 10 pieds/m² en moyenne tandis que la moyenne du reste du pays tourne autour de 5 pieds/m² (Ouedraogo, 1985) En 1985, la moyenne de l'infestation n'a été que de 2,8 pieds/m². Par ailleurs, l'infestation du *Striga* dans les cultures associées a été supérieure à celle des cultures pures de chaque céréale (Simaga, 1985). Au Mali, en 1984, le pourcentage d'infestation de *Striga hermonthica* a varié de 20 % (poste de Kita) à 100 % à Longoroba. 80 % des champs ont été attaqués avec une moyenne de 50 pieds/m². En 1985, la moyenne n'a été que de 7,3 pieds/m². Les enquêtes effectuées en champs paysans au Niger ont montré que le *Striga* est présent dans toutes les zones de production du mil à l'exception de la région de Ouallam, au Nord de Niamey. Dans les Départements de Zinder et de Maradi ainsi que dans la zone de Bengou-Gaya, le mil a été sévèrement attaqué par le *Striga* durant les campagnes agricoles de 1985 et 1986, contrairement à 1984. La densité avait atteint 75.000 pieds/ha dans ces zones (Fao, 1987). Les résultats des observations effectuées au Sénégal par Diallo (1985) avaient montré que les pourcentages des champs attaqués varié de 24 % à Sokone à 76 % à Vélingara. Près de 26 % des champs avaient plus de 5 pieds de *Striga*/m². Actuellement, les champs de mil sont fortement infestés par le *Striga* dans l'ensemble du Sénégal. En Mauritanie le *Striga* a été surtout important dans le Guidimaka dans les champs de sorgho. Sa présence était moins importante dans les champs de mil (Magama, 1987). Les observations effectuées au Tchad ont montré que c'est la région de Guelendeng qui est la plus infestée par le *Striga hermonthica* où cette adventice réduit notablement les rendements du mil (Fao, 1987).

IV - CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

A - Les acquis de la recherche

L'analyse des contraintes phytosanitaires du mil dans le Sahel fait ressortir que le mil est sujet à des attaques de plusieurs ordres. Face aux contraintes identifiées, des recherches sont menées au niveau des programmes nationaux des pays du CILSS, des projets régionaux (Projet Régional de Lutte Intégrée contre les ennemis des cultures vivrières dans le Sahel (1980-1987)) et des Institutions Internationales (ICRISAT, CIRAD, FRIPAS, FAO, OCLALAV) afin d'acquérir des connaissances sur la biologie de ces ennemis et définir des stratégies rationnelles de lutte. Des acquis ont été obtenus en phytopathologie, en entomologie et en malherbologie.

• **En phytopathologie**, il a été établi que les principales maladies du mil sont le mildiou (*S. graminicola*), le charbon (*T. Penicillariae*) et l'ergot (*C. fusiformis*), les autres maladies (pyriculariose, rouille, tâches zonées, phyllosticta, pokkah boeng, viroses, et bactérioses) ne semblent causer que des dégâts limités. L'essentiel des connaissances sur leur répartition géographique et leur impact sur les rendements, sur leur biologie et l'épidémiologie, pour ces trois principales maladies, est maîtrisé. En outre, des résultats importants sur les méthodes de lutte contre ces maladies ont été obtenus.

• **En entomologie**, des acquis sur l'inventaire des insectes nuisibles et des ennemis naturels, la dynamique des populations, sur la biologie et des méthodes de lutte contre des ravageurs-clés existent. Malgré un nombre très important de nuisibles inventoriées, ceux qui causent des dégâts économiquement importants sont : *H. albipunctella* (Raghava), *Acigona ignefusalis* (Coniesta), *Sesamia calamistis*, les méloïdes et *Rhinyptia infuscata*. Des connaissances assez précises sur l'utilisation des ennemis naturels comme *Bracon hebetor* et *Litomastix* contre *H. albipunctella* sont acquises. Les résultats sur la rentabilité de la lutte chimique contre les insectes du mil ont été obtenus au Mali et prouvent que cette méthode de lutte n'est pas rentable dans les conditions de ce pays.

• **En malherbologie**, il apparaît que *Striga hermonthica* est devenu un fléau très grave dans les pays du Sahel. Des résultats quant aux méthodes de lutte contre cette adventice (lutte chimique, techniques d'association de cultures, lutte intégrée...) sont obtenus.

• **En stockage**, il convient de noter que c'est seulement au Sénégal qu'un programme de recherche digne de ce nom est mené sur ce sujet. Sur le mil comme il a été souligné précédemment, c'est *Sitotroga cerealella* qui a été signalé comme principal ravageur des stocks. Des acquis sur sa bio-écologie, sur des techniques culturales, lutte chimique et de résistance variétale ont été obtenus.

