

COMMISSION DES COMMUNAUTÉS EUROPÉENNES

INFORMATIONS INTERNES sur
L'AGRICULTURE

**Méthodes de lutte intégrée
et de lutte biologique en agriculture**

– Conditions et possibilités de développement

COMMISSION DES COMMUNAUTÉS EUROPÉENNES
DIRECTION GÉNÉRALE DE L'AGRICULTURE
Direction Économie Agricole – Division Bilans, Études, Informations Statistiques

*La reproduction, même partielle, du contenu de ce rapport est subordonnée
à la mention explicite de la source*

COMMISSION DES COMMUNAUTÉS EUROPÉENNES

INFORMATIONS INTERNES sur
L'AGRICULTURE

**Méthodes de lutte intégrée
et de lutte biologique en agriculture**

– Conditions et possibilités de développement

A V A N T - P R O P O S

La présente étude a été entreprise dans le cadre du programme d'études de la Direction Générale de l'Agriculture de la Commission des Communautés Européennes.

Les travaux ont été réalisés par:

L'Organisation Internationale de Lutte Biologique
contre les animaux et les plantes nuisibles.

Section Régionale Ouest Palaearctique (OILB/SROP),
Versailles

sous la conduite du Professeur E. BILIOTTI et de Monsieur
L. BRADER.

La division "Structures de production et environnement agricole"
et la division "Bilans, Etudes, Informations statistiques" ont parti-
cipé aux travaux.

Langue originale: français

Cette étude ne reflète pas nécessairement les opinions de la Commission des Communautés Européennes dans ce domaine et n'anticipe nullement sur l'attitude future de la Commission en cette matière.

T A B L E D E S M A T I E R E S

=====

	<u>Page</u>
<u>AVANT-PROPOS</u>	I
<u>I - L'EVOLUTION DES PROBLEMES PHYTOSANITAIRES -</u>	1
I.1. - Avant les pesticides chimiques de synthèse	1
I.2. - L'utilisation des pesticides chimiques de synthèse	2
I.3. - Les inconvénients "Phytoprotecteurs" de l'emploi exclusif et aveugle des pesticides chimiques de synthèse	3
I.3.1 - Races résistantes	4
I.3.2. - Ravageurs nouveaux	5
I.4. - Les inconvénients au niveau de la biosphère	5
I.4.1. - Rémanence et transports à distance	5
I.4.2. - Le problème des chaînes alimentaires	6
I.5. - Les législations sur les résidus	6
I.6.- Conclusions	8
<u>2 - LA LUTTE INTEGREE -</u>	9
2.1. - Définition et principes	9
2.2. - Les premières étapes de la lutte intégrée - La lutte dirigée - Quelques exemples en Europe Occidentale	10
2.2.1. - Les vergers	11
2.2.1.1. - En République Fédérale d'Allemagne	12
2.2.1.2. - Aux Pays-Bas	14
2.2.1.3. - En France	15
2.2.1.4. - En Suisse	17
2.2.1.5. - Conclusions	20
2.2.2. - Les cultures annuelles	20
2.2.2.1. - Céréales	20
2.2.2.2. - Betteraves à sucre	21
2.2.2.3. - Colza	22
2.2.2.4. - Conclusions	23
2.2.3. - Les cultures sous-serre	24
2.3. - Développements ultérieurs -	27
2.3.1. - Organisation des recherches et des actions de dévelop- ment, Améliorations possibles	27
2.3.1.1. - En France	27
2.3.1.2. - Aux Pays-Bas	28

	<u>Page</u>
2.3.I.3. - En Allemagne Fédérale	29
2.3.I.4. - En Italie	31
2.3.I.5. - Quelques exemples dans d'autres pays	31
2.3.2. - Les techniques à développer et les facteurs à utiliser dans le cadre de la lutte intégrée -	33
2.3.2.I. - Les méthodes culturales	33
2.3.2.2. - Les variétés résistantes	36
2.3.2.3. - Les antagonistes naturels	37
3 - <u>LA LUTTE BIOLOGIQUE PROPREMENT DITE</u> -	42
3.I. - Généralités	42
3.2. - Utilisation des entomophages	44
3.2.I. - Les introductions	47
3.2.2. - La multiplication de masse	50
3.3. - Utilisation des entomopathogènes	53
3.4. - La lutte autocide et les méthodes génétiques	57
3.5. - La lutte biologique contre les ennemis végétaux des plantes cultivées	60
3.5.1. - Lutte biologique contre les mauvaises herbes	60
3.5.2. - Lutte biologique contre les maladies	61
3.6. - Les autres moyens biologiques	63
4 - <u>LES CONDITIONS DE GENERALISATION DE LA LUTTE INTEGREE ET DE LA LUTTE BIOLOGIQUE</u> -	68
4.I. - Les besoins au niveau de la recherche	68
4.2. - Les besoins au niveau de la vulgarisation	70
4.3. - Les facteurs humains	73
4.4. - Le rôle de l'industrie	74
4.5. - Mesures d'ordre économique susceptibles d'influer sur l'évolution de la situation	76
5 - <u>CONCLUSIONS GENERALES</u>	81
ANNEXE 1 - Essai d'évaluation des principaux problèmes phytosanitaires dans les pays de la Communauté	
ANNEXE 2 - Bibliographie.	

I - L'EVOLUTION DES PROBLEMES PHYTOSANITAIRES

I.1 L'Agriculteur a, de tous temps, eu à faire face à la concurrence de nombreux organismes vivants. Les plantes cultivées offrent, en effet, une nourriture abondante pour des animaux variés : les plus nombreux sont les insectes, mais les acariens, mollusques, nématodes et aussi vertébrés, interviennent également. Par ailleurs, ces végétaux sont soumis à des maladies dues à l'action de champignons, de bactéries, de virus etc... capables de les détruire ou de réduire considérablement leur production. Enfin, certaines plantes spontanées exercent une concurrence importante qui leur a valu de recevoir le nom de "mauvaises herbes"

L'image de l'agriculture traditionnelle a été en partie modelée par la nécessité de faire face à ces contraintes et beaucoup de ses pratiques s'expliquent par la nécessité de s'opposer aux concurrents de l'homme. C'est ainsi, par exemple, que le rôle des labours et des diverses façons culturales est d'une extrême importance dans l'élimination des mauvaises herbes, et que les "rotations de cultures", les assolements traditionnels ont été établis en partie dans le souci d'éliminer les adventices les plus gênantes et ont contribué à réduire l'importance de certains ravageurs. De même, dans chaque région naturelle, les variétés cultivées correspondaient à celles qui étaient les mieux adaptées aux conditions locales et qui supportaient le mieux les attaques des ravageurs présents. Ainsi s'était-il développé, empiriquement, un ensemble de pratiques qui permettaient à l'agriculteur de "vivre avec" ses concurrents dans le cadre d'un certain équilibre plus ou moins stable et plus ou moins satisfaisant avec les divers éléments du milieu naturel, et qui lui assuraient une production suffisante pour ses besoins.

Bien entendu, il arrivait que certains organismes nuisibles, notamment les insectes, pullulent de façon anormale (conditions climatiques particulières, invasion à partir d'une autre région etc...), il fallait alors s'opposer directement à leur action en essayant de les détruire, le plus souvent sans grand succès d'ailleurs. Les méthodes employées ont toujours été très

diverses ; elles étaient souvent physiques (récolte directe à la main ou grâce à divers moyens mécaniques, effarouchement acoustique etc) ou chimiques en fonction des moyens disponibles . (Vers les années 1930, par exemple, on a beaucoup utilisé un mélange de savon noir et d'huile de vidange de voitures) . La première génération d'insecticides efficaces a été constituée par des produits tirés des plantes (Nicotine, Roténone, Pyréthrinés) et par des sels minéraux (arséniates) tandis que la " bouillie bordelaise " largement utilisée pour la protection de la vigne après introduction des porte-greffes américains, constitue, avec le soufre, le prototype des premiers fongicides .

I.2 (I2) (24)(*) Une véritable révolution s'est produite à la fin de la dernière guerre mondiale lorsque les pesticides chimiques de synthèse ont été disponibles sur le marché . Ils offraient en effet, pour un prix de revient abordable, la possibilité de détruire, facilement, la quasi totalité des ravageurs connus . Leur usage s'est donc très rapidement étendu et on a pris l'habitude de les employer systématiquement même en dehors des pullulations exceptionnelles de ravageurs, de façon à augmenter, à chaque récolte, la " part " du cultivateur . Progressivement, s'est généralisée la pratique de la lutte chimique automatique basée sur l'application d'un calendrier fixe de traitements établi à l'avance . Ceci a conduit à une utilisation considérable des divers types de pesticides qui est résumée dans le tableau suivant pour les pays de la Communauté et pour quelques cultures .

	<u>Fongicides</u>	<u>insecticides</u>	<u>herbicides</u>	<u>nématicides</u> (en tonnes de matière active)
céréales	10.375	3.375	27.000	
betteraves à sucre	55	910	750	
pommes de terre	15.000	900	4.500	12.500
horticulture	130	2.300	1.400	
vergers	4.200	1.120	?	
viticulture	45.700	12.420	?	
Totaux	75.460	21.025	33.650	12.500

N.B. Ces chiffres sont des évaluations minimales . Ils sont basés sur des informations concernant le nombre de traitements dans les différentes cultures . Ce nombre est multiplié par une dose d'emploi minimum . Les données statistiques concernant les superficies des cultures ont finalement permis d'établir les chiffres donnés au tableau .

(*) Les chiffres entre parenthèse renvoient à l'annexe n° 2 "Bibliographie"

Le développement de l'emploi des pesticides s'est montré, dans un premier temps, extrêmement bénéfique, et dans presque tous les types de culture, la pratique des traitements chimiques s'est accompagnée d'une augmentation des rendements . Il est certain que les produits phytosanitaires de synthèse ont joué un rôle important dans l'augmentation globale de la production agricole au cours des 25 dernières années . Ils ont donné l'impression qu'ils étaient capables de résoudre tous les problèmes et, tandis que leur emploi se généralisait et que le poste des dépenses de "traitements" augmentait dans l'économie de la production, on avait corrélativement tendance à attacher moins d'importance à l'étude des problèmes phytosanitaires eux-mêmes . La plupart des grandes modifications techniques et technologiques intervenues en agriculture, pendant le dernier quart de siècle, ont été adoptées sans que leur influence sur les problèmes de protection des cultures soit examinée au préalable ; à quoi bon ? si quelque ennui pouvait survenir, le remède était disponible. Cette attitude a prévalu aussi bien dans les pays développés (généralisation de la monoculture, suppression des assolements, adoption de matériels mécanisés nouveaux etc...) que dans les pays en voie de développement (modification radicale des pratiques culturales et introduction de matériel végétal nouveau). Les conséquences de cette attitude n'ont pas tardé à se manifester, si bien qu'à l'heure actuelle, on peut dire, schématiquement, que les problèmes phytosanitaires sont plus nombreux et plus compliqués que jamais, que le coût des mesures de protection s'est considérablement accru, que la pollution du milieu a progressé au point d'alerter les toxicologues et que les objectifs de la "révolution verte" n'ont pas été atteints. Tout ceci était prévisible mais les mises en garde des spécialistes (entomologistes, pathologistes, écologistes etc..) n'ont été prises en considération que lorsque les conséquences sont devenues évidentes et nous devons maintenant mettre en place d'urgence un système plus équilibré de protection des plantes. Ses caractéristiques principales résulteront du souci d'éviter la répétition des erreurs commises et de remédier aux conséquences qu'elles avaient entraînées, que nous passerons rapidement en revue.

I.3 Au plan strictement phytosanitaire les inconvénients de l'emploi exclusif et systématique des pesticides chimiques de synthèse sont apparus progressivement et on peut les classer en deux rubriques :

I.3.I Les races résistantes (25) (92) (178)

Dans la lutte contre les insectes nuisibles, on s'est aperçu, dans de nombreux cas, que pour obtenir un même résultat, il fallait augmenter chaque année la dose de produit utilisé, jusqu'au jour où le ravageur devenait totalement insensible. On a montré qu'il s'agissait d'un phénomène d'acquisition de résistance transmise à la descendance et que le phénomène pouvait se compliquer par l'apparition de résistances croisées (la résistance à un produit déterminé entraînant celle à tout un groupe de corps). La manifestation de cette capacité inattendue (du moins au début) chez les ravageurs a entraîné une augmentation des quantités employées puis le changement des matières actives utilisées, à une cadence de plus en plus rapide. Le résultat de ces pratiques étant évidemment une augmentation importante du prix de revient de la protection des plantes, la F.A.O. (1) a été amenée à créer un groupe d'experts qui s'occupe des méthodes de mise en évidence de la résistance et des moyens d'y remédier précocement ; la liste des espèces recensées dans le monde est déjà longue . Pour nos régions, les cas de résistance les plus spectaculaires et les plus gênants concernent les acariens en vergers et surtout en cultures sous serres . Mais d'autres ravageurs deviennent également résistants, d'autant plus rapidement que la fréquence des applications de pesticides est grande . Un exemple spectaculaire vient de nous être donné dans le Sud-Tyrol où la culture du poirier est devenue impossible du fait des dégâts du Psylle du poirier, Psylla pyri, devenu résistant à tous les insecticides disponibles . En l'absence de facteurs naturels de limitation, les populations du ravageur sont devenues si importantes que la production est tombée pratiquement à zéro . Au printemps de 1974, près de mille hectares de poiriers ont dû être arrachés .

Le secteur le plus préoccupant dans l'immédiat est probablement celui des insectes des denrées entreposées où, du fait du petit nombre de matières actives dont l'emploi est autorisé, l'apparition de races résistantes créerait, en Europe Occidentale, un problème difficile à résoudre dans le cadre des pratiques habituelles .

Constatés d'abord chez les insectes, les phénomènes de résistance ne se limitent pas à cette catégorie d'êtres vivants ; on les connaît aussi dans le domaine de la Phytopathologie où, par exemple, les nouveaux produits fongicides à action systémique ont montré une diminution spectaculaire de leur efficacité dans les cultures florales du Midi de la France au cours des trois dernières années ; ils apparaissent également au niveau de l'utilisation des herbicides .

(1) Food and Agricultural Organisation

I.3.2. Les ravageurs nouveaux (3I)

Dans tous les systèmes de culture où l'emploi des pesticides a été généralisé, on a constaté la manifestation de dégâts dus à des ravageurs dont l'action n'avait pas été jusqu'alors mise en évidence . Le cas le plus connu en Europe Occidentale est celui des acarïens qui sont devenus des ravageurs de première importance des vergers, alors qu'ils ne causaient au préalable que des dégâts négligeables et occasionnels . Au plan mondial, le cas le plus connu est celui de la culture du Coton où, dans chaque région de production, le nombre des animaux à combattre est passé de quelques espèces à une quinzaine, ce qui, avec l'incidence des phénomènes de résistance, a conduit à une telle augmentation du coût de la lutte que la culture n'est plus rentable et régresse dans plusieurs secteurs, notamment en Amérique Centrale .

(98) (I46) (I54) .

Ces phénomènes sont particulièrement importants pour les pays en voie de développement où le stock de ravageurs potentiels est considérable et où toute "fausse manoeuvre" au niveau de la culture ou du milieu environnant risque de déclencher, par des mécanismes que nous verrons plus loin, la pullulation d'une ou plusieurs espèces qui passaient jusqu'alors inaperçues. Les cultures de thé et de Cacao en donnent de nombreux exemples dans l'ensemble des régions tropicales. (16) (54)

I.4. Au niveau de la Biosphère dans son ensemble les conséquences nocives de l'emploi des pesticides chimiques de synthèse découlent d'abord de l'excès même des qualités qu'on avait recherchées lors de leur mise au point. On souhaitait en effet avoir des produits aussi persistants que possible pour n'avoir pas à intervenir trop souvent, pour des raisons d'économie, et aussi polyvalents que possible, pour qu'ils soient efficaces contre tous les ravageurs d'une culture déterminée par exemple. En fait, les premières substances mises au point qui appartiennent au groupe dit des "Organo-chlorés", ont montré qu'elles étaient capables de persister dans le milieu pendant de longues années et que leur toxicité s'exerçait sur de nombreux êtres vivants. Il en est résulté deux catégories de conséquences :

I.4.I A partir des points d'épandage, ces pesticides ont été entraînés et disséminés par toutes sortes de processus d'entraînement sur la quasi totalité de la surface du globe. A l'heure

actuelle, on détecte des traces plus ou moins importantes de D.D.T., par exemple, dans le plupart des milieux naturels et jusqu'aux pôles. (37) (51) (72)

I.4.2 Du fait de leur persistance dans le milieu ces produits ont été absorbés par toutes sortes d'êtres vivants et ont été transmis d'une espèce à une autre par le processus des "chaînes alimentaires" qui lient entre elles les diverses catégories de consommateurs (le végétal est absorbé par un herbivore qui devient à son tour la proie d'un carnivore, lui-même dévoré par une autre espèce etc...). Ces passages successifs s'accompagnent, à chaque étape, d'une "concentration biologique" du produit qui a été particulièrement bien analysée dans les Communautés aquatiques. On a pu montrer par exemple que, dans le cas du D.D.T. (et de son métabolite D.D.D.), pour une concentration de 0,02 p.p.m (°) dans l'eau, on observait 10 p.p.m dans le plancton, 103 p.p.m dans les poissons se nourrissant de ce dernier, et entre 2 et 3000 dans les poissons carnassiers ainsi que dans les oiseaux piscivores qui subissaient de ce fait des accidents graves pouvant entraîner la mort.

La découverte de ces phénomènes a suscité des craintes compréhensibles à la fois pour les nombreuses espèces animales concernées et pour l'homme du fait de sa position de consommateur "en bout de chaîne" dans de nombreux cas.

En dehors des réactions souvent exagérées qui ont contribué à soulever l'émotion du public, l'analyse critique de la situation a conduit les toxicologues à proposer des mesures de prudence qui sont à la base des législations nouvelles réglant l'emploi des pesticides.

1.5 Les législations appliquées au moment de l'apparition des pesticides chimiques de synthèse visaient surtout à protéger les applicateurs et les consommateurs vis-à-vis d'une éventuelle toxicité directe du produit et elles se sont montrées efficaces en règle générale. La prise de conscience des effets secondaires indésirables des pesticides a entraîné, dans tous les pays occidentaux et également dans les pays de l'Europe de l'Est, la mise en place de mesures législatives souvent très strictes.

(°) p.p.m. = partie par million

Les problèmes de sécurité sont ainsi passés au premier plan des préoccupations des instances responsables de l'usage et de l'homologation des produits antiparasitaires.

Cette sécurité comprend les aspects suivants :

- la toxicologie proprement dite sur le plan de la santé humaine et animale;
- les résidus et les métabolites par rapport à leur comportement dans la plante, notamment dans celles qui sont destinées à la consommation.
- l'impact écologique concernant l'effet sur la faune sauvage et l'ensemble des communautés vivantes.

Les études toxicologiques comprennent les examens bien connus pratiqués sur animaux de laboratoire de façon à établir la toxicité aiguë et chronique. Une attention particulière est accordée aux effets cancérigènes et tératologiques. De plus, ces examens doivent prouver l'inocuité du produit pour l'opérateur appelé à l'appliquer.

Les résidus et la métabolisation des produits sont examinés surtout dans la plante et le sol. A cet effet, les plantes traitées sont analysées quant à leur teneur en résidus ou en métabolites. Un examen similaire est entrepris pour le sol dans les cultures ayant reçu une application du pesticide.

Enfin, les investigations écologiques doivent permettre de déterminer les effets immédiats sur les oiseaux et la faune sauvage ainsi que les conséquences des traitements sur la micro faune et flore du sol. Tout produit chimique qui n'aura pas été décomposé devra en effet se trouver dans le sol ou l'eau. L'apparition de résidus dans les insectes du sol ou les vers de terre, par exemple, peuvent être à l'origine des phénomènes de chaînes alimentaires. Quant aux micro-organismes, tels les bactéries, leur rôle dans la décomposition de la matière organique et la fixation d'azote ne doit pas être affecté par les résidus.

La prise de conscience des dangers potentiels a donc incité les pouvoirs publics à la plus grande circonspection

qui se traduit dans une réglementation sévère. Des pesticides ont déjà été retirés du marché; cette mesure touche essentiellement un certain nombre d'organo-chlorés et d'autres produits persistants tels le mercure et le cadmium.

I.6 A l'heure actuelle la situation n'est évidemment pas la même dans toutes les régions du monde. Les pays tropicaux, du fait de la richesse de leur faune et des possibilités de multiplication rapide et intense qu'ils offrent aux diverses espèces animales, ont fourni de nombreux exemples d'apparitions de ravageurs nouveaux et aussi de races résistantes. La combinaison de ces deux facteurs a entraîné quelquefois l'impossibilité de poursuivre la culture, c'est ainsi que le coton a regressé en de nombreux points en Amérique centrale et du Sud et plus récemment en Australie.

Dans nos régions l'évolution de la situation est plus lente on n'a pas encore atteint de situations aussi extrêmes, cependant les conséquences secondaires de l'emploi exclusif et aveugle des pesticides sont nombreuses. Parmi les ravageurs nouveaux, les plus connus sont certainement les acariens des arbres fruitiers qui sont devenus des ennemis redoutables et constants des vergers alors que leur action était auparavant négligeable et sporadique. Les phénomènes de résistance ont également été fréquemment constatés chez les acariens, les pucerons, les mouches des cultures maraîchères etc... et ces deux séries de phénomène ont contribué à augmenter fortement le coût de la protection phytosanitaire. Le commerce de certains produits agricoles a été parfois rendu difficile par l'application des nouveaux règlements phytosanitaires; des fourrages européens à destination des Etats-Unis ont été refoulés; à l'heure actuelle il est pratiquement impossible de lutter, par les méthodes chimiques habituelles, contre le mildiou de la laitue sans dépasser la dose limite de résidus acceptables.

Il apparaît donc nécessaire de reconsidérer l'ensemble des pratiques phytosanitaires en vigueur ces dernières années. Pour éviter l'apparition de phénomènes secondaires et aussi pour ne pas aggraver la pollution du milieu nous devons rechercher une plus grande précision dans l'application et un souci constant d'évaluation des conséquences à long terme. Les

réflexions de nombreux spécialistes les avaient déjà conduits à préconiser un système équilibré d'intervention qu'ils avaient appelé "Lutte Intégrée" et dont nous examinerons maintenant les caractéristiques et les possibilités d'extension. Nous verrons aussi comment une méthode non polluante et très spécifique, la "Lutte Biologique" peut jouer un rôle de plus en plus important.

2. LA LUTTE INTEGREE

2.I Définition et principes

Le terme de lutte intégrée a été créé par des entomologistes pour désigner les essais d'harmonisation des méthodes chimiques et biologiques qu'ils avaient entrepris en Californie. Depuis, le sens du terme s'est beaucoup élargi et nous reproduisons ici la définition retenue par le groupe d'experts de la F. A. O. (179) qui la présente comme un système qui, compte tenu du milieu particulier et de la dynamique des populations des espèces considérées, utilise toutes les techniques et méthodes appropriées de façon aussi compatible que possible en vue de maintenir les populations de ravageurs à des niveaux où ils ne causent pas de dommages économiques".

Un point important de cette définition est que toute intervention doit tenir compte de l'ensemble des facteurs du milieu. En particulier, il faut exploiter au maximum les facteurs naturels de mortalité, et les conséquences de toute espèce de mesures entreprises doivent être évaluées à cet égard.

Par ailleurs, il ne faut pas rechercher aveuglément la destruction totale des organismes nuisibles, mais s'efforcer simplement de maintenir leurs populations au-dessous du seuil des dommages économiques. C'est à dire qu'une intervention, par voie chimique par exemple, ne sera entreprise que dans le cas où, si on ne la réalisait pas, la valeur des dégâts qui en résulteraient pour la culture serait supérieure au prix de revient du traitement. Dans ce calcul, il convient de faire entrer l'évaluation des conséquences secondaires de l'intervention qui risquent d'entraîner l'obligation de mesures nouvelles de contrôle. (32) (145)

On ne doit pas considérer la lutte intégrée comme un recueil de recettes applicables à tous les cas possibles de protection des cultures, mais comme une règle de conduite permettant de déterminer, à chaque instant, la voie la meilleure à tous égards.

Les possibilités sont immenses et les moyens à mettre en oeuvre très nombreux, aussi n'est-il gère possible d'envisager d'être à même de les utiliser tous dans un avenir proche. C'est l'approfondissement de nos connaissances qui conditionne la découverte de nouvelles voies d'action, mais, dès à présent, on peut améliorer considérablement la situation en utilisant mieux ce dont nous disposons.

Nous essaierons de donner une image rapide ce qui a été fait au cours des dernières années et de ce qui peut être réalisé dans un avenir proche. Il est impossible de suivre une chronologie précise ni de traiter indépendamment de chaque catégorie de ravageurs, notre but est surtout de présenter quelques exemples typiques.

2.2. Les premières étapes de la lutte intégrée - la lutte dirigée - quelques exemples en Europe occidentale.

Il n'est évidemment pas possible d'attendre d'avoir analysé l'action de tous les facteurs qui interviennent dans la pullulation des organismes nuisibles pour mettre en place un système cohérent et équilibré d'interventions phytosanitaires. La nécessité de la lutte est permanente et nous devons donc, dans un premier temps, nous contenter d'améliorer les méthodes en vigueur, en tenant compte de tout ce que nous savons déjà. Cette première étape correspond essentiellement à une meilleure utilisation des pesticides disponibles et a reçu, dans la terminologie du groupe d'experts F.A.O., le nom de "lutte dirigée". Nous allons essayer de donner quelques exemples de ce qui a été fait en Europe Occidentale, en nous référant à des secteurs agricoles qui nous paraissent caractéristiques. Dans beaucoup de cas, la documentation utilisée provient essentiellement des groupes de travail mis en place par l'OILB (1). L'état

(1) Organisation Internationale de Lutte Biologique contre les Animaux et les Plantes nuisibles.

d'avancement des recherches et des réalisations pratiques diffère d'un cas à l'autre et nous irons, en fait, de la lutte dirigée proprement dite, où n'interviennent pratiquement que des pesticides, dont le choix et la période d'application ont été judicieusement étudiés, à la lutte intégrée véritable où sont utilisés largement les facteurs biotiques, et jusqu'à la lutte biologique utilisée seule.

Ce choix d'exemples est destiné à donner une idée de ce qui peut être fait dès à présent, avant d'examiner la possibilité d'améliorations de tous ordres.

2.2.1 Les Vergers -

En Europe les recherches sur la lutte intégrée en vergers constituent l'exemple type de ce genre d'études. Elles ont débuté aux alentours de 1955 et sont restées jusqu'à maintenant la préoccupation d'une grande partie des chercheurs Européens dans ce domaine. (1) (4) (5) (6) (7) (10) (11) (60) (68) (86) (89) (93) (94) (103) (109) (110) (116) (134) (160) (162) (163) (164)

Les raisons principales de cette situation sont :

- a. le nombre d'applications de pesticides est très élevé en vergers, car ils hébergent une faune et une flore parasitaires très complexes.
- b. des travaux au Canada, en Nouvelle Ecosse, ont démontré qu'une réduction du nombre de traitements était possible en maintenant une production quasi optimale. (Il faut noter que les critères de qualité étaient moins exigeants en Nouvelle Ecosse qu'en Europe Occidentale). (126)
- c. on considèrerait qu'une solution trouvée pour la situation complexe des vergers fournirait en même temps une multitude de données scientifiques à utiliser dans des programmes de lutte intégrée pour d'autres cultures.
- d. Les différents chercheurs engagés dans ces études se sont dès le début réunis dans un Groupe de Travail de l'Organisation Internationale de Lutte Biologique permettant une excellente coordination des travaux dans l'ensemble de l'Europe Occidentale. Ce sont essentiellement les conséquen-

ces des activités de ce groupe que nous allons exposer en les situant dans les 4 pays les plus anciennement engagés dans cette étude. Les points qui nous paraissent importants seront développés à cette occasion en fonction des données chiffrées disponibles. Ainsi le "volume" consacré à chacun des pays sera-t-il sans rapport avec l'ampleur des résultats déjà obtenus ou des contributions apportées.

Dans les études sur la lutte intégrée en vergers, on s'est surtout consacré à la recherche de solutions pour les traitements insecticides. Les effets secondaires de ces derniers étant beaucoup plus apparents et néfastes que ceux des traitements fongicides.

Les résultats de ces études sont :

- l'établissement de la nuisibilité de chaque ravageur principal
- la dynamique des populations de ces ravageurs
- sur la base de ces données, on a pu établir à partir de quel nombre ces ravageurs risquaient de dépasser le seuil de nuisibilité. C'est à dire le point où les pertes occasionnées devenaient plus élevées que les frais de lutte.

Ces seuils de nuisibilité ont été établis pour les différents ravageurs des pommiers et des pêcheurs . Ils ont été publiés pour la première fois en 1969 (OILB. Introduction à la lutte intégrée en vergers de pommiers, 64 pp.) . Les chiffres donnés sont adaptés régulièrement aux développements nouveaux dans les recherches sur la lutte intégrée .

Ces données ont permis de développer un système de lutte dirigée contre les ravageurs des pommiers . Ceci consiste en un contrôle régulier par un spécialiste de la présence des ravageurs en vergers . Dès que ces ravageurs ont atteint le seuil de nuisibilité, le propriétaire est avisé et il lui est conseillé de traiter . Un tel système est maintenant appliqué dans 3 pays de la Communauté et en Suisse .

2.2.I.I. En République Fédérale d'Allemagne .

La lutte dirigée a débuté en 1966 sur 84 ha en Baden-Wurtemberg .

Le tableau donne le développement en 7 ans :

	nb d'ha en lutte dirigée	nb de vergers
1966	84	7
1967	145	11
1968	199	14
1969	50	6
1970	173	8
1971	400	40
1972	680	110

Pour obtenir cette extension, des fonds spéciaux ont été fournis par le Bundes-Landwirtschafts Ministerium, (I) le Deutsche Forschungs Gemeinschaft (II) et le Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Umwelt, Baden-Württemberg (III) . Les fonds fournis sont donnés dans le tableau suivant (en DM) .

		<u>répartition en pourcentages</u>		
		I	II	III
total 1953-1957	159.000	94		6
total 1958-1962	267.000	68	28	4
total 1963-1967	397.000	48	25	27
total 1968-1972	792.000	36	43	21
total 1973	247.000	38	45	17

90 % de ces sommes était constitués par des frais de personnel .

Il faut ajouter à ces montants, le financement du laboratoire de Lutte Biologique du B.B.A. à Darmstadt .

Jusqu'en 1969, la lutte dirigée en Allemagne pouvait être considérée comme étant dans un stade d'expérimentation . Elle était surveillée de près par les chercheurs du "Landesanstalt für Pflanzenschutz, Stuttgart" . A partir de 1969, la surveillance était prise en main par les "Berater" formés par l'équipe de Stuttgart .

Pour ceci les conseillers des Services de Protection de Plantes étaient instruits durant des stages pratiques d'une durée de 9 à 11 jours . Des producteurs participèrent aux cours à partir de 1971 .

Dans les vergers traités selon les instructions de la lutte dirigée, le nombre de traitements insecticides est en moyenne réduit de 35 % par rapport aux parcelles traitées conventionnellement . Dans ces vergers,

les responsables ont aussi tendance à limiter les traitements fongicides . Ceci a eu pour résultat une réduction du nombre des applications de l'ordre de 20 % .

Jusqu'à maintenant, l'introduction de la lutte dirigée en Rép. Féd. d'Allemagne n'a pas eu pour conséquence une diminution de la quantité et de la qualité de la récolte .

En évitant au maximum l'emploi de pesticides à spectre d'action large, on peut espérer une restauration de certains équilibres biologiques dans les vergers ainsi traités . Par conséquent, il est fort possible que la fréquence des traitements pesticides puisse encore être réduite dans un proche avenir .

2.2.1.2. Aux Pays-Bas

Aux Pays-Bas, l'introduction de la lutte dirigée dans des vergers de production date de 1970 .

Evolution et résultats

	surfaces en lutte dirigée en ha	nb. de traitements en lutte dirigée	insecticides et acaricides en lutte conventionnelle
1970	8,2	5,3	6,5
1971	19,5	2,9	env. 6,0
1972	73,5	3,6	6,4

Ces surfaces ont surtout servi à préciser les méthodes d'échantillonnage et à évaluer le travail de contrôle .

