

## Informations sur l'agriculture

### Possibilités de réduction des quantités de produits phytosanitaires utilisés en agriculture



**LIGE UDKOMMET  
SOEBEN ERSCHIENEN  
JUST PUBLISHED  
VIENT DE PARAÎTRE  
NUOVA PUBBLICAZIONE  
ZOJUIST VERSCHENEN**

Publications No CB-NA-79-068-FR-C

ISBN 92-825-1533-8

*Series: Information on agriculture*

**No 68**

**POSSIBILITIES OF REDUCTION OF THE QUANTITIES OF PHYTO-  
SANITARY PRODUCTS EMPLOYED IN AGRICULTURE**

The study is only published in French

The study seeks to answer the following question: Can smaller quantities of phyto-pharmaceutical products be used in agriculture by employing better means of application?

It begins by describing current practices in the application of plant health products and their effects – in terms of the interactions involved, i.e. the chemical, the pest, the crop and the apparatus, and in relation to current developments in agricultural production, the campaign against pollution, consumer protection and profitability.

Then it examines the principal means employed and their effectiveness, and the relevant factors involved.

Agricultural practices as regards the protection of crops do not necessarily correspond to the theoretical optimum. The factors which affect these practices, both within the farm and external to it, and which determine the quantities of plant health products used are analysed, with special reference to the farmers' decisions and the equipment used.

From this analysis conclusions are then drawn as to the principal ways in which such a reduction can be brought about, by changes in the techniques used and by the provision of training and advice for farmers. The ways in which reductions can be obtained in practice are illustrated by actual examples.

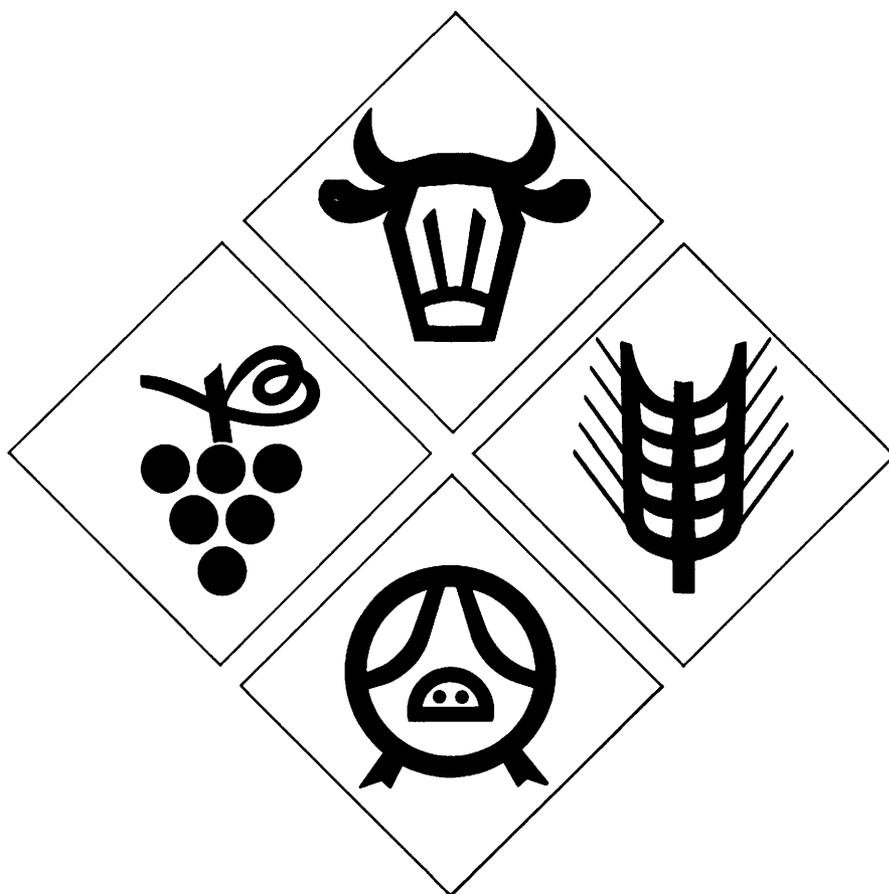
The report concludes with a series of recommendations concerning the legislation, research and action required to improve the techniques and practice of protecting crops.

BFR 175 DKR 33,50 DM 10,80 FF 25,20 LIT 5000 HFL 11,90 UKL 2.80 IRL 2.90 USD 6.30





**Possibilités de réduction  
des quantités de produits phytosanitaires  
utilisés en agriculture**



**COMMISSION DES COMMUNAUTÉS EUROPÉENNES**  
DIRECTION GÉNÉRALE DE L'AGRICULTURE  
Direction Affaires Générales — Division Rapports, études, informations statistiques et documentations

---

Une fiche bibliographique figure à la fin de l'ouvrage

© Copyright CECA — CEE — CEEA, Bruxelles-Luxembourg, 1979  
*Printed in Belgium*

Les articles et textes paraissant dans cette publication peuvent être reproduits librement,  
en entier ou en partie, avec citation de leur origine.

ISBN 92-825-1533-8

N° de catalogue : CB-NA-79-068-FR-C

## Avant-propos

La présente étude a été entreprise dans le cadre du programme d'étude de la Direction Générale Agriculture et du Service de l'environnement et de la protection des consommateurs. Elle a été rédigée par le Centre National d'Etudes et d'Expérimentation de machinisme agricole (C.N.E.E.M.A.), Antony (Hauts-de-Seine), France. Elle a été exécutée par MM. L. Bournas (Directeur Technique), Goffre et Thouroude.

Ont participé aux travaux : les divisions "Rapports, études, informations statistiques et documentations" et "Législation des produits végétaux et de la nutrition animale" de la Direction Générale Agriculture, ainsi que de la Division "Etudes générales et amélioration de l'environnement" du Service de l'environnement et de la protection des consommateurs.

Original : Français

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

## Sommaire

	<u>Page</u>
INTRODUCTION.....	9
<b>I. <u>LES PRODUITS PHYTOSANITAIRES DANS L'AGRICULTURE DES ETATS DE LA C.E.E.</u></b>	<b>11</b>
I.1. Les produits phytosanitaires .....	11
I.2. Présentation d'exemples de protection de quelques cultures avec les produits phytosanitaires.....	14
I.3. Quelques chiffres relatifs à la consommation et à l'utilisa- tion des produits phytosanitaires.....	16
I.4. Les dispositions réglementaires actuellement en vigueur dans les Etats de la CEE .....	31
<b>II. <u>RAPPEL DES CONSEQUENCES DE L'UTILISATION DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES</u></b>	<b>33</b>
II.1. Sensibilisation de l'opinion publique.....	33
II.2. Les effets secondaires des produits phytosanitaires au niveau de l'agriculture.....	36
II.3. Le devenir et la dégradation des produits phytosanitaires après leur épandage .....	37
II.4. Les produits phytosanitaires organomercuriques.....	41
II.5. La mortalité des animaux sauvages.....	42
II.6. La contamination des eaux.....	44
II.7. Accidents et intoxications humaines.....	45
II.8. Les résidus de produits phytosanitaires dans les denrées ali- mentaires.....	46
<b>III. <u>LA TECHNIQUE DE L'APPLICATION DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES</u></b> .....	<b>48</b>
III.1. La rentabilité des produits phytosanitaires.....	48
III.2. Les principaux matériels d'application des produits phytosa- nitaires.....	53
III.2. <sup>1</sup> Caractéristiques générales des pulvérisations:.....	54
Pulvérisations anticryptogamiques .....	54
" " insecticides .....	55
" " herbicides .....	55
III.2. <sup>2</sup> Fonctions d'un pulvérisateur .....	56
Division d'un liquide .....	56
Transports des particules .....	56
Epannage du liquide sur la culture à protéger.....	56
III.2. <sup>3</sup> Classification des pulvérisateurs agricoles.....	56
III.2. <sup>4</sup> Applications par poudrage.....	58
III.2. <sup>5</sup> Applications de microgranulés phytosanitaires.....	59
III.3. L'efficacité de l'application d'un produit phytosanitaire.....	60

	<u>Page</u>
IV. <u>LA PRATIQUE AGRICOLE DE LA PROTECTION DES CULTURES</u> .....	74
IV.1. L'exploitation agricole .....	75
IV.1. <sup>1</sup> Pratiques culturales et protection des cultures.....	75
IV.1. <sup>2</sup> La rentabilité économique d'un traitement.....	77
IV.1. <sup>3</sup> La bonne pratique agricole.....	78
IV.2. Les influences extérieures sur les agriculteurs .....	79
IV.2. <sup>1</sup> Informations technique et formation de l'agriculteur	79
IV.2. <sup>2</sup> Action des firmes agropharmaceutiques .....	81
IV.2. <sup>3</sup> Action de l'industrie du matériel de traitement des cultures .....	84
IV.3. L'agriculteur et les produits phytosanitaires .....	87
IV.3. <sup>1</sup> Le choix du produit phytosanitaire.....	87
IV.3. <sup>2</sup> Traitements préventifs ou traitements curatifs.....	88
IV.3. <sup>3</sup> La décision et le moment du traitement.....	91
IV.3. <sup>4</sup> Le choix de la dose de produit à appliquer.....	92
IV.4. L'utilisation du matériel de traitement des cultures .....	96
IV.4. <sup>1</sup> L'entretien du matériel.....	97
IV.4. <sup>2</sup> Le contrôle du matériel.....	98
IV.4. <sup>3</sup> Les réglages .....	99
IV.4. <sup>4</sup> Le choix du type d'appareil .....	101
IV.4. <sup>5</sup> L'économie de produits phytosanitaires grâce aux méthodes d'application.....	102
V. <u>LES PRINCIPALES MESURES PERMETTANT UNE REDUCTION DES QUANTITES DE   PRODUITS PHYTOSANITAIRES UTILISES</u> .....	105
V.1 Les principales mesures techniques .....	105
V. 1. <sup>1</sup> Les actions sur les produits phytosanitaires.....	105
V. 1. <sup>2</sup> Les actions sur le matériel de traitement.....	107
V. 1. <sup>3</sup> L'étude des interactions produits-appareils de traite- ment.....	110
V.2 La formation et l'information des agriculteurs.....	112
V. 2. <sup>1</sup> L'agriculteur et l'environnement .....	112
V. 2. <sup>2</sup> L'agriculteur et la protection des cultures .....	114
V.3. Les moyens à mettre en oeuvre .....	119
V.4. Les stations d'avertissements agricoles.....	123
V.5. Quelques exemples d'opérations .....	126

	<u>Page</u>
VI. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS .....	132
VI.1. Dispositions de nature législative ou réglementaire .....	132
VI.2. Thèmes de recherche à encourager .....	134
VI.3. Modalités d'actions en vue d'améliorer les techniques et la pratique de la protection des cultures .....	134
 ANNEXES (N I à XI) .....	 137
 BIBLIOGRAPHIE.....	 165
 Auteurs et publications consultés.....	 169

## Introduction

L'accroissement des revenus nationaux est une des caractéristiques les plus importantes du monde moderne. La production agricole n'échappe pas à cette règle et les facteurs-clés permettant le développement sont : le capital, la technologie et l'organisation. Pratiquement, les exigences du développement se traduisent notamment par la nécessité d'assurer l'aménagement du sol, l'irrigation, l'utilisation de chaînes mécanisées permettant d'accroître la productivité, l'emploi de variétés à haut rendement, d'engrais et de produits phytosanitaires. Corrélativement, la formation professionnelle, les recherches et les réseaux de conseils et d'avertissement, deviennent de plus en plus nécessaires.

Un développement optimal exige de prendre en considération, simultanément, tous ces facteurs et toutes ces conditions ; la production des cultures et des produits récoltés figure ainsi au premier plan des préoccupations actuelles de l'agriculteur. L'arme chimique est devenue indispensable - depuis une dizaine d'années, la consommation des produits phytosanitaires a doublé ou triplé selon les pays - d'où le risque de pollution du milieu naturel et des produits alimentaires livrés au consommateur.

L'importance de cette question n'a pas échappé aux responsables de la politique communautaire en matière d'environnement. A cet égard, le programme d'action des communautés adopté le 17 mai 1977 mentionne, à propos de l'usage des pesticides, une série d'actions à entreprendre sur les points suivants :

- " Interdiction ou limitation d'usage pour les produits dangereux "
- " Contrôle avant mise en circulation des produits de traitement "
- " Amélioration des méthodes et des appareils de traitement en vue de réduire les doses de pesticides utilisés "
- " Développement des méthodes de substitution à la lutte antiparasitaire par voie chimique "
- " Contrôle des résidus de pesticides dans les denrées alimentaires".

*Le présent rapport concerne principalement le troisième point et essaie de répondre à la question :*

*" Comment réduire les quantités de produits phytopharmaceutiques utilisés en agriculture, notamment en évitant - par l'emploi d'un matériel d'application appropriée - l'usage de quantités plus importantes " .*

*Il s'agit donc d'examiner la situation actuelle concernant l'utilisation des produits phytosanitaires, comment sont utilisés les produits et, finalement, quelles sont les solutions pour résoudre les éventuels problèmes.*

## I.- LES PRODUITS PHYTOSANITAIRES DANS L'AGRICULTURE DES ETATS DE LA C.E.E.

*Nous définirons d'abord les produits phytosanitaires, leur intérêt, leurs dangers et les conditions d'utilisation. Ensuite, quelques chiffres et un résumé des dispositions réglementaires permettront de rendre compte de l'importance de cette pratique culturale.*

### I. 1. Les produits phytosanitaires

On désigne sous le nom général de produits phytosanitaires, de nombreux produits chimiques utilisés pour lutter contre la prolifération d'organismes indésirables. Les plus connus sont employés habituellement pour protéger les cultures, les plantations et les forêts contre les insectes ravageurs (insecticides), les acariens (acaricides), les nématodes du sol (nématocides) et les champignons parasites des plantes (fongicides). Les matières actives sont, pour la plupart, des produits de synthèse (90 %), mis au point au cours des 30 dernières années ; le reste comprend des composés minéraux (5 %), ou des substances naturelles d'origine végétale (5%) comme la nicotine et la roténone.

Un autre groupe de produits phytosanitaires a connu, depuis 20 ans, un essor considérable dans l'agriculture : les herbicides, utilisés pour le binage chimique des cultures et l'élimination des broussailles et des plantes aquatiques.

Enfin, diverses catégories de produits sont réservées à des usages spéciaux, agricoles ou non agricoles, tels les molluscicides (limaces des cultures, mollusques aquatiques), les rodenticides (rongeurs, dératisation), les fumigants (désinfection du sol, désinsectisation des silos et entrepôts), les attractifs et les répulsifs, les substances de croissance.

Seuls, les insecticides, les acaricides, les fongicides et les herbicides, sont utilisés sur de grandes surfaces et peuvent, dès lors, poser des problèmes écologiques en raison des conséquences de leur emploi sur l'environnement des cultures, les écosystèmes et leurs biocénoses, la teneur en résidus des produits alimentaires.

## I.1.<sup>1</sup> Les catégories de produits phytosanitaires et leurs propriétés

Citer tous les produits phytosanitaires utilisés dans la C.E.E. serait fastidieux, aussi, nous nous limiterons aux principaux groupes qui peuvent présenter des problèmes en raison de leur toxicité, de leur rémanence et de leur diffusibilité. Nous traiterons des insecticides et acaricides, des fongicides et des herbicides. Les autres produits phytosanitaires, à usage ponctuel ou spécial, ne font partie qu'accessoirement des pratiques agricoles.

### Les insecticides et les acaricides

- Produits organochlorés Leur rôle pour le traitement des cultures a été fondamental, il y a quelques années. Les études qui ont été conduites depuis, ont montré que certains d'entre eux étaient toxiques pour de nombreux animaux et très persistants.

La toxicité des organochlorés, sur le monde animal, augmente en général avec le degré de chloruration de la molécule. L'intoxication aiguë se manifeste par des troubles nerveux, tandis que l'intoxication chronique affecte surtout les fonctions reproductrices.

La persistance des organochlorés est due au fait qu'ils présentent une résistance spécifique à être métabolisés dans les tissus vivants ou par les bactéries du sol. Les résidus peuvent se maintenir des années dans le sol, des mois dans les végétaux ; chez les animaux ils s'accumulent dans les graisses.

La solubilité des organochlorés dans l'eau est faible, mais le produit peut se retrouver dans le plancton, les poissons et les organismes carnivores.

Peu de produits organochlorés sont encore en vente dans les pays de la C.E.E.

- Produits organophosphorés Les insecticides organophosphorés sont dotés d'une toxicité considérable, mais sont en général beaucoup moins persistants que les précédents. On peut les classer en insecticides de contact et d'ingestion, ou en insecticides systémiques ; ces derniers sont absorbés par la plante, et redistribués dans ses organes foliaires, ce qui permet une élimination des insectes suceurs.

L'intoxication aiguë par les organophosphorés donne lieu à des troubles profonds du système nerveux et à des intoxications chroniques ; mais du fait de leur faible rémanence - malgré leur haute toxicité pour la faune sauvage - leur chance de diffusion dans l'environnement est relativement faible.

- Autres produits insecticides et acaricides Les sulfonates et sulfones, certains carbamates (isolan) et diverses matières actives organiques (nicotine, pyrethre, roténone) sont utilisés également comme insecticides, mais leur toxicité est peu élevée. Ils ne posent guère de problème actuellement.

#### Les fongicides

Ce sont généralement des matières actives de très faible toxicité ; on peut citer à cet égard les dérivés métalliques de l'acide dithiocarbamique

Les plus dangereux - bien que les doses soient très faibles - sont les organomercuriques, utilisés parfois pour les traitements des semences, et les composés arsenicaux ; ces produits sont d'ailleurs interdits dans de nombreux pays.

#### Les herbicides

Le nombre et la quantité d'herbicides utilisés aujourd'hui sont très importants puisque ceux-ci sont employés dans la majorité des cultures. En France, ils représentent 40 à 50 % du chiffre d'affaires de l'industrie phytosanitaire. Les herbicides agissent sur les plantes par contact ou translocation à partir des sites d'absorption.

Toxiques pour les végétaux, les herbicides le sont beaucoup moins pour les animaux, à l'exception de certains produits comme le dipyridiles et les composés phénoliques.

°°

La toxicité des principaux produits utilisés est évaluée, pour l'homologation, par rapport à certains animaux comme le rat ou le chien. Certains indices de toxicité sont cités en annexe I.

L'action réelle des produits sur l'environnement n'est pas exactement connue; on peut affirmer cependant que les insecticides sont, le plus souvent, les plus toxiques, suivis par certains fongicides organo-métalliques et quelques herbicides.

## I. 2. Présentation d'exemples de protection de quelques cultures avec les produits phytosanitaires

Nous donnons ci-dessous quelques exemples de pratique agricole en matière phytosanitaire concernant le blé, la betterave, la tomate, la pomme et la vigne. Ces deux dernières cultures nécessitent plusieurs traitements, mais leur nombre varie avec la prise en considération de nombreux facteurs, comme par exemple les conditions climatiques.

D'autre part, se trouvent en annexe II divers renseignements sur les principaux produits et matières actives utilisés dans ces cultures.

### *1.2.<sup>1</sup> - Le blé d'hiver*

Le traitement des semences revêt un grand intérêt, car il désinfecte en éliminant les champignons parasites. Il protège la jeune plantule contre les ravageurs et les oiseaux.

Le désherbage peut être effectué préventivement avant, ou curativement après, l'apparition des mauvaises herbes.

La lutte contre les maladies et les ravageurs est souvent indispensable. De nombreux produits sont à la disposition de l'agriculteur. Par exemple, contre les pucerons, 5 matières actives, non dangereuses pour les abeilles et épargnant plus ou moins les insectes prédateurs des pucerons, étaient disponibles en France en 1977.

### *1.2.<sup>2</sup> - La betterave sucrière*

Pour désherber les cultures de betteraves, des programmes comportent les opérations suivantes :

- un traitement de présemis, avec incorporation au sol d'un produit antigraminées et antidiicotylédones ;
- un ou deux traitements de post émergence, rarement plus ; compte tenu de la disparition de saisonniers pour le sarclage manuel, ce dernier type de traitement est particulièrement important. La protection antifongique est assurée d'abord par un traitement des semences. De même, la protection contre divers ravageurs est indispensable dès le semis et pendant au moins 3 semaines après la levée.

