

combattre les ravageurs des cultures

enjeux et
perspectives

Guy RIBA / Christine SILVY



 **INRA**

combattre les ravageurs des cultures

enjeux et perspectives

Guy RIBA
Christine SILVY

*INRA, Station de Recherches de Lutte biologique
La Minière, 78280 Guyancourt*

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE
147, rue de l'Université, 75007 Paris

Couverture : Aspects au champ des attaques d' *Heterodera avenae*, nématode à kyste des céréales sur culture de blé dur dans le Lauragais. En arrière-plan, champ de colza (Photo INRA Antibes, D. Esmenjaud).

En médaillon : *Setora nitens*, Lépidoptère limacotide sur palmier à huile (Photo R. Desmier de Chenon, INRA-IRHO).

Avant-propos

Cet ouvrage se veut avant tout pédagogique. Il a pour objectif d'éclairer le lecteur, étudiant, enseignant ou praticien phytosanitaire, sur l'évolution des méthodes de protection des cultures. Il a pour ambition d'inviter chacun de nous à adopter une nouvelle attitude à l'égard des organismes nuisibles dans le champ, la forêt, le jardin, les silos, les serres ou la maison.

A l'aide d'exemples précis et concrets, nous insistons sur la multiplicité des possibilités d'intervention, afin de corriger le comportement, devenu réflexe aujourd'hui, qui consiste à appliquer un pesticide dès qu'un ennemi attaque la plante. Cet ouvrage ne se veut pas non plus « anti-lutte chimique » ; d'ailleurs une place importante lui est consacrée dans les chapitres I et III. Les premiers pesticides, mis au point après la Seconde Guerre mondiale, connaissent encore aujourd'hui d'indéniables succès, parce qu'ils sont efficaces, bon marché et bien distribués de par le monde.

Le lecteur ne peut s'attendre à trouver des réponses exhaustives à tous les problèmes causés par les ravageurs. Il trouvera seulement des principes, des méthodologies, des techniques, qui déterminent la réaction de l'homme par rapport à la plante hôte et son environnement, à l'insecte ravageur ou aux auxiliaires culturels.

Le premier chapitre souligne l'impact mondial, économique et social, des ravageurs et montre l'urgence de mieux appliquer tous les nouveaux concepts de lutte définis par les scientifiques depuis de nombreuses années.

Le deuxième chapitre, en traitant des problèmes méthodologiques liés à la dynamique des populations d'une espèce, aboutit à l'exposé des principes généraux communs à toutes les méthodes modernes de lutte contre les ennemis des cultures. L'un de ces principes est d'éclater la notion d'agrosystème en plusieurs pôles liés les uns aux autres.

Les trois chapitres suivants exposent les méthodologies de lutte qui peuvent être appliquées à chacun de ces pôles ; soit au niveau de la plante cultivée, soit au niveau du ravageur, soit au niveau des auxiliaires. Cette présentation a, selon nous, l'avantage de sensibiliser le lecteur à la nécessité d'intégrer le maximum de ces techniques dans la lutte contre tous les ennemis des plantes.

Chaque fois que cela fut possible, un exemple a été décrit avec précision et peut donc être aisément extrait de l'ouvrage utilisé. Les références citées dans le texte sont référencées par chapitre à la fin de l'ouvrage. De plus, le lecteur trouvera une liste de références d'intérêt général qui complètera utilement notre démarche.

L'INRA, depuis 1950, puis l'ORSTOM et le CIRAD contribuent à ces recherches et s'efforcent d'en valoriser les résultats par l'intermédiaire d'orga-

nismes nationaux (ACTA, SPV) ou internationaux, privés ou publics (OILB, FAO, OMS). Bon nombre de données qui figurent ici sont tirées préférentiellement des travaux de l'INRA.

Cet ouvrage se limite à la lutte contre les invertébrés ; il mentionne pour mémoire les vertébrés, mais il va de soi que les méthodes de lutte contre d'autres organismes nuisibles (microorganismes phytopathogènes, mauvaises herbes, etc...) usent de techniques très comparables qui s'insèrent dans le même contexte agro-cultural.