La surveillance a été faite par un assistant du verger expérimental " de Schuilenburg " . Ce verger appartient à la Commission de Coordination de la Lutte Intégrée et sert pour l'expérimentation de l'introduction de la lutte intégrée .

Des cours de formation pour les conseillers spécialistes des services d'extension du Ministère d'Agriculture ont démarré en 1973 avec 12 participants . Ceci permettra d'introduire la lutte dirigée dans un plus grand nombre de vergers en 1974 .

La Commission de Coordination de la lutte intégrée T.N.O. a reçu un financement annuel d'environ 800.000 florins pour développer les travaux de base . Cette somme a été réduite considérablement à partir de 1972 .

2.2.I.3. En France (1)

Faisant suite à une recommandation du Comité Scientifique "Lutte Biologique" de la D.G.R.S.T., une action technique destinée à promouvoir la lutte intégrée dans les cultures fruitières a débuté en 1967 avec l'appui financier du Ministère de l'Agriculture. Cette action concertée est poursuivie conjointement par trois organismes du Ministère de l'Agriculture :

- un service de recherches : I.N.R.A., Département de Zoologie et S.E.I.
- un service d'études techniques : C.T.G.R.E.F., Division des productions fruitières.
- un service d'application : S.P.V. Stations d'avertissements agricoles.

Plusieurs organismes de la profession agricole concernés par la Production fruitière (G.V.D., C.E.T.A., Coopératives et SICA fruitières, Associations de producteurs...) et des services spécialisés dans la lutte antiparasitaire (A.C.T.A.) y sont également associés.

Les travaux ont été réalisés essentiellement dans la région Sud Est de la France qui fournit une part importante du tonnage de fruits commercialisés à l'échelle nationale, comme l'indiquent les chiffres qui suivent (source : Ministère de l'Agriculture, 1969) :

- pommes : 35% sur 1.600.000 tonnes au niveau national
- pêches : 75% sur 500.000 " " "
- poires : 58% sur 360.000 " " "

(1) SIGNIFICATION DES SIGLES EMPLOYES DANS L'ORDRE DE CITATION

- D.G.R.S.T. : Délégation générale à la recherche scientifique et technique.
- I.N.R.A. : Institut National de la Recherche Agronomique.
- S.E.I. : Service d'Expérimentation et d'Information de l'INRA
- C.T.G.R.E.F. : Centre Technique du Génie Rural, des Eaux et des Forêts.
- S.P.V. : Service de la Protection des Végétaux.
- G.V.D. : Groupement de Vulgarisation et de Développement Agricole.
- C.E.T.A. : Centre d'Etudes Techniques Agricoles.
- S.I.C.A. : Société d'Intérêt Collectif Agricole.
- A.C.T.A. : Association Coordination Techniques Agricoles.

Dans le domaine phytosanitaire, l'appui technique des services officiels auprès des agriculteurs de cette région se répartit entre trois Stations d'avertissements agricoles. Il bénéficie en outre de l'existence de trois Stations et Laboratoires de Zoologie de l'I.N.R.A. et de vergers expérimentaux établis dans un Domaine du S.E.I.

Les sites de référence sont distribués surtout dans la Mayenne et la Basse Vallée du Rhône.

Deux techniciens phytosanitaires spécialement recrutés en 1967 ont été chargés d'effectuer des observations sur l'évolution des ravageurs dans plusieurs vergers de la région de Valence où ils sont affectés. Leur secteur d'activité s'est bientôt étendu à d'autres vergers de la Vallée du Rhône.

Dans la phase de démarrage du programme, il a été fait appel surtout aux procédés de recensement des ennemis des vergers et aux seuils indicatifs de tolérance proposés par le groupe de travail "lutte intégrée" de l'OILB/SROP(1), à partir des résultats obtenus en vergers de pommiers dans plusieurs pays européens (Pays-Bas, République Fédérale d'Allemagne et Suisse). (116) (117)

A partir de 1968, les travaux engagés par plusieurs équipes de chercheurs en liaison constante avec les deux techniciens ont été orientés sur des études d'ordre bio-écologique concernant les ravageurs les plus redoutables des vergers du Sud-Est. Il en est résulté une meilleure connaissance de la dynamique des populations qui se traduit par l'amélioration des méthodes d'estimation des populations et des niveaux tolérables.

L'action des deux techniciens se développe surtout par le canal de groupements agricoles du type de ceux cités plus haut qui bénéficient de l'activité de conseillers agricoles dont ils sont les employeurs. Avec la participation des exploitants, les conseillers effectuent la surveillance périodique des vergers. Ils sont assurés de l'appui technique constant des deux spécialistes. Les conseillers agricoles et les producteurs qui décident d'appliquer les procédés de lutte dirigée reçoivent une formation préalable. A ce titre, le rôle tenu par l'ACTA est primordial dans l'organisation de stages et dans la publication d'un bulletin d'information.

(1) Organisation Internationale de la Lutte Biologique/ Section Régionale Ouest Palaearctique

L'activité déployée par les deux techniciens se trouve ainsi démultipliée par l'intermédiaire des conseillers et des producteurs. L'efficacité de l'action entreprise est concrétisée par l'extension des surfaces soumises à la lutte dirigée (Tableau I).

Les principaux résultats obtenus peuvent être schématisés de la façon suivante :

- En vergers de pêchers, très rapidement le nombre de traitements a pu être réduit de 50%. En vergers de pommiers la diminution n'est devenue importante qu'à partir de 1971, lorsque la lutte contre le carpocapse a pu être aménagée. La diminution se situe suivant le cas entre 30 et 50%.

- Il n'a pas été enregistré de perte au niveau des récoltes ni sur le plan quantitatif (déchets), ni sur celui de la qualité (déclassement).

L'étude économique en cours tient compte de l'économie réalisée sur les produits, qui, pour 1972, est indiquée dans le tableau II, du coût de la surveillance et des pertes éventuelles (à l'heure actuelle nulles). Le bilan est positif en vergers de pommiers à partir de 1972, alors que pour les pêchers il l'a été dès la mise en place du système. On peut considérer dans l'ensemble que le gain est du même ordre que celui estimé en Suisse, soit environ 10%. Ce chiffre ne tient pas compte des avantages représentés par la réduction de la pollution (considérés comme non chiffrables à l'heure actuelle), ni des avantages à moyenne et longue échéance apportés au niveau de l'équilibre général des vergers et qui seront la source de nouveaux gains.

2.2.I.4. En Suisse un effort considérable a été fait pour réduire les applications chimiques inutiles. Les chercheurs des stations fédérales travaillant en bonne coopération avec les services phytosanitaires cantonnaires, les organisations professionnelles et les fabricants des pesticides ont apporté une contribution de premier plan à la détermination des seuils de tolérance économique. La superficie de vergers traités avec la méthode de lutte intégrée a maintenant dépassé 100 ha, sur lesquels le nombre des interventions a été réduit de moitié.

- T A B L E A U I -

- Nombre et superficie des vergers conduits en lutte dirigée -

	POMMIER		PECHER		POIRIER		TOTAL	
	Nombre	Surface en ha.	Nombre	surface en ha.	Nombre	Surface en ha.	Nombre	Surface en ha.
1967	5	8	8	16			13	24
1968	6	9	7	22			13	31
1969	11	14	15	40	1	2	27	56
1970	11	14	15	40	4	9	30	64
1971	14	47	38	140	9	16	61	203
1972	36	94	70	480	14	28	120	602
1973	30	142	90	700	12	41	132	883

T A B L E A U II

- Economie réalisée sur l'achat des produits exprimée par ha par an en comparant la lutte dirigée à la lutte conventionnelle en 1972 -

	P O M M I E R S		P E C H E R S	
	insecticide + acaricide	tous pesticides	insecticide + acaricide	tous pesticides
% du coût total	48 %	28 %	45 %	35 %
valeur absolue en F.	190	160	130	120

2.2.1.5. En conclusion on peut dire que l'expérience acquise en lutte dirigée durant les dernières années démontre nettement qu'une réduction du nombre de traitements insecticides est possible dans les vergers en maintenant une production optimale et en obtenant un bénéfice par rapport aux pratiques antérieures. Mais il est évident que cela demande une étroite collaboration entre les Instituts de recherche, les services d'extension, et les producteurs. L'étude de la transformation de ce système en une lutte intégrée véritable favorisant au maximum l'action des facteurs naturels de mortalité est déjà très avancée.

2.2.2. Les cultures annuelles

2.2.2.1 - Céréales

Les travaux sur la lutte dirigée concernent la lutte contre l'oïdium du froment et de l'orge, la Cécidomyie équestre, les pucerons et la mouche grise.

Oïdium du froment : suite aux travaux des chercheurs de la station de Phytopathologie de Gembloux un seuil économique de traitement peut être donné pour cette maladie. Il se situe autour de 25 pustules présentes sur les 2 faces du limbe des 3 dernières feuilles, juste avant la floraison des maîtres-talles. Les disponibilités en azote et les précédents culturaux doivent être considérés pour l'interprétation de ce seuil.

Pour l'Oïdium de l'orge on recherche surtout à résoudre le problème par la sélection des variétés résistantes. Mais afin d'exploiter au maximum une résistance accrue il sera nécessaire d'établir le seuil de nuisibilité de l'Oïdium. Pour ceci un réseau d'essais a été établi à l'intérieur de l'Europe (SROP.Groupe de Travail "Lutte Intégrée en céréales).

Cécidomyie équestre : les vols de cet insecte sont suivis à l'aide de pièges (bacs jaunes remplis d'eau) dans les régions susceptibles d'être envahies par cet insecte. Après constatation des vols, les champs de blé sont contrôlés sur la présence des oeufs. Un traitement est recommandé en fonction du nombre d'oeufs présents et du stade de développement de ceux-ci. Ce système a permis aux Pays-Bas et en Allemagne de réduire au strict minimum le nombre de traitements chimiques.

Pucerons : les travaux sur les seuils de nuisibilité n'ont débuté que très récemment. La présence simultanée de trois espèces différentes dans les champs de céréales constitue une des difficultés majeures. Il a été décidé d'établir un réseau d'essais répartis sur l'ensemble de la zone céréalière Européenne, pour préciser au plus vite cette question (SROP. Groupe de Travail Lutte intégrée en céréales).

La mouche grise, *Hylemya coarctata* : une analyse des possibilités de lutte dirigée est actuellement en cours en Angleterre. Les attaques ne peuvent être pronostiquées que sur la base des comptages des oeufs dans le sol. Mais ces dénombrements ne donnent des résultats qu'après les semis des céréales d'hiver et ne permettent plus un traitement des semences si nécessaire. Les blés d'été sont indemnes d'attaques et pourraient remplacer les blés d'hiver dans les régions fortement atteintes. Mais les cultivateurs n'acceptent guère la réduction des rendements entraînée par ce changement.

2.2.2.2. Betteraves à sucre

Depuis 1958 un schéma de lutte dirigée contre les pucerons, vecteurs des maladies à virus, est appliqué dans l'Europe de l'Ouest. L'information nécessaire pour ce système d'observations sur la dynamique de populations des pucerons concernés (*Myzus persicae* et *Aphis fabae*), sur les plantes-hôtes, sur le caractère du virus et sur les relations entre attaque et réduction de récolte, a été rassemblée par le Sugar Beet Virus Disease Committee de l'Institut International de Recherches Betteravières. On partait du principe qu'un traitement chimique ne devrait être appliqué que dans la situation où la perte de récolte prévue dépassait les frais de traitement. Pour ceci une série d'observations est faite :

- a. dénombrement des oeufs sur les plantes-hôtes d'hiver
- b. développement des plantes-hôtes d'hiver au printemps et détermination du premier vol des pucerons.
- c. contrôle des silos de betteraves fourragères sur présence et caractère du virus (fort ou faible) à l'aide de greffage sur plantes à essai.
- d. dénombrements des pucerons dans les champs de betteraves ainsi que des prédateurs et maladies parasitaires.
- e. établir le pourcentage de jaunissement dans les régions majeures de production et la répartition des deux espèces d' virus.

Basés sur ces informations, des avis d'avertissement sont donnés aux producteurs. L'adoption de ce système a permis une réduction du nombre de traitements de l'ordre de 2 traitements par an sur l'ensemble de la zone betteravière.

L'introduction de ce système de lutte dirigée a été accompagnée d'une action de propagande sur la réduction du nombre de sources d'infestation. Pour les régions les plus fortement atteintes, il est demandé de débarrasser les silos de betteraves fourragères avant le 1er Avril. La culture de betteraves fourragères à graines fut limitée à des régions isolées ou à des régions où le vecteur et le virus sont peu abondants.

2.2.2.3.

La culture du Colza offre un très intéressant exemple de ce que l'on peut attendre de la pratique de traitements raisonnés, basés sur une bonne connaissance des populations de ravageurs par rapport à des interventions systématiques et aveugles.

Le colza d'hiver est attaqué par de nombreuses espèces, au premier rang desquelles il convient de citer : l'Altise d'hiver, le Charançon des tiges, le Charançon des pétioles, les Meligethes, le Charançon des siliques et la Cécidomyie des siliques. Ce cortège de ravageurs existe dans toute l'Europe et notamment en France, dans le Sud-Ouest de ce pays, sévissent également les Tenthrèdes et le Puceron cendré du chou. Le programme de lutte adopté dans la plupart des régions est basé sur l'utilisation de produits rémanents à action polyvalente (à des doses souvent élevées) appliqués systématiquement plusieurs fois par an. Dans la plupart des cas ces mesures n'ont pas empêché les espèces présentes de se maintenir à un niveau élevé et elles ont souvent entraîné la pullulation de ravageurs jusqu'alors peu dangereux. Les baisses de rendement observées, ainsi que l'augmentation du coût des interventions phytosanitaires, ont fréquemment entraîné l'abandon de la culture qui a ainsi périodiquement migré d'une région à l'autre de la France. A partir de 1960, l'extension de la culture a été tentée dans le Lauragais. Très rapidement les trois espèces de charançons, le puceron et la cécidomyie des siliques se sont manifestés, ils ont été activement combattus et le nombre des interventions annuelles s'est rapidement élevé à 4 ou davantage. Cependant, les rendements ont diminué pour passer de 25 à 16 quintaux à l'hectare en 6 ans, ce qui a entraîné l'abandon progressif de la culture, devenu complet en 1966.

En 1969, la Coopérative agricole du Lauragais décidait un essai de reprise de la culture grâce à l'implantation d'un laboratoire de campagne du C.E.T.I.O.M. (x) appuyé par des chercheurs de l'INRA. Les premières études ont permis de déterminer avec précision la nature et l'importance des dégâts dûs à chaque espèce de ravageurs dangereux et d'établir une relation entre le seuil économique de nocivité et la densité de population des adultes. On a ensuite pu définir un seuil pratique d'intervention (à des périodes soigneusement déterminées chaque année), basé sur le nombre d'insectes recueillis par une méthode simple de piégeage. Dans ces conditions le nombre de traitements appliqués a été de 2 dans les premières années. Il est tombé à 1 en 1972 et à 0 en 1973, avec un maintien des rendements au voisinage de l'optimum de 25 quintaux à l'hectare, et l'extension de la culture se poursuit. Le succès de la méthode est dû essentiellement à l'efficacité des ennemis naturels des ravageurs qui ont pu jouer leur rôle dans les meilleures conditions possibles. Il est évidemment lié aux conditions particulières du Lauragais, et notamment au système de culture dans lequel la Luzerne tient une large place; nous parlerons plus loin de ces facteurs.

2.2.2.4 - Conclusions

Les cultures annuelles, du fait de leur faible durée d'occupation du terrain et de la fréquence des interventions humaines qu'elles subissent nécessairement, ne semblaient pas être aussi liées que d'autres (les vergers par exemple), à l'ensemble de l'environnement. Elles représentent des écosystèmes très simplifiés dans lesquels on pouvait espérer maîtriser facilement les éléments défavorables à une bonne production. Les exemples que nous avons cités montrent qu'il n'en est rien et, tous les ans, de nouveaux cas de pullulations anormales de ravageurs se produisent. Cette année, par exemple, aux Pays-Bas, des populations de pucerons, devenus résistants aux organo-phosphorés, se sont multipliées de façon telle qu'elles ont été capables de détruire complètement des cultures de Pomme de terre.

(x) Centre Technique Interprofessionnel des Oléagineux Métropolitains

Le graphique n° 1 (d'après Jourdheuil in litteris) résume l'évolution de la situation pendant la période I correspondant à la pratique d'une lutte chimique automatique et pendant la période II au cours de laquelle les méthodes de lutte intégrée ont été appliquées.

Par ailleurs, il est encourageant de constater que des mesures de surveillance simples peuvent permettre d'améliorer rapidement la situation au moins dans certains types de répartition des surfaces cultivées. Nous verrons plus loin tout le parti qui peut être tiré d'une utilisation rationnelle des méthodes culturales et des assolements, ainsi que d'un choix judicieux des variétés cultivées.

2.2.3. Dans le domaine des cultures sous serre, les travaux sont particulièrement avancés aux Pays-Bas et en Angleterre. Les réalisations en cours correspondent déjà, en fait, à un stade de lutte intégrée véritable faisant appel à l'utilisation de facteurs biologiques et notamment d'insectes et acariens auxiliaires. Nous développerons donc seulement l'exemple donné aux Pays-Bas qui constitue une transition avec le chapitre suivant.

Les ravageurs visés dans cette action sont essentiellement les acariens (Tetranychus urticae) et la "mouche blanche des serres" (Aleurode Trialeurodes vaporariorum).

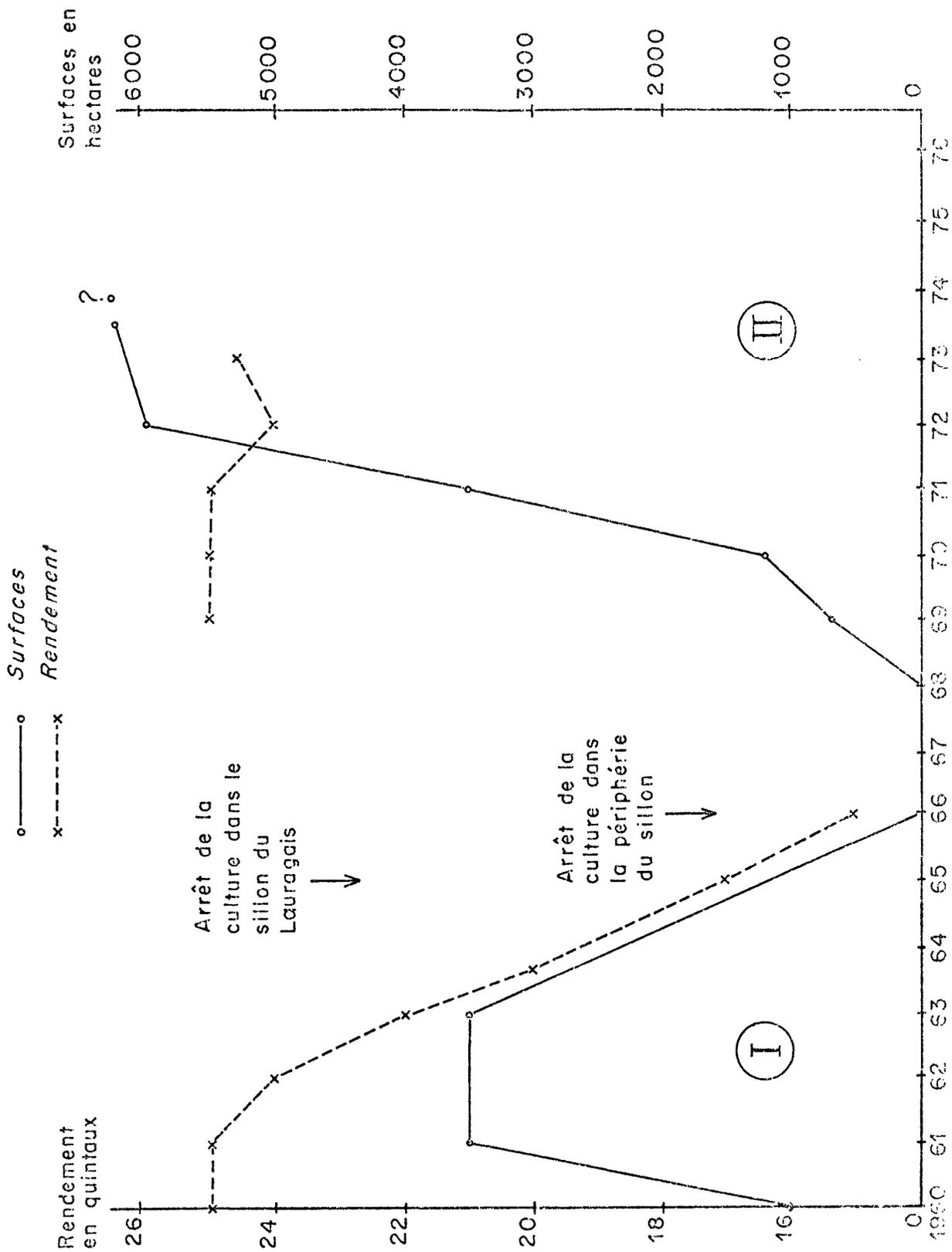
On a surtout cherché à mieux exploiter l'action des parasites et prédateurs pour éviter le problème de races d'acariens résistantes aux insecticides de synthèse.

Les travaux ont débuté sur arbres fruitiers sous serres. Sur ces arbres on rencontrait régulièrement deux prédateurs Stethorus punctillum et Typhlodromus longispilus.

En n'utilisant que des insecticides peu toxiques pour ces prédateurs on a pu réduire le nombre de traitements dans ces cultures d'une façon importante.

Depuis 1960, les arbres fruitiers sous serres ont pratiquement disparu, tandis que la culture de concombres s'est étendue. Dans cette culture les acariens constituaient aussi les ravageurs majeurs, mais les prédateurs trouvés sur les arbres fruitiers n'y étaient pas effectifs. Par contre l'acarien prédateur Phytoseiulus persimilis était capable de maîtriser les populations des acariens dans la plupart des cas. La difficulté résidait dans le fait que les fongicides anti-mildiou dont l'emploi est indispensable risquaient de détruire le prédateur.

Graphique n° 1 - EVOLUTION DES SURFACES ET DES RENDEMENTS EN COLZA SUR L'ENSEMBLE DU SECTEUR DE LA C.A.L.



L'emploi généralisé de ce dernier a pu être réalisé après l'introduction du fongicide systématique anti-mildiou, le Milcurb (diméthirimol). Le système risquait d'échouer après le développement de la résistance du mildiou contre le Milcurb, mais d'autres fongicides anti-mildiou se sont avérés suffisamment sélectifs vis-à-vis de P.persimilis. Depuis 1971, la mouche blanche est trouvée en trop grand nombre sur les concombres. Il semblait que le parasite Encarsia formosa pourrait remédier à cette situation. Il se trouvait cependant que l'activité de E.formosa est assez médiocre sur concombre. Sur tomate par contre E.formosa arrive très bien à tenir les populations de la mouche blanche à un niveau faible. Combiné avec P.persimilis contre T.urticae, ceci constitue un excellent système de lutte biologique sur tomates. Ce système est dès maintenant employé par 200 des 5000 producteurs de tomates. Et l'extension n'est limitée que par la possibilité de production de quantités suffisantes d'ennemis naturels. Un ancien cultivateur produit maintenant tous les E.formosa et P.persimilis. Les P.persimilis sont produits sur des plants de haricots infestés de T.urticae, les E.formosa sont multipliés sur des plants de tomates, concombres ou Poinsetia envahis de T.vaporariorum. On récolte les feuilles de ces plantes et les distribue ensuite aux acheteurs. On vend le système de lutte biologique aux producteurs. C'est à dire que l'on fournit les auxiliaires et donne les conseils sur leur emploi en visitant régulièrement les acheteurs. On peut conclure que la lutte biologique sur tomates s'est montrée valable. L'extension de l'introduction n'est limitée que par la capacité de production du fournisseur des parasites et prédateurs. Des études sont en cours sur les possibilités de stockage des auxiliaires, ce qui permettrait une production presque continue. L'introduction de la lutte biologique sur concombre nécessite une lutte sélective meilleure contre la mouche blanche. Il sera peut être possible d'utiliser d'autres espèces d'Encarsia.

Un système de lutte biologique identique a été développé parallèlement au Royaume Uni. Des travaux sont en cours pour étendre le système sur chrysanthème. (3) (43) (74) (120) (123) (124) (170)

2.3. Développements ultérieurs

Ce que nous avons décrit jusqu'à présent, correspond essentiellement à la première phase de la lutte intégrée, c'est à dire à l'utilisation des moyens existants de la façon la plus intelligente possible, il nous faut voir maintenant ce qui peut être ajouté à notre arsenal. Nous devons examiner aussi dans quelle mesure certaines évolutions récentes de l'agriculture ne doivent pas être reconsidérées ou remises en cause. Mais avant d'aborder l'étude des différents points sur lesquels il faudra agir, il n'est pas mauvais d'essayer d'évaluer comment l'action pourra être conduite.

2.3.I - Organisation des Recherches et des actions de développement Améliorations possibles

Il est certain que l'amélioration de la situation phytosanitaire et la sauvegarde de l'Environnement ne seront acquises rapidement que dans la mesure où on accélérera simultanément la recherche et le passage de la recherche à l'application. Ceci demande à la fois une augmentation des moyens mis en oeuvre et, souvent, une modification ou une amélioration des structures existantes. Nous essaierons de passer rapidement en revue quelques unes des organisations en place dans différents pays pour en tirer quelques enseignements.

2.3.I.I - En France, la responsabilité des recherches du domaine Agricole est confiée à l'INRA, et le développement des travaux au cours des dernières années a montré que cet Institut se préoccupait activement des problèmes posés par l'évolution de la situation phytosanitaire et ses rapports avec l'environnement. L'ampleur des sujets à aborder au niveau de la recherche est telle, qu'il est nécessaire d'y associer des chercheurs de tous horizons (Facultés, C.N.R.S., etc.). Ceci a pu être partiellement réalisé grâce à la D.G.R.S.T. qui a créé, dès le Vème Plan, un Comité "Lutte Biologique", devenu depuis le Comité "Equilibres et Lutte Biologique". Mais il ne pourra pas y avoir de développement rapide sans un accroissement important des moyens du secteur phytosanitaire de l'I.N.R.A. Dans le cadre de l'action D.G.R.S.T. une liaison régulière avec l'industrie a également été établie. Nous avons vu, dans la partie consacrée aux réalisations de la lutte intégrée, que les organisations professionnelles aux divers niveaux, étaient associées à l'application rapide des résultats de la recherche, les efforts dans ce sens devront être poursuivis. (78)

De nombreux chercheurs et techniciens français participent à l'activité des groupes de travail de l'OILB-SROP. En outre, des contacts réguliers sont maintenus par des groupes pluridisciplinaires s'occupant soit d'aspects fondamentaux, par exemple de "Relations-hôte-parasite" (animation INRA, participation Université, C.N.R.S., Instituts tropicaux), soit des problèmes posés par une culture particulière.

2.3.I.2. - Aux Pays-Bas, les recherches sur les bases écologiques de la lutte intégrée, sont activement poursuivies depuis de nombreuses années. Leur coordination est assurée par une Commission dont la composition est donnée ci-dessous :

Organigramme de la Commission de Coordination de la Lutte Intégrée
TNO

Groupes de Contacts	Groupes de Travail	
I Ecologie	I Vergers	I.1. Acariens
II Hormone et Phéromones		I.2 Pucerons
III Insecticides		I.3 Lépidoptères
IV Pathogènes		I.4. Introduction de la lutte intégrée
V Lutte génétique		I.5. Etude de vergers non traités
VI Plantes résistantes	2.Cultures annuelles	2.1 Cultures sous serres
		2.2. Légumes
		2.3. Grandes cultures
		2.3.1.Aspects généraux
		2.3.2.Betteraves à sucre
		2.3.3.Oignons
	3. Insecticides	3.I Effets secondaires

Les Groupes de Contacts servent comme "panels" de discussion, les Groupes de Travail sont directement responsables des recherches dans leur domaine. L'investissement total dans les travaux de lutte intégrée était pour 1971 de l'ordre de 4 millions de florins.

Depuis, ces investissements ont diminué par suite de la réduction générale des moyens accordés aux Recherches Agronomiques des Pays-Bas, d'où une insuffisance des moyens.

De nombreux chercheurs des Pays-Bas participent à l'activité des groupes de travail de l'OILB-SROP.

2.3.1.3 En Allemagne Fédérale (139)

Les travaux de lutte intégrée sont exécutés dans le cadre du Biologische Bundesanstalt (BBA), des Landesanstalt für Pflanzenschutz et, pour certains travaux approfondis, dans les laboratoires d'Université.

Les laboratoires du Biologische Bundesanstalt engagés dans les recherches de lutte intégrée sont surtout :

- Institut für Getreide, -Olfrucht - und Futterpflanzenkrankheiten, Kiel-Kitzeberg. Travaux : Cécidomies des céréales, lutte dirigée; action des Carabides contre les insectes du sol; la Cécidomie et les Curculionides du Colza, effets des rotations culturales, et importance de l'alternance de culture du colza d'hiver et du colza d'été.
- Institut für Gemüsekrankheiten, Fischenich. Sélection de variétés résistantes.
- Institut für biologische Schädlingsbekämpfung, Darmstadt.
Travaux principaux :
 - effets de traitements insecticides, fongicides et herbicides sur les auxiliaires, notamment Trichogramma cacoeciae et Chrysopa carnea
 - lutte intégrée contre les ravageurs du chou, lutte biologique contre Brevicoryne brassicae à l'aide de Chrysopa carnea.
 - possibilités de lutte contre Ostrinia nubilalis avec Bacillus thuringiensis
 - possibilités d'emploi de viroses et rickettsies
 - possibilités d'emploi des champignons entomopathogènes

Le BBA a établi un Groupe de Travail "Effets secondaires des pesticides sur les auxiliaires".

Le Landesanstalt für Pflanzenschutz était et est toujours à la base des travaux de lutte intégrée en vergers.

Les cultivateurs appliquant la lutte dirigée se sont réunis en 1972.

dans une Association de promotion de la lutte intégrée. Le but principal de l'association est :

- de réunir les cultivateurs qui s'engagent de traiter leurs cultures selon les méthodes de lutte intégrée
- d'améliorer les connaissances dans ce domaine
- de produire des fruits d'une meilleure qualité pour la santé publique.

Depuis 1971 le Groupe de Stuttgart étudie aussi la possibilité d'introduire la lutte intégrée en culture de pois, haricots et épinards.

En 1966 les chercheurs allemands se sont réunis dans un Groupe de Travail "Deutscher Arbeitsgruppe für Integrierten Pflanzenschutz". Ce groupe comprend maintenant environ 30 membres dont plusieurs coopèrent aux travaux de l'OILB-SROP.

Parmi les réalisations les plus importantes du groupe de Stuttgart figure la réalisation de cours de formation à l'usage des producteurs en vue de leur permettre de pratiquer les techniques de la Lutte intégrée. Le prix de revient de telles opérations a été établi et figure à titre d'exemple dans le tableau ci-dessous :

Frais d'un cours d'instruction de producteurs de pommes (22 participants, 2 instructeurs, 7 journées entières, 4 demi-journées; pour les instructeurs 11 journées entières). exprimés en D.M.

	payé par l'état	payé par les participants
journées de travail		
1 entomologiste		
préparation 5 jours	40,	
cours 11 jours	89	
1 assistant		
préparation 10 jours	59	
cours, 11 jours	65	
frais de déplacement et de séjour des instructeurs	13	
matériel de cours	40	

	payé par l'état	payé par les participants
journées de travail des participants		
9 jours		330
déplacement et séjour des participants		132
équipement		80
		<hr/> 542
frais par participant	848	
frais par hectare de pommiers	31	54

2.3.I.4

En Italie, les recherches sur la lutte intégrée sont encouragées par le Comité National de la Recherche. Des chercheurs appartenant à diverses universités ont constitué un groupe, et tous les travaux qu'ils publient portent l'indication "Studi del grupa di lavoro del C.N.R. per la lotta integrata contro i nemici animali delle piante". Des études portant sur de nombreux aspects des problèmes phytosanitaires ont déjà été faites. La concertation sur des sujets déterminés (Cochenilles des agrumes, olivier, vergers, etc...) se fait essentiellement au sein des structures mises en place par l'OILB/SROP.

2.3.I.5.