Pour obtenir une persistance suffisante des matières actives (organophosphorés ou carbamates), les produits utilisables sont les microgranulés à distribuer en localisation dans la raie de semis.

La lutte contre les pucerons du feuillage, vecteurs de viroses, nécessite le plus souvent des applications en cours de saison.

### 1.2.<sup>3</sup> - La tomate de plein champ (destinée à l'industrie)

La désinfection du sol est souvent indispensable, ainsi que l'application d'un programme de traitements fongicide et aphicide. La protection de la culture en cours de croissance, avec des produits phytosanitaires, permet de lutter contre le mildiou, l'alternaria, la xanthomonas, ainsi que contre les pucerons. Afin de protéger la plantation contre l'alternaria et le phytophthora, un programme de traitements préventifs, coordonné avec les avis du Service de la protection des végétaux, est conseillé.

Pour le désherbage, une seule matière active est autorisée pour les cultures repiquées, le métribuzine et deux stades d'application semblent préférables.

### 1.2.<sup>4</sup> - Les pommiers

Les traitements phytosanitaires sont très importants en arboriculture, à cause de la sensibilité des vergers aux attaques soudaines de nombreux parasites et, par conséquent, de la nécessité d'effectuer des traitements nombreux, rapides et efficaces pour protéger la qualité et la quantité des fruits récoltés.

La présentation de fruits sans défaut demande, en général, une protection soigneuse contre la tavelure, le carpocapse, l'oïdium, avec des traitements répétés au printemps. Les risques de contamination par la tavelure et les vols de carpocapses sont même souvent évalués localement (respectivement au moyen de thermohumectographes et d'instruments de piégeage et de comptage) La généralisation de ces techniques pourraient permettre d'éviter les traitements systématiques.

De nombreux produits sont utilisés pour contrôler divers autres parasites comme les pucerons, les tordeuses, les chenilles et certains acariens. Les traitements sont alors "mixtes" associant plusieurs matières actives compatibles. D'autre part, un choix judicieux de matières actives insecticides permet dans certains cas de maîtriser les infestations d'acariens.

On pratique parfois en été un traitement fongicide préventif des maladies de conservation.

Globalement, le nombre de ces traitements, généralement mixtes, varie suivant le climat de l'année, la résistance variétale, les régions, entre une dizaine et une quinzaine.

Le désherbage chimique est de plus en plus effectué en appoint des travaux mécaniques, sur une largeur variable entre les rangées, suivant la pratique culturale adoptée.

### 1.2.<sup>5</sup> La vigne

La vigne est, elle aussi, très sensible aux attaques de nombreux parasites qui influent sur le rendement du vignoble et les traitements doivent souvent être effectués rapidement, efficacement, dans des conditions d'application variables, et dans des conditions d'exécution souvent plus délicates que pour les autres cultures.

Le nombre de traitements sur vigne est également très variable. La lutte contre les maladies représente jusqu'aux trois quarts du nombre d'applications. Par exemple, dans les vignobles du Bordelais, le nombre d'applications de produits antifongiques atteint parfois la dizaine. Il s'agit en particulier de la pourriture grise, qui s'est particulièrement développée ces dernières années, du mildiou et de l'oïdium.

Les traitements insecticides peuvent être effectués contre la tordeuse de la grappe, la pyrale, la noctuelle et la cicadelle. Il faut également surveiller plusieurs espèces d'acariens.

L'utilisation des produits herbicides se développe et, actuellement, un tiers du vignoble français est désherbé ainsi.

°°

### I.3. Quelques chiffres relatifs à la consommation et à l'utilisation des produits phytosanitaires

Il est difficile d'obtenir des renseignements statistiques précis sur la consommation et l'utilisation des produits phytosanitaires dans l'agriculture des pays de la C.E.E. Il serait toutefois intéressant de connaître les quantités de matières actives ou de produits utilisés, sur quelles surfaces et pour quelles spéculations culturales. Les Etats membres pourraient, sur ce thème, envisager d'étudier certains aspects de la lutte contre les ennemis des cultures, par la mise en place et la coordination de différentes enquêtes.

Pour l'instant, nous sommes seulement en mesure d'indiquer l'évolution du marché des produits phytosanitaires et de citer les renseignements fournis par les firmes concernant le respect des doses pour tel type ou telle catégorie de produits.

### 1.3.<sup>1</sup> Des difficultés de chiffrer l'utilisation des produits phytosanitaires

Dans aucun pays les statistiques nationales ne précisent en fait les surfaces traitées ou non traitées ; pour les produits phytosanitaires eux-mêmes, les résultats sont, en général, donnés par catégories ; la diversité des matières actives et des formulations correspondantes ne permet guère d'évaluer les quantités d'une matière active appliquée sur une culture au niveau national ; d'ailleurs, les utilisations non agricoles comme les services routiers, les chemins de fer, les canaux, le jardinage, la culture familiale, etc., prennent une part de plus en plus importante dans la consommation de ces produits mais leur proportion ne peut être précisée.

Par exemple en France, il existe au moins 4 sources différentes d'informations statistiques concernant les produits phytosanitaires, mais leur utilisation est malaisée . En effet, chaque organisme s'occupant exclusivement de ce qui l'intéresse, les termes et les groupes de produits ne sont pas définis et délimités de la même façon ; le recoupement des informations est, dès lors, très hasardeux.

Les seuls renseignements valables ne peuvent venir que des fabricants eux-mêmes, mais ceux-ci ne sont généralement pas en mesure de suivre la destination de tous leurs produits. En effet, d'une région à l'autre, d'un type d'exploitation à un autre, les doses et les consommations varient. D'autre part, un même produit est souvent utilisé sur plusieurs types de culture et il peut y avoir plusieurs traitements sur une même culture avec le même produit.

Les fabricants ont pu fournir différentes données concernant les quantités produites par grandes catégories de culture et quelques résultats d'enquête de consommation, sur différentes cultures.

Enfin, l'agriculteur, lui-même, n'est pas en mesure de nous renseigner car, à l'occasion d'une enquête, il ne se mettra jamais "hors la loi" et indiquera toujours qu'il a observé les recommandations imprimées sur l'emballage du produit phytosanitaire utilisé.

### 1.3.<sup>2</sup> Quelles sont les quantités de produits phytosanitaires utilisées ?

C'est à partir de 1950, qu'a commencé l'essor considérable de l'industrie phytopharmaceutique. Entre 1950 et 1975 le taux d'accroissement annuel de la production a été de 15 à 20 %. Il a permis et accompagné le développement spectaculaire de cultures comme le maïs ou la betterave. Il est en partie responsable de l'augmentation des rendements et de la qualité de l'ensemble des cultures et des productions agricoles.

La consommation mondiale de produits phytosanitaires a été évaluée en 1974 à 25 milliards et demi de francs français et à 4 millions et demi de tonnes. La répartition de la consommation par zone géographique (*voir les tableaux annexe IV*) permet de constater que les pays occidentaux demeurent les plus gros consommateurs de produits phytosanitaires (64 % en 1974), même si leur part relative tend à diminuer (on prévoit 58 % en 1980) en raison de la croissance plus rapide de la consommation des autres pays.

Aujourd'hui en France, sont utilisées quelque 350 matières actives, constituants chimiques de base, renfermant les principes actifs des préparations phytosanitaires. Ces matières actives entrent dans la composition de quelque 1500 spécialités commerciales, produits finis vendus par les firmes et utilisés par les agriculteurs.

BILIOTTI<sup>(1)</sup> a évalué, en 1975, les quantités de produits phytosanitaires utilisés pour quelques cultures de la C.E.E. (*cf. tableau ci-dessous*)

Quantités de produits phytosanitaires utilisés pour quelques cultures de la CEE

	Fongicides	Insecticides	Herbicides	Nématicides	Surfaces en milliers d'hectares
	( en tonnes de matière active)				
Céréales	10 375	3 375	27 000		26 600
Betteraves à sucre	55	910	750		1 650
Pommes de terre	15 000	900	4 500	12 500	1 400
Horticulture	130	2 300	1 400		900
Vergers	4 200	1 120	?		900
Viticulture	45 700	12 420	?		2 700
TOTAUX	75 460	21 025	33 650	12 500	34 150

Ces quantités de matières actives sont des évaluations. Celles-ci sont basées sur des informations concernant le nombre de traitements effectués dans les différentes cultures, selon les conditions de la pratique agricole moyenne et habituelle. Ce nombre de traitements est multiplié par une dose d'emploi minimum correspondant à une matière active convenant pour ce type d'application (celle dont la dose d'homologation est la plus faible). Les données statistiques relatives aux superficies des cultures ont finalement permis d'établir l'ensemble des chiffres du tableau.

(1) Les chiffres entre parenthèses renvoient à l'annexe bibliographique

Pour les différents pays de la C.E.E., les renseignements obtenus sont assez hétérogènes et difficilement comparables d'un pays à l'autre.

En annexe III, figurent différents tableaux concernant les consommations globales de la Grande-Bretagne, de la France, du Danemark, de la République Fédérale Allemande et de l'Italie.

### I.3.<sup>3</sup> Quelles sont les surfaces traitées et quelles sont les doses utilisées ?

L'étude de CRAMER (2) (*cf. tableaux en annexe IV*) montre que l'Europe de l'Ouest a la plus forte consommation spécifique, dépassant même celle des U.S.A. (11 kg/ha contre 7 kg/ha). Cette situation est à rapprocher du niveau d'intensification du système de production agricole des pays considérés.

Enfin, les cultures sont très inégalement protégées ; ainsi le coton apparaît de loin comme étant la culture la plus protégée au monde (24 kg/tonne) tandis que le blé ou le riz utilise chacun environ 1 kg de produits phytosanitaires/tonne.

Pour obtenir les surfaces traitées dans les différents pays de la C.E.E. et les doses de produits phytosanitaires utilisées, nous avons eu les mêmes difficultés que précédemment. Les quelques chiffres que nous avons réussi à trouver sont disparates et disproportionnés d'un pays à l'autre.

Toutefois, NOIRFALISE (3) a réalisé le tableau suivant concernant la consommation probable de produits phytosanitaires, dans quelques pays de la C.E.E., par types de cultures, en kg de matière active/hectare. (*cf. tableau page suivante*).

Consommation probable de produits phytosanitaires dans  
quelques pays de la C.E.E., par types de cultures,  
(en kg de matière active par hectare)

	Pays Bas			Royaume Uni			Italie		
<b>A. CEREALES</b>									
Surface totale ensemblavée (ha)	411.000			3.570.000			4.500.000		
Surfaces traitées et doses moyennes/ha	(ha)	(%)	(kg)	(Ha)	(%)	(kg)	(ha)	(%)	(kg)
.Insecticides	25.000	6	0,12	1.342.000	37	0,40	500.000	11	1,1
.Fongicides	8.000	2	0,44	257.000	7	0,52	-	-	-
.Herbicides	322.500	80	3,10	2.163.000	73	5,0	400.000	9	0,75
.Produits mercu- riques(semences)	220.000		0,0045	1.050.000		0,0033	100.000		0,04
			<u>3,62</u>			<u>5,92</u>			<u>1,65</u>
<b>B. BETTERAVES</b>									
Surface totale plantée (ha)	113.000			188.000			280.000		
Surfaces traitées et doses moyennes/ha	(ha)	(%)	(kg)	(ha)	(%)	(kg)	(ha)	(%)	(kg)
.Insecticides	75.000	66	0,13	50.000	27	0,5	40.000	1	6,5
.Herbicides	113.000	100	3,37	81.000	43	2,16	35.000	1	2,77
			<u>3,50</u>			<u>2,66</u>			<u>9,27</u>
<b>C. POMMES DE TERRE</b>									
Surface totale plantée(ha)	143.000			210.000					
Surfaces traitées et doses moyennes/ha	(ha)	(%)	(kg)	(ha)	(%)	(kg)			
.Insecticides	9.000	6	0,28	95.000	45	1,5			
.Fongicides	143.000	100	7,69	141.000	70	3,62			
.Herbicides	143.000	100	20,00	127.000	60	1,80			
dont DNOC	50.000		5,00						
			<u>32,95</u>			<u>6,92</u>			
<b>D. POMMES et POIRES</b>									
Surface totale plantée (ha)	38.500			37.800			140.000		
Surfaces traitées et doses moyennes/ha	(ha)	(%)	(kg)	(ha)	(%)	(kg)	(ha)	(%)	(kg)
. Insecticides	38.500	100	5,6	37.800	100	1,7	91.000	60	6,7
. Fongicides et acaricides	38.500	100	17,2	37.800	100	17,4	140.000	100	14,4
. Herbicides	20.600	53	2,0	20.000	53	6,5	65.000	40	2,1
			<u>24,8</u>			<u>25,6</u>			<u>23,2</u>

D'autre part, la dose de matière active par hectare, pour une même culture, peut varier considérablement avec l'espèce parasite et l'intensité de l'infestation : voici quelques exemples de variation tirés de l'Index phytosanitaire de l'Association de Coordination Technique Agricole (ACTA).

Parathion-méthyl sur cultures oléagineuses :	0,2 à 0,280 kg/ha contre altise - 0,5 kg/ha contre le charançon des siliques
Soufre sur vigne :	0,64 à 1,2 kg/ha contre oïdium avant floraison 0,170 à 0,5 kg/ha contre oïdium après floraison
2,4 D ester de butylglycol :	sur céréales d'hiver : 0,45 à 0,6 kg/ha sur céréales de printemps : 0,36 à 0,45 kg/ha
Simazine sur maïs-grain ou fourrage :	1 à 2,5 kg/ha
Simazine sur vigne :	2,5 à 5 kg/ha
D N O P sur blés et orges d'hiver :	2,530 à 4,140 kg/ha
Cycloate + lenacile sur betterave sucrière :	2,63 à 3,5 kg/ha

Le nombre de traitements pour une même culture et une même matière active varie avec les conditions climatiques locales et le parasite à éliminer.

Enfin, les doses autorisées ou homologuées correspondent à une certaine valeur et très souvent sur les emballages, les fabricants recommandent une fourchette de doses inférieures à la dose autorisée.

Par ailleurs, nous donnons, en annexe V, différents tableaux concernant les surfaces traitées avec des produits phytosanitaires pour quelques grandes cultures en Grande-Bretagne, en France et au Luxembourg.

En ce qui concerne les doses de produits phytosanitaires par hectare, les résultats moyens obtenus ne signifient rien au point de vue du respect des doses autorisées. Celles-ci varient considérablement en effet avec les prix des produits, le dynamisme de l'exploitation et les habitudes régionales. La Chambre Syndicale Française de Phytopharmacie écrit, à ce sujet : *"La consommation des produits phytopharmaceutiques est, d'une manière générale, sensiblement inférieure, en doses d'emploi par hectare, à celles homologuées et*

" donc préconisées sur les étiquettes.

" Ainsi, une étude portant sur 19 herbicides très importants des céréales fait apparaître que la dose moyenne utilisée n'est que 85 % de la dose homologuée. Pour les herbicides/vignes, le taux serait même de 45 % seulement (sans doute parce que les viticulteurs redoutent, plus que d'autres, la phytotoxicité des herbicides).

" Enfin, sur maïs, les 11 principaux herbicides utilisés font apparaître "une consommation moyenne voisine de 60 % des doses homologuées".

D'autre part, en France, les douze Sociétés phytosanitaires co-propriétaires du "Panel Phytosanitaire BVA - AGRIMAR", ont bien voulu nous communiquer des éléments concrets sur les utilisations des produits, éléments tirés de leurs enquêtes annuelles portant sur les marchés et l'utilisation des produits phytosanitaires.

Dans cette optique, ont été relevées, pour quelques cultures, les doses d'utilisation issues des dernières enquêtes concernant les matières actives importantes sur les grands marchés phytosanitaires; ces doses ont été comparées aux doses d'autorisation pour la vente (A.P.V.- délivrées par le Ministère de l'Agriculture) pour ces mêmes matières actives et pour chacune de ces cultures.

Voici les renseignements donnés par cet Organisme:

*Un certain nombre d'observations peuvent être faites sur un plan global :*

- Taux de traitement

Il s'agit du pourcentage des surfaces traitées par rapport aux surfaces cultivées.

Ils sont très variables selon les types de parasites ou maladies visés et leur gravité et nous avons apporté, pour les cultures étudiées, un commentaire s'appuyant sur les données dont nous disposons pour les enquêtes.

- Nombre de traitements

Dans l'ensemble, on constate que les agriculteurs suivent les conseils des Stations d'Avertissements Agricoles de la Protection des Végétaux qui leur signalent les périodes de risque important où il devient nécessaire d'intervenir. Ce nombre d'avertissements et de traitements varient selon les années, en fonction des conditions climatiques et des contaminations.

- Les traitements fongicides

En viticulture et arboriculture, ces traitements, en général de type "préventif", (contre Mildiou, Tavelure,..) sont indispensables pour la préservation de la future récolte. On note une bonne coïncidence entre le nombre de traitements effectués au cours d'une campagne, dans les zones concernées, et celui des avis d'avertissements agricoles émis par les Stations Régionales correspondantes, le nombre de traitements réalisés étant le plus souvent légèrement inférieur au cours des dernières campagnes.

Par ailleurs, les doses de fongicides appliquées sont dans l'ensemble inférieures aux doses prescrites.

Sur céréales, les traitements fongicides ne sont pratiqués que par une minorité d'agriculteurs.

- Les traitements herbicides

Compte tenu de la concurrence exercée par les mauvaises herbes sur la culture, les traitements herbicides sont indispensables pour les cultures telles que céréales, maïs, betteraves ... risquant d'être envahies.

Toutefois, sur l'ensemble des céréales, ils sont limités aux interventions strictement indispensables, l'agriculteur cherchant toujours à éviter au maximum tout repassage dans sa culture.

Ceci explique d'ailleurs l'intérêt sans cesse croissant pour des produits "complets".

Les doses varient notablement en fonction des sols et des régions, mais sont conformes ou inférieures aux doses d'APV.

Sur betteraves, les agriculteurs suivent très largement les avis de l'Institut Technique de la Betterave.

- Les traitements insecticides

Les Insectes nuisibles aux cultures sont très divers et nombreux, et leurs dégâts, en particulier au niveau des fruits, rendent ceux-ci non commercialisables. Ils demandent souvent l'utilisation de produits spécifiques, visant le parasite présent qui motive l'intervention.

Il s'agit là de traitements non systématiques, de type "curatif", effectués sur les parcelles où le risque d'infestation par le parasite est observé. Ils sont donc loin d'être généralisés.

Les doses appliquées suivent en général les doses préconisées, ce qui est souhaitable pour éviter de provoquer des accoutumances par sous-dosages. "

	Matière active	Dose moyenne d'utilisation	Dose d'APV*
		en kg de matière active/ha	
<u>VIGNE</u>			
<u>Désherbage</u>			
Taux de traitement limité	simazine	2,5	3
	paraquat	0,6	0,8
<u>Fongicides.</u>			
- <u>Mildiou/Oïdium</u>			
Traitements indispensables en présence de risques. Leur nombre varie dans chaque région en fonction des risques de l'année.	mancozèbe	2,5	2,8
En 1977, nombre de traitements panel inférieur au nombre de traitements conseillé par les stations régionales d'Avertissements Agricoles.	soufre mouillable	3,5	10

\* Les doses d'APV données par hl en arboriculture ont été converties en doses/ha en adoptant un litrage moyen de 1000 L de bouillie par hectare.