B - Propositions d'axes de recherche

Malgré l'existence des acquis très importants en matière de protection du mil contre ces ennemis, les résultats sont peu diffusés en milieu paysan. En outre, certains sont insuffisants ou sectoriels pour pouvoir être utilisables en milieu paysan et doivent par conséquent être complétés. D'autres se sont avérés inadaptés ou obsolètes, ce qui implique leur réadaptation ou leur abandon. L'examen des différents résultats obtenus, surtout, quant à leur application dans le milieu pour lequel ils sont destinés, nous amène à proposer à poursuivre ou/et à entreprendre des thèmes prioritaires de recherche suivants :

• Phytopathologie

- poursuite des études sur la biologie et l'épidémiologie des trois maladies du mil (mildiou, charbon et ergot) ;
- criblage pour la résistance ;
- étude de la nature des résistances identifiées (génétique, morphologique et biochimique) ;
- étude de la variabilité physiologique des agents pathogènes ;
- développement des méthodes de lutte intégrée.

• Entomologie

- développement des études sur la levée de diapause de *H. albipunctella* et *A. ignefusalis* pour la mise en place d'élevages en masse pour des infestations artificielles dans le cadre de test pour la résistance variétale ;
- poursuite des études sur leur bio-écologie et orienter les études sur la dynamique des populations vers l'amélioration des méthodes de lutte ;
- détermination des seuils d'intervention des principaux ravageurs ;
- développer des méthodes de lutte biologique contre les principaux ravageurs ;
- lutte intégrée contre les ravageurs du mil.

• Malherbologie

- évaluation précise de pertes occasionnées par *Striga* ;
- poursuite des études sur la bio-écologie du *Striga* ;
- mise au point de méthodes intégrées de lutte contre le *Striga*.

• Stockage

- profil des pertes ;
- étude de l'efficacité des méthodes traditionnelles de lutte ;
- résistance variétale.

Il faut reconnaître que beaucoup de thèmes recensés ici ne sont pas seulement du ressort des défenseurs des cultures et leurs solutions doivent être recherchées en synergies avec les autres partenaires et clients. En effet, toutes les études concernant la résistance variétale doivent être menées en collaboration avec les sélectionneurs. Quant aux études concernant les techniques culturales de lutte, elles nécessiteront sans nul doute l'intervention des agronomes. En outre, toute la problématique concernant les études épidémiologiques et les facteurs de l'environnement exigera la collaboration des agroclimatologistes.

Par ailleurs, pour lever le goulot d'étranglement de la diffusion des résultats, il est important de tenir compte de la "capacité d'assimilation" des clients de la recherche. A cet effet, on privilégiera la création de technologies simples mais efficaces, facilement "assimilables" par les paysans, adaptées à leurs conditions socio-économiques. C'est pourquoi, on favorisera les essais en milieu réel où le paysan est considéré comme un partenaire et non un outil de collecte de données pour le chercheur. En outre, il est indispensable de mener des actions de formation pour les agents de développement, des étudiants des écoles de formation et des paysans partenaires.

Enfin, des études sur les impacts des méthodes de lutte préconisées, sur les freins et les répercussions socio-économiques de leur transfert en milieu paysan doivent être menées en collaboration avec les socio-économistes. Egalement, pour éviter des duplications on doit tenir compte des recherches déjà en cours.

BIBLIOGRAPHIE

- APPERT (J.), 1957. Les parasites animaux des plantes cultivées au Sénégal et au Soudan. Gouvernement Général de l'Afrique Occidentale Française Couve, Paris. 292 pp.
- BHATNAGAR (V. S.), 1984. Rapport d'activité (Nov. 1982-Oct. 1984). Programme de lutte biologique Projet Cilss, Niore-duRip, Sénégal. 78 pp.
- BONZI (S. M.), 1977. La situation des foreurs des graminées au Burkina faso. (Réunion sur les foreurs des graminées 8-11 Nov. 1977, Bouaké Côte d'Ivoire). 8 pp.
- CARSON (A. G.) and PORMENTINA (M.), 1985. Annual Report on Weeds studies 1985. Banjul, Gambia 48 pp.
- CARSON (A. G.), 1988. Contrôle des mauvaises herbes dans la production du mil dans le Sahel. Sahel PV INFO N 2 : p 12-13
- CILSS (Comité Permanent Interétat de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel), 1987. Projet Lutte Intégrée. Compte rendu de la réunion technique annuelle, 2-7 Février 1987, Banjul, Gambia : CILSS.
- DIALLO (S.), 1988. Synthèse des actions de recherches sur le Striga au Sénégal en 1985. ISRA/CRA-Djibelor. 10 p.
- DOUMBIA (Y. O.), 1989. Quelques éléments de la biologie de *P. Vestita*, ravageur du mil au Sahel. PV-INFO N 14 : 16 -18.