* * *

Au terme de cet ouvrage nous tenons à exprimer toute notre gratitude à Pierre Ferron, Chef du Département de Zoologie de l'INRA, Bernard Hurpin, Directeur de recherches honoraire de l'INRA, Christian Pelerents, Professeur à l'Université de Gent et Président de la Section Régionale Ouest Paléarctique (SROP) de l'Organisation Internationale de Lutte Biologique (OILB) et Madeleine Bonnaud. Leurs commentaires réfléchis et constructifs ont été fort utiles pour la correction du manuscrit. Nous voudrions également remercier Christine Demanet et Marie-José Peguet qui ont su habilement déchiffrer nos manuscrits, tableaux et dessins successifs. Enfin, nous ne pouvons oublier celles et ceux de nos entourages communs et respectifs qui ont supporté l'ambiance fébrile et austère des longues heures de compilation et de rédaction.

Table des matières

CHAPITRE 1. — L'enjeu d'une nouvelle stratégie phytosanitaire

I. L'enjeu économique	2
A. <i>Les pertes agricoles</i>	2
B. <i>Le coût de la lutte</i>	4
C. <i>Les producteurs de pesticides</i>	5
D. <i>La répartition des marchés</i>	6
1. Le marché américain	7
2. Le marché européen	7
3. Les deux principaux producteurs français	8
4. Le marché asiatique	9
5. Le marché africain	9
E. <i>La charge financière pour l'agriculteur</i>	9
F. <i>La carrière d'un produit : de la recherche à la commercialisation</i> ..	10
II. Les ravageurs	12
A. <i>Les vertébrés ravageurs</i>	12
B. <i>Les invertébrés ravageurs</i>	13
C. <i>Les principales causes de pullulation</i>	16
III. Vers une nouvelle stratégie phytosanitaire	17
A. <i>Cent ans après la bouillie bordelaise</i>	17
1. Un peu d'histoire	17
2. Du développement de la phytopharmacie	20
3. Les insecticides, remèdes miracles ou poisons ?	21
B. <i>Les concepts évoluent, les idées avancent</i>	25

CHAPITRE 2. — La dynamique des populations, base méthodologique de la gestion phytosanitaire des agrosystèmes

I. Etude de la dynamique des populations	31
A. <i>La dynamique des populations</i>	31
B. <i>Méthodologie et techniques d'évaluation des niveaux de population</i> .	35
1. Les principes de l'échantillonnage	35
2. Les qualités d'une méthode d'échantillonnage	36

3. La dispersion des individus d'une population	37
4. Les lois de distribution	37
5. Les techniques de collecte	40
a) <i>Le marquage des individus</i>	40
b) <i>Le piégeage visuel</i>	42
c) <i>Le piégeage sexuel</i>	42
d) <i>Les qualités d'un bon piège</i>	43
C. <i>Les méthodes d'étude de la dynamique des populations du carpo- capse de la pomme</i>	43
D. <i>La notion de seuils</i>	44
E. <i>La modélisation</i>	47
Conclusion	49

CHAPITRE 3. — Des plantes cultivées moins sensibles aux attaques des ravageurs

I. La sélection de variétés résistantes	54
A. <i>Les principes de la sélection des variétés résistantes</i>	54
B. <i>Les critères de la sélection variétale</i>	55
C. <i>Les apports du génie génétique</i>	59
1. Le principe	59
2. Les perspectives	59
3. Les contraintes	61
II. L'aménagement des techniques culturales	61
A. <i>Les modifications de la date des semis</i>	62
1. Le principe	62
2. La mise en évidence	62
3. Autres exemples	63
B. <i>La densité des semis</i>	63
C. <i>La rotation des cultures</i>	64
1. Le principe	64
2. Des exemples	64
D. <i>L'introduction de plantes pièges ou androgènes</i>	64
E. <i>La manipulation de l'environnement des plantes cultivées</i>	65
F. <i>La protection des denrées stockées</i>	66
1. Les micro-ondes	67
2. Le lit fluidisé	67
3. Le stockage au froid	68
Conclusion	68