	Matière active	Dose moyenne d'utilisation	Dose d'APV
		en kg de matière active/ha	
{ suite {... Vigne... fongicides } <u>Botrytis</u> Traitements loin d'être généralisés	benzimidazoles	0,45	0,5
<u>Insecticides</u> Taux de traitement limité Pour ces traitements, le plus souvent curatifs, ne traitent qu'en présence du parasite et sur conseil des Avertissements Agricoles.	azinphos	0,3	0,3
<u>VERGERS</u> <u>Désherbage</u> Taux de traitement limité. Désherbage justifié par problèmes de main d'oeuvre etc...	paraquat	0,7	0,8
<u>Fongicides</u> - <u>Tavelure</u> Traitements assez constants. Justifiés par les risques latents de Tavelure dans certaines situations (perte de la récolte en l'absence de traitement si la Tavelure se déclare).	captane benzimidazoles	1,58 0,5	1,5 0,3

(Suite Vergers... fongicides)	Matière active	Dose moyenne d'utilisation	Dose d'APV
		en kg de matière active/ha	
<p>- <u>Oïdium</u></p> <p>Traitements non généralisés</p> <p>Les soufres sont employés à des doses inférieures aux doses d'APV</p>	soufre mouillable	5,3	6
<p><u>Insecticides</u></p> <p>Parasites souvent difficiles à détruire (Psylles, Puceron vert du Pêcher ...)</p> <p>Nombreuses spécialités. Appliquent les doses prescrites.</p>	parathion-éthyl	0,3	0,3
<p><u>POMMES DE TERRE</u></p> <p><u>Désherbage</u></p> <p>Taux limité si l'on considère l'ensemble des superficies cultivées (petites superficies peu traitées).</p>	Produit n°1	0,7	0,7
	n°2	0,2	0,2
	soit les 2/3 des utilisations		
<p><u>Défanage</u></p> <p>Même observation.</p>	dinosèbe	1,9	2,5
<p><u>Fongicides antimildiou</u></p> <p>Traitements indispensables en présence de risques.</p> <p>Traitent en fonction des Avertissements Agricoles</p>	mancozèbe	1,5	1,6

	Matière active ha	Dose moyenne d'utilisation	Dose d'APV
		en kg de matière active/ha	
Suite "Pommes de terre ..  <u>Insecticides en Végétation</u>  Taux de traitement limité, variable selon les infestations de l'année.  Traitements Doryphores obligatoires.			
<u>CEREALES</u>  <u>Désherbage</u>  Le désherbage est assez généralisé dans les zones céréalières car indispensable (problème de rendement, de difficultés de moisson ...).  Antidicotylédones : Les 3 produits représentant les 2/3 des antidicotylédones "débanalisés" sont utilisés à une dose inférieure de 10 à 20 % environ à la dose d'APV.	trialiate isoproturon métoxuron autre urée substituée importante	1,3 1,3 3,15 2,4	1,4 1,3 à 1,7* <sup>1</sup> 3,2 2,5  *selon la formulation et le type d'infestations.
<u>Fongicides</u>  Ces traitements ne concernent qu'une faible fraction des surfaces.  Les 11 produits représentant les 3/4 des utilisations sont employés à une dose moyenne inférieure à la dose d'APV.	carbendazime (+ dithiocarbamate)	0,2	0,2
<u>Insecticides</u>  Ces traitements ne sont pratiqués que par une minorité d'agriculteurs. Ils sont soumis à une réglementation très stricte (choix du produit et stade de la céréale).			

	matière active ha	Dose moyenne d'utilisation	Dose d'APV
		en kg de matière active	
<u>MAIS</u>			
<u>Désherbage</u>			
A peu près généralisé.	atrazine	1,5	2,5
Dose d'utilisation inférieure en moyenne à 20 à 30 % aux doses d'APV.	simazine	1,5	2,5
<u>. Insecticides du sol</u>			
Taux de traitement limité : traitement moins de 1 an sur 2, et en localisé.	- lindane	1,35	1,5
Doses moyennes panel de 20 à 50 % inférieures aux doses d'APV.	- produits sous brevets		
	.produit n°1	0,25	0,35
	.produit n°2	0,45	0,6
	.produit n°3	0,25	0,3
<u>BETTERAVES</u>			
<u>Désherbage</u>			
Pratique généralisée car problème aigu :	.produit n°1	0,5 *	1
- de concurrence des mauvaises herbes et d'envahissement et	.produit n°2	1,4 *	2,6
- de main d'oeuvre	.produit n°3	1,2	1,4
	soit plus des 3/4 des utilisations herbicides	*produits utilisés souvent en application localisée.	

	Matière active	Dose moyenne d'utilisation	Dose d'APV
		en kg de matière active/ha	
(suite .. <u>betteraves</u> ) ... . <u>Insecticides du sol</u>  la nécessité de ces traitements s'explique par la gravité des attaques (disparition des jeunes betteraves)	.produit n° 1	0,35	0,4
	" 2	0,5	0,6
	" 3	0,7	1
	" 4	0,18	0,18
	soit la quasi totalité des utilisations		
<u>COLZA</u>  Traitements restreints (superficies limitées)	parathions	0,2	0,13 à 0,50 selon les parasites

°°

La principale conclusion est que, dans la grande majorité des cas, l'agriculteur semble ne pas surdoser ses traitements phytosanitaires. La dose moyenne relevée pour la France est pratiquement toujours inférieure à la dose autorisée par le service d'homologation du produit. Ce sont évidemment des doses moyennes, mais il semble raisonnable d'estimer que, globalement, sur le territoire agricole français, les surfaces sont traitées conformément aux recommandations officielles.

En outre, nous avons pris dans l'Index phytosanitaire de l'A.C.T.A. quelques exemples de doses/ha comportant une fourchette (*voir tableau en annexe VI*); on a ainsi une idée de la variation de celles-ci, variation qui rend malaisé le choix de l'agriculteur.

Les catalogues de 4 fabricants de produits phytosanitaires nous ont permis également de nous rendre compte de la proportion de produits employée avec une seule dose sur un seul type de culture et des cas où il est conseillé d'employer un seul type de produit avec une seule dose (*voir tableau annexe VII*). Finalement, que ce soit pour un produit ou une utilisation chez un même fabricant, on a 7 chances sur 10 d'avoir, soit un produit à choisir, soit une dose à fixer.

La multiplicité des produits phytosanitaires et de leurs types d'utilisation n'est pas faite pour faciliter la tâche de l'agriculteur et ne permet pas de tirer de conclusions sur la conformité de l'usage qui en est fait.

### 1. 3.<sup>4</sup> Quel est l'avenir commercial des produits phytosanitaires ?

De nombreux auteurs ont débattu du sujet et concluent en général que seuls les problèmes de rentabilité freinent l'accroissement de produits phytosanitaires.

Si l'on adopte l'hypothèse d'une généralisation des traitements en grande culture, ce sont surtout les herbicides qui augmenteront leur part de marché, particulièrement en Italie. Par contre en cultures légumières et fruitières, la saturation est déjà pratiquement atteinte.

L'augmentation de la consommation de produits phytosanitaires est due à différents facteurs :

- le coût actuel des produits les plus utilisés, la facilité des applications et les surplus de récolte poussent les agriculteurs à généraliser les traitements ;
- l'utilisation des produits fongicides et herbicides, à action préventive, favorise - pour certaines cultures - une augmentation de la consommation;
- l'apparition de souches résistantes d'insectes ou de parasites oblige à traiter plus souvent et avec des produits nouveaux ;
- l'abandon des rotations et la tendance aux monocultures sur de grands espaces peuvent altérer les mécanismes biologiques de régulation des populations de ravageurs ;
- de nouveaux produits permettent de lutter contre des ennemis que l'on ne savait pas combattre auparavant .

De toute façon, même si les traitements se généralisent, l'agriculteur prendra toujours en compte les frais de culture correspondant à l'utilisation des produits phytosanitaires. Ceux-ci ne sont pas extensibles à l'infini et, déjà, de nombreux agriculteurs s'inquiètent de la croissance des frais correspondants.

Ce sont les progrès en productivité et l'évolution des productions elles-mêmes qui conditionnent l'essor de la phytopharmacie.

On doit signaler cependant que la réglementation et la législation s'opposent à la mise en vente des denrées agricoles dont la teneur en produits chimiques risque d'être dangereuse pour l'homme. L'accroissement des quantités de produits utilisés, tout au moins pour les plus toxiques, est donc limité.

#### I. 4. Les dispositions réglementaires actuellement en vigueur dans les Etats de la C.E.E.

Les produits phytosanitaires sont destinés à être épandus sur des végétaux dont une partie sera ultérieurement consommée ; ces produits diffusent par ailleurs dans l'environnement.

Or, les produits phytosanitaires sont, en général, toxiques ; c'est pourquoi dans les différents pays de la C.E.E. divers textes réglementaires régissent leurs conditions d'application.

Depuis sa création, un produit phytosanitaire doit subir de nombreux tests et examens, avant de pouvoir être vendu, puis utilisé par l'agriculteur.

Tout d'abord, tous les Etats membres de la C.E.E., sauf l'Irlande, ont des procédures d'autorisation de mise sur le marché des nouveaux produits phytosanitaires. Ces procédures, aussi nommées homologations, peuvent comprendre deux types de vérifications :

- il s'agit tout d'abord de vérifier la toxicité du produit phytosanitaire et d'évaluer les dangers éventuels de l'utilisation du produit pour l'homme, les animaux domestiques et l'environnement ;

- de plus, dans certains de ces Etats - La France, l'Allemagne, le Luxembourg, la Belgique et les Pays-Bas - il y a un contrôle de l'efficacité agronomique et de la non-phytotoxicité du produit. Au Royaume-Uni et au Danemark, ces derniers contrôles sont facultatifs.

Enfin, quelques pays, comme la France, permettent une homologation en deux étapes, avec l'obtention d'une autorisation provisoire de vente (A.P.V.) précédant l'homologation. Un produit obtient l'A.P.V. lorsque les principales études toxicologiques sont terminées ; il peut alors être diffusé comme un produit homologué, mais l'expérimentation agronomique est poursuivie afin de préciser les modalités d'application sous la surveillance et la responsabilité de l'industriel fabriquant et commercialisant le produit.

Pendant la procédure d'homologation et à l'issue des études toxicologiques, les réglementations ont prévu de classer les produits phytosanitaires suivant les dangers que leur utilisation peut entraîner.

A ce sujet au niveau de la C.E.E., le Conseil a proposé une directive du 27 juin 1967 concernant le rapprochement des dispositions législatives, réglementaires et administratives relatives à la classification, l'emballage et l'étiquetage des substances dangereuses (67/548 / CEE). Afin de contrôler les effets sur l'homme et l'environnement, une nouvelle classification "Produits dangereux pour l'environnement" est créée afin de tenir compte des nouveaux objectifs de la directive. Le danger pour l'environnement d'un produit est apprécié en suivant les concepts primaires ci-dessous et leur corrélation possible :

- quantités ;
- toxicité potentielle vis à vis des différentes cibles ;
- exposition des différentes cibles.

Enfin, le Conseil a adopté une directive le 26 juin 1978 concernant le rapprochement des législatives des Etats membres relative à la classification, l'emballage et l'étiquetage des substances dangereuses (pesticides) (J.O du 29 juillet 1978).

Cette dernière classification a des conséquences directes sur les modes d'emballage et sur l'étiquetage des produits phytosanitaires. Remarquons également que quelques pays vérifient systématiquement et, pour ainsi dire, homologuent l'étiquetage.

Suivant la classification des produits, les modalités de distribution et d'utilisation peuvent être différentes ; en particulier, les produits les plus toxiques peuvent n'être distribués et utilisés que par des vendeurs et entrepreneurs agréés.

D'autre part, pour la France, l'Italie et les Pays-Bas, l'autorisation de commercialisation entraîne l'obligation, pour l'utilisateur, de se conformer aux prescriptions figurant sur l'étiquette. Pour les autres pays, l'utilisation est libre ; par contre, l'étiquette porte en général l'inscription des "délais de carence" , c'est-à-dire les délais minimums de traitement avant récolte.

Enfin, il ne faut pas oublier que la réglementation des normes de qualité des denrées alimentaires prévoit, pour certaines de ces denrées, et pour les résidus de certaines matières actives, des tolérances et des teneurs maximales; en Allemagne, cette réglementation concerne la quasi totalité des produits alimentaires, en France, une vingtaine de produits seulement. Par contre, jusqu'à présent, les trois nouveaux Etats membres (Grande-Bretagne, Irlande, Danemark),

n'ont pas fixé de teneurs maximales : les agriculteurs ne sont pas en mesure de contrôler les teneurs en résidus, par ailleurs, les contrôles seraient trop peu nombreux pour permettre l'application d'une réglementation éventuelle.

L'harmonisation des législations nationales pose différents problèmes du fait de leurs conceptions divergentes. Ainsi, pour les teneurs en résidus des fruits et légumes, il existe une directive du Conseil du 23 novembre 1966, concernant la fixation des teneurs maximales pour les résidus de pesticides, sur et dans les fruits et légumes (76/895/CEE). D'autre part, une proposition de directive du Conseil concernant la mise sur le marché de produits phytosanitaires homologués CEE a été déposée le 4 août 1976 (J.O du 9.09.1976).

Enfin, le Conseil a adopté, le 19 décembre 1978, une directive concernant l'interdiction de mise sur le marché et d'utilisation de produits phytopharmaceutiques contenant certaines substances actives (J.O.L 33, du 8 février 1979). Il s'agit, en particulier, des produits organochlorés et organomercuriques. Divers textes communautaires sont donc, dès maintenant, au point et il appartient aux Etats membres de modifier leur réglementation et d'adopter les documents communs.

## II.- RAPPEL DES CONSEQUENCES DE L'UTILISATION DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES

*L'utilisation des produits phytosanitaires constitue un sujet de préoccupation du grand public. L'opinion publique, mais aussi les techniciens et les scientifiques, s'intéressent à cette pratique et à ses principaux effets sur l'environnement, les cultures elles-mêmes et, bien évidemment, l'homme.*

### II.<sup>1</sup> La sensibilisation de l'opinion publique

Les phytopharmaciens furent les premiers à mettre en garde les utilisateurs et les consommateurs contre les éventuels dangers que les produits phytosanitaires peuvent faire courir à l'environnement ; *BILIOTTI* en 1950, *BALACHOWSKY* en 1951, *PESSON et LHOSTE* en 1955, ont présenté des communications dans ce sens.

Mais il faudra attendre le mois de mars 1969 pour que l'opinion publique internationale commence à s'intéresser aux produits et à prendre connaissance des dangers qu'ils peuvent présenter. En effet, lors d'une conférence consacrée aux insecticides organochlorés, à Stockholm, quelques experts recommandent d'utiliser le D.D.T. avec de grandes précautions, ou de le remplacer par d'autres produits dans la mesure du possible.

Dès lors, et à partir de ces conclusions, l'homme de la rue a été sensibilisé par les mass-media et souvent même été effrayé par la présentation et le style des clichés journalistiques traitant du sujet.

Ainsi, de nombreuses personnes déplorent que les produits phytosanitaires soient à l'origine de ruptures d'équilibres biologiques.

Plus généralement, l'utilisation des produits phytosanitaires est intégrée dans les techniques modernes, voire industrielles de production agricole ; plus ou moins consciemment, l'opinion publique est plutôt défavorable à ces conditions de culture.

Dans cet esprit, certains consommateurs pensent que les denrées qu'ils achètent contiennent des quantités importantes de produits phytosanitaires. Or, les analyses de produits sur fruits et sur légumes, effectuées en France depuis plusieurs années par le Service de la Répression des Fraudes, indiquent que la quasi totalité de ces denrées ne présente aucun risque (98 % des échantillons ne contiennent pas de traces de produits phytosanitaires supérieures aux tolérances réglementaires).

Les problèmes posés par la présence d'insecticides dans le lait et les fromages ont disparu grâce à l'organisation et à l'efficacité des systèmes mis en place. Quelques difficultés existent encore aujourd'hui avec des résidus de dithiocarbamates sur les salades. Là encore, de gros efforts sont en cours, qui devraient permettre de parvenir à protéger ces cultures sans dépasser les tolérances admissibles.

Les fabricants eux-mêmes ne cherchent pas à minimiser la toxicité de certains produits et les dangers découlant de leur emploi ; les précautions à prendre pour leur manipulation sont en rapport avec leur toxicité. Une réglementation fixe les règles de fabrication, de stockage et de distribution - utilisation. Si toutes ces précautions et règles d'emploi sont observées, le risque de contamination des aliments par les produits phytosanitaires devient extrêmement faible.

Cependant, l'intrusion de la chimie dans la vie moderne inquiète le consommateur. Mal informé, souvent victime du mythe des "*produits naturels*" et ignorant complètement les dispositions légales qui le protègent, le consommateur s'interroge sur la qualité de ce qu'il absorbe tous les jours.

Il pense quelquefois qu'il existe deux types d'alimentation : les aliments naturels, bons et sains, et les autres produits de l'agriculture moderne, plus médiocres et parfois dangereux. Ces opinions ne sont pas justifiées. En effet, de nombreux "*produits naturels*" absorbés tous les jours, comme le sel, l'aspirine, la caféine, la nicotine, les pommes de terre, présentent des risques d'intoxication bien plus importants que la plupart des produits phytosanitaires. Ainsi, les tubercules de pommes de terre contiennent 80 grammes de solanine (très toxique) pour 1.000 kg, tandis que les produits phytosanitaires, plus ou moins toxiques que la solanine, utilisés sur cette culture, sont autorisés avec des tolérances de résidus inférieures à 0,5 g pour 1.000 kg (*voir le tableau de toxicité en annexe VIII*).

D'autre part, certaines plantes non traitées et malades sont dangereuses. Ainsi, des denrées alimentaires "*biologiques*" peuvent être toxiques. Il faut bien sûr se garder de généraliser le danger, mais il faut noter la toxicité des substances excrétées par l'ergot du seigle, ou par diverses espèces d'aspergillus et de penicillium. Il est établi que la consommation de feuilles de betteraves atteintes par la cercosporiose ou celle des fourrages moisies, des fruits pourris, peut être à l'origine d'allergies alimentaires ou de mycotoxiques graves. Certains aliments peuvent ainsi perdre dangereusement leurs qualités hygiéniques s'ils ne sont pas protégés.

Plus généralement et plus souvent les qualités organoleptiques des produits récoltés sont affectées par les ennemis des cultures. L'odeur, le goût, la coloration, la forme, la texture, peuvent être altérés si la protection phytosanitaire de la culture a été insuffisante.

Par ailleurs, les inconvénients et les dangers de produits phytosanitaires sont parfois dénoncés de façon passionnelle. A ce sujet, le public devrait être informé sur sa protection, la législation et l'étendue réelle du problème.

En effet, dans certains cas, la sensibilisation de l'opinion publique est telle qu'elle fait obstacle à l'exécution de certains traitements. Citons par exemple les traitements aériens en fin de semaine, les traitements des vergers en bordure des routes ou de zones urbanisées, l'interdiction de 2, 4, 5 T en traitement aérien.

## II.<sup>2</sup> Les effets secondaires des produits phytosanitaires au niveau de l'agriculture

BESSON, JOLY et TOUZEAU, du Service de la Protection des Végétaux en France, ont défini l'effet secondaire d'un produit phytosanitaire sur les cultures comme étant " toute action bien caractérisée, autre que celle pour laquelle le produit a été utilisé, qu'elle soit néfaste ou non, immédiate ou à retardement (4).

Ainsi, certains effets secondaires ont été reconnus, parmi lesquels les plus importants sont les actions sur les arthropodes auxiliaires, sur l'apparition de souches résistantes et sur l'aptitude culturale des sols.

### a)- L'action secondaire sur les arthropodes auxiliaires

Certains produits phytosanitaires peu spécifiques détruisent à la fois les insectes nuisibles et leurs prédateurs, encore nommés arthropodes auxiliaires. Or, les arthropodes auxiliaires font partie des mécanismes naturels de contrôle des ravageurs agricoles.

D'autre part, il a été démontré (5) que, lorsqu'on détruit dans la même proportion une population prédatrice et sa population-proie, c'est la population - proie qui se reconstitue le plus rapidement. Donc, lorsque l'on est en présence d'insectes nuisibles, dont la population est régulé par un prédateur, il faudrait utiliser des insecticides très spécifiques détruisant le seul phytophage. Ce produit qui respecte les auxiliaires sera très intéressant puisqu'il respecte un facteur contribuant naturellement à diminuer la population des ravageurs.