- DOUMBIA (Y. O.), SIDIBE (B.) et BOUZI (M.S.), 1984. Rapport annuel 1988 (entomologie). Projet CILSS/PLI. Bamako, Mali. 86 pp
- FAO (Food and Agriculture Organisation of United Nations), 1987. Programme de Coopération FAO/CILSS-PLI. Conclusion et recommandations du Projet Rome : FAO.
- FRISON (E. A.) et SADIO (D.), 1987. Les maladies du sorgho et du mil en Mauritanie. FAO Plant Prot. Bull. vol. 35 (2) : 55-61.
- GAHUKAR (R.), 1983. Rapport d'activité de l'hivernage 1982. Programme d'Entomologie du CILSS-PLI, Nioro-du-Rip, Sénégal. 52 pp.
- GAHUKAR (R.) and PERRARD (G.), 1983. Chafer beetles as a pest of sorghum and pearl millet. FAO Plant Protect. Bull. 11 (4) : 168-69.
- 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 en Nigéria. Bull. entomol. Res. 53 : 139-171.
- LA PORTE (B.), 1977. Note concernant des Noctuidae (*Melicleptriinae*) dont les chenilles mineuses des chandelles de mil au Sénégal. Agron. Trop. 32 : 429-32
- LUKEFAHR (M.J.) and MAMELO (A. K.), 1989. Note on the populations dynamics of *Rhinyptia infuscata* (Scarabeidae) : a serious pest of millet. ICRISAT/CSI Niger. 7pp.
- MAGEMA (N. B.), 1987. Rapport final. Projet CILSS/PLI (21 Février 1981-31 Mars 1987). Nouachott - Mauritanie. 9 pp.
- MAIGA (S. D.), 1984. Rapport annuel 1983. Projet CILSS/PLI Ouagadougou, Burkina faso. 16 pp.
- MBAYE (D. F.), 1988. Méthode simple d'évaluation des pertes occasionnées par le mildiou (*S. graminicola*), le charbon (*J. penicillariae*) et l'ergot (*C. fusiformis*) du mil. (Atelier du mil de l'ICRISAT, Zaria Nigeria 1988). 10 p.
- NDOYE (M.), 1977. Synthèse de quelques résultats sur les insectes foreurs du mil et sorgho au Sénégal. ISRA/GNRA-bambey 15 pp.
- NDOYE (M.), 1979. a). L'entomofaune nuisible du mil à chandelle (*P. Typhoides*) au Sénégal. In Proceeding du Congrès sur la lutte contre les insectes en milieu tropical. Marseille, France : 515-530.
- NDOYE (M.), 1979. b). New millet spike pest in Sénégal and the Sahelien zone. FAO Plant Prot. Bull. 27 : 7-8.
- NDOYE (M.), 1982. Programme de recherches entomologiques du mil de l'ISRA (1ère réunion des Comités Scientifiques Nationaux du Projet Régional d'Amélioration des mils, sorgho, niébé, maïs du CILSS à Tarna, Niger. ISRA/CNRA de Bambey. 6 pp.

- OUEDRAOGO (O.), 1985. Rapport annuel de Malherbologie du Projet CILSS/PLI - Burkina faso. 18 p.
- RISBEC (J.), 1950. La faune entomologique des cultures au Sénégal et au Soudan Français. Gouvernement Général de l'A.O.F Jouve, Paris, France. 638 pp.
- SIMAGA (B.), 1984. Etude de la distribution du *Striga hermonthica* dans les parcelles de démonstration du Projet Programme National Engrais 1984. Burkina faso. 7 pp.
- VERCAMBRE (B.), 1978. *Raghuva spp.* et *Masalia sp.*, chenilles du mil en zone sahélienne. Agron. Trop. 33 : 62-79.
- VUONG (H. H), ROTT (P.), GATILE (O.) et BA (H.), 1988. Identification du *Pseudomonas rubrilineans*, bactérie responsable des stries foliaires sur mil et sorgho observées au Mali. Sahel PV-INFO. N 7 : 12-14.
- ZETNER (O.), 1987. Terminal Report. Yundum, the Gambia. pp 13.