CHAPITRE 4. — Le ravageur : réduction de son potentiel biotique

I. Modifications du comportement du ravageur	71
A. <i>Les substances allélochimiques</i>	72
1. Les allomones	72
2. Les kairomones	73
B. <i>Les phéromones</i>	74
1. La confusion sexuelle	75
2. Les limites de la confusion sexuelle	76
3. L'utilisation agronomique des phéromones non sexuelles	77
4. Un modèle synthétique : la communication chimique chez les Scolytides	78
II. Réduction de la fécondité du ravageur	78
A. <i>Les lâchers de mâles stériles</i>	79
1. Le principe	79
2. La lutte contre <i>Cochliomyia hominivorax</i>	80
3. La lutte contre <i>Ceratitis capitata</i>	82
4. La lutte contre <i>Anopheles quadrimaculatus</i>	82
B. <i>La stérilité hybride</i>	83
1. Le principe	83
2. Quelques exemples	83
C. <i>L'incompatibilité cytoplasmique</i>	85
D. <i>Les translocations chromosomiques</i>	85
E. <i>L'introduction de gènes létaux</i>	86
F. <i>La distorsion sexuelle</i>	87
G. <i>Les exigences de la lutte autocide</i>	87
III. Dérèglement des mécanismes endocrines	88
A. <i>Les hormones d'insectes</i>	88
1. Les neurohormones	88
2. L'hormone de mue	89
3. L'hormone juvénile	89
B. <i>L'utilisation agronomique d'ecdystéroïdes et des analogues d'hormones juvéniles</i>	90
1. Les ecdystéroïdes	90
2. Les analogues d'hormone juvénile	91
a) <i>Les propriétés</i>	93
b) <i>Les perspectives d'utilisation</i>	93
3. Les juvénogènes	94
4. Les anti-juvénoïdes	94

IV. Modification de la synthèse de l'exosquelette tégumentaire	94
A. <i>La structure du tégument</i>	95
B. <i>La synthèse du tégument</i>	95
C. <i>La dégradation du tégument</i>	95
D. <i>Les propriétés du tégument</i>	96
E. <i>Les inhibiteurs de la synthèse de chitine</i>	97
1. Le diflubenzuron	98
2. Les polyoxines	98
3. La buprofyzine	99
4. La plumbagine	99
F. <i>Les inhibiteurs de la sclérotinisation de la cuticule</i>	99
V. Dérèglement du fonctionnement du système nerveux	99
A. <i>Quelques rappels</i>	99
1. Les potentiels de membrane	100
2. Les transferts synaptiques	101
B. <i>Les effets neurotoxiques des insecticides chimiques</i>	103
1. Les modifications du fonctionnement des canaux ioniques mem- branaires	103
2. Les modifications du fonctionnement des synapses	104
a) <i>Cas des synapses cholinergiques</i>	104
b) <i>Cas des synapses aminergiques</i>	104
c) <i>Cas des synapses glutaminergiques</i>	104
d) <i>Les effets synergiques : une solution pour demain</i>	104
C. <i>Discussion</i>	105
Conclusion	106

CHAPITRE 5. — Respect et valorisation des auxiliaires

I. L'immunité chez les insectes	109
A. <i>Les réactions à médiation cellulaire</i>	110
B. <i>Les réactions à médiation humorale</i>	110
C. <i>Les réactions tégumentaires</i>	111
II. Les auxiliaires des cultures	112
A. <i>Les prédateurs d'insectes</i>	112
B. <i>Les parasites d'insectes</i>	114
1. Les insectes parasites entomophages	114
a) <i>Quelques particularités biologiques</i>	115
b) <i>Quelques éléments de systématique</i>	116
c) <i>Le comportement de recherche des insectes entomophages</i>	116