### b)- L'action secondaire sur les souches de ravageurs résistantes

A la suite de l'usage répété de certains produits, on peut observer l'apparition de souches résistantes d'insectes, de parasites nuisibles et même de mauvaises herbes. Par exemple, il est apparu, en France, des pullulations d'acariens phytophages, de pucerons, de graminées adventices très difficiles à combattre. Ces produits phytosanitaires poseront ainsi à l'agronome les mêmes problèmes que les antibiotiques au médecin.

c) - L'action secondaire sur l'aptitude culturale des sols

Divers cas d'effet secondaire nuisible de certains herbicides ont été signalés en raison d'une persistance prolongée dans le sol. Les traitements fongicides classiques, également trop souvent répétés, conduisent à une accumulation de cuivre. Par contre, en ce qui concerne les insecticides, aucune nuisance culturale caractéristique n'a été prouvée.

d) - Les actions secondaires diverses

Exceptionnellement, certains signes de phytotoxicité peuvent apparaître : des rugosités, des déformations ou des décolorations. Il faut également signaler les actions éventuelles sur les moûts de raisin et les phénomènes de sensibilisation des plantes à un autre ravageur.

### II.3 Le devenir et la dégradation des produits phytosanitaires après leur épandage

La quantité de produits phytosanitaires restant sur le produit récolté est très faible par rapport à celle qui a été réellement distribuée au cours de la campagne. Que sont donc devenus ces produits ?

Ils sont en fait rapidement détruits et les mécanismes de dégradation, ou encore les voies métaboliques, ont été beaucoup étudiés ces dernières années, dans le souci d'avoir le maximum d'informations sur les effets secondaires possibles des traitements phytosanitaires. Ainsi, le métabolisme des insecticides les plus étudiés, organophosphorés et carbamates, est tout à fait connu ; BULL (6) a décrit la dégradation des organophosphorés et SCHLAGBAUER (7) la dégradation des carbamates.

Toutes ces recherches ont permis de mettre en évidence les principales directions d'évolution des produits phytosanitaires.

a) La dispersion dans l'air

Lors de l'application des produits phytosanitaires par pulvérisation, une partie des produits n'atteint ni les plantes, ni le sol, par suite d'évaporation et de dispersion dans l'air. En outre, les produits phytosanitaires s'évaporent des surfaces d'application.

GERAKIS et SFICAS (8) par exemple, estiment que la moitié des produits de traitement des cultures est perdue par entraînement dans l'atmosphère.

Par la suite, ces produits, dilués dans l'atmosphère, sont soit dégradés par photodécomposition, soit entraînés sur le sol à la faveur d'une

précipitation. De toute façon, les teneurs résiduelles éventuelles de produits phytosanitaires dans l'air sont indécélables.

#### b) L'élimination des produits déposés sur les végétaux

La rapidité de l'élimination des produits phytosanitaires dépend essentiellement de leurs propriétés intrinsèques et des facteurs du milieu, qui peuvent exercer des actions mécaniques, physiques ou chimiques.

##### *b<sup>1</sup>. Influence de la croissance du végétal*

Néanmoins, l'estimation des quantités de résidus présents sur un végétal se faisant par rapport au poids, il convient de remarquer l'influence de la croissance de la plante qui entraîne une élimination apparente du produit.

Ce phénomène revêt une importance d'autant plus grande que la vitesse de croissance du végétal est élevée. Ainsi, pour des laitues qui doublent leur poids en 15 jours, la quantité relative de résidus de produits (hors de toute dégradation) diminue de moitié.

##### *b<sup>2</sup>. Les actions mécaniques*

Les produits déposés peuvent être enlevés par simple action mécanique due au vent ou à la pluie, surtout si ces deux facteurs agissent peu de temps après l'épandage alors que les dépôts adhèrent mal au végétal ou ne sont pas encore bien secs.

En fait, ces phénomènes dépendent essentiellement des qualités conférées aux produits commerciaux par les adjuvants (charges, mouillants, adhésifs, etc,..) et des caractéristiques de surface du végétal.

##### *b<sup>3</sup>. La mobilisation des produits*

Le vent favorise également la volatilisation des produits, liée à la tension de vapeur qui varie aussi d'ailleurs avec la température ; de fortes quantités de produits peuvent ainsi être enlevées. Pour augmenter la persistance et donc assurer la protection des cultures, certaines matières actives volatiles sont adsorbées sur supports solides (microgranulés).

#### *b.<sup>4</sup> La solubilisation des produits*

Bien que les produits phytosanitaires soient en général très peu solubles dans l'eau, une partie importante peut **dans certains cas être éliminée par l'eau de pluie.**

Il faut noter aussi que des phénomènes de codistillation des produits avec l'eau peuvent intervenir ; leur importance est difficile à apprécier.

Ces différentes actions débarrassent partiellement les végétaux des produits phytosanitaires déposés, et les produits sont entraînés, déplacés.

Par la suite, les produits vont être dégradés chimiquement.

#### *b.<sup>5</sup> La dégradation chimique des produits*

La dégradation chimique s'exerce, soit à la surface du végétal, soit à l'intérieur des tissus. Son importance et sa rapidité dépendent, bien entendu, de la structure physico-chimique du produit, de sa stabilité, etc... Elle peut être le résultat de réactions chimiques simples ou d'actions biochimiques faisant intervenir des systèmes enzymatiques.

L'irradiation solaire joue un rôle considérable en favorisant ou en accélérant de nombreuses réactions physico-chimiques. Finalement, de nombreux types de réactions interviennent : hydrolyse, oxydo-réduction, décarboxylation, isomérisation etc...

Par ailleurs, les produits pénétrant dans les végétaux font intervenir des phénomènes de métabolisation très complexes, qui peuvent donner des métabolites intermédiaires parfois toxiques.

#### *b.<sup>6</sup> Evolution des produits dans le temps*

Dans les conditions naturelles, les dépôts de produits laissés à l'air libre sur les végétaux ou le sol sont, en général, rapidement éliminés même si la stabilité chimique du produit peut être considérée comme bonne. En fait, pour un même produit, la persistance dépend des plantes traitées, des conditions de milieu (température, vent, pluie; insolation), de la formulation. Mais, en fin de compte, les durées de demi-vie (c'est-à-dire le temps au bout duquel la moitié du produit a disparu) sont faibles; en conditions normales d'emploi agricole, un produit qui a une demi-vie de 7 jours peut être considéré comme persistant.

## c) La dégradation des produits atteignant le sol

### c.1. Les produits phytosanitaires et le sol

Il est difficile de contrôler la nature des produits qui arrivent au sol car les traitements de sol proprement dits ne sont pas les seuls en cause. Une partie importante des produits appliqués sur le feuillage tombent sur le sol, directement, ou entraînés par la pluie et le vent, ou enterrés à la récolte avec la plante elle-même. Ces apports sont en général superficiels et soumis aux facteurs de dégradation examinés plus haut. Par contre, dans les cas de traitements du sol, les produits sont apportés directement et incorporés.

La vitesse d'élimination des produits dépend de leur constitution chimique, de la nature physique des sols, des microorganismes, de la pluviométrie, etc... Comme précédemment leur disparition peut être la conséquence d'un déplacement ou d'une dégradation chimique.

### c.2 Les facteurs d'entraînement des produits

La volatilisation peut jouer un certain rôle après l'épandage quand le produit est assez concentré en surface. Ce phénomène, dont l'intensité dépend de la température, est beaucoup moins important qu'à l'air libre, car, dans le sol, le renouvellement de l'air interstitiel est très lent et très faible.

La solubilisation ne joue qu'un rôle assez réduit. De ce fait, la pollution éventuelle des cours d'eau est due beaucoup plus à l'entraînement de la terre traitée qu'à la solubilisation par les eaux d'infiltration. Toutefois, les sols sablonneux sont plus facilement lessivés par les eaux. Les produits se trouvant dans le sol sont donc plus rapidement entraînés. L'enlèvement des récoltes n'a pratiquement pas d'influence sur l'élimination naturelle des produits du sol, car les quantités présentes sont très faibles.

### c.3 Les facteurs de dégradation des produits

La dégradation des produits phytosanitaires dans le sol est essentiellement le fait de micro-organismes de toutes sortes. Cette action est beaucoup plus lente dans ce milieu qu'à l'air libre parce que la lumière n'y exerce aucun rôle et l'activité biologique demande beaucoup de temps.

Cette durée s'explique de deux façons :

- les micro-organismes doivent s'adapter au produit à dégrader et très souvent l'enzyme responsable de la dégradation du produit n'est synthétisée qu'en présence du produit ;
- les micro-organismes capables de dégrader le produit, peu nombreux, doivent se multiplier.

La vitesse de dégradation est donc liée à l'activité biologique des sols et variera comme celle-ci , c'est-à-dire avec la température, l'humidité (optimum à 80% de la capacité de rétention des sols) et l'aération.

Certains produits phytosanitaires inhibent certains processus biologiques dans le sol et les mélanges successifs ou simultanés de plusieurs matières actives sont susceptibles de modifier les conditions de dégradation de certains produits de mélange. Cependant, ces effets correspondent en général à des doses bien supérieures aux doses normales d'utilisation.

Enfin, il ne faut pas oublier que la structure des sols joue un rôle essentiel car, dans certaines conditions, les produits sont adsorbés et soustraits aux processus d'élimination. Leur blocage en sols lourds et humides, entraîne aussi une perte d'efficacité.

Les produits phytosanitaires sont donc dégradés, en fin de circuit par les micro-organismes du sol, mais beaucoup de questions restent encore posées comme, par exemple, les problèmes d'interactions produits micro-organismes et les actions produits-cycle de l'azote.

D'autre part, depuis l'interdiction des organochlorés les plus persistants, la persistance effective des produits utilisés est faible. Il n'y a donc pas lieu de craindre leur accumulation dans l'environnement. Toutefois certains composés organo-métalliques sont sévèrement critiqués pour leurs conséquences.

## II. 4 Les produits phytosanitaires organomercuriques

Les métaux lourds ont mauvaise presse et tout particulièrement le mercure depuis les accidents d'Irak, du Japon et du Ghana. Dans cet esprit la Commission des Communautés Européennes a recommandé l'abandon de l'utilisation des produits organo-mercuriques.

Les risques courus par l'emploi des fongicides organo-mercuriques doivent être replacés dans de justes proportions puisque la contamination du sol est de 3 à 5 g de mercure par hectare et par an. Les dangers semblent peu importants face aux avantages procurés par de telles substances qui n'ont jusqu'à présent que de rares substituts moins toxiques. D'autre part, les méthodes de coloration et d'étiquetage des semences traitées aux produits

organo-mercuriques permettent d'éviter de graves accidents.

Les quantités de mercure mises en jeu par le seul traitement des semences sont quasiment négligeables par rapport à la teneur naturelle en mercure des sols. Fixons des ordres de grandeur des doses d'emploi des fongicides organomercuriques : la teneur naturelle du sol en mercure total est comprise entre 30 et 80  $\mu\text{g}$  par kg de sol; l'utilisation de semences traitées l'augmente de 1  $\mu\text{g}$  seulement.

Enfin, il faut avoir une idée de la répartition de la consommation de mercure d'un pays. Ainsi, les chiffres pour la France, en 1970, sont les suivants :

- chlore et soude	150 t.	50 %
- appareils électriques	30 t.	10 %
- pharmacie-dentistes	30 t.	10 %
- catalyse	15 t.	10 %
- énergie atomique	15 t.	5 %
- explosifs	12 t.	4 %
- agriculture	6 t.	2 %
- divers	40 t.	14 %

On se rend compte ainsi que l'utilisation des organo-mercuriques à des fins agricoles est relativement faible.

## II. 5 La mortalité des animaux sauvages

Les chasseurs et leurs associations sont devenus les principaux défenseurs des animaux sauvages qui vivent dans l'environnement des cultures ; ils accusent parfois les agriculteurs de nuire au développement de ces espèces. En effet, les produits phytosanitaires, souvent toxiques pour une gamme étendue d'organismes, sont susceptibles de provoquer, dans les lieux d'application, des cas de mortalités chez les oiseaux et les mammifères. Des accidents isolés, mais aussi des mortalités massives ont été effectivement dénombrées.

#### a) Les principales causes de la mortalité des animaux sauvages

Si certains produits phytosanitaires ou certaines méthodes de traitement sont dangereux pour le gibier, d'autres causes de raréfaction interviennent également.

Citons par exemple l'accroissement du nombre des chasseurs, l'urbanisation et le développement des réseaux routiers, les remembrements et la simplification des assolements, etc...

Parallèlement, la mécanisation agricole s'intensifie avec l'utilisation d'appareils de plus en plus puissants qui occasionnent directement ou indirectement des pertes en gibier.

A ce sujet, des travaux tchèques, roumains, anglais, belges, suisses et français, situent l'importance des pertes d'origine mécanique, en moyenne entre 10 et 50 % de la population existante.

Pour les produits phytosanitaires, une enquête de l'Office National de la Chasse Français a permis d'identifier les principaux produits susceptibles de présenter des problèmes toxicologiques sérieux vis-à-vis du gibier,

La quasi totalité des herbicides de synthèse ne présente que peu ou pas de risque pour le gibier ou la faune sauvage. Deux familles de produits peuvent être plus dangereuses : les ammonium quaternaires et les colorants nitrés, pour les lièvres notamment.

Les fongicides organo-mercuriques font encourir des risques aux oiseaux lorsque les graines traitées sont mal enfouies au semis.

Quant aux insecticides, quelle que soit leur origine chimique, ils se caractérisent par une toxicité aiguë moyenne, plus élevée que les autres catégories de produits phytosanitaires.

Il faut aussi remarquer que les microgranulés insecticides, utilisés en localisation dans la raie de semis, font courir des risques élevés aux perdrix, en cas de mauvais enfouissement du produit.

De même, dangereuse est l'utilisation de l'arsénite de soude pour les traitements du vignoble, à cause de son faible prix. Or, du point de vue de la toxicité aiguë sur la faune, il faudrait en proscrire l'utilisation.

Il ne faut donc pas ignorer les dangers relatifs à l'emploi de certains produits phytosanitaires sur la faune et le gibier, mais il faut également dire que les accidents, toujours spectaculaires, sont relativement rares vis-à-vis de l'emploi généralisé de ces produits. Quelques études ont même fait

état d'un accroissement des populations sauvages ces dernières années (MM. CRAMER et MIDDENDORF ( 14)) .

## II.6 La contamination des eaux

Il n'existe pas encore de normes de teneur en résidus de produits pour les eaux potables. Néanmoins, pour la qualité des eaux superficielles destinées à la production d'eau alimentaire, une directive (74/440 CEE, JO du 25.07.1975) précise que la concentration globale en produits pesticides et apparentés maximale admissible est 0,5 µg/l et la concentration maximale admissible par substance individualisée est de 0,1 µg/l.

D'autres directives ou propositions de directives relatives à l'eau contiennent des dispositions concernant les pesticides :

- Directive du Conseil concernant la qualité des eaux de baignade (76/160 - JO du 5.02.1976)
- Directive du Conseil relative au déversement des substances dangereuses dans le milieu aquatique (76/ 464 JO du 18.05.1976)
- Propositions de directive relatives à la qualité des eaux respectivement destinées à la consommation humaine, aptes à la vie des poissons et conchylicoles.

Beaucoup de produits sont toxiques pour les poissons. C'est par le biais de leur concentration, le long des chaînes alimentaires, qu'ils pourraient être dangereux pour l'homme. Toutefois, les différentes études parues à ce jour montrent que le danger de contamination de l'eau est encore loin.

Les phénomènes d'adsorption et de dégradation font que l'on ne retrouve dans les eaux de drainage qu'un nombre très limité de produits phytosanitaires et à très faible dose. En outre, leur transfert dans les eaux profondes n'est pas démontré (HASCOET et AL (9) ).

En effet, que peuvent contenir les eaux profondes, si, déjà, les eaux superficielles, naturellement plus exposées à la contamination, sont peu atteintes ? Ainsi, d'après COYNE et BELLIER (10), les eaux superficielles, en Europe avant 1972, (c'est-à-dire avant l'interdiction des principaux organochlorés) ne contenaient que des doses de produits phytosanitaires souvent à la limite de la détection et toujours inférieures aux normes de tolérance. De même, d'une enquête plus récente en France (COURTOIS (11)), il ressort que les teneurs en organophosphorés sont nulles et celles en organochlorés rémanents 1.000 fois inférieures aux tolérances admises pour les eaux potables.

Les risques de pollution de l'eau par les produits phytosanitaires paraissent donc peu importants et les cas de contamination peu fréquents.

## II.7 Accidents et intoxications humaines

Des statistiques globales relatives aux intoxications dues aux pesticides ne sont pas disponibles et les cas rapportés çà et là, bien que spectaculaires, sont au total peu nombreux.

Par exemple, le centre anti-poison de l'hôpital Salvador, à Marseille, indique qu'en 1974, sur 2 519 produits toxiques responsables d'intoxications chez les 1 646 personnes hospitalisées, il n'y aurait que 8 produits antiparasitaires. De plus, dans 90 % des cas d'hospitalisation, ce sont des intoxications volontaires. Ces chiffres sont confirmés par les données concernant les accidents dus en Californie de 1971 à 1973. De même, il semble bien qu'au cours de ces dernières années, d'après les renseignements des centres anti-poisons de Paris, Marseille et Lyon, il n'ait pas été enregistré, en France, un seul cas d'intoxication mortelle provoquée par un traitement antiparasitaire. Il faut également remarquer qu'à part les tentatives de suicides, les intoxications sont, le plus souvent, dues à une méprise : c'est le cas du produit dangereux transvasé de son récipient d'origine dans une bouteille vide de vin ou de bière et absorbé un jour comme boisson.

Il ne faut pas sous-estimer le danger présenté pour l'exploitant agricole, par l'application de certains produits, s'il s'agit de produit d'une toxicité élevée, si les précautions d'utilisation indispensables ne sont pas prises, ou si la durée du traitement est trop longue.

Ainsi, le conducteur du tracteur, qui effectue pendant de longues journées consécutives, le désherbage de dizaines ou de centaines d'hectares de céréales avec des colorants nitrés, court très probablement des risques ; de même, celui qui utilise, sur de très grandes parcelles de colza, des pesticides organophosphorés, comme le parathion ; également, l'arboriculteur, qui effectue ses traitements au cours de périodes chaudes.

L'agriculteur doit donc prendre des précautions avant d'employer les produits phytosanitaires : choisir et utiliser correctement le matériel de protection (masque, gants, vêtements ...) : observer les conseils prévus comme : ne pas fumer, se laver les mains, etc. ; lire attentivement les recommandations portées sur les étiquettes et les notices d'emploi des produits qu'il utilise.

## II. 8 Les résidus de produits phytosanitaires dans les denrées alimentaires

Certains produits pouvant être toxiques pour l'homme, leurs conditions d'emploi doivent être déterminées, de telle sorte que les risques, résultant de leur utilisation, soient extrêmement faibles. Quels sont effectivement les risques, pour les consommateurs, résultant de la présence de résidus dans les denrées alimentaires ?

La détermination des résidus dans les denrées alimentaires n'est qu'une étape dans la mise au point des mesures à prendre, pour limiter les risques résultant de l'utilisation des pesticides. Il faut également déterminer leur signification toxicologique par un certain nombre d'études très approfondies.

Actuellement, la plupart des pays ont fixé des teneurs de produits phytosanitaires tolérables et déterminé les délais à respecter entre le dernier traitement et la récolte pour ne pas dépasser ces tolérances. Toutefois, on peut se demander si ces tolérances sont suffisantes et quels sont les dangers en cas de dépassement.

La toxicité d'un produit quelconque est mesurée suivant une procédure normalisée et internationale. Par expérimentation sur des animaux, on détermine la dose sans effet (D.S.E.) qui est la dose maximale de matière active absorbée quotidiennement et supportable chez l'espèce animale la plus sensible (elle s'exprime en mg/kg de poids vif par jour). La dose journalière acceptable (D.J.A.) est celle qui est considérée comme sans effet nocif sur la santé de l'homme. Elle est calculée en divisant la dose sans effet sur l'animal par un coefficient de sécurité de 100 pour la France :  $DJA = \frac{DSE}{100}$

La concentration admissible des résidus de produits dans les denrées alimentaires est ensuite fixée de sorte que le consommateur n'absorbe pas plus que la dose journalière acceptable. On effectue ce calcul en tenant compte du poids moyen d'un être humain (60 kg) et d'une ration alimentaire moyenne dans la denrée étudiée. Ainsi la ration moyenne de fruits et légumes a été estimée à 0,4 kg par jour . La concentration d'un produit dans des fruits et légumes (en mg de matière active par kg de fruits et légumes ) est alors de :

$$\frac{DSE \times 60}{100 \times 0,4}$$

DSE = dose sans effet

60 = poids moyen d'un homme, en kg

0,4 = poids, en kg, de fruits et légumes consommés par jour

100 = coefficient de sécurité

Cependant, ce niveau est rarement retenu pour la fixation de la tolérance car il faut également étudier les résidus sur les produits agricoles cultivés et traités dans de bonnes conditions de culture et d'efficacité. Si les résultats de ces études montrent que les taux de résidus effectivement trouvés sont inférieurs à ceux obtenus par le calcul de la concentration admissible, ce sont les taux de résidus obtenus dans les conditions d'une pratique agricole correcte qui sont retenus pour la fixation de la tolérance.