La situation dans les divers pays est très variable d'un point à un autre; elle va d'une simple association de type "académique" entre chercheurs de même tendance à une structuration efficace de groupes permanents poursuivant un objectif commun. Il est important de signaler le caractère général de la préoccupation "lutte intégrée" dans toutes les zones géographiques et tous les types de société.

Aux Etats-Unis, un projet de très grande ampleur a été mis sur pied. Dix neuf universités ont décidé de poursuivre des recherches en commun sur la Lutte Intégrée. Un certain nombre d'écosystèmes ou de types de cultures ont été choisis (coton, soja, luzerne, agrumes, vergers, pins) et un coordinateur anime, pour chacun d'entre eux, une série de travaux comportant : la mise en évidence des organismes nuisibles, l'évaluation des dégâts qu'ils causent, la fixation du seuil d'intervention économique, et le choix des mesures de lutte les mieux adaptées. Le souci de ne pas perturber le milieu et d'éviter

la pollution conduit à employer, toutes les fois que cela est possible, des méthodes biologiques de lutte. Des moyens très importants sont consacrés à ce programme pour lequel les techniques les plus avancées, notamment de simulation sur ordinateur, sont employées.

En U.R.S.S. la décision a été prise d'appliquer exclusivement des méthodes de lutte intégrée et de lutte biologique. Le plan prévoit l'installation d'une "usine de production" d'insectes utiles (trichogrammes) dans chaque région de programme. Un Institut Fédéral de lutte biologique, groupant trois cent spécialistes, a été créé à Kishinev, et toutes les possibilités d'utilisation des auxiliaires et des maladies des insectes sont activement explorées.

Pour l'ensemble des pays en voie de développement le passage aux méthodes de lutte intégrée est urgent, non seulement pour faire face aux situations critiques découlant, pour certaines productions, de l'emploi unique exagéré et aveugle des pesticides, mais aussi pour permettre une commercialisation normale des produits de leur agriculture. Certains d'entre eux comportent des quantités de résidus incompatibles avec les normes en usage dans la plupart des pays importateurs, ceci pourrait être corrigé par l'amélioration des méthodes de lutte. Les traitements trop nombreux réalisés contre les pucerons des céréales par exemple sont souvent à l'origine de résidus trop élevés qui pourraient être évités. L'aide apportée par les pays développés doit être orientée vers la mise au point rapide de techniques de lutte répondant aux principes de la lutte intégrée. C'est ainsi par exemple que l'U.S.A.I.D.^(°) a décidé de substituer à la seule fourniture de stocks de pesticides l'étude et la mise au point de méthodes adaptées à chaque pays, une vaste opération est en cours sous la direction du Professeur Ray SMITH de Californie. (142) (143) (144) (145) (146) (147) (149) (151) (152) (153) (154)

Le potentiel scientifique et technique rassemblé dans les pays de la Communauté devrait leur permettre des succès rapides dans la mise en oeuvre et la généralisation d'une lutte intégrée faisant largement appel aux méthodes biologiques; nous allons examiner maintenant les principaux types de facteurs à mettre en oeuvre.

(°) Agency for International Development

2.3.2. - Les techniques à développer et les facteurs à utiliser dans le cadre de la lutte intégrée

2.3.2.I. Les méthodes culturales

La possibilité, pour un ravageur déterminé, d'attaquer une culture, est subordonnée à la coïncidence, en un point donné et à un moment déterminé de l'année, entre le végétal parvenu à un stade réceptif et le déprédateur ayant atteint un certain degré de développement dans son cycle annuel. Ces phénomènes sont largement sous la dépendance des conditions climatiques, mais on peut également agir sur eux en modifiant les techniques culturales. Simplement en changeant les dates de semis, on peut soustraire une culture à l'action d'un ravageur déterminé. Ces décalages peuvent encore être accentués par un choix judicieux de variétés plus ou moins précoces, ou tardives, suivant le problème à résoudre.

En outre, le maintien d'une espèce, en un lieu déterminé, exige qu'elle trouve, à chacune de ses générations, une nourriture qui lui convienne. Si le système de culture est établi de façon telle qu'une plante ne convenant pas au développement du ravageur soit seule présente pendant une durée supérieure aux possibilités de survie de ce dernier, l'espèce sera éliminée au moins provisoirement. Les rotations culturales et les assolements de l'agriculture traditionnelle permettaient dans une large mesure de minimiser les pertes dues à certains antagonistes (notamment les mauvaises herbes). A l'heure actuelle encore, la meilleure façon de lutter contre de nombreuses espèces de nématodes consiste à intercaler dans l'assolement une culture "non hôte".

A mesure que nos connaissances deviennent plus précises, on peut envisager des moyens plus "subtils". Par exemple, on a pu montrer que des nématodes du genre *Meloidogyne* avaient une descendance uniquement composée de mâles lorsqu'ils se nourrissaient de certains végétaux; ce phénomène étant lié à l'existence de races particulières dans chaque région; l'introduction d'une telle culture "androgène" bien placée dans l'assolement peut donc faire disparaître l'espèce en un lieu déterminé. De tels phénomènes ont déjà été obtenus expérimentalement.

Beaucoup de ravageurs sont capables de se multiplier sur plusieurs espèces de végétaux, il convient donc de porter une attention particulière aux possibilités de passage ou "d'échange" d'une culture à l'autre, ou entre champs et végétation spontanée. Là encore, les méthodes culturales peuvent jouer un rôle important. Dans de vastes régions de Californie, les deux cultures principales sont le coton et la luzerne; cette dernière héberge des punaises (du genre *Lygus*) qui lui causent des dégâts sans compromettre gravement la culture, mais lorsqu'on pratique la coupe des luzernes sur de vastes surfaces, les punaises privées de nourriture se portent sur le coton où elles commettent des dégâts considérables en piquant les boutons floraux. Les Entomologistes californiens ont trouvé une solution en préconisant un système de coupe par bandes, qui conserve à chaque instant des surfaces porteuses de luzerne à différents stades d'évolution, ce qui maintient les *Lygus* et leur évite de passer sur le coton (nous verrons plus loin que ce système a d'autres avantages). (157)

Il ne faut pas oublier non plus que la végétation spontanée ou cultivée héberge aussi des animaux utiles dont nous examinerons le rôle en détail plus loin, eux aussi sont capables de se déplacer et l'aménagement du "paysage" cultivé doit se faire en en tenant compte. On a souvent préconisé de laisser en place dans les cultures des "stations refuges" dans lesquelles les insectes utiles peuvent se multiplier sans être gênés et venir ensuite coloniser les cultures. Bien entendu, il faut tenir compte de la possibilité pour des ravageurs de suivre le même processus et chaque cas doit être examiné en détail. On a pu montrer, par exemple, que la Canne de Provence héberge un puceron qui ne peut se développer sur les cultures avoisinantes, par contre il sert de nourriture à des coccinelles qui se multiplient activement et vont ensuite dévorer les autres espèces de pucerons des plantes cultivées. (22) (63)

Enfin, la gravité des dégâts causés par un ravageur dépend évidemment beaucoup de la capacité de résistance de la plante à l'attaque. Si le système de culture est étudié avec soin pour fournir des végétaux en bonne condition physiologique, il participera de ce fait à la réduction des dommages.

Toutes les interventions humaines doivent être évaluées dans cet esprit et notamment les opérations de lutte phytosanitaire. On oublie trop souvent que les produits utilisés, indépendamment de l'action qu'ils exercent directement sur les ennemis des plantes cultivées provoquent également chez ces dernières des modifications physiologiques qui peuvent soit les rendre plus favorables au développement de certains phytophages, soit au contraire leur conférer une faculté plus grande de résistance. C'est par des effets de ce type que s'expliquent beaucoup des pullulations d'acariens observées au cours des deux dernières décennies et aussi quelques cas de résistance accrue à des maladies cryptogamiques. (30) (133)

Il nous paraît donc évident que les techniques culturales peuvent apporter de nombreux éléments de solution aux problèmes phytosanitaires; il est également certain qu'elles peuvent contribuer à les aggraver. Des progrès technologiques, d'un grand intérêt par ailleurs, ont eu des conséquences parfois très gênantes quant à la protection de la culture. La moissonneuse-batteuse est un excellent distributeur de graines de mauvaises herbes. L'abandon du démarrage de la betterave pour l'adoption de graines monogermes distribuées par des semis perfectionnés a considérablement augmenté l'importance économique des ravageurs et des maladies des jeunes plants puisque, maintenant, "chaque individu compte".

Ce qui importe avant tout, c'est d'examiner avec soin toutes les conséquences des diverses techniques culturales avant de les généraliser à tous les types de milieux. De même, la connaissance approfondie des conditions de multiplication des organismes nuisibles offrira des moyens de s'y opposer au niveau des pratiques phytotechniques. A l'heure actuelle la généralisation de la monoculture, notamment des céréales, sur de vastes surfaces et pendant de nombreuses années successives, est une cause de préoccupations phytosanitaires importante et a justifié la création d'un groupe de travail spécial de l'OILB/SROP. (31)

2.3.2.2. - Les variétés résistantes (125)

L'importance des dégâts causés par un ravageur ou une maladie dépend de la manière dont la plante supporte l'attaque; il existe de nombreux facteurs, morphologiques, anatomiques ou physiologiques, capables d'influer sur le degré de résistance du végétal. Certains d'entre eux peuvent faire l'objet d'une sélection génétique et la création de variétés "résistantes" ou "tolérantes" est un secteur très actif des programmes d'amélioration des plantes, et une des voies les plus prometteuses et les plus élégantes d'intervention dans le cadre de la lutte intégrée.

De nombreux succès ont déjà été enregistrés dans le domaine des Champignons, des Nématodes et des Insectes. L'utilisation simultanée de techniques culturales adaptées ou de procédés comme le greffage permet d'élargir encore les possibilités. Il ne faut pas oublier que le vignoble français a été sauvé et reconstitué après l'introduction du Phylloxera par l'utilisation systématique de porte-greffes résistant à l'insecte.

Les progrès considérables de la génétique végétale et la mise au point de techniques nouvelles d'hybridation ouvrent des perspectives très vastes; mais il ne faut pas oublier que la sélection, par l'homme, de plantes résistantes, s'accompagne chez le ravageur, du développement de lignées plus pathogènes. Il s'agit donc de maintenir un effort constant et surtout de faire entrer, de façon permanente, la considération du risque présente par les ravageurs divers, dans la conception des programmes de sélection.

Les programmes de sélection de variétés plus productives, qui étaient la base essentielle de la "révolution verte", ont conduit souvent à des échecs, parce que les "nouveautés" ainsi créées se sont avérées très sensibles à des ravageurs ou à des maladies dans les diverses régions où elles ont été introduites. C'est ainsi que les blés dits mexicains ont subi, au Maroc, des attaques désastreuses des punaises des céréales et qu'ils souffrent gravement, au Moyen-Orient, du fait des maladies causées par les Septoria.

Dans des régions, comme l'Indonésie, où étaient cultivées, côte à côte, un grand nombre de variétés locales, pour la plupart tolérantes aux ravageurs locaux, la diffusion d'une variété unique plus productive certes, mais aussi plus exigeante en fertilisants, s'est souvent accompagnée d'attaques spectaculaires d'insectes et de maladies qui ont réduit à néant les efforts accomplis.

Dans le monde entier, on assiste à une diminution rapide de la "diversité génétique" des espèces végétales cultivées et à la disparition de nombreuses espèces spontanées; ceci peut avoir des conséquences graves. Aux Etats-Unis, du fait de l'utilisation de la technique dite de la "stérilité mâle", plus de 80% des variétés de maïs cultivées comportaient un cytoplasme de même origine. Ceci leur conférait une sensibilité particulière à une maladie cryptogamique qui s'est développée de façon foudroyante détruisant jusqu'à 30% de la récolte. Certes, les généticiens ont redressé spectaculairement la situation en créant de nouvelles variétés, mais l'alerte a été chaude et il faut éviter que de tels phénomènes se reproduisent. Pour sauvegarder la diversité génétique, il ne faut pas se contenter de "banques de gènes" mais aussi il faut conserver en nombre suffisant, en divers points du globe, des zones protégées où se maintiendront des populations végétales sauvages non perturbées. C'est peut être parmi elles que nous irons chercher demain les éléments de sauvetage de telle ou telle culture. (24)

2.3.2.3. Les antagonistes naturels

Le pouvoir d'accroissement des populations de tous organismes est plus ou moins stabilisé par les facteurs de l'environnement. Parmi eux, on distingue couramment les facteurs abiotiques (climat, air, sol, espace, lumière....) et les facteurs biotiques constitués par l'action directe ou indirecte d'autres organismes vivants. Les interactions complexes qui s'établissent déterminent une fluctuation du niveau de population de chaque organisme autour d'une certaine position d'équilibre, caractéristique d'un type de milieu déterminé.

Dans le cas des organismes nuisibles le rôle joué par leurs ennemis naturels est souvent considérable (et fait de ces derniers des auxiliaires de l'agriculteur), mais passe souvent inaperçu. On peut estimer que le nombre total des espèces d'insectes existantes est de l'ordre de trois millions, parmi elles moins d'un million ont été décrites et dix mille environ sont considérées comme importantes du point de vue économique, parce qu'elles causent des dommages de types divers aux cultures, à l'homme ou aux animaux domestiques. Ce nombre serait beaucoup plus élevé si les ennemis naturels n'existaient pas et l'expérience des 20 dernières années l'a montré à de nombreuses reprises, à la suite de l'emploi généralisé des pesticides chimiques de synthèse. L'action de ces produits a, en effet, entraîné fréquemment la disparition d'espèces qui limitaient efficacement les populations de consommateurs de végétaux, et ces derniers sont devenus de ce fait des ravageurs nouveaux. Les cultures de coton, de thé, de café etc... dans les régions tropicales et subtropicales offrent de nombreux exemples de ce phénomène auquel nous avons déjà fait allusion sans en évoquer la cause. Dans la quasi totalité des cas si le mécanisme de la pullulation de ravageurs a pu être analysé, on a pu mettre en évidence la suppression d'ennemis naturels efficaces. Ces derniers constituent donc un potentiel qu'il convient de protéger si on veut éviter une aggravation de la situation phytosanitaire. Dans le cas des ravageurs "confirmés" il est évident que les auxiliaires naturels ne jouent pas un rôle suffisamment efficace, mais ils n'en existent pas moins, et nous devons nous efforcer de favoriser leur action.

Un premier moyen est d'éviter de les détruire en choisissant, pour effectuer des interventions par voie chimique, les périodes où ils sont naturellement protégés (inactifs, absents ou hors d'atteinte), et aussi en faisant appel à des substances non toxiques pour eux. Ces préoccupations sont à la base d'une grande partie des méthodes de "lutte dirigée" actuellement employées, elles ont aussi inspiré la recherche de produits plus sélectifs, voire spécifiques d'un type de ravageur donné. Les efforts dans ce domaine devront être poursuivis et amplifiés.

Une autre méthode permettant de favoriser l'action des auxiliaires naturels est de concevoir un système d'aménagement du milieu leur donnant le maximum de chances de survie et de multiplication. Beaucoup des aménagements cultureux, précédemment cités, répondent à ce désir. Aussi lorsque la coupe de la luzerne est pratiquée "par bandes" (Strip cutting), non seulement on évite la migration des punaises phytophages vers les cultures de coton, mais on améliore l'efficacité des ennemis naturels des ravageurs de la luzerne qui trouvent toujours, à faible distance, des proies permettant leur multiplication. Les divers essais de cultures intercallaires implantées en zones cotonières répondent aussi au désir de fixer des populations importantes d'auxiliaires capables de passer d'un végétal à l'autre. (27) (44) (50) (96) (97) (98) (99) (156) (169)

Certains types de couvert végétal semblent particulièrement favorables au maintien de populations importantes d'insectes auxiliaires. La luzerne en fait partie et les excellents résultats obtenus en France dans la région du Lauragais dans la protection des cultures de Colza sont dus en partie à l'existence de surfaces importantes de luzernières.

On peut aussi envisager de manipuler les populations de ravageurs de façon favorable pour les auxiliaires. Ces derniers ont souvent des difficultés à se maintenir lorsque le niveau de population de leur proie est trop bas. c'est ce qui se produit dans les pullulations cycliques de ravageurs forestiers du type "gradation". Les ennemis naturels sont à un niveau très bas pendant la phase de "latence" au cours de laquelle leur proie est rare et dispersée. Dès que le nombre de ravageurs augmente (progradation), ils recommencent à se multiplier activement mais sont incapables d'empêcher la population de ce dernier d'atteindre un niveau élevé (culmination) et de causer des dégâts, avant de contribuer de façon décisive à son effondrement (rétrogradation). Il paraissait donc intéressant de voir dans quelle mesure on pourrait assurer une meilleure efficacité des auxiliaires en leur fournissant des hôtes pendant la période de latence.

L'expérience a été faite par les chercheurs yougoslaves dans le cas de Lymantria dispar dont les chenilles pullulent tous les 7 à 9 ans et causent des défeuillaisons spectaculaires des forêts et des vergers. En apportant régulièrement des pontes du Lépidoptère dans des zones où la population était à son niveau minimum, ils ont permis le maintien d'un nombre suffisant d'auxiliaires pour que ceux-ci empêchent le déclenchement de la gradation suivante qui a bien eu lieu à la date prévue dans les zones où aucun apport d'oeufs n'avait été fait. (100)

Enfin, on peut concevoir des méthodes d'intervention basées sur l'utilisation exclusive des ennemis naturels; c'est le principe de la Lutte Biologique qui sera développé plus en détail au chapitre suivant.

A l'heure actuelle, pour reprendre l'exemple des vergers de pommiers déjà exposé au titre de la lutte dirigée, on peut trouver dans le tableau ci-dessous les recommandations mises au point aux Pays-Bas faisant appel à des auxiliaires naturels, des pesticides chimiques et un insecticides microbiologique, et qui ont donné des résultats intéressants à l'échelle de vergers expérimentaux.

<u>Ravageur</u>	<u>Programme de Lutte intégrée</u>
Acarien rouge <u>Panonychus ulmi</u>	introduction d'acariens prédateurs <u>Typhlodromus spp.</u>
Cheimatobie <u>Operophtera brumata</u>	<u>Bacillus thuringiensis</u>
Noctuelles vertes <u>Orthosia spp.</u>	<u>Bacillus thuringiensis</u>
Tordeuse de la pelure <u>Adoxophyes orana</u>	Favoriser les parasites (<u>Colpoclypeus florus</u>) si nécessaire <u>B.thuringiensis</u>
Autres tortricides	restent en général en dessous du seuil de nuisibilité.
Mineuses des feuilles	introduction de parasites <u>Chrysocharis prodice</u> si nécessaire avec insecticide sélectif, Ryania

Pucerons

favoriser les prédateurs
polyphages, si nécessaire
aphicide sélectif, Pirimor

Puceron lanigère
Eriosoma lanigerum

maintenir le parasite
Aphelinus mali
en cas d'urgence-aphicide
sélectif, Pirimor

Punaise verte
Lygus pabulinus

éviter les mauvaises
herbes.

3. LA LUTTE BIOLOGIQUE PROPREMENT DITE

3.I. Généralités (18) (36) (39) (49)

Dans le préambule à ses nouveaux statuts établis en 1971, l'Organisation Internationale de Lutte Biologique contre les Animaux et les Plantes Nuisibles définit ainsi son objet, c'est : "L'utilisation d'organismes vivants ou de leurs produits pour empêcher ou réduire les pertes ou dommages causés par des organismes nuisibles". Cette définition très large répond au désir de tous les chercheurs engagés dans ce domaine de tirer le plus grand parti possible de toutes les possibilités offertes par le monde vivant. En fait, traditionnellement, la Lutte Biologique s'est principalement intéressée jusqu'ici à la limitation des insectes nuisibles et des mauvaises herbes par leurs ennemis naturels, c'est pourquoi nous commencerons cet exposé par le cas de la lutte contre les insectes.

Nous avons déjà souligné l'importance du rôle joué par les antagonistes naturels et ce que l'on pouvait attendre de leur protection, nous verrons avec la lutte biologique ce qui peut être obtenu de leur utilisation systématique. Le but recherché est évidemment de limiter ou de réduire la croissance des populations d'organismes nuisibles et de les stabiliser autour d'une position d'équilibre satisfaisante ne leur permettant pas de commettre des dégâts économiquement sensibles.

Nous ne devons pas forcément chercher à revenir à un équilibre antérieur, ce qui est souvent impossible, mais à agir sur les forces en présence pour obtenir, à chaque instant, un bilan favorable à nos besoins ou à nos désirs. Tel n'est évidemment pas le cas lorsqu'on pratique des interventions brutales visant seulement à détruire l'organisme qui exerce ses dégâts à un moment donné. Certes, si une récolte risque de disparaître sous l'action d'une importante population de ravageurs, il faut bien, pour la sauvegarder, essayer d'en détruire la plus large part; mais si on examine le problème sur plusieurs générations successives, on s'aperçoit que ce qui compte dans une intervention phytosanitaire, ce n'est pas tant le nombre d'insectes tués, que celui des survivants. Pour une espèce dont les femelles pondent 100 oeufs (ce qui est très fréquent, et même assez modeste), le fait d'obtenir une mortalité de 98% signifie simplement que, à la génération suivante, on aura le même nombre d'individus présents au début de leur cycle

évolutif. Si ces individus ne rencontrent pas d'antagonistes, et notamment si ces derniers ont été éliminés par l'intervention précédente, ils se développeront sans contrainte et nécessiteront un nouveau traitement. Par contre, si des ennemis naturels sont présents, ils seront peut être capables par eux-mêmes de s'opposer à la multiplication du nuisible. Il est très souvent préférable de ne détruire que 60% des ravageurs en laissant subsister 90% de leurs ennemis que de réaliser l'opération inverse.

On ne peut espérer régler un problème de façon durable en employant un moyen dont l'action sera limitée dans le temps et n'aura pas de conséquence sur les générations successives. Ceci est d'ailleurs vrai quel que soit le type de facteur en cause, qu'il soit biologique ou chimique.

ULLYETT⁽¹⁶⁷⁾ en donne un exemple concernant la teigne des Crucifères, Plutella maculipennis, en Afrique du Sud. Des relevés périodiques du niveau de populations de ces chenilles indiquaient que celui-ci fluctuait autour d'une densité moyenne déterminée, du fait de l'action des facteurs antagonistes du milieu et essentiellement de certains insectes parasites. A un moment donné se manifesta une maladie causée par un champignon qui détruisit la plus grande partie de la population de chenilles. Mais cette mycose ne pouvait se produire que dans des conditions climatiques favorables et notamment si l'hygrométrie du milieu était suffisante. Dès le début de la saison sèche, elle disparut et on assista à une multiplication massive des teignes survivantes. Cette multiplication ne fut pas immédiatement combattue avec succès par les ennemis naturels dont les populations avaient été très fortement réduites par l'absence d'hôtes convenables pendant une longue période, tant et si bien que le nouvel équilibre, qui s'établit alors, correspondait à une densité moyenne très supérieure à celle qui existait avant l'apparition de la maladie.

Les seuls facteurs régulateurs capables d'exercer une action constante et permanente sur une population sont ceux dont l'efficacité augmente en fonction de l'élévation de la densité de l'hôte, ceux que les Anglo-Saxons appellent "density dependent". C'est essentiellement parmi eux que la Lutte Biologique a recherché ses armes.

3.2. Utilisation des Entomophages (13) (14) (21) (34) (56) (57) (62)

Les ennemis naturels les plus nombreux et les plus actifs des insectes nuisibles appartiennent à la même classe zoologique. Il y a, dans tous les ordres, des espèces, en plus ou moins grand nombre, qui ont des moeurs "entomophages", c'est à dire qui se nourrissent d'autres insectes (x). On les a, un peu artificiellement, divisés en deux catégories; d'une part les parasites qui sont ceux qui, à l'état larvaire, se nourrissent d'un seul individu de l'espèce dite "hôte", et d'autre part les prédateurs qui tuent leur proie par attaque directe et peuvent consommer un nombre variable d'individus.

Les moeurs des parasites peuvent être extrêmement variées, par exemple si on se limite à la seule famille des Tachinidae, chez les Diptères, on trouve des espèces qui déposent à la surface des téguments de l'hôte un oeuf dont l'éclosion pourra être proche ou tardive, d'autres qui pondent sur le feuillage et dont la larve (planidium) attendra le passage d'une chenille, par exemple, pour pénétrer à l'intérieur, tandis que les oeufs d'un autre groupe d'espèces sont également déposés sur le feuillage mais sont destinés à être ingérés avec celui-ci pour éclore seulement à l'intérieur de l'intestin de l'hôte. Cette même famille comporte également des espèces qui introduisent leur larve éclosante directement à l'intérieur de l'insecte dont elle devra se nourrir.

Le parasitisme par les insectes est d'un type particulier puisqu'il ne s'exerce qu'à l'état larvaire (il est dit protélien). Il est souvent marqué par des adaptations spéciales et de multiples corrélations physiologiques liant les deux partenaires de façon que l'hôte survive tout le temps nécessaire à la croissance de la larve parasite et ne soit tué qu'à la fin de l'évolution de celle-ci.

Les individus adultes d'une espèce parasite mènent une vie libre et peuvent avoir des régimes alimentaires divers; certains peuvent se reproduire sans avoir besoin de consommer de nourriture, tandis que d'autres ont une alimentation d'origine végétale (généralement consommateurs de pollen

(x) d'après CLAUSEN (1940) les moeurs entomophages se rencontrent dans 224 familles appartenant à 15 ordres et chaque espèce de phytophage est exploitée par une série d'entomophages.

ou de nectar) et qu'une minorité a besoin de prélever de la nourriture sur l'espèce hôte et se comporte alors en prédateur.

Les prédateurs peuvent exercer leur activité entomophage soit au stade larvaire soit au stade adulte soit pendant toute la durée de leur vie; les relations qui les unissent à leur proie sont généralement moins précises que dans le cas des parasites, mais, dans un groupe comme dans l'autre, il existe des degrés divers de spécificité qui font qu'une espèce déterminée n'exploitera qu'une seule espèce hôte (monophagie), tandis qu'une autre, s'attaquera éventuellement à plusieurs dizaines ou même plusieurs centaines (polyphagie).

L'hôte d'un entomophage peut être, soit un phytophage, soit un autre entomophage; il sera alors appelé "parasite secondaire" ou hyperparasite, le degré de parasitisme étant toujours compté à partir du consommateur primaire attaquant un végétal. Du point de vue des activités humaines les parasites d'ordre impair sont des animaux utiles tandis que ceux d'ordre pair sont nuisibles.

A chaque espèce d'insecte est associé un "complexe parasitaire" plus ou moins étendu, mais aucune n'est dépourvue d'ennemis naturels qui s'opposent à la croissance illimitée de ses effectifs. Bien entendu, la composition de ce complexe et surtout l'action de chacun de ses éléments varie en fonction du climat. Dans les zones limites de l'aire d'extension d'une espèce déterminée, c'est souvent le climat qui joue le rôle prépondérant mais on peut dire que, dans chaque localité, c'est la concurrence interspécifique modelée par l'action des facteurs climatiques qui règle le niveau des populations.

Les parasites et prédateurs, dans leur ensemble, sont typiquement dépendants de la densité de population de leur hôte; toute augmentation de celle-ci favorise leur propre développement et entraîne leur propre pullulation. Ils sont donc en mesure d'exercer une action régulatrice permanente mais tous ne sont pas également capables de subsister en présence de populations hôtes de faible densité. C'est souvent sur ce critère que s'établit en définitive la "valeur" d'une espèce déterminée. Sans vouloir essayer de donner une idée précise du monde des entomophages nous rappellerons rapidement quelques unes des familles les plus importantes.

Dans l'ordre des Hyménoptères, les Ichneumonidae et les Braconidae sont surtout des parasites de chenilles mais peuvent également attaquer bien d'autres insectes notamment des larves ou des adultes de coléoptères. Ils peuvent consommer leur hôte de l'extérieur (ectoparasitisme), ou de l'intérieur (endoparasitisme) parfois même nécessairement des deux manières au cours de leur développement larvaire (Phanerotoma etc). Ils jouent un rôle régulateur naturel important et ont été utilisés en lutte biologique dans le milieu forestier et en cultures fourragères.

Les Chalcidiens (Chalcidoidea) constituent un très grand groupe dont les représentants ont des moeurs très variées, les Pteromalidae sont souvent parasites de nymphes, tandis que les Encyrtidae et les Aphelinidae sont surtout connus comme ennemis des Cochenilles et ont été à ce titre très utilisés en Lutte Biologique; les Trichogrammatidae et surtout le genre Trichogramma sont parasites des oeufs de nombreuses espèces et sont très largement exploités à l'heure actuelle notamment en U.R.S.S.

Les Proctotrypides (Serphoidea) jouent un rôle important dans la limitation des populations de diptères à larves mineuses ou gallicoles et dans celle de punaises phytophages notamment grâce à des espèces parasites des oeufs (Asolcus sur Eurygaster).

Dans l'ordre des Diptères nous trouvons à la fois des parasites et des prédateurs importants. Chez les prédateurs citons les Syrphidae qui comptent parmi les ennemis naturels les plus importants des Pucerons ainsi que certaines espèces de la famille des Cecidomyidae dont la plupart des autres représentants sont phytophages et le plus souvent gallicoles. Chez les parasites, la famille la plus importante est celle des Tachinidae dont beaucoup d'espèces jouent un rôle considérable dans la limitation naturelle des populations de Lépidoptères forestiers tandis que d'autres attaquent les Coléoptères (notamment les vers blancs) ou les Hémiptères.

Dans l'ordre des Coléoptères nous trouvons principalement des prédateurs dont les plus connus et les plus importants sont les Coccinellidae attaquant les Pucerons et les Carabidae plus volumineux et plus polyphages.

Dans l'ordre des Hémiptères, existent également des familles dont la plupart des espèces sont prédatrices comme les Anthocoridae qui sont parmi les ennemis naturels les plus importants des Acariens.

Enfin, beaucoup d'animaux sont capables de se nourrir plus ou moins régulièrement d'insectes aussi bien parmi les Poissons, les Reptiles, les Batraciens, les Oiseaux, les Mammifères que chez les Nématodes ou les Arachnides. Leur rôle est souvent difficile à évaluer en détail mais ils interviennent pour une part souvent importante dans les écosystèmes en équilibre. Certains d'entre eux ont été utilisés en Lutte Biologique (Poissons prédateurs de larves de moustiques, Oiseaux, Batraciens) et actuellement plusieurs programmes en cours sont basés sur l'emploi des Nématodes. (33) (46) (71) (82) (106) (127)

3.2.1. - Les "introductions "

(9) (81) (84) (88) (101) (118) (130)

Un rapide examen de ce que la Lutte Biologique a réalisé dans le passé nous aidera à mieux comprendre ce que nous pouvons en attendre dans l'avenir. Le premier succès, qui est aussi le plus connu et l'un des plus spectaculaires a été celui de l'utilisation de la Coccinelle Novius cardinalis contre la Cochenille australienne, Icerya purchasi. Cet insecte avait été introduit accidentellement en Californie et pullulait avec une telle intensité qu'il menaçait de faire disparaître la culture des Agrumes dans cette région. Un entomologiste nommé KOEBELE eut l'idée d'aller en Australie rechercher pourquoi la cochenille n'était pas nuisible dans son pays d'origine. Il découvrit très rapidement qu'Icerya avait en Australie de nombreux ennemis naturels parasites et prédateurs. Parmi ces derniers une petite coccinelle lui parut particulièrement active et il en envoya quelques exemplaires en Californie à la fin de l'année 1882 (au total 129 insectes en trois fois); c'est à partir de cette petite colonie de départ que le problème d'Icerya a été résolu en Californie. Depuis, la même opération a été entreprise dans toutes les régions envahies par la cochenille et a obtenu le même succès. Partout où le ravageur peut se développer, son ennemi en est également capable, et il est toujours en mesure de maintenir la population de l'insecte nuisible à un niveau extrêmement bas. Il faut cependant noter que la coccinelle résiste moins bien au froid que son hôte et après des hivers rigoureux il peut être utile de faire de nouveaux lâchers de l'insecte utile. C'est la raison

pour laquelle en France, après l'introduction de Novius réussie dès 1918 sur les foyers initiaux de la Côte Méditerranéenne, l'insectarium d'Antibes a toujours maintenu un élevage permettant de recoloniser l'auxiliaire quand les circonstances l'exigeaient. C'est notamment le cas sur la Côte atlantique dans la région du Cap Ferret où Icerya se maintient sur les Acacias ornementaux et pullule à la suite d'hivers plus rudes.