2. Les nématodes parasites d'insectes	117
C. <i>Les germes entomopathogènes</i>	117
1. Les virus d'insectes	118
a) <i>La systématique</i>	118
b) <i>La structure</i>	118
c) <i>Le cycle de développement</i>	119
d) <i>L'épizootiologie des virus d'insectes</i>	121
e) <i>La spécificité d'hôte et la caractérisation</i>	121
f) <i>Les technologies de production</i>	122
2. Les bactéries entomopathogènes	123
a) <i>Les toxines de B. thuringiensis</i>	123
b) <i>Le rôle des spores dans la pathogenèse</i>	123
c) <i>La nature chimique de la toxine</i>	123
d) <i>Le déterminisme génétique de la synthèse de la toxine</i>	123
e) <i>Le mode d'action de la toxine</i>	124
f) <i>La caractérisation</i>	124
g) <i>La spécificité d'action</i>	126
h) <i>La technologie de production</i>	126
3. Les champignons entomopathogènes	126
a) <i>La position systématique des champignons entomopathogènes</i> ..	127
b) <i>Le cycle de développement</i>	127
c) <i>Les facteurs modulateurs du cycle évolutif</i>	128
d) <i>L'épidémiologie des mycoses d'insectes</i>	129
e) <i>La caractérisation des souches</i>	130
f) <i>Les technologies de production et de formulation</i>	130
4. Les champignons pathogènes de nématodes	131
5. L'innocuité des micro-organismes à vocation phytosanitaire ...	132
a) <i>Les bactéries</i>	132
b) <i>Les virus</i>	133
c) <i>Les champignons</i>	133
III. Stratégies d'utilisation des auxiliaires	134
A. <i>La gestion des auxiliaires existants</i>	134
1. La protection des auxiliaires de vergers	134
2. Les difficultés d'application	134
3. Le cas particulier des microsporidies entomopathogènes	135
4. Conclusion	137
B. <i>L'acclimatation d'auxiliaires exotiques</i>	137
1. Principe et conditions de succès	137
2. L'acclimatation d'un insecte entomophage	138
a) <i>Le principe</i>	138
b) <i>L'acclimatation d'un parasite de la mouche blanche des agrumes</i>	139
3. L'acclimatation d'un agent entomopathogène	140

4. La compétition inter-parasitaire	142
5. Conclusion	143
C. <i>Les traitements biologiques</i>	143
1. Les traitements préventifs	144
a) <i>Un traitement fongique préventif en culture de soja</i>	144
b) <i>Un traitement préventif à l'aide d'un entomophage</i>	144
2. Les traitements curatifs	145
a) <i>L'utilisation agronomique de parasites entomophages : les Trichogrammes</i>	145
b) <i>L'utilisation agronomique de prédateurs : les acariens prédateurs d'acariens</i>	147
c) <i>L'utilisation de micro-organismes entomopathogènes : les Baculovirus</i>	148
d) <i>Les préparations biologiques à base de pathogènes d'insectes</i> ..	148
D. <i>Un vaste programme international de lutte biologique</i>	149
E. <i>Le développement de la lutte biologique</i>	151
1. Le cas des pays occidentaux	152
2. Le cas des pays en développement	154
Conclusion	155

**CHAPITRE 6. — La lutte intégrée... La protection intégrée
La production intégrée**

I. Le message d'Ovronnaz	159
A. <i>Des succès convaincants</i>	159
B. <i>Des concepts progressivement établis</i>	161
C. <i>Des incitations structurelles</i>	163
II. Les mécanismes de résistance des insectes aux insecticides	164
A. <i>La modification du site de réception</i>	165
B. <i>L'intensification de la détoxication</i>	166
C. <i>La réduction de la pénétration</i>	166
D. <i>Discussion</i>	167
<i>Conclusion</i>	168
III. La mise au point de systèmes d'exploitation intégrée	168
A. <i>La ferme de Lautenbach</i>	169
B. <i>La ferme expérimentale de Nagèle</i>	170
C. <i>Les atrias espagnols</i>	172
IV. Quelques exemples de protection intégrée	172
Conclusion	178