Ainsi, par exemple, la simazine aurait une concentration admissible, par le calcul de la D J A, de 7,7 ppm et la tolérance légale est de 0,5 ppm.

A ce sujet, l'Association pour la Protection des Plantes en France disait même " *à notre connaissance, il n'y a pas, à travers le monde, d'exemples cités de troubles sur l'organisme humain consécutifs à l'ingestion de denrées agricoles ayant subi des traitements antiparasitaires normaux ...*"

D'autre part, il ne faut pas généraliser les dangers ou les risques car les produits phytosanitaires ne sont pas tous également dangereux. Les réglementations prévoient, en général, 3 classes de toxicité, et, en France, les quantités de produits utilisés se classent ainsi :

- 18 % appartiennent à la classe la plus dangereuse
- 3 % " " dangereuse
- 78 % sont considérés comme inoffensifs

Il est aussi intéressant de se pencher sur les résultats des contrôles de teneurs en résidus des produits agricoles commercialisés. 506 prélèvements de fruits, légumes, ou céréales, effectués dans des exploitations françaises représentatives de l'ensemble des pratiques culturales, ont été analysés par 3 laboratoires. Au 1er octobre 1977, les recherches de résidus avaient été effectuées et 2,75 % des prélèvements auraient révélé un dépassement de la tolérance admise par la réglementation française. Ces dépassements, qui sont donc relativement rares, concernent plutôt des cultures comme les salades, dont le délai de traitement avant récolte n'a pas été respecté ou les traitements mal effectués.

De toute façon, les consommateurs ingèrent rarement les denrées alimentaires en l'état et les résidus se concentrent essentiellement à la périphérie des fruits et légumes, la préparation culinaire devrait contribuer à l'élimination de la majeure partie. En effet, le premier facteur de réduction est le lavage, d'efficacité très variable et jamais total (exemple :

le lavage de la salade enlève 69 à 82 % de Malathion, 50 à 60 % de Parathion, 88 à 93 % de zinebe). La cuisson joue aussi un rôle intéressant avec les phénomènes d'entraînement par la vapeur d'eau, de transformation et de destruction thermiques des résidus de produits phytosanitaires (exemple : le Malathion à 10 ppm sur haricots secs n'est plus décelable après cuisson, ni dans les haricots, ni dans l'eau). De même, l'épluchage permet d'abaisser la teneur en résidus, ainsi, l'épluchage des carottes enlève 82 % de Dieldrine et 83 % d'Aldrine.

Les produits phytosanitaires peuvent donc être dégradés ou transformés de multiples façons. Il arrive néanmoins que les aliments contiennent des résidus de produits.

L'utilisation raisonnable des produits permet de limiter strictement les doses que le consommateur risque éventuellement d'absorber. Ce sont les abus, le non respect des réglementations et l'incompétence qui sont à l'origine des problèmes et des accidents que les mass media ont fait connaître. Par ailleurs, si l'on considère les surfaces qu'il est possible de traiter, la généralisation de l'application des produits est encore loin d'être réalisée (cf. annexe IX).

### III.- LA TECHNIQUE DE L'APPLICATION DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES

La qualité d'une application dépend d'abord des propriétés du produit employé, en particulier de son efficacité contre le parasite et de ses caractéristiques physiques ; elle dépend aussi de l'adaptation de l'appareil au traitement considéré, au produit et à sa bonne utilisation. Ce sont ces points que nous allons aborder dans cette partie qui est complétée par une note technique sur l'évolution des matériels d'application (annexe XI).

#### III. 1 La rentabilité des produits phytosanitaires

Tout d'abord, il convient de rappeler quels étaient autrefois les moyens dont disposaient les agriculteurs pour protéger leurs champs et leurs cultures.

En France les employés de mairie consciencieux affichaient dans les communes rurales, l'arrêté municipal rappelant les prescriptions de l'échardonnage et de l'échenillage (qui était la destruction manuelle des chenilles dans les arbres, arbustes, haies et buissons, obligatoire par la loi du 26 ventose de l'an IV).

Les criquets étaient aussi partiellement exterminés par cette méthode qui était obligatoire en 1813 dans tout le Midi de la France et les quantités de ravageurs récoltés étaient payées très cher. Dans la même optique en Afrique du Nord où les acridiens constituaient un fléau redoutable, les indigènes ramassèrent en 1888 plus de 3 millions et demi de doubles décalitres de jeunes criquets, et près de 500.000 doubles décalitres d'oothèques représentant 90 milliards d'acridiens.

De telles méthodes ne sont plus convenables actuellement ; en France par exemple, l'importance de la production agricole a triplé en quarante ans, tandis que la population active agricole a diminué de 70 % au cours de la même période. La naissance des produits phytosanitaires et le développement de la lutte chimique pour la protection des cultures correspondent donc à un réel besoin.

Les premiers produits phytosanitaires employés étaient d'origine minérale et beaucoup d'entre eux présentaient une toxicité non négligeable, voire élevée : ainsi, l'arsenic, le sulfate de nicotine, le phosphore de zinc et la plupart des produits que l'on utilisait en 1945 contre les invertébrés nuisibles. Mais c'est dans les années suivant la fin de la seconde guerre mondiale, que la phytopharmacie entre vraiment dans l'agriculture avec les utilisations du HCH, du DDT, des pseudo-hormones ou auxines de synthèse et des premiers organophosphorés.

Il faut cependant considérer l'agriculture en général et replacer la lutte phytosanitaire dans le développement de l'agriculture. Au fur et à mesure que l'agriculture passe d'une phase autarcique à une économie de marché, qu'elle s'intègre dans une économie de plus en plus axée sur l'industrie et la technologie, il lui est imposé de produire des denrées alimentaires au moindre prix.

La réaction des agriculteurs vis-à-vis de l'évolution de leurs revenus spécifiques s'est manifestée par l'accroissement de l'échelle de production pour mieux amortir leurs investissements et par l'utilisation de techniques de plus en plus sophistiquées pour abaisser les coûts de production.

En effet, l'appel aux techniques modernes permet de limiter les dépenses en main-d'oeuvre en mécanisant et automatisant de nombreuses opéra-

tions culturales, mais conduit simultanément à généraliser l'utilisation des produits phytosanitaires. Mais en quoi les produits phytosanitaires sont-ils rentables et même indispensables ?

Les traitements phytosanitaires n'ont jamais éliminé de façon définitive les espèces qu'ils combattent et ils doivent être reconduits annuellement. Toutefois, leur développement considérable prouve par lui-même leur rentabilité. Tout d'abord, voici quelques données relatives aux pertes dues aux ennemis des cultures.

L'étude de CRAMER (2) montre que les pertes moyennes de récolte, toutes zones géographiques et toutes cultures confondues, représentent le tiers de la production potentielle totale et se répartissent presque également entre les 3 causes d'infestation (insectes, maladies et mauvaises herbes).

L'Europe de l'Ouest - région qui perd le moins- ne récolte que les 3/4 de sa production potentielle ; ce sont les maladies cryptogamiques qui sont les facteurs de pertes les plus importantes. Par contre, au niveau mondial, les pertes dues aux ennemis des cultures sont considérables et atteignent environ 1 milliard et demi de tonnes, soit près de 40 % de la production potentielle de l'ensemble des cultures vivrières. Ces données ne font état que des seules pertes quantitatives ; sur le plan économique on doit ajouter les coûts supplémentaires liés à l'infestation des cultures et inhérents aux conditions plus difficiles de récolte et de conservation et tenir compte de la dépréciation éventuelle de la qualité des produits.

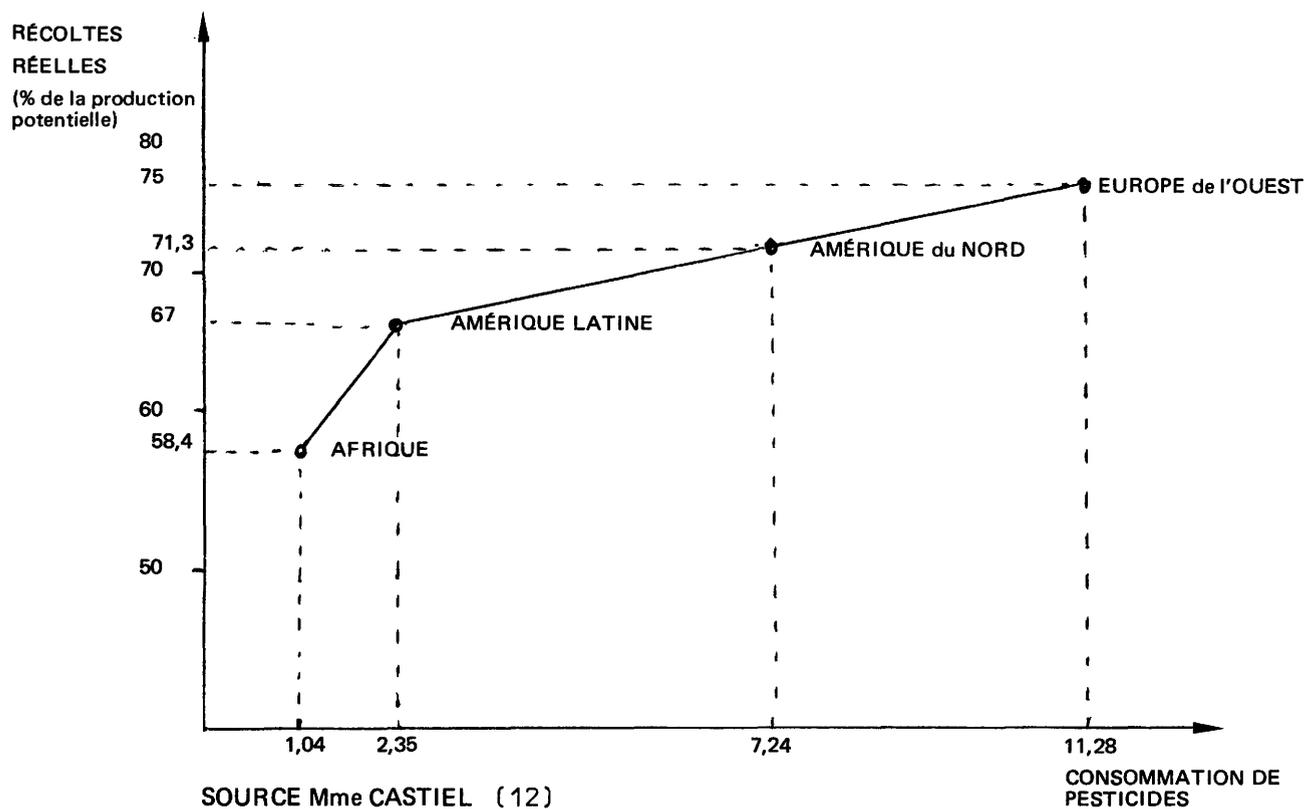
CRAMER a évalué l'efficacité intrinsèque des produits phytosanitaires pour certaines cultures à partir d'une estimation comparative des pertes de récolte en fonction de la densité des traitements effectués. Cette étude met en évidence l'importance des réductions des pertes à attendre de la seule utilisation des produits phytosanitaires (*cf. tableaux en annexe X*). La courbe des récoltes réelles (qui sont évaluées en complément à 100 des productions potentielles maxima, sans pertes), fait apparaître de façon particulièrement significative les variations de l'efficacité des produits phytosanitaires selon la loi des rendements marginaux décroissants.

Il est indéniable que les produits phytosanitaires sont utiles, rentables et indispensables. L'efficacité des produits s'accroît, c'est-à-dire les pertes à la récolte diminuent, lorsque la consommation de produit s'accroît.

Ainsi, compte tenu de l'efficacité maximum des produits phytosanitaires, que l'on situe habituellement à 90 %, des gains de production non négligeables, sont encore susceptibles d'être obtenus dans les pays développés.

CORRELATION ENTRE LA PRODUCTION AGRICOLE ET LA  
CONSOMMATION DE PESTICIDES PAR ZONE GEOGRAPHIQUE

ZONE GEOGRAPHIQUE	PERTES TOTALES	RECOLTES REELLES	Consommation de Pesticides (K/ha)
	(en % de la Production Potentielle)		
EUROPE DE L'OUEST	25	75	11,28
AMERIQUE DU NORD	28,7	71,3	7,24
AMERIQUE LATINE	33	67	2,35
AFRIQUE	41,6	58,4	1,04



CRAMER a estimé les rendements maximaux que l'on pourrait obtenir dans les conditions de culture actuelles sans avoir aucun dommage causé par les organismes nuisibles. Les rendements moyens effectivement obtenus permettent alors d'évaluer les pertes de production dues aux ennemis des cultures.

	Europe Occidentale	U.S.A.
Cultures fruitières	11 %	18 %
Cultures légumières	12 %	25 %
Betteraves sucrières	10 à 20 %	20 à 30 %
Céréales	15 à 25 %	28 à 32 %
Pommes de terre	30 %	30 %
Rizières	15 %	20 %
Vignobles	38 %	35 %

D'autre part, en ce qui concerne les fruits et légumes, les traitements phytosanitaires n'augmentent pas seulement les rendements, mais aussi la qualité commerciale des produits ; en effet lorsqu'ils ne répondent pas à certaines normes de qualité, ces produits sont difficilement commercialisables, compte tenu des exigences du public, d'où une généralisation des traitements dans le domaine fruitier et maraîcher.

Les produits phytosanitaires permettent donc d'améliorer les rendements et les qualités. En outre, les herbicides ont permis une diminution considérable des frais de main-d'oeuvre et l'adoption de méthodes culturales qui, sans eux, seraient impraticables. Par exemple, en Europe, la modernisation des cultures de

betteraves (graines monogermes, sarclage chimique, mécanisation des récoltes) a réduit de 1300 heures à 225 heures, le temps de travail nécessaire par hectare, mais cela eut été impossible sans les herbicides.

D'autre part, il est difficile d'évaluer, plus encore de chiffrer certaines conséquences de l'utilisation des produits phytosanitaires comme la facilité plus grande des récoltes, des productions plus précoces, la meilleure valeur technologique des récoltes; la meilleure qualité de conservation des denrées, etc... Enfin, l'actuelle simplification des systèmes de culture (rotations biennales, monocultures, culture sans labour) serait impensable sans l'aide des herbicides, des fongicides et des nématicides.

Pour ces diverses raisons, les traitements phytosanitaires ont une forte influence sur les prix des denrées agricoles. En ce qui concerne l'Europe, le renoncement aux produits phytosanitaires aurait comme conséquence probable un renchérissement des denrées agricoles, de l'ordre de 10 à 12 % pour les fruits, 12 à 15 % pour les légumes, 15 à 25 % pour les céréales et la betterave, 30 % pour la pomme de terre, 40 % pour les produits de la vigne. Des répercussions atteindraient aussi le prix de la viande qui dépend des productions végétales (NOIRFALISE (3) ).

### III. 2 Les principaux matériels d'application des produits phytosanitaires

Il est logique qu'un machinisme particulier se soit créé et perfectionné peu à peu pour appliquer rapidement et efficacement les méthodes de lutte contre les ennemis des cultures, élaborées par les agronomes et les chimistes.

Les appareils mis au point pour cette lutte, ont pour rôle d'apporter sur le végétal à protéger, ou sur les parasites à détruire, une dose de produit phytosanitaire suffisante. Les sous-dosages locaux peuvent permettre la survie des parasites ou des ravageurs ; ils doivent être réduits au minimum, il faut alors répartir correctement la dose prescrite du produit utilisé.

Les produits phytosanitaires sont généralement formulés en vue de leur application par pulvérisation après dispersion dans l'eau. On appelle d'ailleurs "bouillie" toute dispersion d'un produit dans un liquide utilisé pour effectuer un traitement.

### III.2.<sup>1</sup> Caractéristiques générales des pulvérisations

Selon le type d'ennemi à combattre et le mode d'action du produit, les pulvérisations peuvent présenter des caractéristiques différentes; les gouttes obtenues sont, de toute façon, inférieures à 1 mm de diamètre.

#### Pulvérisations anticryptogamiques

Les produits antifongiques préventifs nécessitent la formation sur les surfaces végétales à protéger d'une barrière, continue (sous forme d'un film liquide), ou discontinue (sous forme d'un réseau de points très denses et répartis de façon homogène); la densité d'impacts correspond au nombre de gouttes déposées par cm<sup>2</sup>.

En pulvérisation classique, avec traitement à distance, une couverture continue est réalisée avec des gouttes relativement grosses et des volumes par hectare importants ; des pertes par ruissellement et par retombée durant le parcours sont pratiquement inévitables avec les appareils à grand travail ; elles peuvent être évitées dans les applications expérimentales au moyen de pulvérisateurs à jet dirigé manuellement (applications dites " à goutte pendante" juste avant le ruissellement). D'autre part, la réalisation d'une densité d'impacts convenable, assortie d'une bonne répartition sur la végétation, permet une diminution, parfois spectaculaire, du volume par hectare de bouillie à appliquer.

Ainsi, l'oïdium des vergers était traité avec des volumes de 3 000 à 5 000 litres de bouillie à l'hectare, alors que des volumes dix fois plus faibles peuvent permettre une action antifongique équivalente (expérimentation INRA - CNEEMA).

Pour réaliser une couverture valable des organes à protéger avec un volume épandu relativement faible, la population de gouttes émises par le pulvérisateur doit répondre à deux conditions essentielles:

- . le diamètre moyen des gouttes est suffisamment petit
- . la population est homogène ; en particulier elle ne comporte pas de grosses gouttes

La première condition s'explique par la constatation physique suivante : un litre de liquide pulvérisé permet de couvrir une superficie de 1 hectare avec une densité voisine de 20 gouttes par cm<sup>2</sup>, si le diamètre volumétrique moyen est de 100 µm; cette densité n'est plus que de 0,7 si le diamètre est de 300 µm.

Quant à l'homogénéité, on doit considérer :

- d'une part, les petites gouttes. Celles-ci risquent de ne pas se déposer (évaporation ou entraînement par convection naturelle). Dans le cas de produits

fongicides, cela n'a aucune importance du point de vue de l'environnement extérieur. La perte correspondante est insignifiante : sur un échantillon de 10 000 gouttes, les 2 000 gouttes les plus petites représentent toujours moins de 1 % du volume total.

- d'autre part, les grosses gouttes. Elles tombent parfois directement sur le sol ou ruissellent sur le feuillage et représentent une perte très importante : dans l'échantillon cité ci-dessus, les 100 plus grosses gouttes peuvent représenter plus de 20 % du volume global.

Certains fongicides plus récents (par exemple les produits dérivés de l'acide carbamique ou des benzimidazoles) ont des propriétés systémiques et, de ce fait, les contraintes de l'application peuvent être moins rigoureuses. Par contre, la lutte contre les acridiens nécessite souvent des couvertures de même type que celles que requièrent les produits antifongiques préventifs.

### Pulvérisations insecticides

Les insectes étant parfois mobiles, une couverture très uniforme et très dense n'est plus indispensable, à la condition que la dose de produit actif et la persistance du traitement soient suffisantes. Une pulvérisation moyenne et bien répartie, sans trop de grosses gouttes, ni de très fines gouttes, est généralement souhaitable dans ce cas. Les insecticides systémiques facilitent la lutte contre les pucerons.