L'introduction d'Icerya est le type même de la méthode d'"acclimatation". Le principe est simple: toutes les fois qu'un organisme nuisible se multiplie sans être freiné par des ennemis naturels (c'est généralement le cas lorsqu'il a été lui-même introduit dans une région nouvelle sans le cortège des antagonistes qui existaient dans son pays), on recherche dans sa région d'origine, ou dans une région de climat comparable, une ou plusieurs espèces de parasites ou prédateurs capables de l'attaquer et on les introduit pour tenter d'obtenir un équilibre favorable.

En France (outre le cas de Novius), cette méthode a donné lieu à quelques succès notamment par l'acclimatation de la coccinelle Cryptolaemus montrouzieri pour lutter contre les cochenilles du genre Pseudococcus (1918), de l'Hyménoptère Aphelinus mali (1926), parasite du Puceron lanigère du pommier du poisson Gambusia holbrooki (1933) prédateur actif des larves de moustiques dans les régions méridionales. Il s'agit là de problèmes ayant un large intérêt international et ayant fait l'objet d'opérations semblables dans de nombreuses régions du monde. Plus près de nous, dans le cadre de l'activité d'un groupe de travail de l'OILE, a été réalisée avec succès l'acclimatation d'un autre Hyménoptère parasite, Prospaltella perniciosi, ennemi du Pou de San José, grave ravageur introduit des arbres fruitiers. Une opération du même ordre est actuellement en cours contre un Aleurode d'Agrumes (Aleurothrixus floccosus), originaire d'Amérique Centrale et du Sud, et récemment introduit simultanément en Espagne et sur la Côte d'Azur française. L'importation d'un Hyménoptère parasite Cales noaki, en provenance du Chili, a permis de faire régresser de façon spectaculaire les pullulations de l'Aleurode sur la Côte d'Azur. L'extension de la méthode aux autres zones envahies permettra sans doute d'éliminer le très grave danger que présentait Aleurothrixus pour l'ensemble de l'Agrumiculture méditerranéenne.

Dans les pays d'Outre-Mer les travaux de chercheurs originaire de pays de la communauté ont permis également des succès importants, pour ne citer que ^{les} français, ils ont à leur actif l'acclimatation de Tachinaires parasites des chenilles mineuses de la canne à sucre aux Antilles ou d'Hyménoptères (Apanteles sesamiae, Pediobius furvus) s'attaquant au même type de ravageurs à Madagascar et à La Réunion. Citons aussi le succès de la lutte biologique contre une cochenille des cocotiers (Aspidiotus destructor) dans le Pacifique et tout récemment l'acclimatation en Mauritanie d'une variété de la coccinelle Chilocorus bipustulatus, originaire d'Iran, qui a permis de mettre fin aux dégâts de la cochenille Parlatoria blanchardi dans les palmeraies de l'Adrar, puis des autres oasis mauritaniennes. Cette dernière opération a été réalisée conjointement par l'INRA, l'IFAC et le Gouvernement de Mauritanie, dans le cadre de l'activité d'un groupe de travail de l'O.I.L.B.

Sur le plan mondial, De BACH en 1964 estimait que plus de 200 introductions d'auxiliaires naturels avaient été réussies, et sur 120 cas dont l'analyse avait été possible, on en dénombrait 42 dans lesquels le problème avait été réglé de façon définitive sans demander aucune autre intervention humaine par la suite, 48 autres où il était nécessaire de faire appel à l'occasion à d'autres méthodes de lutte et 30 dans lesquels on a amélioré la situation générale tout en étant obligé d'employer assez régulièrement des moyens complémentaires.

Les bénéfices réalisés par de telles acclimations sont considérables car non seulement elles empêchent la manifestation des dégâts du ravageur, mais elles dispensent de toute intervention ultérieure, dans les cas de succès complet. Si l'opération n'est pas entièrement réussie ou si son succès est momentanément remis en cause par des pratiques agricoles défectueuses, on obtient tout de même un ralentissement du taux de croissance de l'organisme nuisible et la diminution de ses populations dans les zones à partir desquelles il pourrait se disperser vers les cultures. Pour les 36 années entre 1923 et 1959, De BACH estime, pour la seule Californie, que les bénéfices résultant de la lutte biologique ont été de plus de 110 millions de dollars. Encore faut-il noter que cette période ne comprend pas celle correspondant à l'acclimatation de N.cardinalis qui a sauvé l'agrumiculture et a amené des bénéfices souvent énormes.

Un autre avantage de la lutte biologique par acclimatation est qu'elle ne demande pas d'investissements très importants au départ et qu'elle peut être facilement appliquée dans des zones où n'existent pas les équipements et l'infrastructure indispensables à la mise en oeuvre d'autres méthodes; elle est précieuse pour des cultures ayant une faible marge de profit. Mais il ne faut pas en conclure que son usage se limite aux régions peu développées en fait beaucoup de ses succès ont été obtenus dans des zones d'agriculture riche et particulièrement évoluée; la partie du monde où elle a été le plus régulièrement pratiquée et où elle a toujours le soutien le plus constant est la Californie qui se caractérise par une technologie agricole de pointe et où les coûts de la protection des cultures ont toujours été évalués avec beaucoup d'attention.

Il faut également souligner que les organismes utiles, lorsque leur acclimatation a été réussie, et lorsque leurs conditions de survie sont assurées, sont capables d'attaquer et de réduire les ravageurs partout où ils se trouvent. Un auxiliaire empêchera sa proie de pulluler aussi bien dans les champs que dans les zones incultes, et ceci sans intervention régulière nécessaire de la part du cultivateur. L'action d'un parasite ou d'un prédateur efficace se manifeste quel que soit le caractère des exploitations, leur morcellement ou la répartition des parcelles aussi longtemps que les pratiques culturales n'ont pas d'effet direct sur ses possibilités de survie.

3.2.2 La multiplication de masse

(19) (20) (45) (64) (80) (111) (159) (166)
Le reproche principal que l'on peut faire à la méthode d'introduction est sa relative lenteur de mise en oeuvre, parce qu'elle demande une période d'étude préalable qui peut être longue, qu'elle résout un problème après l'autre et ne permet pas de faire face rapidement à une situation nouvelle, ni d'intervenir immédiatement si la sauvegarde de la culture en place l'exige. C'est la raison pour laquelle on s'est efforcé de développer des méthodes plus souples et plus dynamiques d'utilisation des auxiliaires naturels en considérant ces derniers non plus comme les éléments d'un équilibre permanent mais comme des moyens d'intervention privilégiés.

La solution la plus simple consiste à les élever en grande quantité et à les libérer aux endroits où leur présence est utile en nombre suffisant pour que leur action soit immédiatement sensible.

On n'est plus à ce moment là tributaire des aléas de leur multiplication dans la nature, de leurs chances de survie, du maintien de la coïncidence entre leur période d'activité et celle de leur proie.... On réalise un véritable "traitement biologique".

L'efficacité de cette intervention sera immédiate si l'auxiliaire utilisé détruit directement le ravageur avant qu'il ait réalisé ses dégâts, (c'est le cas avec de nombreux prédateurs ou avec les parasites des oeufs); elle sera différée si la mortalité de l'organisme hôte est tardive et ne se manifestera alors pleinement qu'à la génération suivante (c'est le cas chez de nombreux parasites qui provoquent la mort de l'hôte à la fin de sa vie larvaire).

Mais pour être en mesure de multiplier un auxiliaire il faut d'abord lui assurer des proies ou des hôtes en quantité suffisante et, comme ceux-ci sont des ravageurs des plantes, il faut leur fournir l'alimentation végétale indispensable.

Ceci suppose donc une organisation technique et technologique qui peut être assez lourde et nécessite un personnel relativement abondant ce qui a pour conséquence évidente d'augmenter le prix de revient des auxiliaires ainsi produits.

Au cours de ces dernières années, de nombreux progrès ont été réalisés dans ce domaine à tous les niveaux de la production. On a d'abord cherché à remplacer le matériel végétal qui sert normalement de support aux phytophages par des plantes ou parties de plantes faciles à produire, à stocker et à manipuler.

C'est ainsi que pour les cochenilles vivant sur arbres fruitiers, on a pu utiliser des fruits ou des tubercules. Les pommes de terre, les courges et les pastèques ont été ainsi l'élément de base de nombreux programmes de multiplications massives. On a également cherché à remplacer l'hôte normal de l'entomophage à produire par d'autres insectes de production ou de manipulation plus facile. Chez les Lépidoptères par exemple, la Teigne de la farine (Anagasta kühniella), l'Alucite des Céréales (Sitotroga cerealella) ou la Teigne des ruches (Galleria melonella) se sont avérées particulièrement précieuses et ont servi à élever des auxiliaires qui ne les attaquent jamais dans les conditions de la nature.

Un autre progrès extrêmement important a été la mise au point de milieux nutritifs artificiels pour la nourriture des insectes phytophages. A l'heure actuelle on peut produire en masse des chenilles de nombreuses espèces de Lépidoptères sans avoir à utiliser des végétaux. Le prix de revient de tels milieux, souvent relativement élevé au départ, a été progressivement abaissé lorsqu'on a mieux connu les exigences nutritionnelles des insectes en cause et que l'on a pu remplacer des ingrédients coûteux par d'autres.

C'est ainsi par exemple que la Mouche méditerranéenne des fruits qui sert d'hôte de laboratoire pour la multiplication du Braconide Opius concolor, parasite de la Mouche de l'Olive Dacus oleae a d'abord été élevée sur un milieu à base de poudre de carotte qui a été remplacée, dans les programmes des chercheurs Italiens de Palerme, par de la farine de luzerne beaucoup moins coûteuse.

Dans ces conditions, il a été possible de produire en une saison, plusieurs dizaines de millions d'Opius et de les employer dans la nature avec un résultat pratique comparable à celui des insecticides pour un prix de revient inférieur.

Des dispositifs souvent très ingénieux ont été trouvés pour réduire l'importance des manipulations; le cas probablement le plus spectaculaire est celui des Trichogrammes. Ces minuscules Hyménoptères parasitent les oeufs de très nombreuses espèces de ravageurs et notamment de Lépidoptères comme le Carpocapse, les Noctuelles etc... Leur élevage au laboratoire a été mis au point aux environs de 1930 en utilisant comme support les oeufs de l'Alucite des céréales et diverses techniques plus ou moins élaborées permettent à un grand nombre d'Insectariums dans le monde d'assurer des productions importantes.

Les progrès les plus spectaculaires ont été accomplis en U.R.S.S. où 50 laboratoires de Recherche théorique et 300 laboratoires d'application mobilisant plus de 1200 scientifiques et techniciens se consacrent à cette méthode de lutte. Dès à présent, 5 millions d'hectares sont traités à l'aide de Trichogrammes. De véritables usines, les "biofabriques" assurent la multiplication des auxiliaires et le modèle le plus récent est conçu pour une production de 50 M° par jour

(sous forme d'oeufs parasités) avec seulement trois opérateurs travaillant 7 heures par jour et un fonctionnement entièrement automatique durant la nuit.

Les remarquables succès obtenus sont dus en partie au fait que les chercheurs soviétiques ont mis en évidence l'existence de toute une série de races ou d'"écotypes" adaptés aux caractéristiques climatiques de chaque région, aux différents types de peuplement végétaux et aux divers ravageurs susceptibles d'être combattus.

Bien d'autres animaux utiles peuvent aussi faire l'objet d'utilisation du même ordre, par exemple, à l'heure actuelle des efforts sont faits, en France et aux Etats-Unis notamment, en vue de la production industrielle des nématodes entomophages. Ces derniers ont montré en effet qu'ils étaient capables de limiter efficacement les populations de nombreux insectes ayant une phase de vie souterraine. Des essais réalisés en France ont montré une bonne efficacité en plein champ contre les coléoptères ravageurs du colza et contre les Noctuelles en serres. Aux Etats-Unis, d'autres espèces parasites de larves de moustiques font l'objet de recherches très actives. (148)

3.3.- Utilisation des Entomopathogènes. (23) (73)

Un groupe important de facteurs de limitation naturelle des populations d'insectes nuisibles est constitué par les maladies qui les attaquent. Les principales sont causées par des Bactéries, des Virus ou des Champignons mais bien d'autres organismes interviennent également comme les Sporozoaires, les Rickettsies etc...

Les germes pathogènes en cause sont plus ou moins étroitement spécifiques; on estime par exemple que dans le cas des virus, chaque espèce d'insecte peut héberger un virus particulier, tandis que certaines bactéries sont capables de se développer sur une gamme d'hôtes beaucoup plus large (quelques dizaines d'espèces de larves de Lépidoptères par exemple); mais ils ne s'attaquent pas à l'homme ni aux animaux supérieurs. Leur développement est favorisé par l'augmentation du niveau de population des hôtes et ils jouent un rôle éminent dans les régressions brutales qui interviennent à la fin des grandes pullulations d'insectes observées dans

la nature, notamment en forêt, Mais leur manifestation est parfois soumise à certaines conditions de milieu (climatiques notamment pour les champignons, comme il a été indiqué plus haut), ce qui ne leur donne pas la même régularité d'intervention qu'aux entomophages.

L'utilisation des maladies pour lutter contre les ravageurs a d'abord été envisagée sous la forme classique de la lutte biologique, c'est à dire en introduisant des germes dans le milieu et en espérant le déclenchement d'une épizootie. Les premières tentatives ont porté principalement sur des champignons et des bactéries et n'ont pas donné des résultats régulièrement probants. On s'est par la suite intéressé à l'utilisation des virus et, dans le cas particulier des Tenthrèdes Neodiprion hercyniae et N. sertifer, on a pu obtenir, à partir de foyers de contamination créés en forêts, au Canada, une extension rapide de la maladie qui n'existait pas encore dans ce pays. Depuis cette intervention les populations du ravageur n'ont plus manifesté de pullulations importantes. On a également cherché à aider la diffusion des germes dans le milieu en distribuant des cocons provenant de larves infectées et donnant par conséquent naissance à des adultes porteurs de germes ou en opérant des lâchers d'adultes femelles dont les pièces génitales avaient été au préalable badigeonnées avec une préparation contenant des virus. On a aussi essayé dans divers cas de constituer des réservoirs de germes en disposant, dans le milieu, des cultures de pathogènes (notamment des champignons du groupe des Entomophthorales) en cours de sporulation.

Mais d'une façon générale la complexité des conditions écologiques nécessaires au déclenchement d'une épizootie est telle que l'on est rarement en mesure de la déclencher. De mêmes difficultés font que l'on ne peut guère compter régulièrement sur une action durable des germes introduits dans un milieu déterminé. On s'est donc orienté assez rapidement vers des méthodes permettant d'obtenir des germes pathogènes en nombre suffisant pour pouvoir toucher simultanément la totalité d'une population de ravageurs au moment le plus favorable. Les progrès de cette méthode ont été rendus possibles par la mise au point de milieux de culture appropriés ou de techniques de multiplication adaptées à chaque cas.

Pour les bactéries sporulées, qu'il est possible de multiplier sur milieu artificiel dans des fermentateurs industriels classiques, les progrès ont été relativement rapides et il existe depuis plusieurs années déjà des préparations commerciales, à base de Bacillus thuringiensis, permettant d'intervenir avec la même facilité et la même souplesse que pour un pesticide chimique. D'autres bactéries ne peuvent être obtenues sur milieu artificiel et dans le cas de Bacillus popilliae, qui a été utilisé à très grande échelle aux Etats-Unis dans la lutte contre le hanneton japonais, toute la multiplication a dû être faite au laboratoire par injection individuelle des vers blancs. Rappelons que, dans ce cas comme pour d'autres insectes du sol, les cadavres libèrent en grande quantité des spores résistantes qui constituent par la suite autant de foyers d'infection.

Dans le cas des maladies à virus, le seul mode de multiplication possible à grande échelle, à l'heure actuelle, consiste dans la production de germes à partir d'individus malades et, comme la plupart des viroses sont assez étroitement spécifiques, on est donc obligé d'élever en très grande quantité des insectes nuisibles appartenant à l'espèce dont on désire obtenir la destruction. Cela ne peut se faire que si on a été capable de mettre au point des méthodes satisfaisantes et si l'importance économique du ravageur à combattre justifie les mises de fonds, souvent considérables, nécessaires pour obtenir ce résultat. Bien qu'il ait été prouvé en France que la distribution de polyèdres de la virose des processionnaires du pin dans la nature était capable de provoquer la mortalité des chenilles, le procédé n'a pas été développé du fait des difficultés d'élevage de l'insecte (existence de poils urticants, pas de milieu artificiel disponible...) et la préférence a été donnée à l'utilisation de Bacillus thuringiensis. Aux Etats-Unis, où certaines Noctuelles attaquant une grande variété de plantes cultivées sont devenues très difficiles à détruire par les insecticides, du fait de leur résistance à ces derniers, l'enjeu économique était tel que l'industrie a mis au point des usines de production de virus (notamment pour Trichoplusia ni) basées sur des élevages entièrement automatisés de chenilles nourries sur milieu artificiel.

Des efforts du même ordre sont actuellement poursuivis pour la mise au point de cultures industrielles de champignons entomopathogènes; une préparation à base de Beauveria est utilisée en U.R.S.S.; des mises au point sont actuellement en cours en France. On peut penser que dans les prochaines années des progrès considérables seront accomplis en vue de l'utilisation des champignons des différents groupes et notamment des Entomophthorales particulièrement intéressants dans la lutte contre les pucerons.

Le grand intérêt de l'extension de la lutte microbiologique réside dans le fait que les germes utilisés sont totalement ou relativement spécifiques et en tout cas sans effet sur l'Homme et les Vertébrés, et que la poursuite de leur emploi ne peut conduire à un nouveau type de pollution du milieu, ni à la contamination des chaînes trophiques, alors que l'on peut espérer la constitution de foyers épizootiques durables. Cependant, tous les germes ne doivent pas être utilisés indistinctement, notamment ceux qui pourraient avoir quelques chances, même minimes, de se développer sur les vertébrés. Bien que les agents des différentes maladies des insectes existent dans la biosphère, depuis bien avant l'apparition de l'homme, et que ce dernier ait, par conséquent, été en contact avec eux depuis de nombreuses générations, les conditions nouvelles créées par la multiplication en milieu artificiel peuvent amener un certain nombre de mutations dont il faut tenir compte. D'autre part, la dissémination massive de germes dans le milieu, bien qu'elle s'observe naturellement déjà lors des grandes épizooties, chez les défoliateurs forestiers par exemple peut modifier les conditions de réceptivité de certains individus. Il faut également veiller à ce que des contaminants pathogènes, d'origines diverses, ne soient pas introduits accidentellement, puis diffusés, - des cas de septicémie auraient été observés après l'utilisation de préparations artisanales obtenues par broyat de cadavres après "cueillette" -, ce qui implique une organisation industrielle irréprochable.

A l'heure actuelle, aux Etats-Unis où les contrôles d'inocuité des produits de toutes origines sont devenus extrêmement sévères, une première préparation, à base de virus d'insectes, a été homologuée et commercialisée après des années de tests. Il s'agit d'une maladie de chenilles de Noctuelles très polyphages et très répandues, et on a pu montrer que les corps d'inclusion de la virose étaient présents sur des légumes offerts à la consommation, avant la diffusion des pesticides biologiques.

L'intérêt d'une extension de l'usage des préparations à base de virus d'insectes a été largement reconnu par de nombreuses instances internationales, et l'O.M.S. (Organisation Mondiale de la Santé) et la F.A.O. ont recommandé la poursuite active, au plan mondial, des recherches permettant de préciser l'identité et les conditions d'inocuité de ce type de germes. La généralisation de la lutte microbiologique dépend en partie des résultats obtenus dans ce type d'investigations, mais on peut dire que, dès à présent, l'utilisation des germes entomopathogènes constitue un élément important des programmes de lutte intégrée.

3.4. La lutte Autocide et les méthodes Génétiques (2) (8) (52) (75) (90)

La "lutte autocide" recherche l'utilisation de l'espèce nuisible pour sa propre destruction. La première méthode employée a été celle dite des mâles stériles. Des mâles produits en élevage et stérilisés par irradiation (COBALT 60, rayons X) ou par utilisation de substances chimiques sont introduits en grand nombre dans les populations naturelles de façon que les femelles "sauvages" aient plus de chance de s'accoupler avec des mâles stériles qu'avec des mâles normaux. De tels accouplements ne donnant pas de descendance, si on répète l'opération pendant un nombre suffisant de générations successives, la disproportion entre mâles stériles et normaux ira en s'accroissant et on finira par obtenir la suppression complète de l'espèce.

Le premier succès de la méthode a été obtenu dans l'Ile de Curaçao par l'élimination d'une mouche du bétail Cochliomya hominivorax Coq. qui est un parasite obligatoire, dont la larve doit effectuer au moins la première moitié de sa croissance dans la blessure d'un animal vivant.

Cette espèce sévissait également dans les Etats du Sud des Etats-Unis, et l'application de la technique des mâles stériles a permis de la faire disparaître. Depuis, l'opération a été poursuivie sur le territoire mexicain pour éviter toute réinfestation. On envisage même de supprimer toute population de ce Diptère en Amérique Centrale et d'établir à Panama, une zone de lâchers permanents constituant un véritable barrage opposé aux mouches originaires d'Amérique du Sud.

Un certain nombre de facteurs favorables : (accouplement unique, faiblesse numérique des populations par unité de surface, localisation de l'infestation sur des zones relativement réduites pendant l'hiver...) ont contribué à faire de cette première tentative, un succès spectaculaire. Il ne faut cependant pas oublier que des efforts considérables ont été nécessaires pour aboutir. La production de "l'usine à mouches" a dû être portée à 50 millions d'individus par semaine avant d'obtenir un résultat favorable en Floride.

L'estimation du programme, considéré comme une expérience à grande échelle, avait été fixée à 5 millions de dollars par an, mais comme les éleveurs estimaient que les pertes annuelles dues à la mouche atteignaient environ 100 millions de dollars, l'opération a été lancée et a été un succès complet. La coopération très étroite des producteurs a été un élément de réussite et les éleveurs ont apporté une contribution volontaire de 3 millions de dollars en complément des fonds fédéraux avant que toutes les ressources d'Etat soient disponibles.

Il y a certainement là un très bel exemple de ce qui peut être fait par des méthodes biologiques, lorsqu'on est décidé à y consacrer les moyens nécessaires. Depuis, de nombreuses tentatives ont été faites en de nombreux points, avec des succès variables, car les conditions favorables n'étaient pas toujours réunies et l'étude préalable n'était pas toujours suffisante.

En Europe après de premières tentatives infructueuses, l'éradication de la mouche méditerranéenne des fruits Ceratitis capitata, a été obtenue dans l'île de Procida et une extension considérable du programme est envisagée en Sardaigne. Des résultats positifs ont été également obtenus en Espagne, et les chercheurs concernés se retrouvent au sein d'un groupe de travail de l'OILB/SROP. L'objectif d'éradication est de moins en moins recherché. En effet, si on fait disparaître totalement une espèce dans une région déterminée, elle va laisser libre la "niche écologique" qu'elle occupait et cette place vide sera prise par une autre espèce ayant des potentialités de colonisation et d'exploitation du milieu comparables. Il n'est pas impossible que ce nouvel occupant que nous aurons ainsi favorisé ne se révèle encore plus gênant que celui que nous

aurons fait disparaître. Par exemple, si la suppression d'une espèce de moustique, gênante seulement par ses piqûres, conduit à offrir des possibilités nouvelles d'extension à une autre qui soit, en plus, vectrice d'une maladie de l'homme ou des animaux, l'opération aura été totalement négative.

Aussi, s'orientent-on de plus en plus vers l'utilisation de la technique des mâles stériles comme un moyen parmi d'autres de maintenir la population d'une espèce nuisible au-dessous de son seuil de dégâts économiques. Les résultats encourageants obtenus au Canada et aux Etats-Unis contre le Carpocapse ont incité les chercheurs européens à entreprendre, dans le cadre des groupes de travail de l'OILB/SROP, des études sur ce ravageur et quelques autres, mouche des cerises, mouche de l'oignon.

Dans ce dernier cas, des résultats très encourageants ont été obtenus aux Pays-Bas. Mais la technique des mâles stériles n'est pas la seule utilisable, elle n'est peut être pas, non plus, toujours la plus sûre. Des observations récentes, dans le cadre du programme "Cochliomyia" en Amérique, montrent que l'on avait peut être sous-estimé le potentiel biologique de l'espèce à détruire et ses possibilités d'adaptation. Tous les facteurs en cause, notamment au niveau du comportement des individus, mériteront une analyse plus précise.

Par ailleurs, on a assez rapidement pensé à utiliser d'autres méthodes basées sur des facteurs d'ordre génétique. Si l'accouplement d'une femelle normale avec un mâle stérile ne donne pas de descendance, il peut être tout aussi intéressant de provoquer, par l'intermédiaire de la fécondation, l'introduction de facteurs défavorables à l'espèce et qui provoqueront sa disparition à plus ou moins longue échéance. Ces facteurs défavorables peuvent être recherchés dans des populations de la même espèce ayant subi des évolutions différentes dans des localités géographiquement isolées; ils peuvent être obtenus par manipulations de laboratoire provoquant, par exemple, des translocations chromosomiques.

On cherche de plus en plus à établir des souches porteuses du maximum possible de chances de survie dans le milieu où on désire les introduire (résistance aux facteurs climatiques, aux insecticides...) capables d'entrer en compétition avec les individus en place pour la possession des femelles et susceptibles d'engendrer une descendance dont les potentialités de reproduction et de survie seront amoindries.

Les bases génétiques de telles études ne sont souvent pas encore suffisamment connues, et un très grand effort de recherche devra être fait dans ce sens. Il faut en effet veiller à ce que le résultat final de l'opération soit bien l'affaiblissement progressif du potentiel biologique de l'espèce en cause et ne pas risquer en définitive de voir remplacer la population initiale par une autre encore plus virulente.

Beaucoup d'espèces de ravageurs possèdent des "races" plus ou moins dangereuses pour les variétés cultivées et plus ou moins localisées géographiquement. On a pu montrer que l'établissement d'une compétition entre deux races différentes dans une localité déterminée pouvait entraîner l'élimination de la plus nocive; il y a là un terrain de recherche à développer.

3.5. - La Lutte Biologique contre les ennemis végétaux des plantes cultivées.

3.5.I - Lutte Biologique contre les Mauvaises herbes. (47) (69)

La pratique de l'introduction d'organismes utiles peut être envisagée pour résoudre tous les problèmes posés par la multiplication excessive d'un organisme vivant. Pour la lutte contre les mauvaises herbes, l'être vivant utilisé est un phytophage à qui incombe le soin de réduire l'extension de la plante nuisible. Dans ce domaine également des succès spectaculaires ont été enregistrés.

L'un des plus connus concerne la lutte contre les Cactus du genre Opuntia originaires du continent américain et qui ont envahi de nombreuses régions du monde. En Australie, leur pullulation était telle qu'ils couvraient des millions d'hectares de terres cultivables et celles-ci n'ont pu être récupérées que grâce à l'action d'insectes se nourrissant exclusivement d'Opuntia notamment un papillon (Cactoblastis cactorum) et des cochenilles (Dactylopius spp.) qui ont été importés de

différentes régions d'Amérique. De même, le millepertuis (Hypericum perforatum), originaire d'Europe, a été introduit en Australie et en Californie, où il a rapidement occupé des terres cultivables et des pâturages. C'est par l'acclimatation de plusieurs espèces de Coléoptères européens du genre Chrysomela, que l'on a pu faire reculer l'envahisseur. Les insectes ne sont pas les seuls à pouvoir être utilisés, les nématodes offrent également des possibilités intéressantes et, tout récemment, la multiplication d'une mauvaise herbe, Chondrilla juncea en Australie, vient d'être combattue avec succès par l'introduction d'un champignon parasite (Puccinia chondrillina) dont l'action sera éventuellement complétée par celle de plusieurs insectes.

D'importants programmes sont actuellement en cours pour lutter contre les Lantana ou contre divers végétaux aquatiques comme la jacinthe d'eau.

Dans des opérations de ce genre, on étudie évidemment avec beaucoup de soin le régime alimentaire et le comportement des organismes que l'on désire introduire, de façon à être certain qu'ils ne peuvent devenir des ravageurs d'une espèce végétale utile. Ceci impose un assez long séjour dans des installations isolées de "quarantaine" et jusqu'à ce jour aucune surprise désagréable n'a été enregistrée.

3.5.2. Lutte Biologique contre les maladies des Plantes (177)

Bien que les lois générales de la concurrence interspécifique et des équilibres biologiques s'appliquent à toutes les catégories d'organismes, c'est seulement assez récemment qu'ont été découverts chez les ennemis des plantes des éléments permettant d'envisager la mise au point de méthodes de lutte biologique.

Les premiers résultats ont porté sur la compétition entre espèces pour l'occupation d'un même milieu et ont été obtenus en forêt. Les souches d'arbres abattus sont colonisées par des champignons qui envahissent également tout le système racinaire; certains d'entre eux sont capables de gagner les racines des arbres voisins et causent ainsi des ravages importants dans les peuplements. On a montré que l'ensemencement des souches par une culture de champignon non virulent à croissance rapide empêchait l'installation de l'espèce dangereuse.

Depuis, le champ d'activité des chercheurs s'est considérablement élargi et ce secteur de la lutte biologique est en plein développement. Nous citerons ici les principaux points abordés pour lesquels existent de sérieux espoirs de succès :

- L'hypovirulence exclusive

La découverte de cas spontanés de guérison des chancres causés aux châtaigniers par un champignon parasite - l'Endothia parasitica qui entraîne normalement la mort des arbres, a permis de mettre en évidence, chez cette espèce, l'existence de souches dépourvues de virulence et susceptibles de transmettre ce caractère aux souches normales. Si on inocule une telle souche à la périphérie d'une lésion en cours d'évolution on provoque la guérison du chancre. Des essais réalisés dans la châtaigneraie des Maures ont donné des résultats très prometteurs: non seulement les arbres sur lesquels avait eu lieu l'intervention ont été guéris, mais le processus a commencé à s'étendre aux individus voisins. L'exploitation systématique de ce phénomène, l'existence de souches non virulentes capables de remplacer les pathogènes et d'entraîner ainsi la guérison du végétal concerné, est maintenant envisagée pour d'autres maladies des plantes.

- Les virus des champignons

Des virus ont été découverts récemment chez les champignons parasites des plantes. Certains peuvent réduire le pouvoir pathogène, notamment chez l'Ophiobolus graminis agent du Piétin-échaudage. On a montré que dans un sol très infesté par le parasite, l'incorporation, au moment du semis du Blé, de la souche virosée réduisait d'une manière spectaculaire les dégâts par rapport aux témoins. Certains virus de champignons devraient donc permettre d'améliorer l'équilibre en faveur de l'hôte dans le cas des mycoses.

- Les antagonismes microbiens

Les champignons et bactéries phytopathogènes sont soumis aux interactions de l'ensemble de la microflore environnante. On recherche les moyens de les rendre plus vulnérables et de favoriser leurs antagonistes. Des résultats intéressants ont déjà été obtenus contre certains champignons

du sol en agissant sur le type de désinfection utilisé, ou en incorporant certaines sources protéiques favorisant les antagonistes et réduisant les attaques du parasite. D'autres types d'organismes antagonistes peuvent également être utilisés, notamment les nématodes mycophages d'abord étudiés comme ennemis du champignon de couche et qui ont montré qu'ils étaient capables de s'opposer au développement de divers pathogènes du sol. Dans le cas^{des} bactéries, les études portent surtout sur les populations bactériennes au niveau de la surface foliaire.

- La prémunition

On savait depuis longtemps que la présence d'une souche peu virulente chez une plante pouvait empêcher l'installation de souches plus virulentes du même virus; des phénomènes analogues ont été observés chez les champignons. Les recherches en cours portent sur les mécanismes de la prémunition et les possibilités de l'utiliser comme moyen de lutte chez des plantes annuelles ou ligneuses. Dès à présent, des plants de tomates "prémunis" sont produits et utilisés dans la pratique horticole en nombre rapidement croissant.

Cette liste n'est évidemment pas limitative et tous les facteurs biologiques susceptibles de réduire l'importance des dégâts causés par les maladies des plantes sont actuellement recensés et étudiés.