TABLE DES MATIÈRES	XI
CONCLUSION GÉNÉRALE	181
APOLOGUE	183
ANNEXES	185
BIBLIOGRAPHIE	207
GLOSSAIRE	223
INDEX	229

Préface

Protéger les cultures et conserver les récoltes furent sans doute une des préoccupations majeures de l'Homme sitôt que, devenu agriculteur, il posséda le savoir lui permettant de détourner à son profit les chaînes trophiques de la biosphère... L'évolution consécutive des communautés au sein de biocénoses de plus en plus anthropisées amplifia le phénomène naturel de compétition entre consommateurs, au premier rang desquels s'affrontent depuis des siècles l'Homme, l'Insecte et le Rongeur. L'intensification récente des systèmes de production agricole, en particulier par la quasi-monoculture de variétés hautement sélectionnées pour leur rendement, a de plus favorisé la sélection des ravageurs les plus adaptés à des conditions de plus en plus artificielles alors que, dans le même temps, le succès généralisé de la lutte chimique induisait l'apparition de phénomènes de résistance et limitait le rôle régulateur des cortèges parasitaires. L'intensification des échanges intercontinentaux favorisait, en outre, le brassage des populations et surtout les introductions malencontreuses de nouveaux ravageurs. Il suffisait alors que des différends socio-économiques fassent un instant oublier l'expérience et le savoir-faire pour qu'en cette fin du XX^e siècle, celui de la conquête de l'espace, la huitième plaie de l'Égypte menace à nouveau l'ensemble du Sahel avec ses escadrons de criquets volants...

De ce volontaire raccourci d'une histoire plus que millénaire, on retiendra trois notions élémentaires susceptibles d'aider à construire une nouvelle stratégie phytosanitaire : la nature biologique des phénomènes mis en cause, le nécessaire savoir des naturalistes et agronomes seuls capables d'en démonter les mécanismes, le rôle décisif de la chimie de synthèse qui a su fournir les éléments d'une solution pratique...

Alors que les vertus insecticides du DDT étaient seulement mises en évidence en 1939, découverte qui ouvrait la porte d'un marché considérable à l'industrie chimique de synthèse, dès le début des années 70, l'Organisation Mondiale de la Santé, soucieuse de conserver le contrôle de la vexion entomophile de diverses maladies endémiques, telles que la fièvre jaune et le paludisme, adoptait une nouvelle stratégie de recherche et développement visant à exploiter les potentialités de solutions alternatives au seul emploi des insecticides de synthèse. S'appuyant sur les principes de l'écologie et plus particulièrement sur ceux de la lutte biologique qui, depuis la fin des années 50 avaient été renouvelés par l'école californienne, le concept de lutte intégrée, associant d'une façon harmonieuse lutte chimique raisonnée et solutions alternatives, était alors simultanément soutenu par l'Organisation des Nations Unies pour l'Agriculture et l'Alimentation,

l'Organisation Internationale de Lutte biologique filiale de l'Union Internationale des Sciences Biologiques et le Conseil de l'Europe avant d'être adopté par la Commission des Communautés Européennes. Malheureusement, la crise financière provoquée par les chocs pétroliers successifs n'incita pas l'industrie à investir dans cette nouvelle voie, d'autant plus que la mise au point des procédés biotechnologiques nécessaires à son exploitation commerciale était encore souvent loin d'être satisfaisante. Ne fallut-il pas, par exemple, plus de dix années de recherches et de mises au point techniques pour que l'Union Nationale des Coopératives d'Approvisionnement Agricole et l'Institut National de la Recherche Agronomique, unis dans des actions concertées et conventions successives, voient leurs efforts récompensés par l'obtention, au début de cette année 1988, d'une autorisation provisoire de vente d'un insecte auxiliaire oophage, le Trichogramme, dont l'efficacité au champ contre la Pyrale du maïs est comparable à celle des meilleurs insecticides chimiques ?