### Pulvérisations herbicides

Pratiquement, la lutte contre les adventices s'effectue, de préférence, aux premiers stades de leur cycle biologique. Ainsi, pour leur application en pulvérisation, la plupart des produits peuvent être appliqués après le passage du semoir. Il s'agit alors des herbicides "préventifs" épandus sur le sol avant la levée des mauvaises herbes nécessitant une répartition uniforme, et une densité d'impacts en principe élevée pour certaines matières actives (par exemple la simazine).

Pour les herbicides utilisables après la levée des mauvaises herbes, les dépôts doivent être répartis sur la surface de l'adventice si le produit agit par contact. Une telle distribution n'est plus nécessaire lors de l'emploi d'herbicides systémiques, mais il est important alors de déposer sur chaque plante une quantité suffisante du produit. Quelques gouttes sur la plante peuvent assurer sa destruction dans le cas des phytohormones de synthèse, mais pour de tels produits agissant à faible dose, il faut éviter de produire de petites gouttes pouvant dériver et endommager les cultures voisines.

### III.2.<sup>2</sup> Fonctions d'un pulvérisateur

#### Division d'un liquide

Le liquide à épandre - qu'on appelle aussi la bouillie - doit être pulvérisé sous forme de gouttes dont les diamètres sont compris entre des limites inférieures et supérieures déterminées. Ces limites varient selon la nature du traitement, le volume par hectare à appliquer et la technique de pulvérisation.

#### Transports des particules

Le pulvérisateur doit émettre des jets homogènes, avoir une portée en longueur et en hauteur qui permette à ces jets d'atteindre les plantes à protéger. Il doit aussi communiquer aux jets une énergie suffisante pour que les particules puissent pénétrer à l'intérieur du feuillage.

#### Épandage du liquide sur la culture à protéger

Le produit doit atteindre l'endroit à protéger et il doit rester sur la plante une dose suffisante de produit. Ces conditions sont d'autant mieux satisfaites qu'il y a moins de pertes de liquide et que la répartition sur le feuillage est plus homogène.

La pulvérisation d'un liquide est aisée mais, suivant les cultures, les ennemis à combattre, les produits spécifiques utilisés, le problème se présente sous des aspects très divers.

Le pulvérisateur, appareil polyvalent, doit pouvoir réaliser des traitements à volumes/hectare très variables, diviser des bouillies de caractéristiques physiques variées : suspensions, solutions ou émulsions vraies. Il doit avoir aussi une résistance à l'action corrosive ou abrasive plus ou moins importante d'un certain nombre d'entre eux. Bien sûr, un appareil à gros débit pourra être réglé à un débit plus faible par un gros retour en cuve et par la diminution de la pression et du diamètre des orifices des buses. Un appareil en matériau résistant à la corrosion et à l'abrasion, et muni d'un système d'agitation efficace, conviendra donc, quelles que soient les propriétés du produit choisi.

### III.2.<sup>3</sup> Classification des pulvérisateurs agricoles

Une telle classification doit tenir compte, d'abord du procédé de pulvérisation, ensuite du mode de transport des gouttes.

Ainsi, la pulvérisation à pression de liquide permet le transport des gouttes, grâce à l'énergie cinétique communiquée à la sortie de la buse, sur une distance très variable selon leurs dimensions, les gouttes fines étant rapidement freinées par l'air. Les appareils utilisant cette propriété sont appelés des pulvérisateurs à pression à jet projeté. Les buses, montées sur des rampes, se déplacent alors à proximité de la végétation à traiter.

La majeure partie des appareils à grand travail, équipés de rampes horizontales pour les traitements des cultures basses, ou de rampes fruitières, appartiennent à cette catégorie de pulvérisateur. C'est le plus souvent une pompe qui met le liquide sous pression.

Avec ce même procédé de pulvérisation, lorsqu'il faut acheminer un et de petites gouttes à plus grande distance et faciliter leur pénétration du feuillage, un flot d'air porteur produit par un ventilateur, en général du type hélicoïde, est indispensable. Les appareils ainsi équipés sont appelés pulvérisateurs à pression à jet porté. Leurs pompes peuvent refouler sous forte pression. Ils sont largement utilisés en arboriculture.

En dehors des pulvérisateurs à pression de liquide, qu'ils soient à jet projeté ou à jet porté, il existe quatre autres catégories de pulvérisateurs : les pulvérisateurs centrifuges à jet projeté ou à jet porté, les pulvérisateurs pneumatiques et les pulvérisateurs thermiques.

Dans les pulvérisateurs centrifuges à jet projeté, le liquide est injecté suivant l'axe d'un disque en rotation rapide ; il s'étale sur le disque et se fragmente à la périphérie ; les gouttelettes sont projetées par l'action de la force centrifuge, suivant les trajectoires tangentielles.

Dans les pulvérisateurs centrifuges à jet porté, un ventilateur produit le flux d'air parallèle à l'axe du disque, et assure le transport des gouttelettes.

La pulvérisation pneumatique fait appel à un courant d'air à très grande vitesse qui réalise la fragmentation du liquide en gouttes, ce même courant d'air devant effectuer en outre le transport à distance de la pulvérisation ainsi créée .

Les pulvérisateurs thermiques permettent de réaliser des pulvérisations très fines, souvent qualifiées de "nébulisation" formant un aérosol. Ce type d'application est utilisable en enceintes fermées, notamment dans les serres.

En définitive, le tableau de classification des pulvérisateurs les plus utilisés en agriculture est le suivant :

Mode de pulvérisation	Transport de la pulvérisation	Générateur d'énergie pour la pulvérisation	Désignation correcte de l'appareil	Utilisation principale
<b>1. MECANIQUE</b>	énergie cinétique des gouttes	— pompe	pulvérisateur à pression à jet projeté	Toutes applications sur cultures basses; rampes fruitières.
		— compresseur d'air		
	● par courant d'air	— pompe	pulvérisateur à pression à jet porté	Vergers, vignes.
		— rotation d'un disque		
<b>1.2. centrifuge</b>	● énergie cinétique des gouttes	— rotation d'un disque	pulvérisateur centrifuge à jet projeté	sur aéronefs.
	● par courant d'air	— rotation d'un disque		
<b>2. PNEUMATIQUE</b>	● par courant d'air	— ventilateur centrifuge	pulvérisateur pneumatique	Vignes, vergers.
		— compresseur d'air		

### III.2.<sup>4</sup> Applications par poudrage

La technique du poudrage ne peut s'appliquer à tous les parasites des plantes cultivées, mais elle convient à la destruction de certains d'entre eux comme les oïdiums des arbres fruitiers, de la vigne, des cultures maraîchères et ornementales, les tordeuses de la grappe, les acariens, etc.....

Les matériels utilisés sont des poudreuses pneumatiques équipées, soit de plusieurs petites tuyères orientables, soit d'une grosse tuyère fixe ou oscillante avec sortie de poudre légèrement inclinée vers le sol.

Le traitement par poudrage est rapide et procure, dans de nombreux cas, un gain de temps appréciable car il est possible d'économiser le temps nécessaire à la préparation des bouillies, ainsi que celui que nécessitent les allées et venues entre les cultures et les points d'eau. Par ailleurs, les poudreuses étant plus légères que les pulvérisateurs, les sols sont moins tassés et le tracteur équipé d'une poudreuse peut pénétrer plus tôt dans les terres après des précipitations importantes.

Cependant, l'adhérence des poudres sur les feuilles est en général beaucoup moins bonne que celle des gouttes. Cette propriété n'est pas très importante pour le produit le plus employé en poudrage : le soufre, qui agit par émission de vapeur.

### *III. 2.<sup>5</sup> Applications de microgranulés phytosanitaires*

Les microgranulés phytosanitaires sont constitués de particules solides de quelques dixièmes de millimètres, dimensions variables selon les spécialités commerciales. Ils sont destinés aux applications d'insecticides en localisation ou en plein. Ils permettent d'augmenter considérablement la persistance de matières actives volatiles, ou facilement dégradables.

Pour la localisation, les appareils peuvent être associés à un semoir, ou montés sur un bâti spécialement conçu. Un appareil comporte : une trémie, un doseur, un système de réglage du débit et des tubes de descente.

Pour l'application en plein, les microgranulés, après dosage, sont transportés par le courant d'air fourni par un ventilateur centrifuge et acheminés vers le sol au travers de déflecteurs (distributeurs pneumatiques d'engrais granulés adaptés aux microgranulés). Il existe aussi des rampes adaptables derrière semoir pour l'application de ces produits.

Ainsi, l'utilisation de produits phytosanitaires nécessite l'emploi d'appareils spécifiques. Il faut bien connaître les machines, leur technique et les conditions d'application du produit considéré sur la culture intéressée. L'efficacité du traitement dépendra notamment de ces facteurs.

### III.3 L'efficacité de l'application d'un produit phytosanitaire

L'efficacité d'une application ou d'un traitement antiparasitaire est bonne lorsque le résultat escompté est atteint :

- destruction d'un ravageur ou de mauvaises herbes
- élimination d'une maladie.

De nombreux facteurs peuvent influencer et faire varier l'efficacité d'une application. Quelles sont donc les incidences de ces principaux facteurs, c'est-à-dire : le matériel végétal, le climat, la formulation des produits phytosanitaires, les paramètres physiques d'une application?

#### III.3.<sup>1</sup> Comportement des végétaux vis-à-vis des affections phytosanitaires

##### a) Phénomènes de résistance naturelle

L'évolution des maladies végétales dépend beaucoup de la sensibilité des plantes et de leur mode de développement. Les différents végétaux cultivés présentent des résistances très variables aux maladies. Les résistances variétales sont connues.

D'une façon générale, une fertilisation riche en azote favorise le développement des affections parasitaires, mais les répercussions des engrais azotés ne sont nullement les mêmes selon la forme sous laquelle ils sont utilisés. D'autre part, les auteurs s'accordent pour estimer qu'une carence en potassium favorise l'infection.

Le greffage pourrait également influencer la résistance du greffon vis-à-vis des maladies ou des ravageurs. Il apparaît alors de plus en plus souhaitable que les porte-greffes soient étudiés aussi quant au niveau de résistance qu'ils sont susceptibles de conférer au greffon vis-à-vis des affections parasitaires.

Les différents produits phytosanitaires eux-mêmes sont susceptibles de pénétrer dans la plante et donc d'agir sur son métabolisme. Il en résulte que ces divers produits peuvent agir sur les principaux processus physiologiques de la plante. Naturellement, les répercussions sont très variées et elles dépendent de la nature du produit, mais aussi de la dose utilisée, de l'époque d'intervention et de l'état de la plante.

Les perturbations qui s'ensuivent modifient l'équilibre général de la plante, et, dans un sens ou dans l'autre, la résistance de la plante.

Finalement, cette notion de résistance de la plante aux affections parasitaires est très intéressante, car elle permet de supprimer certaines applications de produits phytosanitaires effectuées de façon routinière, chaque année.

Dans cet esprit, la recherche agronomique s'intéresse beaucoup à ces phénomènes de résistance à certaines affections. D'ailleurs les études de sélection végétale en tiennent compte de plus en plus et de nouvelles variétés apparaissent avec certains caractères de résistance à certains parasites.

Encore faut-il que soient maintenues les performances des variétés déjà cultivées. D'autre part, certains champignons parasites peuvent produire de nouvelles souches plus virulentes susceptibles d'attaquer les nouvelles variétés. Ainsi les produits phytosanitaires demeurent indispensables pour lutter contre les mauvaises herbes et certains parasites et pour assurer une protection des cultures efficaces dans les cas d'attaques parasitaires de forte intensité.

#### b) Phénomènes de sensibilité

De même que certains végétaux présentent des phénomènes de résistance, d'autres plantes peuvent être plus sensibles à certaines attaques parasitaires.

Par exemple, les végétaux cultivés peuvent se révéler sensibles du fait de la coïncidence d'un stade de développement avec le moment où le parasite est en pleine période d'activité. La synchronisation de l'activité du ravageur avec le développement de la végétation peut ne pas être totale, si bien que les variétés attaquées ne sont pas toujours les mêmes à cause de leur entrée en végétation plus ou moins précoce.

Ainsi, toutes les affections ne sont pas également préjudiciables, ni au même moment. Les variétés les plus sensibles doivent faire l'objet d'une surveillance plus étroite, de même pour les précédents culturaux, la densité de semis, la préparation du sol, la fumure ou toute technique culturale qui peut jouer un rôle quant à la présence et au développement des affections.

De toute façon, il y a lieu de distinguer l'apparition proprement dite d'une maladie et les possibilités de développement épidémique. La présence de l'ennemi de la culture a en lui-même peu d'importance, c'est seulement lorsque cet ennemi risque de prendre et prend un développement épidémique qu'il faut s'en préoccuper sans tarder, une trop grande prolifération pouvant abaisser le rendement de la culture.

Finalement pour les végétaux comme pour les animaux, il est possible de définir un état général de santé qui permettra de tolérer plus ou moins bien d'éventuelles ou de réelles attaques parasitaires. La protection des cultures doit tenir compte de ce facteur très important.

Le comportement général des végétaux vis-à-vis des affections sanitaires est donc variable et assez difficile à saisir. L'efficacité d'une protection phytosanitaire des cultures intègrera ce facteur très important qui permettra de justifier l'opportunité d'un traitement antiparasitaire et donc de son efficacité.

### III.3.<sup>2</sup> Le climat et la protection des cultures

De tous temps l'homme s'est soucié des conséquences des phénomènes météorologiques sur ses activités. L'agriculteur en particulier est, de par la nature même de son travail, soumis aux aléas et aux variations du climat. Aussi, les connaissances climatiques et les prévisions météorologiques devraient permettre de limiter l'influence du climat sur la quantité et la qualité des récoltes.

De nombreux dictons populaires témoignent de cette préoccupation qui a suscité le développement d'une science particulière : l'agrométéorologie.

Simultanément l'étude de la biologie des ennemis des cultures, maladies cryptogamiques ou ravageurs animaux a dégagé les principales liaisons entre les phénomènes climatiques et la biologie de ces organismes vivants.

L'ensemble de ces connaissances permet aujourd'hui d'effectuer certaines applications antiparasitaires au moment opportun et à juste titre, c'est-à-dire d'exécuter les traitements avec un maximum d'efficacité et d'économie.

Les incidences du climat sont relativement complexes mais en général il est possible d'observer sur une espèce un effet fortement prédominant d'un seul des éléments du climat.

Ainsi, l'élément en général le plus influent sur les ravageurs, est la température. En effet, tout phénomène biologique, ou chaque phase du développement d'un ravageur, exige un seuil thermique, connaît une température optimale... et se trouve stoppé à partir d'un maximum.

La connaissance pour chaque ravageur de ces niveaux thermiques et des influences sur les ravageurs des variations de la température de l'air constitue un des éléments principaux de la prévision des développements dangereux de parasites.

Pour les maladies cryptogamiques, les précipitations liquides et la température ont des rôles importants, comparables et inséparables.

Finalement, le problème est extrêmement complexe, presque chaque culture et presque chaque espèce parasite présente un cas particulier.

Les cultures de plein champ directement exposées aux aléas climatiques ne peuvent être protégées que très rarement et insuffisamment pour créer un frein à l'évolution des ennemis des cultures. Par contre, il devrait être possible d'effectuer une régulation climatique (température hygrométrie) dans les cas de cultures sous serre. Une régulation bien menée permettrait de prévenir les développements de nombreux parasites et de réduire considérablement les applications de produits phytosanitaires.

Toutefois, dès que les corrélations entre la biologie des ennemis des cultures et l'agrométéorologie sont connus, l'efficacité et la rentabilité des traitements peuvent être considérablement accrues. En effet, il est capital de fixer avec précision l'époque de l'intervention. Il faut pouvoir traiter au bon moment c'est-à-dire pendant le stade biologique le plus vulnérable du ou des parasites.

C'est le stade du mycelium pour les champignons ; c'est le stade de la larve pour les insectes ; c'est le stade de la plantule pour les adventices.

Ainsi les traitements à intervalles réguliers sur vigne, vergers, etc ne se justifient que si les conditions climatiques les imposent. De même les traitements précédant la récolte de quelques jours devraient pouvoir être évités car il est préférable d'utiliser lors du traitement précédent un produit plus rémanent.

D'autre part, il ne faut pas oublier que les phénomènes climatiques eux-mêmes vont fixer l'efficacité de l'application du produit phytosanitaire : celle-ci dépendra du temps qu'il fera demain ou après-demain.

Le vent, la pluie et la température sont des facteurs plutôt défavorables à la réalisation d'une bonne application.

Une pluie relativement faible facilite la pénétration d'un herbicide dans un sol non tassé ; si elle est trop intense et si la structure du sol s'y prête une perte par lessivage peut avoir lieu.

Une pluie fine et de faible intensité peut aussi redistribuer un produit phytosanitaire déjà appliqué sur le feuillage, ce qui est intéressant. Cependant une pluie tombant aussitôt après un traitement sur feuillage élimine une grande partie pour ne pas dire la totalité du produit déposé et l'application doit être renouvelée.

Le vent est favorable au ressuyage d'un sol trempé, mais généralement quand sa vitesse dépasse 4 à 5 m/s, il devient gênant pour les applications. En effet il emporte les particules fines qui peuvent être nuisibles pour les cultures voisines et l'environnement.

Un vent de côté déséquilibrera une application et troublera gravement la répartition du produit, et rendra plus aléatoire le recoupement de deux secteurs d'application contigus.

La température en général ne joue aucun rôle sauf lorsque le produit utilisé est efficace à partir d'un certain seuil de température.

Les phénomènes climatiques et météorologiques exercent donc leur action naturellement sur les végétaux et les cultures, mais aussi sur les parasites des cultures et l'application des produits phytosanitaires. La bonne efficacité d'un traitement antiparasitaire demande de considérer le climat à travers ses diverses conséquences sur la protection des cultures.

### III. 3.<sup>3</sup> La formulation d'un produit phytosanitaire

La formulation est le procédé qui permet d'utiliser une substance chimique, biologiquement active (c'est-à-dire une matière active) dans des conditions satisfaisantes d'efficacité et de sécurité. Ainsi le type de formulation sera choisi en fonction de diverses données qui sont :

- la nature de la matière active et son mode d'action ;
- l'écologie et l'habitat du parasite à combattre ;
- la méthode d'application la plus facile pour les utilisateurs (cela peut dépendre de leur niveau technique et de la qualité de leur équipement).

Les types de formulation sont de ce fait, assez diversifiés et comprennent :

- des produits liquides ;
- des poudres mouillables ;
- des pâtes fluides ;
- des poudres pour poudrage ;
- des granulés ;
- des gaz fumigants ...

D'autre part une même matière active peut être formulée de plusieurs façons différentes, les fabricants disposant d'une certaine latitude dans le choix des adjuvants au moment de leur élaboration. De nombreuses contraintes interviennent, qui laissent finalement peu de marge de choix. Par exemple, dans le cas des solvants, il faut tenir compte notamment des facilités de manutention de stockage, la stabilité du produit, la disponibilité du solvant sur le marché, son prix, sa toxicité éventuelle, le point d'éclair.

Outre la ou les matières actives, dans un produit commercial, se trou-

vent des charges qui sont soit des supports, soit des matières adsorbantes, et des agents de surface.

Les agents de surface sont des produits dont les propriétés peuvent être les suivantes :

- conférer à des matières naturellement hydrophobes une suffisante affinité pour l'eau ;
- prolonger la tenue en suspension de particules ;
- augmenter l'étalement d'une bouillie sur les parties végétales ;
- accroître la pénétration de la matière active dans le parasite ou la plante.

Chacun des constituants est choisi en fonction d'un certain nombre de critères qui contribueront à donner au produit fini ses qualités physiques, chimiques, technologiques, biologiques et agronomiques.

Finalement, plusieurs formules sont proposées aux expérimentateurs. Ceux-ci étudient les diverses propriétés physicochimiques des produits formulés. Les produits retenus sont alors testés agronomiquement. Il s'agit d'étudier l'efficacité des produits sur différents parasites ou maladies, leur innocuité sur les cultures qui doivent supporter les applications, la répartition et la persistance de la bouillie sur la plante, la comptabilité pour divers mélanges.

Certains aspects de la formulation peuvent paraître plus intéressants comme par exemple les problèmes de la stabilité chimique, et ceux qui sont liés à l'application et à l'efficacité des pulvérisations.