3.6 - LES AUTRES MOYENS BIOLOGIQUES

(26) (87) (102) (128) (141) (158) (172) (180)
En dehors de l'élimination ou de la répression directe des organismes nuisibles, on peut imaginer beaucoup d'autres méthodes basées sur une connaissance approfondie des relations liant les êtres vivants entre eux.

On sait déjà que les plantes produisent des substances capables d'attirer ou de repousser certains insectes; la possibilité pour ces derniers de se nourrir d'un végétal déterminé dépend de la présence dans ce dernier de composés chimiques stimulateurs de l'appétit, tandis que d'autres sont capables d'empêcher toute alimentation.

Il est bien évident que la disponibilité de ces divers composés offrirait des méthodes d'interventions élégantes et spécifiques à partir de produits d'origine biologique.

L'insecte lui-même est aussi la source de stimulations orientées pour les autres individus de sa propre espèce. Ces signaux chimiques qui s'ajoutent aux modes de communications visuelles et acoustiques ont reçu le nom de phéromones et les plus étudiées jusqu'ici ont été ceux qui interviennent dans la rencontre des sexes et l'accouplement.

Beaucoup de phéromones sexuelles ont été isolées et un bon nombre synthétisées; leur utilisation peut être envisagée soit comme attractif permettant le repérage ou la destruction sélective d'un sexe, soit comme moyen de "brouillage" empêchant la rencontre des partenaires au moment de l'accouplement. De premières applications au niveau de la nature ont déjà eu lieu.

Enfin, il est aussi possible d'envisager d'intervenir au niveau du développement morphologique de l'individu. Ce qui fait l'originalité biologique des Arthropodes, c'est l'existence des mues qui les séparent nettement des Vertébrés. Les processus biochimiques fondamentaux au niveau cellulaire étant pratiquement les mêmes dans tous les êtres vivants, il était tentant d'essayer d'intervenir au niveau de ce phénomène particulier, car on avait ainsi des chances de mettre en œuvre des moyens ne présentant aucune action sur les animaux supérieurs

Schématiquement, le développement des insectes : mues, métamorphoses et maturation sexuelle, est sous la dépendance de trois hormones (ou mieux de trois groupes d'hormones) qui sont l'hormone cervicale, l'hormone de mue (ecdysone) et l'hormone juvénile. L'hormone produite par les cellules neurosecrétrices du cerveau (protocerebron) active les glandes prothoraciques qui secrètent à leur tour l'ecdysone qui déclenche la mue. De leur côté, les corpora allata secrètent l'hormone juvénile; si celle-ci est présente, la mue fait apparaître une larve, en son absence c'est un adulte qui est formé (directement chez les hémimétaboles, par l'intermédiaire d'une nymphe chez les holométaboles à métamorphoses complètes).

Au cours de ces dernières années un grand nombre de travaux ont été consacrés à l'étude des hormones d'insectes qui ont conduit d'abord à leur isolement (1954 pour l'ecdysone, 1965 pour l'hormone juvénile), puis à la découverte de leurs structures (respectivement en 1965 et 1967). Simultanément, des substances à activité minétique de celles des hormones étaient détectées chez les plantes et divers animaux, puis isolées et identifiées. L'idée de perturber la mue et la métamorphose pour détruire les insectes a été développée dès 1956 par WILLIAMS et on a très vite pensé que les hormones pouvaient constituer "la troisième génération d'insecticides". De plus, comme il s'agit de substances normalement produites chez tous les insectes, l'apparition de phénomènes de résistance est peu vraisemblable et elles pourraient donc constituer "l'arme absolue".

Cependant, elles auraient eu l'inconvénient de ne pas être spécifiques et d'agir indistinctement sur les ravageurs et les auxiliaires; aussi aurait-on dû les employer en association avec des attractifs ou les introduire dans la population de façon ménagée.

La découverte des "analogues d'hormone" a modifié le problème dans la mesure où ces substances manifestent fréquemment une spécificité étroite. La Juvabione par exemple, isolée d'abord sous le nom de "paper factor" par Slama et Williams⁽¹⁴¹⁾ à partir de produits de papeterie provenant du Sapin baumier, agit sur les punaises Pyrrhocorides à des doses de l'ordre du microgramme et n'a pas d'effet sur les autres insectes; par contre la Rubrostérone paraît spécialement active sur les Diptères. Il est donc possible d'envisager à partir de tels produits une utilisation compatible avec le respect des auxiliaires naturels. Des travaux récents ont déjà montré que certains analogues de l'hormone juvénile pouvaient empêcher le développement des nymphes de la mouche des étables sans gêner celui d'un chalcidien parasite lorsque celui-ci était présent dans le puparium.

TABEAU III -

ETAT ACTUEL DE LA LUTTE INTEGREE ET DE LA LUTTE BIOLOGIQUE (1)

(Europe de l'Ouest et Bassin Méditerranéen)

PRODUCTION VEGETALE	Niveau de développement de la Lutte Intégrée	Problèmes pouvant être résolus par voie biologique			
		Ravageurs concernés	Agents de L.B utilisables	Origine	Niveau de mise au point
Vergers (pommiers, pêcheurs)	3	Puceron lanigère	parasite : <u>Aphelinus mali</u>	introduction	3
		Pou de Sans José	parasite : <u>Prosaltella perniciosi</u>	introduction	3
		Chenilles défoliatrices	bactérie : <u>Bacillus thuringiensis</u>	production industrielle	3
		Acariens	Prédateurs divers	espèces indigènes	3
		Chenilles mineuses	Parasites divers	"	2-3
Agrumes	2	Cochenilles diaspines	Parasites notamment <u>Aphytis</u>	introduction	2-3
		Autres cochenilles	Parasites et Prédateurs	introduction et multiplication de masse	2-3
		Aleurode floconneuse	Parasite : <u>Cales noaki</u>	introduction	2-3
		Mouche Méditerranéenne des fruits	Mâles stériles (lutte auto-cide)	production de masse	2 (a)
Olivier	I	Teigne de l'Olivier	Bactérie : <u>B. thuringiensis</u>	Production industrielle	3
		Cochenille noire	Parasites	introduction	2
		Mouche de l'Olive	mâles stériles (lutte auto-cide)	production de masse	I
Céréales	2	Pucerons	Parasites et prédateurs divers	Espèces indigènes	I
		Maladies	Antagonistes: virus de champignons, souches hypovirulentes	"	I
		Cécidomyies	Parasites	"	2
Betteraves	2	Pucerons	Prédateurs et parasites divers Maladies à <u>Entomophthora</u>	Espèces indigènes "	I
Cultures sous verres	3	Pucerons	Parasites et prédateurs divers	Espèces indigènes (multiplication)	2
		Aleurode des serres	Parasite <u>Encarsia</u>	Multiplication de masse	3
		Acariens	Prédateur <u>Phytoseiulus</u>	Multiplication	3
Colza	2	Complexe de ravageurs	Complexe de parasites et prédateurs	Espèces indigènes	2-3
			Nématodes parasites	Introduits et indigènes	2
Vigne	2	Vers de la grappe	Bactérie: <u>B. thuringiensis</u>	Production industrielle	I-2
		Acariens	Prédateurs	Espèces indigènes	2

(1) voir légende du tableau à la page suivante

LEGENDE DU TABLEAU III

Le tableau donne un aperçu de l'état actuel de développement de la lutte intégrée dans les pays de la communauté et dans le bassin méditerranéen .

Dans la colonne " niveau de développement " le chiffre 1 signifie que la méthode en est au stade expérimental sur des surfaces plus ou moins étendues, mais sous la supervision directe des chercheurs .

- le chiffre 2 signifie que le stade du "développement" a été atteint et que la méthode peut être appliquée au niveau de la pratique sur des superficies limitées ou dans des régions particulières,

- le chiffre 3 signifie que la généralisation de la méthode est possible, et qu'elle a déjà été appliquée dans des régions variées sur des superficies importantes .

Nous avons également essayé de donner une idée des résultats obtenus grâce à l'utilisation d'agents biologiques employés seuls contre des ravageurs déterminés ou associés à d'autres moyens d'intervention dans le cadre de l'aménagement de la lutte intégrée pour la protection de certaines cultures.

- le chiffre 1 désigne le stade expérimental

- le chiffre 2 indique des succès localisés

- le chiffre 3 signifie que la méthode a été généralisée ou peut l'être .

Dans les cas en cours d'évolution, deux chiffres successifs ont été portés .

(a) - Dans le cas de la lutte autocide contre la mouche méditerranéenne des fruits (Ceratitis capitata) deux succès complets ont été obtenus ; en Italie (éradication des populations de l'insecte dans l'Ile de Procida) et en Espagne (protection de vergers dans la province de Murcie) . Une généralisation à toutes les zones attaquées est difficile à envisager (du fait notamment de la nécessité de disposer d'installations lourdes de production de masse) mais des extensions d'application sont dès à présent prévues .

Il semble donc possible de prévoir une utilisation pratique de substances agissant sur la mue et le développement des insectes, encore faudra-t-il s'assurer qu'au-delà du processus spécifique visé, les substances mises en oeuvre ne sont pas susceptibles d'intervenir dans des phénomènes fondamentaux de portée plus générale au niveau cellulaire.

D'autres voies sont également ouvertes par l'utilisation de substances naturelles capables de modifier le comportement ou la physiologie des insectes nuisibles. Certaines d'entre elles qui seront utilisées à doses très faibles et non dispersées dans le milieu (pièges attractifs etc..) ne présentent aucun danger pour l'environnement, mais il faudra examiner avec soin tous les effets possibles de celles qui pourraient être répandues à grande échelle, ce n'est pas l'origine d'une substance qui importe, ce sont les divers aspects de son activité.

4. - LES CONDITIONS DE GENERALISATION DE LA LUTTE INTEGREE ET DE LA LUTTE BIOLOGIQUE

4.I - Les besoins au niveau de la recherche (15) (17) (38) (40) (41) (77) (105) (107)

Les exemples que nous avons donnés précédemment montrent de façon évidente que tous les secteurs de la recherche biologique et écologique, ont une contribution à apporter au développement de la lutte intégrée et de la lutte biologique. Tout progrès dans ces domaines exige donc le maintien d'un potentiel suffisant de recherche de haute qualité dans les Instituts et laboratoires du secteur agronomique, au sens le plus large.

En outre, la mise en oeuvre harmonieuse de moyens différents, tout comme la conception de méthodes nouvelles faisant appel à des approches complémentaires, exigent que les spécialistes des différents secteurs scientifiques intéressés travaillent tous dans le même état d'esprit. Il ne servirait à rien de juxtaposer d'éminents spécialistes préoccupés chacun par un aspect particulier du problème, même si on devait leur adjoindre un "spécialiste de l'intégration" pour faire la synthèse des résultats partiels

Il est donc nécessaire de constituer des équipes de chercheurs, dont chacun représentera un secteur de recherche particulier, mais qui auront tous reçu une solide formation en écologie et qui auront appris à réfléchir ensemble.

Des efforts particuliers devront être faits dans certains secteurs, par exemple dans le domaine de la bioclimatologie. En effet, la possibilité de fixation de dates précises d'intervention contre les ennemis des plantes dépend d'une connaissance approfondie de la biologie des espèces en cause et des fluctuations de leurs populations. Les systèmes "d'avertissements" qui ont constitué l'un des premiers progrès dans l'amélioration des méthodes de lutte devront être très largement développés et rendus de plus en plus précis. Les prévisions devront être faites à l'échelle de chaque petite région naturelle ou même de chaque parcelle, ce qui impose de pouvoir obtenir des informations climatologiques d'une grande précision. Les critères classiques de l'analyse climatique devront très souvent être complétés par des mesures nouvelles, toutes les fois que l'étude mettra en évidence le rôle d'un facteur physicochimique dont l'importance n'avait pas été reconnue. Si l'on veut être en mesure d'établir des prévisions à court terme comme à moyen ou long terme, il faut à la fois connaître l'influence exercée par les éléments physicochimiques du milieu sur l'ensemble des processus biologiques (croissance, développement, comportement... etc) et être capable de mesurer, enregistrer et intégrer tous les paramètres susceptibles d'intervenir. Non seulement nous devons faire de plus en plus appel à l'appui des bioclimatologistes, mais ce secteur de recherches doit se développer considérablement par lui-même.

De même tout le secteur des études de Génétique doit être développé aussi bien pour faire progresser la sélection ou la création de variétés résistantes aux organismes nuisibles que pour être mieux en mesure de comprendre le potentiel bio-écologique des espèces animales et végétales. Les recherches sur la génétique des populations doivent être étendues et approfondies, non seulement pour nous permettre de mettre au point des méthodes de Lutte Génétique mais aussi au bénéfice de toutes les études de Lutte Intégrée et de Lutte Biologique.

Il est également indispensable d'accentuer le potentiel des recherches dans tous les secteurs classiques du domaine phytosanitaire, entomologie, nématologie, phytopathologie, malherbologie, phytopharmacie, tout en constituant les indispensables équipes pluridisciplinaires dont nous avons déjà souligné l'importance.

Par ailleurs, les études de lutte biologique nécessitent un certain nombre d'installations propres, adaptées à des besoins particuliers. Par exemple, il est nécessaire d'étudier de façon approfondie un organisme utile avant de le diffuser largement dans un milieu nouveau; pour cela il faut disposer de locaux de "quarantaine" isolés bien équipés. De telles infrastructures n'existent pas encore en nombre suffisant en Europe Occidentale et devront être développées.

4.2 - Les besoins au niveau de la vulgarisation

La diffusion des résultats acquis par la recherche nécessite l'existence de structures d'aval adaptées.

Dans le cas de la lutte biologique pour les pays de la Communauté, les chercheurs ont souvent des difficultés à faire passer à la pratique les résultats qu'ils ont obtenus, ce qui les conduit souvent à prendre en charge eux-mêmes la phase de "développement". Ceci n'est pas souhaitable, car leur potentiel étant limité, c'est la poursuite et l'élargissement des recherches qui sont compromis.

Il est indispensable que la mise en place des innovations et des découvertes dans le milieu agricole soit faite par des individus, des services ou des groupements travaillant en étroite liaison avec la recherche.

Plusieurs solutions sont possibles; dans les pays de l'Est de l'Europe, l'état se charge de tout et a créé les structures nécessaires; ailleurs, le relais est assuré par l'initiative privée ou par des groupements professionnels.

La mise en oeuvre de la lutte biologique peut fort bien être prise en charge par la profession agricole. En Californie par exemple les agrumiculteurs assurent eux-mêmes la multiplication des insectes auxiliaires dans des insectariums appartenant à des groupements de type coopératif. Les espèces élevées dans ces installations peuvent varier suivant le type de problème à résoudre et la production est adaptée aux besoins en fonction des circonstances.

Certaines de ces associations existent depuis longtemps, par exemple les "Insectariums associés" assurent depuis 1926 l'application de la lutte biologique sur 10.000 acres d'agrumes dans la région de Santa Paula; un des plus anciens des autres insectariums coopératifs est celui de Filmore qui est soutenu par plus de 80% des cultivateurs de la région et assure la protection de 9000 acres. Dans de telles zones où la lutte biologique est implantée de longue date, les coûts de la protection phytosanitaire sont extrêmement bas et les cultivateurs appliquent avec succès les principes de la Lutte Intégrée.

Une autre possibilité également appliquée en Californie est la création d'insectariums privés qui vivent de la vente des auxiliaires qu'ils produisent (l'un des plus connus est celui de Vitova). En règle générale les propriétaires de tels insectariums passent des contrats avec les cultivateurs et assurent toute la protection phytosanitaire sur la base d'un programme de lutte intégrée adapté à chaque cas. Un système analogue se développe au Mexique où des insectariums (dirigés par un technicien des services officiels ou du secteur privé) reçoivent des contributions des cultivateurs et constituent des foyers d'amélioration de la protection phytosanitaire. On constate aux Etats-Unis une tendance de la part des firmes spécialisées dans l'application des traitements pesticides à "intégrer" les insectariums privés, tandis que les firmes productrices de pesticides tendent à absorber des entreprises de traitement.

En France, la technique de multiplication et d'acclimatation de Prospaltella perniciosi, parasite du Pou de San José, a été mise au point par l'I.N.R.A., la diffusion dans les vergers a été expérimentée, en collaboration avec le Service de la Protection des Végétaux, et la généralisation à l'ensemble des foyers est maintenant prise en charge par les services phytosanitaires de l'A.C.T.A. c'est à dire par un organisme professionnel. Pour la lutte microbiologique, par contre, c'est l'industrie qui produit et commercialise les préparations à base de bactéries et de virus d'insectes.

Dans le cas de la lutte intégrée, l'objectif est de donner au producteur le moyen de décider dans les meilleures conditions possibles des interventions à réaliser sur son exploitation en lui laissant progressivement de plus en plus d'initiatives. Ceci exige d'abord une "sensibilisation" des cultivateurs aux problèmes de la Lutte Intégrée ce qui est déjà très largement avancé dans beaucoup de régions puis une formation permettant de comprendre et d'appliquer les recommandations des observateurs spécialisés en attendant de se substituer à eux au moins dans les cas les plus simples.

A l'heure actuelle la situation est différente suivant les pays. Le relais ~~de~~ l'extension des programmes mis en place par la recherche ont été assurés par des conseillers peu nombreux payés par des fonds d'état en général mais la généralisation de la méthode dépend de l'existence d'un nombre suffisant de conseillers spécialistes répartis, avec la densité nécessaire, dans les différentes régions de production. Il est indispensable que les services officiels continuent et étendent leurs efforts ainsi que les organisations professionnelles (Instituts techniques, chambres d'agriculture etc...) mais les producteurs peuvent et doivent aussi intervenir directement. L'expérience de ces dernières années a montré que les économies réalisées au niveau des interventions phytosanitaires étaient plus que suffisantes pour couvrir les frais de surveillance. La marge ira en grandissant car l'amélioration des méthodes et le perfectionnement dû à l'expérience permettront d'accroître l'efficacité de chaque agent employé à cette tâche. Il est donc normal que les producteurs se groupent pour assurer la rémunération du personnel de terrain indispensable. Des initiatives dans ce sens ont déjà eu lieu en Allemagne en Suisse et en France (Drôme, Vaucluse) elles doivent être encouragées. Il faut noter aussi une tendance très nette, dans les firmes productrices ou distributrices de pesticides, à faire suivre à leurs ingénieurs régionaux une formation spécialisée en Lutte Intégrée. On peut admettre que des agents ayant reçu une formation de technicien supérieur agricole (études poursuivies au delà du Baccalauréat et permettant un accès à la catégorie de technicien 2B du CNRS ou de l'INRA) peuvent, après une préparation convenable assurer la surveillance phytosanitaire et la conduite de la lutte intégrée sur des superficies de 4 à 500 hectares dans le cas des Vergers.

Des études conduites notamment en Hollande, en Allemagne, en Suisse et en France montrent que la superficie des parcelles et leur dispersion géographique éventuelle interviennent dans le "rendement" de l'agent chargé de leur contrôle. Le temps nécessaire à la surveillance d'une parcelle décroît avec la taille de celle-ci, de même l'efficacité du contrôleur est maximum lorsqu'il s'adresse à des cultivateurs avisés.

En tout état de cause les résultats obtenus dans les différents pays sont tous concordants et permettent d'attendre un bénéfice immédiat de la mise en place d'un système de surveillance. A long terme les avantages aussi bien techniques (meilleure maîtrise de la protection phytosanitaire) qu'économiques seront encore plus considérables et il convient en outre d'y ajouter l'intérêt (difficile à évaluer en termes économiques à l'heure actuelle) d'une amélioration de l'environnement grâce à la réduction de la pollution. Il convient par conséquent d'intensifier les efforts à tous les niveaux pour accélérer le passage à la pratique.

4.3. - Les facteurs humains

La rapidité et l'étendue des progrès sont évidemment sous la dépendance de la façon dont l'innovation sera reçue en milieu rural, et sur la possibilité de former et de recruter les spécialistes nécessaires.

Dans les régions où l'abus des pesticides a conduit à une impasse au point de vue économique, les cultivateurs sont très désireux d'améliorer leurs méthodes, mais, avant ce point extrême, il est parfois difficile de changer de pratiques. Dans certaines régions des Etats-Unis, malgré l'existence d'exploitations pilotes démontrant les avantages de la lutte intégrée sur coton, des agriculteurs hésitent à réduire l'utilisation des pesticides, tant ils ont pris l'habitude de considérer qu'ils sont leur seule sauvegarde. Dans d'autres points, par contre, la progression des méthodes nouvelles est très rapide. En Europe Occidentale, dans le cas des vergers, qui a été abordé le premier, on peut dire que les zones d'expérimentation initiales sont devenues des foyers, à partir desquels les procédés de lutte intégrée se généralisent. La demande de la profession devient si importante que le nombre de spécialistes disponibles est insuffisant et que les chiffres cités plus haut sont, dès à présent, largement dépassés. On assiste, d'ailleurs, à des regroupements spontanés de cultivateurs, dans le seul but de pratiquer

la lutte intégrée. Un fait important également est que la plupart des producteurs sont heureux d'assumer une plus grande responsabilité dans la conduite de leur exploitation.

Le problème de la formation et de l'éducation est primordial et se pose à tous les niveaux. Il faut simultanément préparer les cultivateurs à prendre une part de plus en plus importante et active dans la prise de décisions concernant la protection phytosanitaire, former les diverses catégories de spécialistes qui doivent les aider et alimenter les équipes de recherche. Ceci implique notamment la création d'enseignements spécialisés de haut niveau. Un exemple intéressant est donné par l'Université Simon Fraser, au Canada, qui a créé une maîtrise en "pest management (gestion de la protection des plantes), associée à son "Pestology Center". En Europe, la nécessité d'initiatives de ce genre est de plus en plus reconnue, une preuve en est l'organisation, en 1974, en Angleterre, d'un Symposium sur l'éducation de haut niveau dans le domaine phytosanitaire en Europe (Symposium on Higher Education for crop Protection in Europe).

4.4. - Le rôle de l'industrie

Les grandes firmes productrices et les groupements professionnels de l'Industrie des pesticides sont parfaitement conscients de la nécessité d'adopter les méthodes de la lutte intégrée dans tous les secteurs de la protection des plantes. Leur première contribution consistera à mettre à la disposition des spécialistes phytosanitaires des produits répondant aux critères désirés par eux. Au lieu de rechercher une longue rémanence des pesticides, on donnera la préférence à ceux dont la dégradation est aussi rapide que possible, (en fonction bien entendu de l'objectif recherché dans chaque cas particulier). On veillera, également, à ce que les produits de dégradation ne soient pas nocifs et, enfin, on évitera une trop grande polyvalence d'action au profit d'une spécificité relative. Il ne s'agit pas, bien entendu, de demander à l'industrie de mettre au point une substance particulière pour chaque espèce de ravageur, cela risquerait d'accroître en définitive la quantité totale de produits épanchés et ne serait rentable ni pour l'utilisateur,

ni pour le fabricant, mais de rechercher des substances agissant préférentiellement sur certaines catégories d'ennemis et respectant les principaux groupes d'auxiliaires.

Les nouvelles réglementations relatives au contrôle des produits phytosanitaires imposent, dès à présent, à l'industrie, de se préoccuper très activement des points concernant la rémanence et les produits de dégradation, éléments de première importance du point de vue de l'incidence sur le milieu. Les aspects concernant la spécificité ne peuvent être traités valablement sans des contacts réguliers avec les chercheurs. Dans ce but la SROP-OILB a décidé récemment la création d'un groupe de travail concernant l'action des pesticides sur les organismes auxiliaires, qui développera et étendra les travaux réalisés jusqu'ici en Europe de l'Ouest et plus particulièrement en Allemagne Fédérale à l'initiative de la B.B.A.. Les firmes craignaient, en général, que les produits spécifiques soient peu "rentables", le récent succès commercial d'un aphicide spécifique (x) a prouvé qu'il pouvait en être autrement.

En consacrant, depuis plusieurs années, des efforts importants à la mise au point de ce que l'on a appelé la 3ème génération d'insecticides faisant appel à l'action des hormones, l'industrie a montré qu'elle était prête à diversifier ses secteurs d'activité. Elle y est d'ailleurs incitée par l'octroi de moyens nouveaux, notamment en Italie où l'I.M.I. (Istituto Mobiliare Italiano) va accorder à la Société Montedison un financement d'un montant maximal de 2 Milliards de Lires pour un projet quinquennal de recherches de nouveaux produits antiparasitaires.

Il faudra qu'elle s'intéresse aussi plus activement au développement des moyens de lutte biologique proprement dits. Dans ce domaine un premier succès a été enregistré avec la commercialisation de préparations à base de Bacillus thuringiensis aux Etats-Unis et en France, puis de celles à base de Virus aux Etats-Unis.

(x) PRIMOK, produit par I.C.I. pour la lutte contre les Pucerons

Il ne faudra pas en rester là et notamment la production de masse d'insectes auxiliaires ou de moyens biologiques de lutte contre les champignons nécessitera un appui industriel. Dans ce but la SROP-OILB a créé en 1973, un groupe de liaison avec l'industrie, qui s'occupera de tous les aspects que nous avons mentionnés ci-dessus.

D'une façon générale les charges de plus en plus importantes supportées par l'industrie des pesticides pour s'assurer de l'inocuité des produits pour l'utilisation et pour l'environnement ont déjà eu un certain nombre de conséquences.

Aux Etats-Unis par exemple la production d'un pesticide de la synthèse chimique à l'introduction du nouveau produit prenait en moyenne 5 ans en 1967. En 1972 la durée correspondante dépasse 6 ans et demi. Le coût annuel de la recherche et du développement de pesticides était évalué, exprimé en Marks allemands à 190 millions DM en 1967 et environ 250 millions DM en 1971 soit un accroissement de 32% en 5 ans. A l'heure actuelle le coût de recherche et développement pour une matière active nouvelle se monte à 20 millions DM (sans compter l'investissement au niveau usine). Dans ce chiffre les travaux d'ordre chimique représentent 30 à 35% du total, les essais biologiques 40 à 45%, l'étude toxicologique, les analyses de résidus et l'homologation 25 à 30%. Nous allons donc vers une augmentation du prix des pesticides qui risque de s'aggraver rapidement du fait de la pénurie des produits dérivés du pétrole. Ceci entraînera au moins deux conséquences : pour l'industrie, la nécessité de réduire le nombre des produits mis en expérimentation en opérant un choix soigneux en fonction d'objectifs définis. Pour le cultivateur le désir d'employer des quantités aussi réduites que possible, ce qui implique une amélioration des conditions d'utilisation.

4.5. - Mesures d'ordre économique susceptibles d'influer sur l'évolution de la situation

Les raisons qui motivent l'extension de la lutte intégrée et de la lutte biologique sont d'ordre écologique et économique, comme nous l'avons déjà souligné.

Nous ne connaissons pas d'étude vraiment complète portant sur l'évaluation économique de la protection des plantes. On peut dire cependant que, dans la plupart des cas, les chiffres cités sont trop faibles, car une partie des facteurs n'a pas été prise en compte. Un effort considérable doit être également fait pour essayer d'apprécier, en termes économiques, ce que représente la dégradation de l'environnement. Nous voudrions seulement attirer l'attention sur deux points.

Les normes actuelles de commercialisation des produits agricoles accordent une importance considérable à l'aspect extérieur. Des fruits, par exemple, portant des altérations minimales de surface sont lourdement pénalisés ou refusés à l'exportation. C'est là une des raisons qui ont conduit à un usage exagéré des pesticides, et il conviendrait de reconsidérer la situation. Le problème a été notamment soulevé dans le cas des agrumes, lors de la réunion mixte OEPP/OILB qui s'est tenue à CHYPRE en 1973, et une des résolutions adoptées demande de revenir sur certaines exigences abusives. Il serait utile que les organismes, ayant une responsabilité dans la fixation des normes, tiennent compte de cet aspect des choses.

Il est impossible d'évaluer avec précision quelle est la quantité de pesticide utilisée "en trop" pour satisfaire à une norme de commercialisation "abusive", mais on sait très bien que pour passer du taux de rentabilité de 80% à celui de 98% dans un traitement effectué contre un ravageur on éprouve plus de difficultés et on emploie plus de pesticide que pour passer de 20 à 80%. Dans un pays où la lutte biologique contre la cochenille des Agrumes Aonidiella aurantii à l'aide de parasites du genre Aphytis est possible (au Maroc par exemple) le seul fait de tolérer la présence de 1 à 5 traces ou boucliers de cochenilles (ce qui n'entraîne aucune perte de qualité et aucun risque pour le pays importateur) par fruit, sans déclassement, permettrait de supprimer toute intervention chimique contre ces ravageurs et, corrélativement tout traitement contre les Acariens dont les pullulations sont déclenchées par les produits utilisés contre Aonidiella.

Il ne s'agit pas, bien entendu, d'encourager systématiquement la commercialisation de produits portant des dégâts d'insectes ou de maladies, beaucoup d'entre eux ont en fait reçu autant de pesticides que les autres et ont simplement été "mal" traités. Le problème est essentiellement de renoncer à des habitudes commerciales dont le résultat est de pousser à une consommation accrue de pesticides sans augmenter les qualités essentielles (nutritionnelles, gustatives, sanitaires...) du produit récolté.

4.5.2. Dans la mesure où un excès de traitements se traduit par une augmentation des résidus, il existe déjà, au niveau de la possibilité de commercialisation de la récolte, une raison sérieuse de reconsidérer certaines pratiques de protection des plantes et c'est essentiellement sur l'application d'une législation sévère sur les résidus que l'on compte, avec juste raison, pour protéger le consommateur, mais la protection de l'environnement n'est pas forcément assurée de la même manière.

Dans de nombreux cas des pesticides appliqués à une date suffisamment éloignée de celle de la récolte peuvent ne pas laisser de résidus importants sur cette dernière et avoir cependant causé, au moment de leur emploi, des désordres graves et parfois irréversibles dans le milieu. Ces effets écologiques dont les conséquences lointaines sont souvent imprévisibles doivent être évités le plus possible et la pratique de la lutte intégrée et de la lutte biologique est le meilleur moyen de réduire la pollution et la dégradation de l'environnement. Il convient donc d'envisager, de ce point de vue, la généralisation de ces méthodes. Nous avons déjà vu que les producteurs qui les pratiquent y trouvent à plus ou moins court terme des avantages économiques mais si l'on veut accélérer le processus il conviendrait :

- d'offrir au producteur un avantage supplémentaire
- d'orienter le choix du consommateur vers les produits obtenus par les méthodes encouragées.

A l'heure actuelle le consommateur est surtout sensibilisé au problème de la toxicité éventuelle des résidus chimiques. La lutte biologique, si elle est employée seule les réduit à néant mais le cas est rare où, pour une production attaquée par un complexe de ravageurs on aura pu n'employer que

des agents biologiques. A partir du moment où une certaine quantité de pesticide est utilisée c'est la notion de résidu tolérable qui doit être prise en compte. Il n'est pas souhaitable d'établir des catégories basées sur un dosage chimique délicat pour différencier les prix des produits agricoles ce qui pourrait laisser croire aux consommateurs les moins fortunés que leur santé est moins bien protégée que celle des autres....

Par contre il est utile et relativement facile de faire comprendre au consommateur que la pratique de la lutte intégrée, qui assure l'emploi minimum possible de toxiques est de nature à réduire progressivement la pollution du milieu tout en lui assurant des aliments sains de la meilleure qualité. Quant à la lutte biologique, seule capable d'assurer des interventions spécifiques non perturbatrices et non polluantes, chacun doit contribuer à accélérer sa mise en oeuvre.

Dans ces conditions on peut penser que le consommateur acceptera de donner un avantage au producteur qui lui assurera avoir employé la méthode la meilleure, reconnue par l'attribution d'un "label".

Il n'y a évidemment pas de formule "passe partout" dans ce domaine et chaque production doit faire l'objet d'une étude particulière. Les points qui nous paraissent les plus importants à retenir sont les suivants :

- le bénéficiaire doit s'engager à se conformer à un ensemble de règles bien définies établies en vue de garantir que la quantité de pesticide employée est la plus faible possible.
- Ces règles doivent avoir été établies et cautionnées par des spécialistes reconnus sur la base d'une concertation régionale étendue (groupes de travail de l'OILB/SROP par exemple) et adaptées à chaque région. Elles seront régulièrement révisées et adaptées en fonction des progrès de la recherche.
- A l'extrême la part des pesticides dans le programme de lutte pourrait être réduite à zéro lorsque des méthodes biologiques valables existent et peuvent être appliquées seules.
- Un contrôle du respect des règles établies doit pouvoir être effectué.