Ce fut au contraire l'offensive de la chimie fine, avec ses médiateurs susceptibles de perturber sélectivement le comportement des individus et ses analogues d'hormones qui dérèglent leur croissance, dont les qualités originales tiennent à sa spécificité d'action, avant que la biologie cellulaire et moléculaire n'investisse le devant de la scène au travers, en particulier, de l'étonnante transformation génétique des plantes cultivées par introduction artificielle dans leur patrimoine de gènes de résistance aux ravageurs et maladies... Avant d'être assuré d'avoir atteint les rives d'un nouvel Eldorado, il conviendrait évidemment de mieux connaître le comportement au champ des modèles biologiques proposés. Peut-être faudrait-il également s'assurer que la généralisation de telles techniques n'aura pas pour conséquence inattendue un accroissement supplémentaire de la pression de sélection chimique déjà entretenue par l'usage généralisé des pesticides, quand on sait qu'elles autorisent maintenant la production de semences résistantes à des herbicides de synthèse dont l'emploi se verra ainsi intensifié !

Continuer à dérouler ainsi un diorama, à une vitesse de plus en plus accélérée, au risque de donner place à la science fiction, serait certainement trahir l'esprit des deux jeunes chercheurs de l'Institut National de la Recherche Agronomique qui ont, bien au contraire, entrepris de nous présenter d'une façon simple et didactique l'état de nos connaissances dans un domaine en rapide évolution. N'ont-ils pas eu, en effet, la sagesse d'équilibrer leurs propos les plus avancés par une approche agronomique des problèmes faisant largement appel aussi bien à la dynamique des populations qu'à la gestion des systèmes de culture. Chaussant les bottes du praticien avec eux, on ne manquera pas d'être stupéfait de l'ignorance relative qui limite notre aptitude à mesurer les dégâts réellement occasionnés à nos cultures et à nos récoltes, ainsi que de notre incapacité à prévoir les risques encourus, ou encore des lacunes de notre information sur les différents moyens de lutte, les spécialités phytosanitaires du commerce... et les effets inattendus de leur emploi sur notre environnement.

Leur raisonnement conduit inévitablement à s'interroger sur l'opportunité de promouvoir la protection des cultures et des récoltes en un véritable génie phytosanitaire, incluant non seulement phytopathologistes et malherbologues, mais faisant aussi largement appel aux agronomes, écologistes et économistes. Le

dernier message du célèbre agronome français René Dubos était « Courtisons la terre »... Guy Riba et Christine Silvy y répondent à leur manière. J'ai eu, pour ma part, le plus grand plaisir à partager leur enthousiasme et leurs interrogations.

P. FERRON

Chef du Département de Zoologie à l'INRA

CHAPITRE 1

L'enjeu d'une nouvelle stratégie phytosanitaire

Au siècle dernier le célèbre économiste Malthus affirmait que la population progressant plus vite que la production alimentaire, il fallait accroître celle-ci ; aujourd'hui les experts de la FAO, dont l'objectif est qu'en l'an 2000 la faim et la malnutrition ne soient plus la préoccupation majeure des trois-quarts de l'humanité, estiment que la sécurité alimentaire mondiale est assurée, au moins à court terme.

Cet optimisme doit être tempéré par le profil de croissance de la population (les Nations Unies prévoient que la population de 5 milliards d'individus des années 80 augmentera de 1,6 milliard environ d'ici l'an 2000 (FAO, 1981a)), et par l'analyse comparative de la situation dans les pays industrialisés et dans les pays en développement (PED).

En effet, 67 p. 100 de la population mondiale, soit environ 3 milliards d'individus, vivent actuellement dans les PED et connaissent à des degrés divers la faim ou la malnutrition ; 10 p. 100 d'entre eux, appartenant aux pays « les moins avancés », sont en état de famine sur une grande partie de l'Afrique, dans le « Nordeste » brésilien ou sur les hauts plateaux andins. Déjà un tiers de la population totale de l'Amérique latine ne consomme pas suffisamment de calories.