Un produit phytosanitaire s'utilise de quelques mois à quelques années après sa fabrication. Pendant ce temps, les conditions de stockage et de manipulations sont très variées. Il est essentiel que les substances actives et les produits en général soient garantis contre un détitrage, tel que l'efficacité et la tolérance vis-à-vis des cultures, soient significativement affectées.

Les caractéristiques des formulations sont impliquées dans des phénomènes de dérive, d'étalement, de rétention sur la plante et des densités d'impacts minimales à réaliser.

La volatilité, l'influence des agents de surface (notamment la tension

superficielle) jouent un rôle important dans les caractéristiques de la formulation appliquée.

De toute façon, la formulation en agrochimie fait surtout appel à l'empirisme et à l'expérience personnelle des chercheurs et des expérimentateurs.

Jusqu'à aujourd'hui, peu d'études scientifiques ont été publiées sinon réalisées dans le domaine de la formulation.

Or, la formulation est très importante car le choix d'un adjuvant augmente et améliore l'efficacité spécifique de la matière active. Ainsi il est possible de réduire la dose de matière active si l'on ne désire pas accroître le niveau de performance ou bien de réhausser l'efficacité pour une même dose de matière active.

Vu l'intérêt de la question, les sociétés sont avares de leurs secrets de fabrication et la recherche officielle ne s'y est jamais beaucoup intéressée. Finalement les sociétés se différencient beaucoup plus par leurs formulations que par leurs matières actives, d'où l'exploitation d'une certaine image de marque par certaines sociétés qui affirment soigner plus particulièrement les formulations de leurs produits phytosanitaires et par conséquent fabriquer et vendre des produits plus efficaces.

Il faut enfin signaler l'évolution des formulations vers des présentations sous forme de liquide pour les spécialités, chaque fois que cela est possible.

Les facilités d'emballage, de stockage, le moindre encombrement, les concentrations plus élevées possibles avec des formulations liquides expliquent en partie cette tendance. D'autre part la mise en oeuvre des produits est plus aisée : préparation des bouillies, dispersion dans l'eau, maintien de la concentration en cuve.

Même pour des matières actives nécessitant un support solide, des présentations liquides ont été récemment étudiées et commercialisées : la phase solide, très finement micronisée, est stabilisée à forte concentration dans un support liquide.

### III.3.<sup>4</sup> Les caractéristiques d'une application phytosanitaire

Le but et la raison d'être d'un médicament est la protection de la santé. Toutefois, un médicament ne sera efficace que s'il est administré à une certaine dose. Si la dose est trop faible, le traitement est inutile, au contraire si la dose est trop forte, le traitement peut être dangereux.

De même, les produits phytosanitaires sont les médicaments des plantes mais ils sont appliqués pour prévenir ou enrayer le développement de véritables épidémies puisqu'il s'agit de populations importantes de plantes. L'effet phytosanitaire sera également atteint si la bonne dose de produit, la dose efficace, est reçue par chaque individu végétal à soigner. C'est le problème le plus important de la protection des cultures : répartir correctement et efficacement le traitement phytosanitaire sur toute la parcelle.

Le produit phytosanitaire peut être distribué aux cultures de diverses façons, par fumigation, par poudrage, par application de microgranulés ou, c'est la formule la plus courante, par la pulvérisation d'un liquide. C'est cette méthode qui va être développée par la suite.

#### a/ Le dépôt du produit phytosanitaire

La spécialité commerciale phytosanitaire est dispersée dans un milieu liquide, en général de l'eau, pour former une bouillie qui sera pulvérisée sur la culture à protéger.

La bouillie épandue sur les plantes forme des dépôts. Ces dépôts représentent la forme d'administration du médicament qui exercera l'action sanitaire. Or, le dépôt n'est pas quelconque, il dépend du volume de la bouillie utilisé par hectare, de la concentration de la bouillie en produit phytosanitaire, de la masse ou du volume des végétaux, de la nature des surfaces végétales et de la tension superficielle de la bouillie puisque la rétention d'un liquide par une surface végétale est limitée. La formulation du produit phytosanitaire joue là un rôle primordial par son action sur l'adhésivité, l'évaporation, la diffusion et la rétention du dépôt.

Il est évident qu'une dose de produit phytosanitaire appliquée est d'autant plus efficace que la quantité de matière active fixée ou déposée sur la plante est importante. De même, à efficacité égale, la dose du produit employé pourrait être réduite si l'on assure une meilleure fixation de la bouillie sur la plante.

Les caractéristiques du dépôt de la bouillie sont donc très importantes et l'efficacité de l'application dépend du dépôt. Toutefois, les quantités déposées et fixées ne sont pas extensibles et elles dépendent des dimensions des gouttes.

b/ La division de la bouillie :

Quel que soit le traitement à effectuer, le pulvérisateur doit assurer la distribution d'une certaine quantité de produit phytosanitaire sur une surface.

La couverture de cette surface, compte-tenu des quantités de liquide ou de produit utilisé, nécessite le fractionnement et la division du produit de traitement.

L'un des rôles d'un pulvérisateur est d'assurer la division de la bouillie en gouttes.

La culture demande une bonne répartition du produit et une action sanitaire donc une certaine couverture de chaque plante est nécessaire, c'est-à-dire au niveau de chaque feuille, la réception et la fixation d'un nombre de gouttes suffisant.

Toutefois, dans l'état actuel des recherches, les valeurs minimales et optimales du nombre de gouttes au  $\text{cm}^2$ , pour obtenir une efficacité suffisante ne sont pas tout à fait connues. Par exemple, il semble qu'avec une vingtaine de gouttes par  $\text{cm}^2$ , un traitement herbicide de préémergence soit efficace.

La taille des gouttes doit également respecter certaines règles ; elle est de quelques dixièmes de millimètres et généralement inférieure à un millimètre. Certains pensent qu'il est nécessaire d'avoir des gouttes de taille homogène, ce qui est difficile à obtenir avec les pulvérisateurs actuels, d'autres semblent préférer une certaine hétérogénéité du spectre de pulvérisation. Le débat n'est pas encore tranché.

De toute façon, les gouttes produites par un pulvérisateur sont toujours de diverses dimensions, et les gouttes trop petites ou trop grosses entraînent des pertes de produit.

En effet, les gouttes trop fines risquent d'être emportées au loin par le moindre souffle de vent. Leur faible énergie propre à l'approche du feuillage ne leur permet pas en outre de se libérer du mouvement général de l'air ambiant et par conséquent de se déposer sur la végétation. Cependant ces gouttes représentent une fraction très faible du volume pulvérisé, souvent moins de 2 % du volume total, si bien que ce type de pertes n'est pas très grave pour l'efficacité du traitement. Par contre ces gouttes peuvent nuire aux cultures voisines et à l'environnement des cultures. Elles doivent être transportées par un flux d'air (technique du jet porté). Le dépôt des très petites gouttes (inférieures à 50  $\mu\text{m}$ ) reste aléatoire.

Les gouttes trop grosses adhèrent plus difficilement aux surfaces végétales, elles risquent de ruisseler et de tomber sur le sol. Ces gouttes sont alors perdues et avec elles le produit phytosanitaire qu'elles contiennent. Or, si ces gouttes représentent en général 10 à 15 % de la population de gouttes de la pulvérisation, elles peuvent représenter en volume 75 à 80 % de la bouillie avec les matières actives contenues. La perte de produit phytosanitaire peut être alors considérable.

Tout ceci permet de dire qu'il vaut mieux pulvériser des gouttes fines. D'ailleurs, en divisant une goutte en plusieurs gouttes plus fines, le volume reste le même, la surface de végétal couverte est supérieure et il y a moins de risque de ruissellement. Ainsi si une goutte est remplacée par des gouttes 3 fois plus petites, 27 gouttes se substituent à la grosse goutte occupant une surface 9 fois plus importante. Pour une même quantité de liquide, plus la finesse de la pulvérisation est grande, plus le nombre d'impacts est élevé comme l'illustre l'exemple d'une cartouche de chasse chargée avec 32 g de plomb. Si les plombs

ont un diamètre de 8,65 mm (chevrotine) cela fait 9 impacts. Si les plombs ont un diamètre de 1,75 mm (N° 8), cela fait 1032 impacts.

Ces problèmes de nombre d'impacts et de surfaces couvertes sont moins importants pour les cas de traitement du sol, mais généralement pour tous les autres types de traitement, l'efficacité d'une application phytosanitaire sera accrue avec l'augmentation du nombre de points d'impact, qui, associés avec une bonne formulation du produit phytosanitaire, couvriront le maximum de surface à protéger ou à traiter. Il convient également de ne pas oublier que l'application doit être réalisée à une certaine dose sur toute la parcelle. D'où l'importance de l'appareil qui effectue la répartition : l'appareil de traitement des cultures et ici, plus précisément, le pulvérisateur.

### c/ La répartition de la bouillie

La prescription d'un produit phytosanitaire à une certaine dose suppose sa distribution régulière sur toute la surface de la parcelle. Il faut que chaque élément de surface reçoive avec une marge de sécurité théorique de 15 %, la dose normale de produit, la dose efficace.

L'uniformité de la répartition doit être obtenue suivant la direction d'avancement du pulvérisateur et dans la direction transversale.

L'uniformité de la répartition longitudinale suppose :

1°) le maintien d'une concentration constante du produit dispersé dans la cuve du pulvérisateur et une bonne filtration.

2°) un débit de la rampe proportionnel à l'avancement pour appliquer effectivement le volume de bouillie par hectare déterminé et donc la dose de produit choisie ;

3°) une limitation des oscillations suivant l'horizontale des extrémités de la rampe ;

4°) l'utilisation de systèmes anti-égouttage.

La répartition transversale du liquide sous la rampe, c'est-à-dire dans la direction perpendiculaire à l'avancement nécessite notamment :

1°) le maintien de l'équidistance des axes de passages successifs correspondant à la largeur traitée . C'est-à-dire, vu que la rampe de pulvérisation a une largeur fixe, il faut que la distance entre les axes de passage du pulvérisateur soit fixe et égale à la largeur de la rampe. Dans les cas contraires, il y a des risques de chevauchement, c'est-à-dire surdosage de produit, ou des risques de manques, c'est-à-dire sous-dosage de produit ;

2°) une limitation des oscillations verticales de la rampe ;

3°) le maintien du parallélisme de la rampe au sol ;

4°) la division des rampes en éléments alimentés séparément pour une bonne finition des parcelles.

Il est, bien entendu, indispensable qu'une bonne régularité des débits des buses soit assurée.

#### d/ Les critères physiques d'une bonne application

Le principal problème est donc l'administration et la fixation par chaque individu végétal de la parcelle d'une certaine quantité de produit phytosanitaire.

L'efficacité d'une application dépend donc de beaucoup de critères techniques et principalement des dimensions des gouttes en fonction des appareils, des produits utilisés, des ennemis à combattre et des cibles à atteindre. D'autre part, deux autres paramètres importants dans une pulvérisation sont le volume de bouillie épandu par hectare et la pression d'épandage.

Il faut reconnaître que ces différents facteurs n'ont pas encore été étudiés scientifiquement et que leur liaison avec une bonne efficacité du produit est toujours partiellement inconnue. Ces facteurs sont d'autant plus importants que ce sont eux qui interviennent pour effectuer les réglages du pulvérisateur.

### III.3.<sup>5</sup> L'évaluation de l'efficacité

Les auteurs s'accordent en général pour dire que l'efficacité d'une application ou d'un traitement phytosanitaire est bonne lorsque la protection sanitaire de la culture est réalisée.

Dans les circonstances actuelles, est-il toujours raisonnable d'exiger, des produits phytosanitaires, une efficacité de 100 % ? Ce fut l'objectif des années précédentes et ceci a conduit, dans certains cas, à des surconsommations de produits, pas toujours justifiées. En effet, l'expérience a montré que, pour de nombreux produits, le passage des 90 % d'efficacité couramment obtenus à un taux 100 %, conduit à un surplus de dépenses et de produits, non rentable et potentiellement nuisible pour l'environnement.

L'efficacité d'une protection phytosanitaire est donc étroitement liée aux quantités de produits utilisées. Ainsi, l'accroissement de l'efficacité de la protection des cultures permettra la réduction des quantités de produits employés. Toutefois, nous avons vu que de très nombreux facteurs interviennent sur l'efficacité et, pour l'instant, il ne nous est pas possible de dire quelle est l'importance des divers facteurs pour leur influence sur l'efficacité elle-même. De nombreuses recherches dans les domaines des incidences du climat, des produits, de leur formulation, des caractéristiques techniques des applications, doivent être effectuées pour pouvoir juger de l'action relative de ces divers paramètres techniques de la protection des cultures.

Il est néanmoins possible de penser qu'une action dans l'étude des influences climatiques et météorologiques régionales sur les ennemis des cultures serait, peut-être, intéressante pour ses résultats à court terme. En effet, certaines expérimentations de ce type, menées dans des opérations de lutte dirigée ou intégrée, ont permis des réductions importantes des quantités de produits utilisés chez les agriculteurs qui suivaient les conseils et les recommandations établis pendant et après ces expérimentations.

De toute façon, il est indispensable de distinguer deux niveaux d'efficacité : l'efficacité du produit phytosanitaire et l'efficacité de l'application proprement dite, ou encore l'efficacité de la protection sanitaire.

L'efficacité du produit phytosanitaire est une donnée presque théorique. C'est une qualité originelle du produit qui dépend de la matière active considérée et de la formulation. Elle est mesurée dans des conditions expérimentales bien définies.

Par contre, l'efficacité des applications phytosanitaires est une notion beaucoup plus générale puisqu'elle intègre les cultures, leurs ennemis les conditions climatiques, les techniques de protection mises en oeuvre et le "savoir-faire" de l'agriculteur. Il est beaucoup plus facile d'agir sur l'efficacité de l'application que sur l'efficacité du produit lui-même et c'est la pratique agricole qui exercera la plus grande influence sur l'efficacité de l'application et donc la réussite de la protection sanitaire des cultures.

#### IV.- LA PRATIQUE AGRICOLE DE LA PROTECTION DES CULTURES

L'évolution récente de l'agriculture, c'est-à-dire la modernisation et le début de l'industrialisation du monde agricole, ont considérablement modifié les paysages agricoles, les mentalités paysannes et les méthodes de travail de nos campagnes. L'agriculteur des pays de la C.E.E. vivait jadis selon le rythme de la nature et ses productions étaient soumises, notamment en ce qui nous concerne, aux ennemis des cultures. L'usage des produits phytosanitaires restait lié à l'apparition des ravageurs et les techniques culturales traditionnelles (rotations polyvalentes, labours et façons du sol) limitaient les cas d'utilisation des produits de traitements.

Les progrès de l'industrie phytosanitaire et les gains de productivité et de qualité que permettent les produits élaborés ont largement contribué à l'accroissement des quantités utilisées. D'autre part, l'agriculteur cherche à limiter au minimum les incidences imprévisibles et défavorables de facteurs naturels, et en particulier les dégâts éventuels d'ennemis des cultures. Le critère de rendement maximum, de type industriel, ainsi adopté dans certains cas de culture très intensive, ne tient compte ni de la complexité du milieu, ni des effets secondaires éventuels de certains produits sur les cultures et l'environnement.

Néanmoins, l'agriculteur a de plus en plus conscience de la nécessité d'une saine gestion de son exploitation ; d'où l'intérêt pour lui de rechercher à réduire - à efficacité égale autant que faire se peut - le coût des traitements, ce qui l'amène à éviter les traitements superflus et les gaspillages de produit dûs à un mauvais emploi ou un réglage défectueux des appareils.

Pour connaître le comportement des agriculteurs face à l'utilisation des produits phytosanitaires, il est intéressant d'analyser la pratique agricole en question. Celle-ci peut être étudiée sous quatre aspects : l'exploitation agricole, les influences extérieures sur l'agriculteur, l'agriculteur face aux produits, l'utilisation du matériel de traitement des cultures.

#### IV. 1 L'exploitation agricole

##### IV.1.<sup>1</sup> Pratiques culturales et protection des cultures

Par ses méthodes et ses façons culturales, l'agriculteur a facilité le développement de certains ennemis des cultures. Il a créé le champ, c'est-à-dire un milieu entièrement artificiel, le seul qui puisse assurer sa nourriture, et multiplié ainsi les animaux prédateurs. D'autre part, l'utilisation de techniques nouvelles influence le développement de nombreuses affections.

Par exemple, l'utilisation d'abris (serres, châssis, tunnels plastiques) crée des conditions favorables au développement de certaines maladies cryptogamiques, en particulier à cause des températures, de l'humidité élevée et du manque de ventilation qui y règnent. Les BOTRYTIS y trouvent un climat de prédilection, et s'y développent dans des conditions parfois inquiétantes.

L'abandon des rotations traditionnelles bénéfiques à l'état sanitaire de chaque culture, et la répétition de la culture la plus rentable sont, aujourd'hui, des habitudes courantes. Or, chacun sait que, par exemple, les successions de cultures du type "paille sur paille", favorisent souvent le développement des maladies. De plus, l'abondance et la virulence des parasites sont telles que, dans certains cas, elles empêchent la culture rentable de certains végétaux. Il suffit d'évoquer les problèmes posés par divers Nématodes et les Piétins dans les grandes régions céréalières.

La simplification des travaux de préparation du sol et le développement des cultures sans labour, qui laissent de nombreux débris de cultures en surface, modifient les conditions sanitaires des cultures suivantes, et favorisent la prolifération de nombreux parasites. Les semis trop précoces aggravent la situation, de même les semis trop denses, les semis trop profonds (par leurs conséquences sur l'état de santé de la culture).

L'action secondaire des fertilisants et des produits phytosanitaires eux-mêmes, la pratique de l'irrigation,, peuvent conduire à des phénomènes de résistance des plantes ou à une dégradation de l'état sanitaire des cultures concernées.

Des techniques ou spéculations culturales nouvelles ont parfois des conséquences analogues :

Divers fruits à noyau présentent actuellement, dans la vallée de la Loire, un intérêt commercial certain, mais le type de culture classique (plein vent, gobelet, etc....) se prête mal à une exploitation rentable, en particulier du fait des difficultés de la cueillette. Une mise à fruit très rapide est aussi recherchée. Certains vergers de pruniers et de cerisiers ont été conduits comme les vergers de pommiers, en forme palissée. Ce système entraîne, tant pour la formation que pour la conduite, de nombreuses plaies de taille qui sont très facilement infectées par le STEREUUM PURPEREUM ; ce cryptogame est responsable du "*pomb*" contre lequel tous les produits sont impuissants !

Les difficultés de la vente de la Golden Delicious ont par ailleurs incité certains arboriculteurs, à surgreffer leurs vergers avec une variété intéressante pour l'exportation : Granny Smith. Or cette variété est très sensible à la Mosaïque, maladie virale à laquelle Golden Delicious est beaucoup plus résistante. Si le surgreffage est fait sur des plants de Golden Delicious atteints de Mosaïque, la Granny Smith montre au cours des années suivantes des affections sanitaires très graves qui fort heureusement s'estompent avec le temps.

Dans le même esprit, les variétés sélectionnées pour leurs hauts rendements sont plus délicates, et plus sensibles à toute compétition, et à toute infection sanitaire. Ces types de cultures nécessitent une protection phytosanitaire plus stricte et plus importante. Enfin, d'une façon générale, les nécessités économiques ont contraint les agriculteurs à modifier leurs types de spéculations culturales, autrefois bien adaptées localement. L'introduction de nouvelles variétés, ou de nouvelles cultures souvent inadaptées au climat régional, conduit habituellement à l'emploi de quantités de produits phytosanitaires bien plus importantes que dans les régions de cultures habituelles.

Tous ces choix de pratiques culturales proviennent pour les agriculteurs de contraintes économiques. Ils mènent souvent à un recours obligatoire aux produits chimiques ou à des traitements supplémentaires : le surcroît résultant doit être économiquement acceptable.

#### IV.1.<sup>2</sup> La rentabilité économique d'un traitement

La rentabilité d'une opération est son aptitude à produire un gain ou un bénéfice ; elle se détermine à partir de divers éléments, plus ou moins facile à évaluer.