A l'heure actuelle la mise en oeuvre de tels processus n'est guère envisageable que dans le domaine des Vergers (on pourrait également établir pour les cultures sous verre un système du même ordre mais cette fois dans l'optique d'obtenir des résidus nuls plus que de protéger l'environnement) d'autres secteurs pourraient être abordés ultérieurement.

L'attribution de "labels" s'envisage difficilement pour un cultivateur isolé mais devrait plutôt concerner des groupements structurés dont la responsabilité serait engagée de ce fait. Actuellement, une tentative est en cours au niveau de la pratique, de la part d'un groupe d'arboriculteurs allemands désireux de pratiquer les méthodes mises au point par les spécialistes du service de la protection des végétaux de Stuttgart pour les cultures de pommiers. La question est évidemment très complexe et déborde largement du cadre de ce rapport si on veut l'envisager à fond. La section Régionale Ouest Paléarctique de l'Organisation Internationale de Lutte Biologique a constitué un groupe de réflexion sur ce sujet, une première réunion a déjà eu lieu à Wageningen, une seconde se tiendra à Paris au début du mois d'Avril et la Commission des Communautés Européennes sera tenue au courant des travaux et des conclusions des experts.

4.5.3. Enfin il ne faut pas oublier que, si l'on veut mener une politique cohérente de protection de l'environnement et d'aménagement rationnel des interventions phytosanitaires il est nécessaire de penser constamment à tout ce qui peut, dans tous les domaines, accélérer les progrès. Par exemple lorsqu'il existe sur le marché plusieurs spécialités phytosanitaires permettant de résoudre un même problème on doit favoriser celle qui présente le moins de risques pour l'environnement ce qui peut être obtenu en agissant sur les prix et notamment en apportant une aide soit au producteur, soit à l'utilisateur de produits nouveaux présentant des qualités particulières et qui sont souvent plus chers que les pesticides anciens.

CONCLUSIONS GENERALES

L'expérience des vingt dernières années a permis de reconnaître les limites de l'emploi exclusif des pesticides chimiques pour la protection des plantes et les risques divers qu'ils entraînaient :

- leur polyvalence et leur rémanence ont entraîné des modifications importantes des équilibres biologiques du fait de la destruction d'espèces utiles et de la sélection de lignées résistantes de ravageurs ;

- leur rémanence et leur stabilité ont conduit à l'accumulation de résidus dans les sols et dans les plantes ainsi qu'à une pollution progressive de nombreux milieux naturels . Elles ont également provoqué l'accumulation des toxiques dans les organismes vivants par " concentration biologique " par l'intermédiaire des chaînes alimentaires .

Tout cela a entraîné une augmentation de la complexité des problèmes phytosanitaires et un accroissement du prix de revient de la protection des plantes, cela a également suscité des craintes vis-à-vis de la santé humaine . Il était donc indispensable de modifier les pratiques courantes de lutte contre les ennemis des plantes, ce qui a conduit à la conception de la Lutte Intégrée .

Celle-ci doit être considérée comme une règle de conduite permettant de déterminer à tout moment la voie la meilleure ; c'est un système dynamique qui doit s'adapter à tous les types de changements survenant dans les agro-écosystèmes en tenant compte de toutes les acquisitions de la recherche . Pour cette raison, une étroite coopération doit s'établir entre les Instituts de Recherche et les agriculteurs par l'intermédiaire de services de vulgarisation pourvus de moyens suffisants .

L'application des principes de la lutte intégrée exige un assez haut niveau de technicité . Mais ce fait ne doit pas exclure la responsabilité de l'agriculteur . C'est lui qui doit finalement prendre la décision d'une application dont il doit pouvoir juger les conséquences, immédiates et futures. Il faut donc que la recherche, et les agents de vulgarisation travaillent ensemble à une simplification des méthodes d'observation, permettant à l'agriculteur dans un proche avenir, d'exécuter tout le travail d'observations . L'agent technique aura alors comme fonction d'intervenir pour les cas exceptionnels et de continuer à assurer l'information sur les résultats nouveaux acquis par la recherche .

L'application de la lutte intégrée tient compte non seulement des facteurs écologiques, mais aussi de l'analyse économique d'une production agricole moderne .

Sa mise en oeuvre doit être envisagée dans tous les types de milieux et quelle que soit la structure des exploitations agricoles, car les décisions d'intervention doivent toujours intervenir au niveau de chaque parcelle . Cependant, elle ne se développera valablement que s'il existe un nombre suffisant de conseillers spécialisés, ce qui implique un regroupement des producteurs pour faire face à la charge de leur entretien .

Les résultats acquis au cours de ces dernières années montrent que la superficie de vergers dont un observateur peut assurer valablement la surveillance croît rapidement avec l'expérience de ce dernier, estimée actuellement à 4 à 500 hectares suivant les régions, elle pourra probablement passer à 1000 ha lorsque les cultivateurs auront reçu une initiation suffisante leur permettant une participation active . Nous avons également pu constater que les agriculteurs étaient disposés à se regrouper pour appliquer plus facilement les techniques nouvelles .

Les principes de la lutte intégrée s'appliquent à la protection de tous les types de culture . En ce qui concerne les denrées emmagasinées, il convient surtout d'améliorer les conditions de stockage et le système de distribution pour éviter les traitements trop fréquents, mais l'application de systèmes intégrés de lutte au champ améliorera considérablement l'état des produits à la réception (état sanitaire et résidus) .

Il est particulièrement urgent d'appliquer les principes de la lutte intégrée dans les régions où se développent des monocultures sur de grandes étendues, en effet c'est dans de tels systèmes agricoles que les inconvénients de la lutte chimique automatique et aveugle risquent d'être les plus graves . C'est également dans ces régions que l'organisation d'une surveillance efficace est le plus facile et on peut espérer des progrès rapides dans la mise en oeuvre de méthodes nouvelles .

La première étape de la lutte intégrée a presque toujours été l'aménagement rationnel de la lutte chimique (lutte dirigée) et on a pu montrer que, très rapidement, on obtenait des résultats économiquement satisfaisants en même temps que l'on diminuait la pollution de l'environnement . Dès à présent, l'utilisation de nouveaux types de facteurs de régulation est en cours .

Dans la première phase de la mise en oeuvre de moyens nouveaux, il faut s'attendre à un accroissement des coûts de la protection phytosanitaire (support technique plus important, prix de revient de produits n'ayant pas encore un " marché " étendu ...) mais, à échéance relativement courte, la Lutte Intégrée sera plus économique que la lutte chimique systématique .

Parmi les facteurs susceptibles d'être utilisés en Lutte Intégrée, une place importante et progressivement prépondérante doit être faite à la Lutte Biologique . Celle-ci fait appel à des êtres vivants dont la présence dans la biosphère est extrêmement ancienne, qui sont apparus bien avant l'arrivée de l'homme et dont les relations avec le milieu ne risquent pas de se modifier brusquement . Tant qu'on ne procède pas à des manipulations génétiques on peut prévoir avec certitude les conséquences d'une intervention par voie biologique . Par contre, on ne peut jamais être sûr de connaître toutes les conséquences de la distribution dans le milieu de substances entièrement nouvelles . Personne ne pouvait " deviner " quelle serait en fait la persistance du DDT dans le milieu, personne ne peut prévoir quelles seront les conséquences de la généralisation des traitements fongicides sur céréales . Quel que soit le but dans lequel un produit a été mis au point, il aura toujours des effets secondaires ou accessoires que l'on s'efforce maintenant de prévoir avec le maximum de précision, mais on n'est pas à l'abri de surprises (l'un des fongicides dont l'emploi se généralise sur céréales s'est avéré très toxique pour les vers de terre ...), et il faudra toujours donner la préférence aux molécules qui se dégradent rapidement en donnant des produits aussi "neutres" que possible .

La production de moyens de lutte biologique peut sans grande difficulté être confiée à des groupements de producteurs du type de ceux qui existent déjà en Californie ou qui vont se mettre en place pour pratiquer la lutte intégrée . L'initiative privée peut aussi jouer un rôle important ainsi que l'industrie ; l'intervention de cette dernière est indispensable pour la production d'agents de lutte microbiologique .

L'expérience acquise au cours des dernières années, en Europe Occidentale, montre que certaines techniques sont, dès à présent, au point et devraient être généralisées largement . Dans d'autres cas, un effort de recherche important doit encore être fait ; il ne sera efficace que dans la mesure où il sera entrepris sur la base d'une coopération internationale .

RECOMMANDATIONS CONCERNANT LA COMMUNAUTE -

Au cours des dernières années, les méthodes de lutte intégrée ont fait la preuve de leur valeur au niveau de la pratique agricole et les conditions de leur généralisation sont maintenant réunies .

Le processus sera rapide si producteurs et consommateurs y trouvent leur avantage et si la recherche est en mesure d'apporter de nouveaux éléments à courte ou moyenne échéance .

L'ensemble des mesures législatives actuellement en vigueur sur l'utilisation des pesticides ne peut pas empêcher totalement des perturbations de l'environnement . Ces mesures, n'étant basées que sur nos connaissances actuelles, peuvent seulement éviter les accidents . Elles ne protègent pas contre les phénomènes qui se révéleront à la longue . Ceci rend le public assez inquiet et l'on risque qu'il évite d'acheter certaines productions agricoles ou qu'il s'adresse à des produits ne présentant pas des garanties suffisantes .

Les organismes communautaires ayant un rôle dans la réglementation agricole peuvent et doivent s'attacher à modifier certaines conditions du marché (normes de commercialisation, attribution de "labels" etc ...) .

Au niveau de la Recherche, si les progrès ont été relativement rapides, c'est que les scientifiques des principaux instituts européens, ayant des responsabilités dans la protection des plantes, ont consacré beaucoup d'efforts à l'application pratique de leurs résultats .

Il est maintenant indispensable d'intensifier les recherches dans tous les secteurs et la Commission de la recherche de la Communauté doit y participer en apportant son appui à tous les niveaux (par exemple, en accordant des subventions à des recherches entreprises sur des thèmes déterminés, sous la responsabilité d'un comité d'experts) . Si l'on veut accélérer le passage à la lutte biologique, quelques sujets d'intérêt général doivent être développés en priorité, notamment :

- l'Etude des relations hôte-parasite ou plante-ravageur
- l'Etude dynamique des phénomènes de compétition interspécifique
- l'Etude des conditions de multiplication des entomophages et des agents pathogènes
- la Recherche des facteurs de résistance et la sélection de variétés résistantes
- la Recherche de nouveaux moyens sélectifs d'intervention .

La section régionale Ouest-Paléarctique de l'Organisation Internationale de Lutte Biologique, qui regroupe la plupart des instituts de recherche spécialisés de sa zone d'action et a établi des liaisons avec les autres organisations régionales (Euratom), a déjà mis en place des structures de coopération et des groupes de travail très actifs . Elle anime des recherches dans les secteurs prioritaires et apporte les éléments nécessaires à la mise en place de nouvelles méthodes de lutte . Elle se préoccupe également de faire périodiquement le point des résultats obtenus et organisera notamment en 1974, (en Septembre, à Bolzano), un important symposium sur la lutte intégrée en Vergers, qui marquera une étape décisive .

Il est éminemment souhaitable qu'une liaison permanente et une association des efforts s'instaurent entre les responsables de la Communauté et l'OILB/SROP pour accélérer la mise en oeuvre d'un système cohérent et équilibré de protection des plantes .

A N N E X E S

Annexe n° I

Essai d'évaluation des principaux problèmes phytosanitaires
dans les pays de la Communauté

Il n'existe pas à notre connaissance de statistique officielle sur l'emploi des pesticides en Agriculture. Les données sont surtout obtenus par l'intermédiaire de services d'application et ne permettent qu'une estimation grossière.

Dans le document ci-dessous nous avons essayé de donner une idée de l'importance du problème en partant des surfaces cultivées et de ce que nous savons de l'application des mesures de lutte.

Nous avons aussi donné une estimation des pertes dues aux ravageurs aux maladies et à l'action des mauvaises herbes. Celle-ci est essentiellement basée sur l'ouvrage de H.H. CRAMER (1967) (x) et sur les documents rassemblés par les groupes de travail de l'OILB/SROP. Ces pertes correspondent à la situation actuelle c'est à dire en tenant compte des mesures de lutte phytosanitaire actuellement appliquées. Il n'est pas possible de donner une estimation précise correspondant à une situation sans protection phytosanitaire; l'agriculture moderne n'aurait jamais atteint son niveau de production actuel sans de telles mesures.

Quelques réflexions sur la gravité relative de la situation et sur les possibilités d'amélioration sont données, les détails relatifs aux méthodes proposées sont développés dans le corps du rapport principal.

I - CEREALES

Données statistiques

	Superficie (000 ha)			Rendements (qx/ha)			Production (000 t.)		
	1969	1970	1971	1969	1970	1971	1969	1970	1971
Total céréales (x)	27.135	27.152	27.131	34,3	32,8	37,4	92.961	88.939	101.379
Blé	11.132	10.939	11.097	32,1	31,8	36,1	35.703	34.807	40.058
Seigle	1.241	1.211	1.208	31,1	29,3	33,3	3.845	3.549	4.028
Orge	8.606	8.713	8.522	35,5	31,2	36,5	30.581	27.224	31.080
Avoine	3.614	3.404	3.334	30,9	28,1	33,2	11.169	9.557	11.071
Maisgrain	2.265	2.611	2.698	47,0	49,2	52,3	10.647	12.854	14.101
Autres céréales (sans le riz)	84	80	77	30,1	27,7	34,4	251	222	267

(x) Concerne l'Europe des 9

Blé et épeautre

	Superficie (000 ha)			Rendements (qx/ha)			Production (000 t.)		
	1970	1971	1972	1970	1971	1972	1970	1971	1972
R.F. d'Allemagne	1.493	1.544	1.626	37,9	46,2	40,6	5.662	7.142	6.608
France	3.746	3.978	3.958	34,5	38,9	45,8	12.922	15.482	18.123
Italie	4.138	3.910	3.821	23,4	25,6	24,7	9.689	9.994	9.423
Pays-Bas	142	142	156	45,2	49,7	43,1	643	706	673
Belgique	189	202	213	39,0	45,2	44,5	735	915	950
Luxembourg	11	12	11	24,5	32,0	31,0	28	39	35
Europe des 6	9.720	9.789	9.786	30,5	35,0	36,6	29.678	34.277	35.813
Royaume-Uni	1.010	1.097	1.127	41,9	43,9	42,1	4.236	4.815	4.761
Irlande	95	91	64	40,3	41,8	39,0	381	380	250
Danemark	114	121	135	44,8	48,5	43,9	512	585	592
Europe des 9	10.939	11.097	11.112	31,8	36,1	37,3	34.807	40.058	41.416

Orge

	Superficie (000 ha)			Rendements (qx/ha)			Production (000 t.)		
	1970	1971	1972	1970	1971	1972	1970	1971	1972
R.F. d'Allemagne	1.475	1.505	1.549	32,2	38,4	38,7	4.754	5.774	5.997
France	2.953	2.671	2.674	27,5	33,4	39,0	8.126	8.910	10.426
Italie	179	185	187	17,5	20,2	20,8	315	373	388
Pays-Bas	105	98	83	31,9	37,9	40,9	334	373	340
Belgique	170	150	149	31,0	39,4	42,8	527	590	639
Luxembourg	18	16	17	24,5	33,1	32,1	44	53	54
Europe des 6	4.901	4.625	4.659	28,8	34,8	38,3	14.100	16.072	17.843
Royaume-Uni	2.243	2.288	2.288	33,5	37,4	40,4	7.529	8.558	9.239
Irlande	214	235	255	36,5	42,2	37,7	782	991	960
Danemark	1.356	1.374	1.412	35,6	39,8	39,6	4.813	5.458	5.591
Europe des 9	8.713	8.522	8.613	31,2	36,5	39,0	27.224	31.080	33.633

Céréales totales

	Superficie (000 ha)			Rendements (qx/ha)			Production (000 t.)		
	1970	1971	1972	1970	1971	1972	1970	1971	1972
R.F. d'Allemagne	5.184	5.250	5.303	33,4	39,9	38,2	17.297	20.945	20.243
France	9.400	9.555	9.710	33,8	38,9	42,2	31.762	37.127	40.528
Italie	5.864	5.515	5.373	27,3	29,3	29,3	15.990	16.163	15.734
Pays-Bas	361	348	331	37,6	43,2	39,8	1.359	1.500	1.319
Belgique	466	462	467	33,6	41,8	42,2	1.566	1.934	1.968
Luxembourg	45	45	45	24,0	31,7	30,7	109	142	137
Europe des 6	21.321	21.174	21.229	31,9	36,7	37,7	68.083	77.809	79.930
Royaume-Uni	3.712	3.810	3.796	35,7	39,3	40,7	13.254	14.965	15.491
Irlande	377	386	373	36,3	40,9	37,0	1.370	1.579	1.380
Danemark	1.743	1.761	1.783	35,8	40,0	39,8	6.232	7.026	7.086
Europe des 9	27.152	27.131	27.181	32,8	37,4	38,2	88.939	101.379	103.887

Situation phytosanitaire

Les pertes actuelles peuvent être estimées à :

Blé :	ravageurs	5%
	maladies	6%
	mauvaises herbes	8%
	Total	<hr/> 19%
Avoine :	ravageurs	12%
	maladies	5%
	mauvaises herbes	7%
	Total	<hr/> 24%
Orge :	ravageurs	3%
	maladies	6%
	mauvaises herbes	6%
	Total	<hr/> 15%
Seigle :	ravageurs	2%
	maladies	3%
	mauvaises herbes	7%
	Total	<hr/> 12%

Les chiffres donnés par CRAMER pour les mauvaises herbes ont été diminués de 2% étant donné l'intensification de l'emploi des herbicides lors des dernières années.

Pour les pertes occasionnées par les ravageurs il n'a pas été tenu compte de l'extension des attaques par les pucerons durant les dernières années. Les données sur ces dégâts ne permettent pas encore une conclusion définitive.

Estimation de l'emploi des pesticides dans les cultures des céréales

Semences : environ 50 à 60% des semences sont traitées avec des fongicides contre les attaques par les Fusarium et les maladies de fonte de semis.

Les différentes fongicides sont en général employées à 2 g/kg de semences, 120 à 140 Kg de semences par ha donne 250 g de fongicide par ha. Pour l'ensemble de la communauté ceci reviendra à un emploi de l'ordre de $0,50 \times 27000 \times 0,25 = 3,375$ tonnes.

Maladies Oïdium, piétins et maladies de la maturation.

Surtout l'Oïdium sur l'orge est traité. Pour ceci sur environ la moitié de la surface, on emploie au minimum 500 g de fongicides à l'ha, donc au total $4000 \times 0,5 = 2000$ tonnes

L'emploi de fongicides contre les maladies de la maturation est en rapide extension et atteint probablement déjà un tiers des surfaces en céréales. A un emploi de 500 g de matière active à l'hectare ceci reviendra à $10.000 \times 0,5 = 5000$ tonn

Insecticides Les insecticides ne sont pas employés d'une façon courante sur les céréales jusqu'à présent.

La Cécidomyie équestre, Haplodiplosis equestris constitue une menace permanente et nécessite des observations continues sur la phénologie de l'insecte. On ne traite que dans le cas de danger immédiat.

Les pucerons Sitobion avenae, Metopolophium dirhodum et Rhopalosiphum padi, sont en rapide extension dans l'ensemble de la culture. Des études sont en cours pour établir des seuils de tolérance. Mais dans un nombre de cas des applications d'insecticides sont déjà faites.

La Mouche grise, Hylemya coarctata, semble aussi en extension.

Cet insecte nécessite déjà des mesures de protection au Royaume Uni, en Belgique et dans le Nord de la France (ainsi qu'en D.D.R.).

En France on assiste à une intensification des attaques de chenilles de la tordeuse de Cnephasia pumicana. Dans l'ensemble on pourrait peut être conclure qu'un traitement insecticide est probablement appliqué sur la moitié des surfaces de céréales. A 250 g de matière active à l'hectare ceci donne $0,50 \times 27000 \times 0,25 = 3.375$ tonnes. Mais l'emploi des insecticides augmentera très probablement dans le proche avenir.

Herbicides La totalité des surfaces est traitée au moins une fois avec un herbicide comportant au moins 1 Kg de matière active par hectare. L'emploi minimum est donc $27.000 \times 1 = 27\ 000$ tonnes.

Régulateurs de croissance

On peut estimer que ces substances sont employées sur 25% de la surface cultivée en blé. A 1 kg par hectare ceci revient à : $0,25 \times 11.000 \times 1 = 2.250$ tonnes.

L'emploi minimum de pesticides est donc actuellement:

10.375 tonnes de fongicides
3.375 tonnes d'insecticides
27.000 tonnes d'herbicides

Cette utilisation est en extension.

Moyens de remplacement

Désinfection de semences :

Maladies - Oïdium - la sélection de variétés résistantes est considérée comme un des meilleurs moyens de lutte. Sur le froment le contrôle régulier des attaques permet de limiter l'emploi de fongicides aux cas de forte infestation Lutte dirigée.

- Maladies de la maturation - pas d'information.

Insectes

Ce sont surtout les rotations de cultures qui peuvent limiter le développement de fortes populations.

Dans une première approche il sera surtout nécessaire de préciser les seuils de dégâts économiques pour pouvoir introduire un système de lutte dirigée.

Des études détaillées permettront de préciser l'influence de certaines conditions de culture (engrais, régulateurs de croissance, variétés) sur le développement des différentes espèces d'importance économique. Pour la lutte contre les pucerons l'emploi de maladies cryptogamiques (Entomophthora) est actuellement à l'étude.

Mauvaises herbes

Des études (KOCH-Allemagne) sur la rentabilité de l'emploi des herbicides ont mis en évidence que l'effet bénéfique des herbicides n'est pas toujours évident. Et l'établissement des seuils de dégâts économiques serait à étudier plus en détail.

II - BETERAVES A SUCRE

Données statistiques

	Superficie en milliers d'Ha			Rendements en quintaux par ha		
	1970	1971	1972	1970	1971	1972
Allemagne Rép.Féd.	303	315	331	440	458	442
France	403	425	443	435	469	421
Italie	281	254	246	339	346	435
Pays Bas	104	102	113	454	491	440
Belgique	90	93	101	431	523	430
Luxembourg	0	0	0	x	x	x
Europe des 6	1.180	1.190	1.234	415	446	432
Royaume Uni	186	189	189	343	416	326
Irlande	26	30	34	387	415	327
Danemark °	93	69	95	440	433	399
Europe des 9	1.486	1.478	1.552	407	441	415

Production en milliers de tonnes

	1970	1971	1972
Allemagne Rép.Féd.	13.329	14.409	14.656
France	17.522	19.951	18.669
Italie	9.518	8.776	10.685
Pays Bas	4.739	5.024	4.957
Belgique	3,871	4.876	4.322
Luxembourg	0	0	0
Europe des 6	48.978	53.038	53.289
Royaume Uni	6.412	7.869	6.170
Irlande	982	1.219	1.113
Danemark	4.095	3.003	3.808
Europe des 9	60.468	65.128	64.380

Situation phytosanitaire

Pertes actuelles

ravageurs	5%
maladies	10%
mauvaises herbes	4%
	<hr/>
	19%

Emploi d'insecticides

Semences Maladies cryptogamiques : Fusarium, Phoma betae et Pythium spp. Toutes les semences sont traitées avec environ 3g de matière active par Kg. On utilise en moyenne 4 Kg de semences par ha, ce qui donne un emploi de fongicides de : $1500 \times 0,012 = 18$ tonnes de fongicides.

Sur environ 75% des surfaces les semences sont traitées avec des insecticides contre différents insectes du sol, comme Agrotis, Atomaria linearis, les Collemboles et les Myriapodes. Pour ceci l'on emploie environ 2 g par Kg de semences ce qui revient à une consommation de $0,75 \times 1500 \times 8 = 9$ tonnes d'insecticides.

Maladies Elles sont d'une importance relativement faible. Seul le Cercospora nécessite des traitements dans les pays du Sud de l'Europe. On peut estimer à 10% du total la surface traitée annuellement; à 250 g de Benomyl par ha ceci revient à un emploi de : $150 \times 0,250 = 37,5$ tonnes.

Insectes Les plantules sont assez régulièrement atteintes par les différents insectes du sol. Sur environ 30% de la surface cultivée en betteraves ceci demande un traitement de sol en plus du traitement des semences. Ce traitement se fait en moyenne à 800 g de matière active à l'hectare. Ce qui donne un emploi de $0,30 \times 1500 \times 0,8 = 360$ tonnes d'insecticides.

Les pucerons vecteurs de maladies à virus nécessitent en moyenne un traitement sur toute la zone. Pour ceci on emploie des esters phosphoriques systémiques à 300 g de matière active à l'hectare, ce qui donne $1500 \times 0,3 = 450$ tonnes d'insecticides.

Nématodes

Heterodera schachtii constitue un problème potentiel qui est surtout résolu par la rotation de cultures basées sur le dénombrement des kystes dans le sol. Une désinfection du sol n'est pas encore effectuée d'une façon intensive.

Mauvaises herbes

Des herbicides de pré-émergence, sont appliqués sur la totalité des surfaces à 3 Kg de matière active/ha d'où il résulte une consommation de $1500 \times 3 = 4500$ tonnes.

Sur environ 50% des surfaces, des herbicides de post-émergence sont appliqués à 1 Kg m.a/ha, ou ou total : $0,50 \times 1500 \times 1 = 750$ tonnes.

Moyens de remplacement

Les attaques par les ravageurs de printemps sont devenues plus importantes à la suite de la pratique des semis en place et de l'emploi intensif d'herbicides. Ceci a considérablement réduit le nombre de plantes-hôtes à l'hectare donnant une concentration des populations de ravageurs sur les jeunes betteraves.

Un changement de méthode de lutte contre les mauvaises herbes pourrait remédier en partie à cette situation, par exemple l'emploi d'herbicides^{de} post-émergence au lieu de pré-émergence. Il est possible de surveiller les vols d'Atomaria, ce qui permettrait de pratiquer des traitements locaux au lieu de traitements généralisés.

Maladies

La sélection des variétés résistantes au Cercospora est à l'étude.

Insectes

La lutte dirigée est déjà appliquée depuis de nombreuses années contre les pucerons. La méthode est décrite dans le rapport principal (2222). La sélection de variétés résistantes à la "jaunisse" offre des possibilités de lutte contre cette maladie. De telles variétés sont déjà couramment employées aux USA. En Europe la productivité de ces variétés est encore trop basse lorsque la maladie n'intervient pas.

Nématodes

On cherche surtout à résoudre ce problème par la sélection de variétés résistantes ou tolérantes.

III - POMMES DE TERRE

Données statistiques

	Superficie-1000ha			Rendements 100kg/ha		
	1970	1971	1972	1970	1971	1972
Allemagne Rép.Féd.	597	554	503	272	274	299
France	411	372	336	216	242	237
Italie	286	238	205	128	137	146
Pays Bas	158	154	149	356	373	375
Belgique	54	50	44	295	325	301
Luxembourg	<u>3</u>	<u>2</u>	<u>2</u>	<u>276</u>	<u>301</u>	<u>325</u>
Europe des 6	1.509	1.369	1.239	239	255	266
Royaume Uni	271	256	237	276	288	276
Irlande	57	52	44	258	277	291
Danemark	<u>38</u>	<u>32</u>	<u>29</u>	<u>274</u>	<u>233</u>	<u>239</u>
Europe des 9	1.874	1.710	1.549	246	260	268

Production-1000t		
1970	1971	1972
16.250	15.176	15.038
8.868	8.994	7.950
3.668	3.259	3.002
5.648	5.749	5.581
1.597	1.623	1.337
<u>68</u>	<u>64</u>	<u>61</u>
36.098	34.866	32.969
7.482	7.397	6.527
1.468	1.428	1.250
<u>1.033</u>	<u>750</u>	<u>704</u>
46.081	44.441	41.450

Situation phytosanitaire

Pertes actuelles

ravageurs	5%
maladies (Phytophthora + virus)	23%
mauvaises herbes	2%
	<hr/>
	30%

Emploi de pesticides

Maladies Phytophthora infestans exige en moyenne au minimum 5 traitements fongicides sur l'ensemble de la culture. Par ha et par traitement on emploie environ 2kg^{de} matière active, ce qui donne au total : $5 \times 1500 \times 2 = 15.000$ tonnes.

Insectes Le Doryphore nécessite un traitement par an à 200 g de matière active par ha ce qui donne :
 $1500 \times 0,2 = 300$ Tonnes.

Pucerons En moyenne un traitement par an est nécessaire à environ 400 g de matière active par ha, au total :
 $1500 \times 0,4 = 600$ tonnes.

Mauvaises herbes Des herbicides sont employés sur au moins 50% de la surface cultivée en pommes de terre. On utilise pour ceci en moyenne au minimum 3 kg de matière active par hectare. L'emploi total serait donc de :
 $1500 \times 3 = 4.500$ tonnes.

Nématodes Heterodera rostochiensis . Dans certains cas on applique une désinfection du sol. Ceci se fait maintenant sur environ 50.000 ha, à 250 l de DD /ha cela correspond au total à 12.500 tonnes.

Moyens de remplacement

Maladies Phytophthora : le développement de cette maladie peut très bien être prévu à l'aide des observations météorologiques. Ceci permet de déterminer avec précision les périodes pendant lesquelles des traitements seront nécessaires. Une lutte dirigée est donc possible pour cette maladie. Mais dans les pays où ces avertissements sont donnés il se trouve que les cultivateurs traitent en général à un rythme bien plus élevé que nécessaire. Une propagande intensive sera nécessaire sur ce point.

Insectes : des études antérieures sur l'introduction d'une punaise prédatrice, Perillus bioculatus, n'ont pas été couronnées de succès. L'utilité de certaines maladies cryptogamiques comme facteur de lutte reste à préciser.

Les Pucerons : aux Pays-Bas l'emploi excessif d'insecticides à très récemment mené à des pullulations de pucerons, Myzus persicae causant la mort des plantes de pommes de terre dans certaines régions. Ces pucerons sont devenus résistants aux ester phosphorés et seuls les carbamates donnent encore de bons résultats de lutte. Cette situation montre une fois de plus l'intérêt de réduire l'emploi des insecticides. L'évolution de cette résistance pourrait avoir des conséquences pour la rentabilité de la culture de pommes de terre. En général les prédateurs, notamment les Coccinelles et les névroptères limitent le développement des populations en dessous des seuils de dégâts économiques. Mais ceux-ci ont été éliminés par les insecticides. La lutte biologique à l'aide des prédateurs offre certainement des possibilités. L'emploi des Entomophthora, champignons entomophages, nécessite, comme pour les céréales, des études complémentaires. Un premier pas dans la bonne direction sera la lutte dirigée.

Herbicides : Les herbicides ne sont pas encore employés sur l'ensemble de la surface occupée par les pommes de terre. Il sera bon d'effectuer une étude économique avant que leur application s'intensifie.

Nématodes : Les variétés résistantes donnent d'excellents résultats, mais le problème est en partie compliqué par l'existence de "biotypes". La rotation des cultures restera un des meilleurs moyens de lutte non chimique.

IV - HORTICULTURE

Données statistiques

Nous donnons uniquement les chiffres pour les légumes et autres plantes horticoles produits pour la vente. Les jardins familiaux occupent environ une même surface, mais l'on utilise guère des pesticides sur ces derniers.

	Superficie en milliers d'ha			Légumes secs superficie en milliers d'ha		
	1968	1969	1970	1968	1969	1970
Allemagne Rép.Féd.	80,7	73,7	77,5	39,9	36,3	30,2
France	294,1	298,5	297,0	72,3	69,2	81,3
Italie	437,4	445,6	454,6	468,0	456,7	431,8
Pays-Bas	66,8	69,8	73,2	14,1	15,4	16,8
Belgique	22,1	25,7	27,6	7,7	7,6	6,7
Luxembourg	0,1	0,1	0,1	0,6	0,5	0,4
	<u>901,2</u>	<u>913,3</u>	<u>929,8</u>	<u>602,6</u>	<u>585,8</u>	<u>567,2</u>

Situation phytosanitaire

Pertes actuelles

ravageurs	3%
maladies	11%
mauvaises herbes	10%
	<u>24%</u>

Le Groupe Lutte Intégrée en culture de Brassica de la SROP a fourni pour quelques pays les données suivantes :

Royaume-Uni Les pertes annuelles possibles ont été évaluées en équivalents-hectares, (la production perdue correspond à ce qui aurait été récolté sur X hectares), en supposant l'abandon complet d'interventions phytosanitaires.