Qui tente une analyse approfondie de l'origine de ces graves pénuries s'aperçoit que les chemins de la faim sont divers et complexes ; chaque pays ayant les siens (Blardone, 1983). Mais force est de constater la globalité d'un phénomène qui ne peut se limiter à un problème quantitatif et met en jeu aussi bien la politique locale que les relations internationales : comment ne pas déplorer, par exemple, la diminution inquiétante dans la majorité des pays en développement des productions vivrières (mil, sorgho, maïs, ...) au profit des cultures d'exportation ; la famine a bien sûr d'autres origines, climatiques en particulier, sans oublier que dans chaque PED, l'agriculture nationale, souvent inadaptée au rythme de croissance de la population, ne peut assurer les quantités suffisantes à une nutrition équilibrée des habitants.

Face à cette situation de crise alimentaire mondiale, la FAO s'est donnée pour but de doubler la production agricole mondiale d'ici l'an 2000 : ce pari ne pourra être tenu que par la mise en place de toute une série d'actions à plus ou moins long terme, engageant la responsabilité de tous les partenaires.

Les pays industrialisés devraient repenser l'organisation de l'aide alimentaire aux pays en développement : sur le plan quantitatif, cette aide passerait de 4,3 milliards de dollars en 1977 à 21,7 en 1990 (FAO, 1983), mais une révision du circuit fournisseur-destinataire-utilisateur final semblerait toute aussi importante pour en accroître l'efficacité. Les pays en développement quant à eux devraient manifester vivement leur volonté politique d'atteindre l'autosuffisance alimentaire : dans ce cadre, la mise en œuvre d'une *politique de protection des cultures* prend toute son importance, même si celle-ci n'est pas, loin s'en faut, le seul moyen pour parvenir à une augmentation de la production.

Toutes les données concordent en effet pour affirmer que les pertes mondiales totales dues aux mauvaises herbes, maladies et ravageurs atteignent en moyenne 20 à 40 p. 100 du rendement des cultures avant récolte et 10 à 20 p. 100 de celui des denrées stockées. L'impact économique des ravageurs est très difficile à évaluer de manière précise. Les données trouvées ici ou là dans la littérature sont probablement le résultat d'approches et de méthodologies fort différentes. Par exemple, aux Etats-Unis, pour évaluer les pertes financières totales dues à un ravageur, les spécialistes distinguent le coût des dégâts directement occasionnés par celui-ci et le coût de la lutte : ainsi, en 1985, dans l'Etat de Géorgie seulement, le coût total relatif des dégâts des espèces *Heliothis* sp. en culture de coton était de 12 221 000 \$ pour la lutte et 7 832 000 \$ de dégâts, soit au total 20 053 000 dollars (Douce et Suber, 1986).

Percevoir l'enjeu de la protection des plantes, c'est en estimer les coûts des dégâts et de la lutte au travers d'une estimation du marché des insecticides mais c'est aussi connaître les ennemis des cultures et les causes de leur propagation. Enfin, depuis longtemps confronté à ces fléaux, l'homme a établi des concepts de lutte en constante évolution dont nous brosserons un succinct rappel historique.

I. L'enjeu économique

A. Les pertes agricoles

Variables dans l'espace et dans le temps, les quelques données présentées n'ont pour but que de donner une idée de l'enjeu de combattre les ravageurs.

Spectaculaires, déconcertants par leur taille et leurs méfaits, les essaims du criquet pèlerin, *Schistocerca gregaria*, sont un des symboles de la faiblesse de l'homme face à des pullulations aussi brutales (fig. 1). Des vols couvrent couramment plus de 1 000 km² et sont formés d'environ 40 milliards de criquets ; chacun mangeant son propre poids de nourriture, un essaim de criquets peut engloutir jusqu'à 80 000 tonnes de végétaux par jour (Siriez, 1979).

Bien qu'il n'y ait pas eu de pullulations majeures depuis 25 ans, la pluie tant attendue en Afrique, a favorisé en 1986 le retour de ce fléau qui a aussi détruit quelques 20 millions d'hectares dans le centre du Brésil. Il faut noter que la lutte anti-acridienne qui a bien fonctionné jusqu'en 1965 grâce à un réseau international établi en Afrique, semble être actuellement affectée par des problèmes politiques et diplomatiques entre les pays concernés.