Ravageur	Brassica alimentaire	Brassica fourrager
Elateridae		4,000
Chrysomelidae	9,500	21,000
Nitidulidae		3,500
Curculionidae	100	3,500
<u>Hylemya brassicae</u>	10,500	
<u>Brevicoryne brassicae</u>	3,000	
Autres pucerons comme vecteurs de virus	700	
Lépidoptères	400	
	<hr/>	<hr/>
Pertes totales	24,200	32,000
Hectares cultivés	65,000	150,000

Bénélux

Ravageurs prédominants

Nématodes :

Heterodera schachtii et H. cruciferae

Ditylenchus dipsaci

Insectes :

Pieris rapae, P. napi et P. brassicae

Mamestra brassicae

Plutella maculipennis

Tortrix costana

Hylemia brassicae

Brevicoryne brassicae

Ceutorhynchus pleurostigma, C. rapae et C. quadrideris

Phyllotreta spp.

Contarinia nasturtii

Escargots :

Deroceras reticulatum

- Arion rufus

A.hortensis

Il n'est pas possible de traiter tous les légumes en détail. Sur l'emploi des pesticides on ne peut donner qu'une estimation très grossière.

Désinfection des semences

En général toutes les semences des légumes secs sont traitées contre les maladies cryptogamiques avec des fongicides. Sur les 560.000 ha cultivées en 1970, il s'agit de 450.000 ha de haricots, fèves et féveroles, 60.000 ha de pois et 50.000 ha d'autres légumes secs.

Pour les haricots on utilise environ 100 kg de semences à l'hectare, pour lesquelles il faut 200 g de fongicide (TMTD), pour les pois 250 kg de semences à l'hectare, il faut 500 g de TMTD. Le reste peut aussi être pris à 200 g de TMTD à l'hectare. Ceci donne un emploi de fongicide de $500 \times 0,2 + 60 \times 0,5 = 130$ t. de fongicide.

Insecticides

Les plantes horticoles sont en général assez fortement attaquées par les insectes, pucerons, divers coléoptères, lépidoptères et diptères.

Pour les insectes du sol attaquant la majorité des plantes horticoles, non compris les légumes secs il faut en général effectuer un traitement du sol. On peut estimer que la moitié des surfaces, 450.000 ha, soit traitée de cette façon. Dans ce cas on utilise en moyenne au moins 2 kg de matière active à l'hectare. La consommation totale peut donc être estimée à : $450 \times 2 = 900$ tonnes.

Un traitement contre les pucerons sur le total des cultures nécessite 500 g de matière active à l'hectare $1400 \times 0,5 = 700$ tonnes.

Un traitement contre les autres ravageurs nécessitera encore environ 700 tonnes d'insecticides.

Dans l'Europe des 6 on utilise en horticulture donc au moins 2300 tonnes d'insecticides.

Herbicides

Un traitement aux herbicides est appliqué sur la quasi totalité de la surface à, en moyenne, au minimum 1 kg de matière active par hectare. Ceci revient à un emploi total d'herbicides d'au moins :

1400 x 1 = 1400 tonnes.

Moyens de remplacement

L'application de moyens de lutte non chimiques en horticulture est à peine étudiée, exception faite pour la lutte biologique en cultures sous verre.

Ceci vient probablement de la dispersion et de la variété des cultures, et pour certains produits aussi, des critères de qualification employés pour la vente. Des fleurs par exemple doivent être indemnes des moindres dégâts d'insectes et pour les salades on exige l'absence totale de pucerons.

Mais l'horticulture en général offre, techniquement parlant, un terrain d'action excellent pour l'application des méthodes de lutte intégrée. L'emploi de parasites et prédateurs n'a été étudié que pour quelques cultures. Il a été démontré que les Carabides consomment une assez grande partie des oeufs de la mouche du chou (France, Angleterre, Allemagne, Belgique, Pays-Bas). On a donc tout intérêt à favoriser le maintien des populations de ces insectes. Plusieurs parasites peuvent être rencontrés sur les différentes espèces de chenilles trouvées sur chou. Les prédateurs et parasites tuent des quantités importantes de pucerons. Mais dans presque tous les cas on n'a pas encore quantifié l'effet de ces auxiliaires. Il a déjà été démontré que des résultats peuvent être obtenus avec la lutte microbiologique. Notamment Bacillus thuringiensis peut être employé contre certaines chenilles. L'emploi des maladies à virus offre certainement des possibilités, mais des facteurs économiques limiteront probablement leur emploi. L'utilisation des Entomophthora dépendra de l'amélioration de nos connaissances concernant les facteurs climatiques

régissant les épizoaties. Les cultures sous conditions contrôlées doivent offrir des possibilités d'application excellentes pour les Entomophthora.

Des variétés résistantes offrent d'excellentes possibilités pour réduire les dégâts causés par les insectes et les acariens. Mais ce terrain est à peine exploité, un nombre limité de travaux est en cours en horticulture: résistance des salades aux pucerons, des tomates à la mouche blanche, des concombres aux acariens (Tetranychus urticae), des carottes à la mouche des carottes et des oignons à la mouche de l'oignon.

Certains insectes s'attaquant aux plantes horticoles doivent être très sensibles à des mesures culturales : rotation des cultures pour les insectes oligophages et travail du sol pour ceux hivernant dans le sol. Pour la mouche des carottes il a été prouvé que les mouches ne se maintiennent pas dans des terrains ouverts d'où la possibilité d'une lutte écologique.

En horticulture un grand nombre d'insecticides à large spectre d'action est utilisé. Ceci est néfaste pour l'exploitation des facteurs naturels de mortalité. En même temps l'emploi relativement intensif d'insecticides contre certains ravageurs a déjà provoqué l'apparition des races résistantes. Il y a par conséquent tout intérêt à stimuler l'introduction des méthodes de lutte intégrée dans cette branche de l'agriculture. Favoriser l'emploi des insecticides plus sélectifs selon les règles d'une lutte dirigée pourrait déjà constituer un bon premier pas.

V - VERGERS

Données statistiques

<u>Pommes</u>	Superficies en ha			Productions 1000 t.		
	1969	1970	1971	1970	1971	1972
Allemagne Rép.Féd.(1)	85.000	84.000	80.000	1.797	1.980	1.263
France	85.532	84.111	78.794	1.882	1.665	1.600
Italie (2)	61.617	60.693	62.072	2.062	1.774	1.800
Pays-Bas	29.693	26.354	24.050	450	520	450
Belgique(3)	13.000	10.000	9.500	241	272	239
Luxembourg	200	200	170	11	9	.
Royaume Uni		31.487				

- (1) Pour l'Allemagne les surfaces sont supposées être du même ordre , de grandeur que celles données pour la France. La surface totale de vergers de pommiers pour l'Europe des 9 serait d'environ 280.000 ha.
- (2) Seules les surfaces plantées uniquement en pommiers sont données. Les surfaces en cultures "mixtes" comprennent, pour les trois ans, respectivement 230.217; 192.807 et 151.681 ha.
- (3) Surfaces estimées, ces chiffres sont extraits des données sur la surface totale en arbres fruitiers (pommes, poires, cerises, prunes et pêches). La surface plantée en pommiers est supposée être la moitié de ce total.

Pêches

	Superficies en ha			Production-1000 tonnes		
	1969	1970	1971	1969	1970	1971
Allemagne Rép.Féd.				30	46	43
France	56.901	56.696	53.086	521	517	595
Italie	64.042	68.068	71.660	698	939	1055
Pays Bas.	0	0	0	0	0	0
Belgique				2	1	1

Poires

	Superficies en ha			Production-1000 tonnes		
	1969	1970	1971	1969	1970	1971
Allemagne Rép.Féd.				389	551	413
France	28.332	28.724	27.942	451	536	552
Italie	60.581	63.366	61.914	1328	1601	1427
Pays Bas	9.369	8.465	8.051		160	110
Belgique				60	98	60
Luxembourg				0.5	0.6	0.4
Royaume Uni		5.193				

Situation phytosanitaire

Pertes actuelles

Pommes:	ravageurs	3%
	maladies	6%
	mauvaises herbes	1%
		<hr/>
		10%
Pêches:	ravageurs	3%
	maladies	6%
	mauvaises herbes	1%
		<hr/>
		10%

Pommes

Données extraites des rapports OILB/SROP:

Nombre moyen de traitements pesticides par an dans 3 pays de la communauté en traitement chimique conventionnel.

Maladie au ravageur	France		Allemagne Rép.Féd.		Pays Bas
	nord	sud	nord	sud	
tavelures maladies de stockage et mildiou	10	10	15	20	23
insectes	7	10	4	5	5
acariens	2½	3	1	1	2

Problèmes majeurs en France :

Dans le nord : tavelure, mildiou, acariens (Panonychus ulmi), pucerons, Carpocapsa et Adoxophyes orana

Dans le sud : mildiou, acariens (Tetranychus urticae, P. ulmi et Amphitettranychus viennensis) pucerons (surtout Dysaphis plantaginea), Carpocapsa, Zeuzera pyrina et Grapholita molesta.

En Allemagne :

Dans le nord : tavelure, mildiou, pucerons, Lygus pabulinus et Adoxophyes orana

Dans le sud : tavelure, mildiou et Carpocapsa.

Aux Pays-Bas : tavelure, mildiou, acariens et Adoxophyes orana

Le nombre moyen de traitements dans l'ensemble de la communauté serait environ :

6 traitements insecticides/an

2 traitements acaricides/an

15 traitements fongicides/an

Pour les environ 280.000 ha de pommiers dans la Communauté ceci signifie que la consommation annuelle de pesticides est environ (en matière active) :

insecticides	6 x 0,5 x 280	= 840 tonnes
acaricides	2 x 0,5 x 280	= 280 tonnes
fongicides	15 x 1 x 280	= 4200 tonnes

5320 tonnes

Pour les pêches ces chiffres sont du même ordre de grandeur. Etant donné que la surface plantée en pêchers est environ la moitié de celle plantée en pommiers, la quantité totale de matière active consommée par an serait environ 2500 tonnes.

Le développement des méthodes de Lutte Intégrée en vergers est exposé en détail dans le rapport principal (2.2.1 et 2.3.),

Annexe N° 2

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

PRINCIPAUX TRAVAUX CONSULTES

1. ACTA. Lutte intégrée. Note d'Information, n° 1, 1972 à 13, 1973
2. ALLABY M., 1973. Miracle rice and miracle locusts. Ecologist, 3, 180-185.
3. ALLEN W.W., 1959. Throden for cyclamen mite control on strawberries. Calif. Strawberry Adv.Bd. News Bull., 5, 1.
4. AUDEMARD H., 1970. Possibilités de lutte intégrée pour la Zeuzère (Zeuzera pyrina l.) C.R. 4ème Symp. OILB sur la lutte intégrée en vergers (Avignon, 9-12 sept. 1969). OILB, Zurich 101-105.
5. AUDEMARD H., 1971. La lutte intégrée contre le Carpacse (Laspeyresia pomonella L.) Essai d'aménagement de la lutte chimique. C.R. Acad. Agric. Fr., 57, 1457-1467.
6. AUDEMARD H., 1973. L'aménagement de la lutte chimique contre le Carpacse (Laspeyresia pomonella L.) en vergers de pommiers. Un premier pas dans la lutte intégrée. Rev. Zool. agric. Path. veg., 72 (2), 33-47.
7. AUDEMARD H., BEZUT M., 1972. La Sésie du pommier dans le Bas-Languedoc. Essai de lutte. Defense Veg., 157, 220-236.
8. BAUMHOVER H.A. et al., 1955. Screw worm control through release of sterilized flies. J.econ. Entomol., 48, 462-466.
9. BENASSY C., et al., 1968. L'utilisation pratique de Prospaltella perniciosi TOW. parasite du Pou de San José, Quadraspidiotus perniciosus COMST. Entomophaga, Mem. HS, 4, 28 p.
10. BENASSY C., MILAIRE H.;, 1970 a. But, état actuel et développement travail dans les méthodes de lutte intégrée en vergers. C.R. 4ème Symp. OILB sur la lutte intégrée en vergers (Avignon, 9-12 Septembre 1969). OILB, Zurich, 183-186.
11. BENASSY C., MILAIRE H., 1970 b. Les possibilités de la lutte intégrée dans le cas de deux cochenilles nuisibles aux arbres fruitiers. Bull. Techn. Inform., 249, 240-246.
12. BILIOTTI E., 1952. Traitements insecticides et ruptures d'équilibres biologiques. Conf. Maison de la Chimie, 4/3/1952. Centre de Perfection. Tech., publ. 2789/
13. BILIOTTI E., 1961. Les insectes entomophages, leur biologie et leur utilisation en agriculture. Conf. Palais de la Découverte. A.277, 27-46.

14. BILIOTTI E., 1963. Caractères particuliers de la nutrition chez les insectes entomophages. Ann.Nutrit. Aliment., 17, A.319-A.327.
15. BILIOTTI E., 1970. La lutte intégrée et l'avenir des interventions phytosanitaires. Bull. Techn. Inform., 249, 240-246.
16. BILIOTTI E., 1971. L'avenir des méthodes biologiques de lutte contre les insectes nuisibles. Conf., Tananarive, 16nov.
17. BILIOTTI E., 1972. L'écologie en relation avec la lutte contre les ravageurs. Approche interdisciplinaire. FAO, Conférence sur l'Ecologie en relation avec la lutte contre les ravageurs. Rome, 11-16 décembre.
18. BILIOTTI E., 1973. La lutte biologique. in J.A. TERNISIEN, "Précis général des nuisances. 5ème vol. : l'Ecologie contre les nuisances pour la conservation de la nature". Guy Le Prat, Paris, sous presse.
19. BILIOTTI E., DAUMAL J., 1969. Biologie de Phanerotoma flavitestacea FISCHER (Hymenoptera, Braconidae). Mise au point d'un élevage permanent en vue de la lutte biologique contre Ectomyelois Ceratoniae ZELL. Ann. Zool. Ecol. anim., 1, 379-384.
20. BILIOTTI E., DESMIER de CHESNON, 1971. Le parasitisme de Pales pavidus MEIG. (Dipt. Tachinidae) sur Galleria mellonella (Lep. Galleridae). Mise au point d'un élevage permanent au laboratoire. Ann. Zool. Ecol. anim., 3, 361-371.
21. BILIOTTI E., MESSENGER P.S., van den SOCH R., 1973. The importance of natural enemies. in K.H. HUFFAKER edit., "Theory and practice of biological control". Academic Press, New York, sous presse.
22. BILIOTTI E., SHARMA M.L., 1966. Les possibilités de lutte biologique contre les pucerons des cultures maraîchères et florales de plein air en Provence maritime. C.R. 90° Congr. Soc. Sav., Nice 1965, 2, 563-566.
23. BIRD F.T., 1953. The use of a virus disease in biological control of the European pine Sawfly, Neodiprion sertifer (GEOFFR.). Canad. Entomol. 85, 437-446.

24. BOERMA A.H., 1973. Adress to the Royal Society Discussion meeting on agricultural productivity in the 1980 s. London, 22 march 1973, 1-13.
25. BROWN A.W.A., 1959. Résistance des arthropodes aux insecticides. O.M.S. ser. Monogr., n° 38, Genève, 260 p.
26. BURKHOLDER W.E., 1970. Pheromone Research with stored-product Coleoptera. in D.L. WOOD, R.M. SILVERSTEIN, N. NAKAJIMA, edit. "Control of insect behaviour by natural products". Academic Press, New York, Londres, 1-20.
27. BUTLER G.D., RITCHIE P.L., 1971. Feed wheat and the abundance and fecundity of Chrysopa carnea. J.econ.Entomol., 64, 933-934.
28. CALLAN E.M., 1969. Ecology and insect colonization for biological control. Proc.Ecol. Soc.Aust., 4, 17-31.
29. CHABORA P.C., 1970. Studies of parasite-host interaction. II. Reproductive and developmental response of the parasite Nasonia vitripennis (Hymenoptera : Pteromalidae) to strains of the house fly host Musca domestica. Ann. Entomol. Soc. Amer., 63, 1632-1636.
30. CHABOUSSOU F., 1969. Recherches sur les facteurs de pullulation des acarïens phytophages de la vigne à la suite des traitements pesticides du feuillage. Thèse, Fac. Sci. Paris.
31. CHAMBON J.P., 1973. Contribution à l'étiologie de la récente pullulation de Cnephasia pumicana ZELL. (Lep. Tortricidae) à la suite de l'extension des cultures céréalières dans le Gâtinais. Ann. Zool. Ecol. anim., 5, 207-230.
32. CHIANG H.C., 1973. Considérations écologiques à retenir pour l'élaboration de recommandations concernant la lutte chimique contre les ennemis des cultures : la pyrale du maïs prise comme exemple. FAO Bull. Phytosanit., 21, 30-39.
33. CLANCY D.W., 1946. The insect parasites of the Chrysopidae (Neuroptera). Univ. Calif. Publ. Entomol., 7, 403-496.

34. CLAUSEN C.P., 1940. Entomophagous insects. Mc Graw Hill Book C°, New York, Londres, 688 p.
35. CLAUSEN C.P., 1956. Biological control of insect pests in the continental United States. U.S. Dept. Agric., Techn. Bull. 1139, 151 p.
36. CLAUSEN C.P., 1958. Biological control of insect pests. Ann. Rev. Entomol., 3, 291-310.
37. CROSBY D.G., 1973. The fate of pesticides in the environment. Ann. Rev. Plant Physiol., 24, 467-492.
38. DARPOUX H., 1943. Les bases scientifiques des avertissements agricoles. Ann. Epiphyties, nelle ser., 9, 177-205.
39. DeBACH P., 1964. Biological control of insect pests and weeds. Chapman & Hall, Londres, 844 p.
40. DeBACH P., 1965^a. Weather and the success of parasites in population regulation. Canad. Entomol., 97, 848-863.
41. DeBACH P., 1965^b. Some biological and ecological phenomena associated with colonizing entomophagous insectes. in "The genetics of colonizing species". (H.G. BAKER, G.L. STEBBINS edit.), Academic Press. New York, 287-303.
42. DeBACH P., 1966. The competitive displacement existence principles. Ann. Rev. Entomol. 11. 183-212.
43. DELLA GIUSTINA W., 1972. Etude sur les fluctuations des populations d'insectes vivant dans les serres légumières de la région parisienne. Ann. Zool. Ecol. anim. 4, 5-33.
44. DIADETKO M.D., 1970. Rôle des procédés agrotechniques et agronomiques dans la multiplication naturelle des entomophages. Colloque franco-soviétique sur l'utilisation des entomophages, Antibes 1968. Ann. Zool. Ecol. anim. N° HS, 39-44.
45. DIETRICK E., 1972. Commercial insectaries in California and Mexico. IOBC/WHRS Newsletter n° 3, june 1972, 6-7.
46. DIETRICK E.J., van den BOSCH R., 1953. Further notes on Hypera brunneipennis and its parasite Bathyplectes curculionis. J.econ. Entomol., 46, 1114.

47. DODD A.P., 1940. The biological campaign against prickly Commonwealth Prickly Pear Board, Brisbane, Australia, 177 p.
48. DOUTT R.L., 1954. An evaluation of some natural enemies of the olive scale. J.econ. Entomol., 47, 39-43.
49. DOUTT R.L., 1964. The historical development of biological control. in "Biological control of insect pests and Weeds" (M.DeBACH edit.), Chapman and Hall. Londres, 145-167.
50. DOUTT R.L., NAKATA J., 1965. Overwintering refuge of Anagrus epos (Hymenoptera Mymaridae). J.econ. Entomol., 58, 586.
51. DOUTT R.L., SMITH R.F., 1971. The pesticide syndrome, diagnosis and suggested prophylaxis. in "Biological control" (C.B. HUFFAKER edit.). Plenum Publ. Corp. New York, 3-15.
52. EDDY G.W., DeVANEY J.A., 1970 A brief statistical review of the United States-Mexico screw-worm eradication program. Bull. entomol. Soc. Amer., 16 (3), 159-164.
53. EIDT D.C., LITTLE C.H.A., 1968. Insect control by artificially prolonging plant dormancy. A new approach. Canad. Entomol., 100, 1278-1279.
54. FARVAR M.T., MILTON J. edit., 1972. The careless Technology. Ecology and international development. The Natural History Press, New York, 1030 p.
55. FLANDERS S.E., 1942. Abortive development in parasitic Hymenoptera induced by the food-plant of the insect host. J.econ. Entomol., 35, 834-835.
56. FLANDERS S.E., 1951. The role of the ant in the biological control of homopterous insects. Canad. Entomol., 83, 93-98.
57. FLANDERS S.E., 1958. The role of the ant in the biological control of scale insects in California. Proc. 10 th. Intern. Congr. Entomol., 4, 579-584.
58. FLANDERS S.E., 1966. The circumstances of species displacement among parasitic Hymenoptera. Canad. Entomol., 98, 1009-1024.
59. FLAHERTY D.L., 1969. Ecosystem trophic complexity and densities of the willamette mite, Eotetranychus willamettei (Acarina, Tetranychidae). Ecology, 50, 911-916.

60. GENDRIER J.P., REBOULET J.N., 1970. Exemples d'application des méthodes de lutte intégrée contre les ravageurs des pommiers et des pêchers dans la moyenne vallée du Rhône. Bull. Techn. Inform., 249, 323-334.
61. GIFAP, 1973. Feuille d'Information n° 485 et n° 486.
62. GOSSWALD K., 1951. Die rote Waldameise im Dienste der Waldhygiene. Metta Kinau Verlag, Wolf. u. Taüber, Lüneburg, 150 p.
63. GRISON P., BILIOTTI E., 1956. Le rôle des stations-refuges dans la conservation et la dispersion des insectes phytophages et entomophages. Congr. Prot. Nat. Copenhague. Procès-verbaux et Rapports de la 5ème Réunion technique 137-144.
64. GUENNELON G., 1967. L'alimentation artificielle des insectes. Rev. Zool. agrico. appl., 66 (1-3), 20-28.
65. HAGEN K.S., SAWALL E.F., TASSAN R.L., 1971. The use of food sprays to increase effectiveness of entomophagous insects. Proc. Tall Timbers Conf. Ecol. anim. control by habitat Management, 2, 59-81.
66. HARPAZ I., ROSEN D., 1971. Development of integrated control programs for crop pests in Israel. in "Biological control" (C.B. HUFFAKER edit.) Plenum Press, New York, 458-466.
67. HOKYO N., KIRITANI K., 1966. Oviposition behavior of two egg parasites, Asolcus mitsukurii ASHM. and Telenomus nakagawai WATANABE (Hymenoptera Proctotrupoidea, Scelionidae). Entomophaga, 11, 191-201.
68. HOYT S.C., 1969. Integrated chemical control of insects and biological control of mites on apples in Washington. J.econ. Entomol., 62, 74-86.
69. HUFFAKER C.B., 1959. Biological control of weeds with insects. Ann. Rev. Entomol., 4, 251-276.
70. HUFFAKER C.B., KENNETT C.E., 1956. Experimental studies on predation; predation and cyclamen-mite populations on strawberries in California. Hilgardia, 26, 191-222.
71. HUFFAKER C.B., KENNETT C.E., 1966. Studies of two parasites of olive scale Parlatoria oleae (COLVEE). 4. Biological control of Parlatoria oleae (COLVEE) through compensatory action of two introduced parasites. Hilgardia, 37, 283-335.

72. HUNT C.E., 1966. Biological magnification of pesticides. in "Scientific aspects of pest control" National Academy of Sciences, Nat. Res. Council, Washington, Publ.1402, 251-262.
73. HURPIN B., 1971. Principes de la lutte microbiologiques en agriculture. Ann. Parasitol., 46, n°3bis, 243-276.
74. HUSSEY N.W., BRAVENBOER L., 1971. Control of pests in glasshouse culture by the introduction of natural enemies. in "Biological control" (C.B. HUFFAKER, edit.) Plenum Press, New York, 195-216.
75. I.A.E.A., 1969. Sterile male technique or eradication of control of harmful insects. Proc. Panel, Vienna 27/31 may 1968 organized by the joint FAO/IAEA Division of Atomic Energy in food and agriculture. Venne 1969, 142 p.
76. I.B.P., 1973 Integrated pest management Newsletter. n° 1 à n° 4.
77. I.N.R.A., 1970. Techniques d'étude des facteurs physiques de la Biosphère, INRA, Paris, 543 p.
78. I.N.R.A., 1972. L'INRA et l'Environnement. Inventaire des recherches. br., INRA, PARIS, 98p.
79. IOBC/WHRS, 1972-1973 - Newsletter, n° 1 à n° 5.
80. IPERTI G., BRUN J., 1969. Rôle d'une quarantaine pour la multiplication des Coccinellidae coccidiphages destinés à combattre la cochenille du Palmier dattier (Parlatoria blanchardi TARG.) en Adrar mauritanien. Entomophaga, 14, 149-157.
81. IPERTI G. et al., 1970. Les entomophages de Parlatoria blanchardi TARG. dans les palmeraies de l'Adrar mauritanien. III. Introduction, acclimatation et efficacité d'un nouveau prédateur Coccinellidae, Chilocorus bipustulatus L., var. iranensis (var. nov.). Ann. Zool. Ecol. anim., 2, 617-638.
82. IPERTI G., van WAEREBEKE D., 1968. Description, biologie et importance d'une nouvelle espèce d'Allantonematidae (Nematoda) parasite des Coccinelles aphidiphages : Parasitylenchus coccinellinae n. sp. Entomophaga, 13, 107-119.

83. JOURDHEUIL P., 1960. Influence de quelques facteurs écologiques sur les fluctuations de population d'une gallerie biocénose parasitaire : étude relative à quelques Hyménoptères (Ophioninae, Diopsilinae, Euphorinae) parasites de divers Coléoptères inféodés aux crucifères. Ann. Epiphyties, 11, 445-658.
84. KELLEHER J.S., 1969. Introduction practices - past and present. Bull. entomol. Soc. Amer., 15, 235-236.
85. KENNEL W., 1972. Schadpilze als Objekte integrierter Pflanzenschutzmassnahmen im Obstbau. Z. Pflanzankr. Pflanzenschutz, 79, 400-406.
86. KIRBY., 1973. Progress in the control of orchard pests by integrated methods. Hort.Abstr., 43 (1), 1-16; 43 (2), 57-65.
87. KITTOCK D.L., MAUNEY J.R., ARLE H.F., BARIOLA L.A., 1973. Termination of late season cotton fruiting with growth regulators as an insect control technique. J. Environm. Quality, 2, 405-408.
88. KOEBELE A., 1893. Studies of parasitic and predaceous insects in New Zealand, Australia and adjacent islands. USDA, Govt. Print. Office, Washington, 39 p.
89. LAURET F., 1970. Introduction économique à la protection des vergers. Application à la lutte intégrée. C.R. 4ème Symp. OILB sur la Lutte intégrée en vergers (Avignon, 9-12 Sept. 1969). OILB, Zurich, 23-29.
90. LAVEN H., 1967. Eradication of Culex pipiens fatigans through cytoplasmic incompatibility. Nature, 216, 383-384.
91. LAWSON F.R., RABB R.L., GUTHRIE F.E., BOWERY T.G., 1961. Studies on an integrated control system for horn worms on tobacco. J. econ. Entomol., 54, 93-97.
92. LECLANT F., 1970^a. La résistance de Myzus persicae SULZ. aux esters phosphoriques dans les vergers de pêchers du Sud-Est de la France. C.R. 4ème Symp. OILB sur la Lutte intégrée en vergers (Avignon, 9-12 sept. 1969) OILB, Zurich, 137-141.
93. LECLANT F., 1970^b. Les Aphides et la lutte intégrée en vergers. Bull. Techn. Inform., 249, 259-274

94. LECLANT F., REMAUDIERE G., 1970. Eléments pour la prise en considération des aphides dans la lutte intégrée en vergers de pêchers. Entomophaga, 15, 53-81.
95. LEIGH T.E. et al., 1969. Arthropod abundance in cotton in relation to some cultural management variables. Proc. Tall Timbers Conf. Ecol. anim. control by habitat Management, 1, 71-83.
96. LEIUS K., 1960. Attractiveness of different foods and flowers to the adults of some hymenopterous parasites. Canad. Entomol., 92, 369-373.
97. LEIUS K., 1967 Influence of wild flowers on parasitism of tent caterpillars and Codling moth. Canad. Entomol., 99, 444-446.
98. LINCOLN C., 1969. The effect of agricultural practices on insect habitats in a typical delta community. Proc. Tall Timbers Conf. Ecol. anim. control by habitat Mana 1, 13-18.
99. LINGREN P.D., 1969. Approaches to the management of Heliothis in cotton with Trichogramma spp. Proc. Tall Timbers Conf. Ecol. anim. control by Habitat Management, 1, 207-211.
100. MAKSIMOVIC M., BJEGOVIC P., VASILJEVIC L., 1970. Maintening the density of the Cypsy moth enemies as a method of biological control. Zast. Bilja 21 (107), 1-15.
101. MARCHAL P., 1919. Rapports sommaires sur les travaux accomplis dans les laboratoires et compte-rendu des missions d'études. Ann. Serv. Epiphyt. 6, 336.
102. MARX J.L., 1973. Insect control (I) : Use of Pheromones. Science, 181, 736-737.
103. MATHYS G., BAGGIOLINI M., 1967. Etude de la valeur pratique des méthodes de lutte intégrée dans les cultures fruitières intensives. Agriculture romande, 6 (3), 25-50.
104. McMURTRY J.A., HUFFAKER C.B., van de VRIE M., 1970. Ecology of tetranychid mites and their natural enemies : a review. I. Tetranychid enemies : their biological characters and the impact of spray practices. Hilgardia 40, 331-390.
105. MESSENGER P.S., 1970. Bioclimatic inputs to biological control and pest management programs. in "Concepts of pest management" (R.L. RABB, F.E. GUTHRIE edit.). No. Carolina St. Univ. Raleigh, 84-99.

106. MESSENGER P.S., van den BOSCH, 1971. The adaptability of introduced biological control agents. in "Biological control" (C.B.HUFFAKER edit.). Plenum Press, New York, Londres, 68-92.
107. MESSENGER P.S., 1971. Climatic limitations to biological control. Proc. Tall Timbers Conf. Ecol. anim. control by habitat management, 3, 97-114.
108. MICHELbacher A.E., 1943. The present status of the alfalfa weevil in California. Univ. Calif. Agric. Exp. Sta. Bull. 677, 24 p.
109. MILAIRE H.G., 1972^a. La protection phytosanitaire des vergers commerciaux de pommiers en France. Rev. Pathol. veg., 71, 95-104.
110. MILAIRE H.G., 1972^b. Lutte intégrée contre les arthropodes nuisibles dans les vergers européens. FAO Bull. Phytosanit., 20, 12-17.
111. MONASTERO S., 1968. I risultati della lotta biologica contro il Dacus oleae nel 1968 e nuove acquisizioni tecniche nell'allevamento della Ceratitits capitata W. Boll. Ist. Entomol. agr. Oss. Fitopatol. Palermo, 7, 165-170.
112. MULdREW J.A., 1953. The natural immunity of the larch sawfly (Pristiphora erichsoni HARTIG) to the introduced parasite Mesoleius tenthredinis (MOVLEY) in Manitoba and Saskatchewan. Canad. J. Zool., 31, 312-332.
113. MUGNIERY D., ZAOUCHI H., 1973. Réalisation de lutte intégrée en Algérie contre les Nématodes dorés de la Pomme de terre. Conférence OEPP sur les "Nématodes à kystes de la Pomme de terre", Aarhus (Danemark), 9-11 juillet 1973.
114. OEPP/OILB-SROP, 1973. Conférence sur la protection des plantes dans la perspective de l'Economie. Bruxelles, 15-16 mai 1973.
115. OEPP/OILB-SROP, 1973. Conférence sur les méthodes de Lutte intégrée. Vienne, 12-15 juin 1973.
116. OILB/, 1969. Introduction à la lutte intégrée en vergers de pommiers. br., Landesanstalt für Pflanzenschutz, Stuttgart, 64 p.
117. OILB/SROP, 1971. Guide de détermination pour les contrôles périodiques en vergers de pommiers. "Contrôle visuel Br. N° 2, OILB, Zurich, 62 p.

118. ONILLON J.C., ONILLON J., 1972. Contribution à l'étude de la dynamique des populations d'Homoptères inféodés aux agrumes. III. Introduction, dans les Alpes maritimes de Cales noacki HOW. (Hymenopt. Aphelinidae) parasite d'Aleurothrixus floccosus MASK. (Homopt. Aleurodidae). C.R. Acad. Agric. Fr., 58, 365-370
119. PAETZOLD D., VATER G., 1967. Populations-dynamische Untersuchen an den Parasiten und hyperparasiten von Brevicoryne brassicae (L.) (Homoptera, Aphididae). Acta entomol. bohemosl., 64, 83-90.
120. PANIS A., BRUN J., 1971. Essais de lutte biologique contre trois espèces de Pseudococcidae (Homoptera, Coccoidea) en serre de plantes vertes. Rev. Zool. agric. pathol. veg., 70 (2), 42-47.
121. PARKER F.D., LAWSON F.R., PINNELL R.E., 1971. Suppression of Pieris rapae using a new control system : mass release of both the pest and its parasites. J. econ. Entomol., 64, 721-735.
122. PARKER F.D., PINNELL R.E., 1972. Further studies on the biological control of Pieris rapae using supplemental host and parasites releases. Environm. Entomol., 1, 150-157.
123. PARR W.J., 1968. Biological control of greenhouse white-fly (Trialeurodes vaporariorum WEST.) by the parasite Encarsia formosa GAHAN on tomatoes. Rep. Glasshouse Crops Res. Inst. 1967, 137-142.
124. PARR W.J., 1972. Biological control of glasshouse pests. J. agric. Soc. Engl., 133, 47-54.
125. PATHAK, M.D., 1970. Genetics of plant in pest management. in "Concepts of pest management" (R.L. RABB, F.E. GUTHRIE, edit.), No Carolina St. Univ. Raleigh, 138-157.
126. PICKETT A.D., 1960. The ecological effects of chemical control practices on Arthropod populations in apple orchards in Nova Scotia. IUCA Syrup, Varsovie, 15-24 juil. 1960.
127. POINAR C.O., 1971. Use of nematodes for microbial control of insects. in "Microbial control of insects and mites". (H.D. BURGESS, N.W. HUSSEY edit.) Academic Press, Londres, New York, 181-203.

128. PRATT J.J., HOUSE H.D., MANSINGH A., 1972. Insect control strategy based on nutritional principles. in "Insect and mite nutrition" J.G. RODRIGUEZ edit. North Holland Publ. C°, Amsterdam, 651-688.
129. PSCHORN-WALCHER H., ZINNERT K.D., 1971. Investigations on the ecology and natural control of the larch sawfly (Pristiphora erichsoni HARTIG) (Hymenoptera : Tenthredinida) in Central Europe. Part II. Natural enemies : their biology and ecology and their role as mortality factors in Pristiphora erichsonii. Commonw. Inst. Biol. Contr. Techn. Bull. 14, 1-50.
130. PUTTLER B. et al., 1970. Introduction of Apanteles rubecula into the United States as a parasite of the imported cabbageworm. J.econ.Entomol., 63, 304-305.-
131. RABB R.L., LAWSON F.R., 1957. Some factors influencing the predation of Polistes wasps on the tobacco hornworm. J. econ. Entomol., 50, 778-784.
132. RAINELLI P., 1973. Pour une approche écologico-économique. J.Soc. Stat.Paris sous presse.
133. RAMBIER A., 1970. Influence des traitements au DDT, au parathion et au carbaryl sur les ennemis naturels de Panonychus ulmi. C.R. 4ème Symp. OILB sur la lutte intégrée en vergers (Avignon, 9-12 septembre 1969), OILB Zurich, 173-178.
134. REMAUDIERE G. et al., 1973, Biologie et écologie des Aphides et de leurs ennemis naturels et lutte intégrée en verger : Entomophaga, HS, n° 6, 34 p.
135. RIDGWAY R.L., 1969. Control of the bollworm and tobacco budworm through conservation and augmentation of predaceous insects. Proc. Tall. Timbers. Conf. Ecol. anim. control by habitat management, 1, 127-144.
136. SAFAVI M., 1968. Etude biologique et écologie des Hyménoptères parasites des oeufs des punaises des céréales. Entomophaga, 13, 381-495.
137. SALT G., van den BOSCH R., 1967. The defense reactions of three species of Hypera (Coleoptera, Curculionidae) to an ichneumon wasp. J.invert. Pathol., 9, 164-177.

138. SCHRODER D., 1969. Lypha dubia (FALL.) (Diptera : Tachinidae) as a parasite of the european pine shoot moth, Rhyacionia buoliana (SCHIFF.) (Lepidoptera : Eucosmidae) in Europe. Commonw. Inst. Biol. Contr., Techn. Bull., 12, 43-60.
139. SEDLAG U., 1964. Zur Biologie und Bedeutung von Diaeretiella rapae (McINTOSH) als Parasit der Kohlblattlaus (Brevicoryne brassicae L.). Nachrichtenbl. dtsh. Pflanzenschutzdienst Berlin, 18, 81-86.
140. SHANDS W.A., GORDON D.D., SIMPSON G.W., 1972. Insect predators for controlling aphids on potatoes. 6. Developpement of a spray technique for applying eggs in the field. J.econ. Entomol., 65, 1099-1103.
141. SLAMA K., WILLIAMS C.M., 1966. The juvenile hormone. V/The sensibility of the bug Pyrrhocoris apterus, to a hormonally active factor in american paper pulps. Biol. Bull., 130, 235-246.
142. SMITH R.F., 1963. Integrated control. An approach to pest problems. Adress. Ann. Meet. Western For. Pest Committee, Western For. Conserv. Assoc. San Francisco, dec. 10, 4p.
143. SMITH R.F., 1967a. The integrated control approach to pest control. VI° Congr. Nac. Entomol. Mexico, oct. 23, 1967.
144. SMITH R.F., 1967b. Recent developments in integrated control. IV° British Insecticide and Fungicide Conf., Brighton, nov. 21, 1967.
145. SMITH R.F., 1969 a. The importance of economic injury levels in the development of integrated pest control programs. Qual. Plant. Mater. veg., 17, (2), 81-92.
146. SMITH R.F. 1969 b. Patterns of crop protection in cotton ecosystems. Proc. Cotton Symp. Insect and Mite control Probl. California, 5-11.
147. SMITH R.F., 1970 a. Pesticides : their use and limitations in pest management. In "Concepts of pest management" (R.L. RABB, F.E. GUTHRIE edit.), North Carolina State Univ., Raleigh, 103-113.

148. SMITH R.F., 1970b. The application of integrated control principles to mosquito control problems . 38th Ann.Conf. California Control Assoc., Sacramento, jan. 25-28.
149. SMITH R.F., 1971. Economic aspects of pest control. Proc.Tall Timbers Conf. Ecol. animal control by habitat Management, 3, 53-83.
150. SMITH R.F., 1972a. The impact of the green revolution on plant protection in tropical and subtropical areas. Bull. Entomol. Soc. Amer., 18, 7-14.
151. SMITH R.F., 1972b. Management of the environment and insect pest control. FAO conf. "Ecology in relation to plant pest control", Rome, dec. 1972.
152. SMITH R.F., 1973. Integrated control strategy in United States and its practical implementation. Conf. OEPP/OILB-SROP sur les méthodes de Lutte intégrée. Vienne, 12 juin 1973.
153. SMITH R.F., HAGEN K.S., 1959. Integrated control programs in the future of biological control. J.econ. Entomol. 52, 1106-1108.
154. SMITH R.F., REYNOLDS H.T., 1971. Effects of manipulation of cotton agroecosystems on insect pest populations. In "The careless Technology. Ecology and international development"; M.T. FARVAR, J.P. MILTON edits. Natural History Press, New York,
155. SMITH R.F., van den BOSCH R., 1967. Integrated control. in "Pest control" Academic Press, New York, 295-340.
156. STERN V.M. et al., 1959. The integration of chemical and biological control of the spotted alfalfa aphid. Hilgardia, 29, 81-154.
157. STERN V.M. et al., 1967. Lygus control by strip cutting alfalfa. Univ. Calif. Agric. Ext. Serv. AXT 241, 13 p.
158. STEVENS L.J., BEROZA M.;, 1972. Mating-inhibition field tests using dispartlure the synthetic gypsy moth sex pheromone. J.econ. Entomol., 65, 1090-94.
159. STEWART J.R., CLOVER D., TORRIES W.J., 1972. Automated system for mass producing diet for Boll Weevils adults. J.econ. Entomol., 65, 861.
160. TABARDEL J.P., ARNOUX M., 1970. Mise en place du verger de lutte intégrée de Marquet. Premières années d'observations. Bull. Techn. Inform., 249, 309-318.

161. TAYLOR, T.H.C., 1937. The biological control of an insect in Fiji. An account of the Coconut leaf mite and its parasite complex. Imperial Institute of Entomology, Londres, 239 p.
162. THIAULT J., 1970^a. Bilan économique de l'application de la lutte intégrée dans certains vergers de la Drôme. Bull. Techn. Inform., 249, 253-258.
163. THIAULT J., 1970^b. Conséquences économiques de l'application de la lutte intégrée dans certains vergers de la vallée du Rhône. VIIème Congr. Intern. Protection Plantes, Paris, sept.1970.
164. THIAULT J., 1972. Bilan de 5 campagnes d'application de lutte intégrée en vergers. Pomol. Fr., 14 (3), 63-66.
165. TOOKE F.G.C., 1955. The eucalyptus snout-beetle Gonipterus scutellatus GYLL. A study of its ecology and control by biological means. Union South Africa, Dept. Agric. Entomol. Mem., 2, 1-282.
166. TSHENKIN A.F., MAKAROVA I.S., 1972. (Résultats de l'utilisation de Trichogramma en RSFSR). (en russe). Zashtsh. Rast., n° 4, 25-27.
167. ULLYETT D.C., SCHONKEN D.B., 1940. A fungus disease of Plutella maculipennis CURT. with notes on the use of entomogenous fungi in insect control. Union South Africa, Dept. Agric. Sci. Bull., 218, 24 p.
168. van den BOSCH R., DIETRICK E.J., 1959. The interrelationships of Hypera brunneipennis (Coleoptera, Curculionidae) and Bathyplectes curculionis (Hymenoptera, Ichneumonidae) in southern California. Ann. entomol. Soc. Amer. 52, 609-616.
169. van den BOSCH R.E., STERN V.M., 1969. The effect of logging practices on insect populations in a loc. Tall Timbers Conf. Ecol. anim. control by Habitat Management, 1, 47-54.
170. VOGEL W., 1971. Utilisation pratique de Phytoseiulus riegeli DOSSE et d'Encarsia formosa CAHAN pour lutter contre les Acariens Tetranychus urticae KOCH et les mouches blanches (Trialeurodes vaporarium WESTW.) dans les cultures en serres. Publ. OEPP, ser. A, n° 52, 45-48.
171. WILLE J.E., 1951. Biological control of certain cotton insects and the application of new organic insecticides in Peru. J. econ. Entomol., 44, 13-18.

172. WILLIAMS C.M., 1967. Third generation pesticides. Scient. Amer., 217, 13-17.
173. WOOD B.J., 1971. Development of integrated control programs for pests of tropical perennial crops in Malaysia. in "Biological control" (C.B. HUFFAKER edit.), Plenum Press, New York, Londres, 422-457.
174. WRIGHT J.E., SPATES G.E., 1972. A new approach in integrated control : insect juvenile hormone plus a Hymenoptera parasite against the stable fly. Science, 178, 1292-1293
175. WRIGHT M.A., STRINGER A., 1973. The toxicity of thabendazole, benomyl methyl benzimidazol-2-yl carbamate and thiophanate-methyl to the earthworm, Lumbricus terrestris terrestris. Pestic. Sci., 4, 431-432.
176. WRIGHT M.A., 1972. Factors governing ingestion by the earthworm Lumbricus terrestris L. with special reference to apple leaves. Ann. appl. Biol. 70, 175-188.
177. X, 1971. Premier Colloque de la Société française de Phytopathologie. Les moyens biologiques de lutte contre les ennemis des plantes. Ann. Phytopathol., 3,
178. X, 1971. Rapport de la septième session du groupe FAO d'experts de la résistance aux pesticides. FAO, Rome 20-25 Sept. 1971.
179. X, 1972. Rapport de la quatrième Session du groupe FAO d'experts de la lutte intégrée contre les ennemis des cultures. FAO, Rome, 6-9 déc. 1972.
180. ZAORAL, M., SLAMA K. 1970. Peptides with juvenile hormone activity. Science, 170, 92-93.
-

Informations internes sur L'AGRICULTURE

		Date	Langues
N° 1	Le boisement des terres marginales	juin 1964	F ⁽¹⁾ D ⁽¹⁾
N° 2	Répercussions à court terme d'un alignement du prix des céréales dans la CEE en ce qui concerne l'évolution de la production de viande de porc, d'œufs et de viande de volaille	juillet 1964	F ⁽¹⁾ D ⁽¹⁾
N° 3	Le marché de poissons frais en république fédérale d'Allemagne et aux Pays-Bas et les facteurs qui interviennent dans la formation du prix du hareng frais	mars 1965	F ⁽¹⁾ D ⁽¹⁾
N° 4	Organisation de la production et de la commercialisation du poulet de chair dans les pays de la CEE	mai 1965	F ⁽¹⁾ D ⁽¹⁾
N° 5	Problèmes de la stabilisation du marché du beurre à l'aide de mesures de l'Etat dans les pays de la CEE	juillet 1965	F D
N° 6	Méthode d'échantillonnage appliquée en vue de l'établissement de la statistique belge de la main-d'œuvre agricole	août 1965	F ⁽¹⁾ D ⁽²⁾
N° 7	Comparaison entre les «trends» actuels de production et de consommation et ceux prévus dans l'étude des perspectives «1970» 1. Produits laitiers 2. Viande bovine 3. Céréales	juin 1966	F ⁽¹⁾ D
N° 8	Mesures et problèmes relatifs à la suppression du morcellement de la propriété rurale dans les Etats membres de la CEE	novembre 1965	F ⁽¹⁾ D
N° 9	La limitation de l'offre des produits agricoles au moyen des mesures administratives	janvier 1966	F D
N° 10	Le marché des produits d'œufs dans la CEE	avril 1966	F ⁽¹⁾ D ⁽¹⁾
N° 11	Incidence du développement de l'intégration verticale et horizontale sur les structures de production agricole – Contributions monographiques	avril 1966	F ⁽¹⁾ D
N° 12	Problèmes méthodologiques posés par l'établissement de comparaisons en matière de productivité et de revenu entre exploitations agricoles dans les pays membres de la CEE	août 1966	F ⁽¹⁾ D
N° 13	Les conditions de productivité et la situation des revenus d'exploitations agricoles familiales dans les Etats membres de la CEE	août 1966	F D
N° 14	Situation et tendances des marchés mondiaux des principaux produits agricoles – «bovins – viande bovine»	août 1966	F D
N° 15	Situation et tendances des marchés mondiaux des principaux produits agricoles – «sucre»	février 1967	F D ⁽¹⁾
N° 16	Détermination des erreurs lors des recensements du bétail au moyen de sondages	mars 1967	F ⁽¹⁾ D ⁽³⁾

⁽¹⁾ Epuisé.

⁽²⁾ La version allemande est parue sous le n° 4/1963 de la série «Informations statistiques» de l'Office statistique des Communautés européennes.

⁽³⁾ La version allemande est parue sous le n° 2/1966 de la série «Informations statistiques» de l'Office statistique des Communautés européennes.

		Date	Langues
N° 17	Les abattoirs dans la CEE I. Analyse de la situation	juin 1967	F D
N° 18	Les abattoirs dans la CEE II. Contribution à l'analyse des principales conditions de fonctionnement	octobre 1967	F D
N° 19	Situation et tendances des marchés mondiaux des principaux produits agricoles – « produits laitiers »	octobre 1967	F D ⁽¹⁾
N° 20	Les tendances d'évolution des structures des exploitations agricoles – Causes et motifs d'abandon et de restructuration	décembre 1967	F D
N° 21	Accès à l'exploitation agricole	décembre 1967	F D
N° 22	L'agrumiculture dans les pays du bassin méditerranéen – Production, commerce, débouchés	décembre 1967	F D
N° 23	La production de produits animaux dans des entreprises à grande capacité de la CEE – Partie I	février 1968	F D
N° 24	Situation et tendances des marchés mondiaux des principaux produits agricoles – « céréales »	mars 1968	F D
N° 25	Possibilités d'un service de nouvelles de marchés pour les produits horticoles non-comestibles dans la CEE	avril 1968	F D
N° 26	Données objectives concernant la composition des carcasses de porcs en vue de l'élaboration de coefficients de valeur	mai 1968	F D
N° 27	Régime fiscal des exploitations agricoles et imposition de l'exploitant agricole dans les pays de la CEE	juin 1968	F D
N° 28	Les établissements de stockage de céréales dans la CEE – Partie I	septembre 1968	F D
N° 29	Les établissements de stockage de céréales dans la CEE – Partie II	septembre 1968	F D
N° 30	Incidence du rapport des prix de l'huile de graines et de l'huile d'olive sur la consommation de ces huiles	septembre 1968	F D
N° 31	Points de départ pour une politique agricole internationale	octobre 1968	F D
N° 32	Volume et degré de l'emploi dans la pêche maritime	octobre 1968	F D
N° 33	Concepts et méthodes de comparaison du revenu de la population agricole avec celui d'autres groupes de professions comparables	octobre 1968	F D
N° 34	Structure et évolution de l'industrie de transformation du lait dans la CEE	novembre 1968	F D
N° 35	Possibilités d'introduire un système de gradation pour le blé et l'orge produits dans la CEE	décembre 1968	F D
N° 36	L'utilisation du sucre dans l'alimentation des animaux – Aspects physiologiques, technologiques et économiques	décembre 1968	F D

(1) Epuisé.

		Date	Langues
N° 37	La production de produits animaux dans des entreprises à grande capacité de la CEE – Partie II	février 1969	F D
N° 38	Examen des possibilités de simplification et d'accélération de certaines opérations administratives de remembrement	mars 1969	F D
N° 39	Evolution régionale de la population active agricole – I : Synthèse	mars 1969	F D
N° 40	Evolution régionale de la population active agricole – II : R.F. d'Allemagne	mars 1969	F D
N° 41	Evolution régionale de la population active agricole – III : Bénélux	avril 1969	F D
N° 42	Evolution régionale de la population active agricole – IV : France	mai 1969	F
N° 43	Evolution régionale de la population active agricole – V : Italie	mai 1969	F D
N° 44	Evolution de la productivité de l'agriculture dans la CEE	juin 1969	F D
N° 45	Situation socio-économique et perspectives de développement d'une région agricole déshéritée et à déficiences structurelles – Etude méthodologique de trois localités siciliennes de montagne	juin 1969	F I
N° 46	La consommation du vin et les facteurs qui la déterminent I. R.F. d'Allemagne	juin 1969	F D
N° 47	La formation de prix du hareng frais dans la Communauté économique européenne	août 1969	F D
N° 48	Prévisions agricoles – I : Méthodes, techniques et modèles	septembre 1969	F D
N° 49	L'industrie de conservation et de transformation de fruits et légumes dans la CEE	octobre 1969	F D
N° 50	Le lin textile dans la CEE	novembre 1969	F D
N° 51	Conditions de commercialisation et de formation des prix des vins de consommation courante au niveau de la première vente – Synthèse, R.F. d'Allemagne, G.D. de Luxembourg	décembre 1969	F D
N° 52	Conditions de commercialisation et de formation des prix des vins de consommation courante au niveau de la première vente – France, Italie	décembre 1969	F D
N° 53	Incidences économiques de certains types d'investissements structurels en agriculture – Remembrement, irrigation	décembre 1969	F
N° 54	Les équipements pour la commercialisation des fruits et légumes frais dans la CEE – Synthèse, Belgique et G.D. de Luxembourg, Pays-Bas, France	janvier 1970	F

		Date	Langues
N° 55	Les équipements pour la commercialisation des fruits et légumes frais dans la CEE – R.F. d'Allemagne, Italie	janvier 1970	F
N° 56	Agriculture et politique agricole de quelques pays de l'Europe occidentale I. Autriche	mars 1970	F D
N° 57	Agriculture et politique agricole de quelques pays de l'Europe occidentale II. Danemark	avril 1970	F D
N° 58	Agriculture et politique agricole de quelques pays de l'Europe occidentale III. Norvège	avril 1970	F D
N° 59	Constatation des cours des vins de table à la production I. France et R.F. d'Allemagne	mai 1970	F D
N° 60	Orientation de la production communautaire de viande bovine	juin 1970	F
N° 61	Evolution et prévisions de la population active agricole	septembre 1970	F D
N° 62	Enseignements à tirer en agriculture d'expérience des «Revolving funds»	octobre 1970	F D
N° 63	Prévisions agricoles II. Possibilités d'utilisations de certains modèles, méthodes et techniques dans la Communauté	octobre 1970	F D
N° 64	Agriculture et politique agricole de quelques pays de l'Europe occidentale IV. Suède	novembre 1970	F D
N° 65	Les besoins en cadres dans les activités agricoles et connexes à l'agriculture	décembre 1970	F D
N° 66	Agriculture et politique agricole de quelques pays de l'Europe occidentale V. Royaume-Uni	décembre 1970	F D
N° 67	Agriculture et politique agricole de quelques pays de l'Europe occidentale VI. Suisse	décembre 1970	F D
N° 68	Formes de coopération dans le secteur de la pêche I. Synthèse, R.F. d'Allemagne, Italie	décembre 1970	F D
N° 69	Formes de coopération dans le secteur de la pêche II. France, Belgique, Pays-Bas	décembre 1970	F D
N° 70	Comparaison entre le soutien accordé à l'agriculture aux Etats-Unis et dans la Communauté	janvier 1971	F D
N° 71	Agriculture et politique agricole de quelques pays de l'Europe occidentale VII. Portugal	février 1971	F D
N° 72	Possibilités et conditions de développement des systèmes de production agricole extensifs dans la CEE	avril 1971	F D
N° 73	Agriculture et politique agricole de quelques pays de l'Europe occidentale VIII. Irlande	mai 1971	D

		Date	Langues
N° 74	Recherche sur les additifs pouvant être utilisés comme révélateurs pour la matière grasse butyrique – Partie I	mai 1971	F ⁽¹⁾
N° 75	Constatation de cours des vins de table II. Italie, G.D. de Luxembourg	mai 1971	F D
N° 76	Enquête auprès des consommateurs sur les qualités de riz consommées dans la Communauté	juin 1971	F D I
N° 77	Surfaces agricoles pouvant être mobilisées pour une réforme de structure	août 1971	F D
N° 78	Problèmes des huileries d'olive Contribution à l'étude de leur rationalisation	octobre 1971	F I
N° 79	Gestion économique des bateaux pour la pêche à la sardine – Recherche des conditions optimales – Italie, Côte Méditerranéenne française I. Synthèse	décembre 1971	F I
N° 80	Gestion économique des bateaux pour la pêche à la sardine – Recherche des conditions optimales – Italie, Côte Méditerranéenne française II. Résultats des enquêtes dans les zones de pêche	décembre 1971	F I
N° 81	Le marché foncier et les baux ruraux – Effets des mesures de réforme des structures agricoles I. Italie	janvier 1972	F D
N° 82	Le marché foncier et les baux ruraux – Effets des mesures de réforme des structures agricoles II. R.F. d'Allemagne, France	janvier 1972	F D
N° 83	Dispositions fiscales en matière de coopération et de fusion d'exploitations agricoles I. Belgique, France, G.D. de Luxembourg	février 1972	F
N° 84	Dispositions fiscales en matière de coopération et de fusion d'exploitations agricoles II. R.F. d'Allemagne	février 1972	D
N° 85	Dispositions fiscales en matière de coopération et de fusion d'exploitations agricoles III. Pays-Bas	février 1972	N
N° 86	Agriculture et politique agricole de quelques pays de l'Europe occidentale IX. Finlande	avril 1972	F D
N° 87	Recherche sur les incidences du poids du tubercule sur la floraison du dahlia	mai 1972	F D
N° 88	Le marché foncier et les baux ruraux – Effets des mesures de réforme des structures agricoles III. Pays-Bas	juin 1972	F D
N° 89	Agriculture et politique agricole de quelques pays de l'Europe occidentale X. Aperçu synoptique	septembre 1972	D

(1) Etude adressée uniquement sur demande.

	Date	Langues
N° 90 La spéculation ovine	Septembre 1972	F
N° 91 Méthodes pour la détermination du taux d'humidité du tabac	Octobre 1972	F
N° 92 Recherches sur les révélateurs pouvant être additionnés au lait écrémé en poudre – Partie I	Octobre 1972	F ⁽¹⁾ D ⁽¹⁾
N° 93 Nouvelles formes de collaboration dans le domaine de la production agricole – I : Italie	Novembre 1972	F I
N° 94 Nouvelles formes de collaboration dans le domaine de la production agricole – II : Benelux	Décembre 1972	F N
N° 95 Nouvelles formes de collaboration dans le domaine de la production agricole – III : R.F. d'Allemagne	Décembre 1972	F D
N° 96 Recherche sur les additifs pouvant être utilisés comme révélateurs pour la matière grasse butyrique – Partie II	Janvier 1973	F ⁽¹⁾ D ⁽¹⁾
N° 97 Modèles d'analyse d'entreprises de polyculture-élevage bovin – I : Caractéristiques et possibilités d'utilisation	Janvier 1973	F D
N° 98 Dispositions fiscales en matière de coopération et de fusion d'exploitations agricoles – IV : Italie	Janvier 1973	F I
N° 99 La spéculation ovine II. France, Belgique	Février 1973	F
N° 100 Agriculture de montagne dans la région alpine de la Communauté I. Bases et suggestions d'une politique de développement	Février 1973	F D I
N° 101 Coûts de construction de bâtiments d'exploitation agricole – Etables pour vaches laitières, veaux et jeunes bovins à l'engrais	Mars 1973	F en prép. D
N° 102 Crédits à l'agriculture I. Belgique, France, G.D. de Luxembourg	Mars 1973	F D
N° 103 La spéculation ovine III. R.F. d'Allemagne, Pays-Bas	Avril 1973	F
N° 104 Crédits à l'agriculture II. R.F. d'Allemagne	Avril 1973	D
N° 105 Agriculture de montagne dans la région alpine de la Communauté II. France	Mai 1973	F D
N° 106 Intégration verticale et contrats en agriculture I. R.F. d'Allemagne	Juin 1973	F D
N° 107 Agriculture de montagne dans la région alpine de la Communauté III. R.F. d'Allemagne	Juin 1973	F D

(¹) Etude adressée uniquement sur demande.

		Date	Langues
N° 108	Projections de la production et de la consommation de produits agricoles – « 1977 » I. Royaume-Uni	Août 1973	F D E en prép.
N° 109	Projections de la production et de la consommation de produits agricoles – « 1977 » II. Danemark, Irlande	Août 1973	F D E en prép.
N° 110	Nouvelles formes de collaboration dans le domaine de la production agricole IV. Synthèse	Septembre 1973	F D
N° 111	Modèles d'analyse d'entreprises de polyculture-élevage bovin II. Données technico-économiques de base Circonscription Nord-Picardie et région limoneuse du Limbourg belge	Septembre 1973	F
N° 112	La consommation du vin et les facteurs qui la déterminent II. Belgique	Septembre 1973	F N
N° 113	Crédits à l'agriculture III. Italie	Octobre 1973	F I
N° 114	Dispositions législatives et administratives concernant les résidus dans le lait, les produits laitiers et les aliments pour le cheptel laitier	Octobre 1973	F D
N° 115	Analyse du marché du porcelet dans l'optique d'une stabilisation du mar- ché du porc	Octobre 1973	F en prép. D
N° 116	Besoins de détente en tant que facteurs pour le développement régional et agricole	Novembre 1973	F
N° 117	Projections de la production et de la consommation de produits agricoles – « 1977 » III. Italie	Décembre 1973	F D en prép.
N° 118	Nouvelles formes de collaboration dans le domaine de la production agricole V. France	Décembre 1973	F
N° 119	Intégration verticale et contrats en agriculture II. Italie	Décembre 1973	F E I
N° 120	Projections de la production et de la consommation de produits agricoles – « 1977 » IV. R.F. d'Allemagne	Janvier 1974	F en prép. D
N° 121	Production laitière dans les exploitations ne disposant pas de ressources fourragères propres suffisantes	Janvier 1974	F D en prép. N
N° 122	Le rôle des ports de la Communauté pour le trafic de céréales et de farines I. Synthèse pour les principaux ports français et italiens	Février 1974	F
N° 123	Le rôle des ports de la Communauté pour le trafic de céréales et de farines II. Monographies pour les principaux ports français de la Manche	Février 1974	F
N° 124	Le rôle des ports de la Communauté pour le trafic de céréales et de farines III. Monographies pour les principaux ports français de l'Atlantique	Février 1974	F

		Date	Langues
N° 125	Lerôle des ports de la Communauté pour le trafic de céréales et de farines IV. Monographies pour les principaux ports français de la Méditerranée	Février 1974	F
N° 126	Lerôle des ports de la Communauté pour le trafic de céréales et de farines V. Monographies pour les principaux ports italiens de la côte Ouest	Février 1974	F
N° 127	Lerôle des ports de la Communauté pour le trafic de céréales et de farines VI. Monographies pour les principaux ports italiens de la côte Est	Février 1974	F
N° 128	Projections de la production et de la consommation de produits agricoles – « 1977 » V. Pays-Bas	Mars 1974	F D
N° 129	Projections de la production et de la consommation de produits agricoles – « 1977 » VI Résultats pour la Communauté européenne	Avril 1974	F D
N° 130	Utilisation de produits de remplacement dans l'alimentation animale	Mai 1974	F E en prép.
N° 131	Recherche sur les additifs pouvant être utilisés comme révélateurs pour la matière grasse butyrique – Partie III	Juin 1974	F ⁽¹⁾
N° 132	La consommation du vin et les facteurs qui la déterminent III. Pays-Bas	Juin 1974	F N
N° 133	Les produits dérivés de la pomme de terre	Août 1974	F
N° 134	Projections de la production et de la consommation de produits agricoles – « 1977 » VII. Belgique, Grand-Duché de Luxembourg	Septembre 1974	F D en prép.
N° 135	La pêche artisanale en Méditerranée – Situation et revenus	Octobre 1974	F I en prép.
N° 136	La production et la commercialisation de parties de volaille	Octobre 1974	F D en prép.
N° 137	Conséquences écologiques de l'application des techniques modernes de production en agriculture	Novembre 1974	F D en prép.
N° 138	Essai d'appréciation des conditions d'application et des résultats d'une politique de réforme en agriculture dans des régions agricoles difficiles I. Morvan	Décembre 1974	F
N° 139	Analyse régionale des structures socio-économiques agricoles – Essai d'une typologie régionale pour la Communauté des Six Partie I : Rapport	Janvier 1975	F
N° 140	Modèles d'analyse d'entreprises de polyculture-élevage bovin III. Données technico-économiques de base – Région Noordelijke Bouw- streek (Pays-Bas)	Janvier 1975	F N en prép.
N° 141	Modèles d'analyse d'entreprises de polyculture-élevage bovin IV. Données technico-économiques de base – Plaine de Vénétie-Frioul (Italie)	Janvier 1975	F I en prép.

(¹) Etude adressée uniquement sur demande.

		Date	Langues
N° 142	Recherches sur les révélateurs pouvant être additionnés au lait écrémé en poudre – Partie II	Février 1975	F ⁽¹⁾ D en prép.
N° 143	Cartes des pentes moyennes I. Italie	Mars 1975	F I en prép.
N° 144	Intégration verticale et contrats en agriculture III. Belgique	Avril 1975	F en prép. N
N° 145	Intégration verticale et contrats en agriculture IV. Aperçu synoptique	Avril 1975	F E
N° 146	Crédits à l'agriculture IV. Danemark	Avril 1975	E
N° 147	Crédits à l'agriculture V. Royaume-Uni	Avril 1975	E
N° 148	Teneur en métaux lourds des jus de fruits et produits similaires	Avril 1975	F en prép. D
N° 149	Méthodes de lutte intégrée et de lutte biologique en agriculture – Conditions et possibilités de développement	Avril 1975	F D en prép.

⁽¹⁾ Etude adressée uniquement sur demande.