L'agriculteur peut calculer facilement :

- le prix de revient de l'application à partir du prix du produit, du coût de l'application, de l'amortissement du matériel...
- a posteriori à la récolte - s'il dispose de parcelles témoins - le gain obtenu : l'augmentation de rendement, un meilleur prix de vente, de meilleures qualités technologiques des récoltes ...

Par contre, il sera plus difficile d'évaluer :

- l'action dépressive de certains traitements sur la végétation,
- les répercussions d'une application sur un assolement complet ;
- l'usure du matériel et la plus grande facilité des récoltes.

Enfin, il sera impossible de chiffrer :

- les contraintes techniques conduisant à un changement de système de culture ;
- les contraintes sociales (manque de main-d'oeuvre) ;
- les facteurs psychologiques (mode ou désir et satisfaction d'avoir des cultures propres et belles) ;
- les répercussions sur l'environnement.

Tous ces éléments doivent être pris en compte, pour juger de la rentabilité générale d'une application phytosanitaire : le résultat final exact ne peut d'ailleurs être connu qu'à la récolte, voire après plusieurs années.

Les techniciens et les chercheurs mettent au point des alarmes, permettant de signaler à l'agriculteur le moment où les dégâts d'un ennemi des cultures sont suffisants pour faire une intervention chimique qui neutralisera cet ennemi. On appelle ces alarmes :

- le seuil de nuisibilité technique, qui est le niveau d'infestation à partir duquel une action dépressive ou parasite sur la culture est détectable ;
- le seuil de nuisibilité économique qui est le niveau à partir duquel un traitement est justifié parce qu'il devient rentable.

En réalité, l'établissement d'un seuil de nuisibilité d'un ennemi d'une culture donnée, fait intervenir de très nombreux facteurs, dont la nature de la culture, la nature de l'ennemi, les conditions climatiques, la fertilisation, l'état sanitaire de la culture.. Il est donc très difficile de déterminer ce seuil, et son utilisation pratique relèvera, encore longtemps, tout autant de l'expérience que de la science de l'agriculteur. Il est donc fina-

lement très délicat de juger de la rentabilité d'un traitement.

Cependant, l'application phytosanitaire ne peut se justifier que par sa rentabilité, tandis que l'agriculteur doit respecter les législations et réglementations en vigueur. La conjonction de ces deux faits a donné naissance à ce qui est communément appelé " la bonne pratique agricole".

#### IV.1.<sup>3</sup> La bonne pratique agricole

Les organisations internationales et nationales ont l'habitude de se référer, pour définir l'utilisation des produits phytosanitaires, à la "bonne pratique agricole". En voici la définition selon le Codex Alimentaire, mise au point par la F.A.O. et l'O.M.S.

*" Cette expression signifie l'usage officiellement recommandé ou utilisé des produits phytosanitaires, à n'importe quel stade de la production, du stockage, du transport, de la distribution et du traitement des denrées et autres produits agricoles. Il sera tenu compte de la variation des besoins à l'intérieur des régions et entre elles, ainsi que des quantités minima nécessaires pour obtenir un résultat satisfaisant, l'application étant faite de manière à laisser un résidu qui soit aussi faible que possible, et acceptable du point de vue toxicologique ".*

La bonne pratique agricole est donc définie comme étant celle qui permet d'obtenir des aliments sains et non toxiques ; elle conduit naturellement à la notion de dose de résidus tolérée. Les résidus tolérés sont généralement définis à partir de résultats d'essais et de données expérimentales, et il est admis que des taux de résidus plus élevés que les tolérances sont inacceptables, car ils sont obligatoirement la conséquence de pratiques non recommandables.

Dans l'esprit du législateur et de la réglementation, ces principes sont très clairs, résultats d'essais et chiffres à l'appui, mais sur le terrain et pour l'agriculteur, le problème est plus complexe. En effet, l'agriculteur n'a ni les possibilités, ni les moyens de contrôler, de vérifier son travail, et la bonne distribution de la dose de produit prescrite à chaque plante. A fortiori, l'agriculteur n'est pas capable de prévoir, ou de mesurer les taux de résidus dans les denrées agricoles qu'il récolte et commercialise.

Il faut également reconnaître qu'il est difficile de définir la "bonne pratique agricole" devant servir de référence, par tous les cas de figure d'une région. Le milieu de culture est un milieu rural essentiellement variable et variant, et chaque cas est un cas particulier :

- . chaque parcelle a sa propre culture en place, son microclimat, son assolement, sa fumure, son relief, son sol ...

chaque agriculteur a son expérience personnelle, son savoir-faire, son intuition .. et ses connaissances techniques en ce domaine, connaissances parfois insuffisantes.

Il faut ajouter par ailleurs que le concept de "bonne pratique agricole" s'est récemment élargi et peut actuellement se résumer par "bonne protection phytosanitaire des cultures, non toxicité des produits récoltés, respect de l'environnement".

Cette dernière et nouvelle contrainte, sous-entendue autrefois, mais clairement exprimée aujourd'hui, modifie les conditions d'application des produits phytosanitaires. Il faut traiter le moins souvent possible et avec les produits les moins toxiques. Ces propositions sont raisonnables et s'accordent avec les critères modernes de l'économie de l'exploitation agricole. En traitant moins souvent et en diminuant les doses, les frais financiers relatifs à la défense des cultures sont réduits. Mais la compréhension et l'adoption de ces préceptes par la profession agricole ne se réaliseront qu'à la condition que les revenus agricoles finaux ne soient pas réduits.

De toute façon, une certaine évolution doit intervenir dans les législations, recommandations et surtout dans la pratique agricole.

## IV.2. Les influences extérieures sur les agriculteurs

### IV.2.<sup>1</sup> Informations technique et formation de l'agriculteur

L'agriculteur, chef de son entreprise, l'exploitation agricole, est le responsable de sa culture et de sa protection phytosanitaire. Son niveau technique est fondamental et la qualité de son travail dépend en particulier de ses connaissances, de ses possibilités et de ses sources d'information.

Les sources d'informations et de renseignements des agriculteurs sont multiples et très diverses. Dans le domaine de la protection des cultures, les articles ou les publications techniques sont issues d'organismes internationaux, nationaux, professionnels, de la presse spécialisée et des sociétés phytosanitaires. Aussi, souvent, l'agriculteur se trouve inondé de documents, quelquefois discordants. Or, plus les renseignements sont nombreux, plus leur dépouillement est difficile; d'autre part, l'agriculteur n'est pas toujours en mesure d'étendre au niveau de son exploitation les indications données par la littérature.

L'opportunité d'un traitement et la date d'application du produit phytosanitaire posent un problème difficile à l'exploitant agricole, d'autant plus que les dommages causés par un parasite varient beaucoup d'une situation à l'autre.

Les synthèses effectuées par les organismes fédéraux pourraient aider les conseillers, les techniciens et les praticiens, à condition que certains vendeurs ne vendent pas à "tout prix", que certains conseillers ne craignent pas d'être débordés par les agriculteurs, et que ceux-ci ne cèdent pas aux pressions publicitaires.

Il est logique, qu'au niveau national, les études aboutissent à des recommandations générales issues de recoupements et de moyennes. Il reste cependant, aux différentes régions, la charge d'affiner les observations et de préciser les particularités. Certains organismes de prévision réalisent cette action mais leurs travaux sont encore trop méconnus et, parfois, inadaptés, en grande partie à cause de la faiblesse de leurs moyens financiers. Plus près de l'agriculteur, il serait même souhaitable que la prescription phytosanitaire s'ajuste progressivement, jusqu'à une élaboration, cas par cas.

La coopération agricole, les groupements d'agriculteurs en place, semblent être les cadres tout désignés pour guider et conseiller les agriculteurs, à l'exclusion de tout objectif commercial.

Il serait intéressant que de telles initiatives soient fortement encouragées et étendues à l'ensemble de la profession agricole, avec des recommandations adaptées aux différentes conditions pedo-agro-climatologiques, de façon à donner à l'agriculteur peu réceptif, la confiance nécessaire pour assurer, en pleine connaissance du problème, la protection de ses cultures.

Ces types d'action existent quelquefois localement, mais plus souvent il n'y a rien et les agriculteurs se trouvent fort dépourvus. En effet il faut reconnaître que si l'agriculteur maîtrise parfaitement aujourd'hui de nombreuses techniques culturales comme les labours, les semis, la fertilisation, et bien d'autres, la protection des cultures est encore pour la majorité un travail délicat qui n'est pas toujours bien compris et par conséquent bien réalisé.

La formation technique des agriculteurs, en ce domaine, n'est donc pas complète et il est donc tout à fait normal qu'ils aient du mal à dépouiller toute la documentation technique qu'ils peuvent recevoir ou acquérir puisqu'ils possèdent mal la théorie et la technique de base.

Les agriculteurs ne sont d'ailleurs pas les seuls en cause ; trop de conseillers de toutes origines, faute d'une compétence suffisante ont joué avec les doses, les cadences et les dates de traitement. Le problème de la juste information et de sa réceptivité est un problème essentiel actuellement

Toutefois, les Instituts techniques et les Organismes professionnels fournissent, maintenant, des éléments de jugement utiles pour certaines spéculations culturales et certaines régions. Mais combien de temps les agriculteurs passent-ils à écouter les vendeurs et à lire la publicité ? De même, combien de temps passent-ils à étudier les articles et les informations techniques qui sont le plus souvent bien plus rébarbatifs et bien plus difficiles à comprendre que les premiers cités ?

#### IV.2.<sup>2</sup> L'action des firmes agropharmaceutiques

Les firmes agropharmaceutiques qui fabriquent et commercialisent les produits phytosanitaires, jouent naturellement un grand rôle dans la pratique agricole concernant la mise en oeuvre de leurs productions. Leurs actions peuvent approximativement être séparées en deux parties : un secteur technique et un secteur commercial.

En effet, les sociétés disposent de services techniques, effectuant la formation et l'éducation des agriculteurs, pour choisir leurs produits, les doses et les moments les plus opportuns de traitement, afin d'obtenir une bonne efficacité. Il faut souligner l'importance, l'utilité et les services rendus par ces techniciens au monde rural.

Par contre les vendeurs de produits phytosanitaires, représentant des firmes, ont plus souvent une attitude et des fonctions plus ambiguës. Au niveau de ces personnes, se remarquent la dualité et l'opposition des deux fonctions commerciales et techniques qu'ils réunissent.

Le vendeur est effectivement motivé par la vente d'une quantité maximale de produit, et il soutiendra son avis, tout à fait subjectif, par un argumentaire obligatoirement technique, quelquefois discutable.

A ce sujet quelques points peuvent être signalés. Un bon vendeur défend les produits préventifs, et une pratique courante est de garantir les récoltes, d'assurer la régularité des récoltes, et donc des recettes de l'exploitation agricole, grâce à l'utilisation des produits phytosanitaires. Pour l'agriculteur c'est un aspect très intéressant et très influent de la discussion, face à l'augmentation des dépenses de l'exploitation, et des échéances des prêts à rembourser. Il ne faut pas oublier l'importance des critères économiques et financiers pour tout agriculteur.

Ces échanges agriculteurs-vendeurs mettent également en évidence le problème des durées de stockage des produits phytosanitaires, et de la conservation des propriétés biochimiques et physiques. Certaines matières actives comme le Manebe perdent une partie de leur efficacité propre, ou se délitent, en quelques mois.

Or les représentants-vendeurs de produits phytosanitaires visitent les exploitations, et vendent certains produits, à la morte saison, avant que l'agriculteur en ait besoin. L'achat des produits est alors effectué à l'avance et le produit peut parfois être stocké plusieurs années.

Au bout d'un certain temps, le représentant affirme que le produit a perdu une partie de son activité, qu'il faut absolument l'utiliser le plus tôt possible, augmenter la dose, voire même dans certains cas compléter le produit en stock avec du produit neuf.

Les informations dans ce domaine sont très rares et seules les sociétés ont mené des études à ce sujet. Les représentants peuvent avoir raison, mais leurs arguments sont incontrôlables à moins de faire des essais. Il y a donc une lacune dans la réglementation qui peut permettre des abus de la part de certains représentants de produits phytosanitaires.

Un autre aspect commercial de l'action des firmes agropharmaceutiques est la publicité. La présence de la société est assurée classiquement et régulièrement dans la presse agricole ou régionale. Plus exceptionnellement divers concours et promotions commerciales sont organisés ; leurs portées réelles sont parfois discutées, au niveau des firmes elles-mêmes.

L'affichage connaît depuis quelque temps un renouveau, et prend une place très importante. En effet l'affichage concerne naturellement une société, mais aussi plus spécifiquement un produit donné. L'affichage permet d'atteindre et d'influencer l'agriculteur dans son milieu de vie habituel ; l'affichage permet également de conseiller l'agriculteur au bon moment, quand il va être opportun d'utiliser le produit.

La publicité informe les utilisateurs et il y a peu de reproches à formuler, à ce sujet. Cependant il est parfois regrettable que certaines informations techniques, qui accompagnent les annonces publicitaires, soient incomplètes. Par exemple, le seuil d'intervention est cité tel quel. Or les agriculteurs ne connaissent pas encore bien ce concept, et leur donner un seuil d'intervention, sans donner la méthode de calcul spécifique qui l'accompagne, peut certainement induire en erreur de nombreuses personnes, et les inciter à utiliser des quantités excédentaires de produits.

Le dernier contact entre les sociétés et l'agriculteur reste naturellement le produit phytosanitaire, donc son emballage et son étiquetage. Dans de nombreux pays, l'étiquetage est réglementé et contrôlé, soit systématiquement à l'homologation du produit, soit plus occasionnellement par un service de contrôle (comme la Répression des Fraudes en France). A ce sujet, en France, le contrôle des étiquettes n'est pas fait systématiquement, et certaines étiquettes ne sont pas toujours exactement conformes à la réglementation : le contrôle de l'étiquette à l'homologation du produit permettrait certainement de limiter ces inexactitudes.

L'influence des firmes agropharmaceutiques sur la pratique agricole peut donc être importante, et les services techniques que ces sociétés peuvent rendre à la profession agricole sont très intéressants. Toutefois, il est possible de constater un certain divorce entre le personnel des firmes, les techniques d'application des produits, et les techniques d'utilisation du matériel de protection des cultures. Cette liaison entre les deux principes techniques, d'origine

industrielle, le produit phytosanitaire et l'appareil de traitement est très rarement effectuée et la profession agricole ne peut que le regretter. L'industrie du matériel de traitement intervient-elle aussi dans la formation et l'éducation des agriculteurs ?

#### IV.2.<sup>3</sup> L'action de l'industrie du matériel de traitement des cultures

Il est inutile d'essayer de rapprocher ou de comparer les actions de l'industrie agropharmaceutique, et celles de l'industrie du matériel de traitement des cultures. En effet les différences de taille entre ces deux types d'industrie sont considérables, puisque le chiffre d'affaire des constructeurs de matériel représente environ 10 % du chiffre d'affaire de l'agropharmacie. Les potentialités d'action auprès des agriculteurs sont aussi très différentes.

Le machinisme en protection des cultures fait intervenir deux agents : le constructeur du matériel, industriel petit ou moyen, très spécialisé et le concessionnaire-marchand-réparateur, qui vend du matériel de traitement, mais aussi toute la gamme du matériel agricole.

Les constructeurs n'exercent pas réellement une action sur les agriculteurs. Le service agronomique de l'usine reste en contact avec certains agriculteurs qui jugent le matériel existant et explicitent les modifications qu'ils souhaiteraient voir apporter. Il n'y a pas à proprement dire de techniciens de l'usine au service des agriculteurs.

Les concessionnaires, comme les vendeurs-représentants de produits phytosanitaires, exercent une fonction double qui comporte : un aspect commercial et un aspect technique. Le concessionnaire, lors de la livraison de l'appareil de traitement neuf, est chargé de faire la mise en route et à cette occasion il doit indiquer à l'agriculteur, les principes de réglage de l'appareil.

L'appareil est également livré avec un "*livret de mise en route-entretien*", comportant un guide de réglages expliquant à l'agriculteur comment se servir de l'appareil. Encore faut-il que ce dernier se donne la peine de lire et d'essayer de comprendre ces réglages.

Au point de vue commercial, des journées d'information sont organisées de temps en temps, avec la participation de groupements agricoles locaux, mais il s'agit seulement de démonstration et de présentation de matériel, ce qui est nettement insuffisant pour mobiliser la sensibilité et la réceptivité des agriculteurs.

Pourtant, les constructeurs de matériel de traitement sont conscients de ce que la protection des cultures est une activité où chaque détail a une place importante dans l'obtention de l'efficacité optimale de l'application. Les efforts de perfectionnement consentis sont considérables, et les matériels qui existent maintenant, permettent l'application du produit dans les meilleures conditions d'efficacité.

Ainsi pour les pulvérisateurs, ces efforts portent sur les systèmes de réglage de débit, sur le perfectionnement des buses de pulvérisation, sur les systèmes de maintien du parallélisme de la rampe au sol, sur l'amélioration des systèmes de brassage de la bouillie dans la cuve, etc....

Les systèmes de réglage de débit permettent d'épandre un volume par hectare de pulvérisation choisi, avec une bonne précision. Il est possible de distinguer 2 grandes catégories :

- l'une comporte des systèmes à débit proportionnel aux variations du régime moteur pour un rapport donné de la combinaison des vitesses ;

- l'autre catégorie comprend les systèmes qui tiennent compte des variations de la vitesse d'avancement dues aux variations de régime du moteur et aux glissements (D.P.A.).

Un avantage considérable des appareils D.P.A. est représenté par la facilité et la sécurité des réglages. En fait il suffit de fixer le volume par hectare d'application et d'utiliser le rapport de boîte de vitesse convenable, donnant la pression adéquate, pour la pulvérisation désirée, en tenant compte du type et du calibre de buse utilisée.

Le perfectionnement des buses concerne la fabrication de buses, à grand angle de pulvérisation obtenu avec des pressions inférieures à 4 bars. Avec ces buses, la pulvérisation est mieux répartie, moins exposée à l'action du vent, et les risques de dérive de gouttes sont moindres, car la hauteur optimale de la rampe peut être diminuée.

Avec les rampes fixes classiques, les irrégularités du sol donnent lieu à des oscillations verticales qui affectent notablement la répartition, en particulier dans la zone de recouvrement de 2 passages contigus de l'appareil de traitement, il faut maintenir alors la hauteur à des valeurs relativement importantes.

D'autre part, les rampes simplifiées, non haubannées, ou insuffisamment haubannées, présentent l'inconvénient d'oscillations horizontales, ce qui entraîne des balayages répétés, sur la même surface. Inutile de dire que si les deux phénomènes sont associés, la répartition devient très mauvaise, et l'application compromise surtout lorsqu'une très bonne répartition au sol est recherchée.

De tels inconvénients sont corrigés par des rampes correctement haubannées, équipées de systèmes de suspension dits "*pendulaires*".

En outre, un bon brassage de la bouillie est indispensable pour assurer la régularité, et la continuité de la concentration de la bouillie épandue, et finalement assurer une bonne répartition de la matière active.

Avec l'augmentation des capacités des cuves, l'agitation est réalisée par une pompe à gros débit destinée spécialement à cet usage.

Divers autres moyens permettent aussi d'améliorer la précision du traitement. Citons par exemple les systèmes de filtration et les systèmes anti-égouttage.

Les caractéristiques et les performances des appareils de traitement des cultures, qui sont sur le marché, permettent donc de réaliser mécaniquement une bonne distribution des produits, à condition de bien connaître le matériel, ses possibilités et ses réglages.

### IV.3. L'agriculteur et les produits phytosanitaires

L'agriculteur utilise les produits phytosanitaires, mais le choix de ces derniers et leurs modalités de mise en oeuvre, ainsi que le moment de l'application, ne sont pas toujours des plus rationnels.

#### IV.3.<sup>1</sup> Le choix du produit phytosanitaire

Le produit phytosanitaire est au centre du débat qui s'est installé entre les agriculteurs et les consommateurs, et entre les agriculteurs et les défenseurs de l'environnement. Les caractéristiques des produits sont très diverses.

Comment faut-il choisir le produit ?

Théoriquement, le produit phytosanitaire devrait répondre à ces critères :

- le mieux adapté aux objectifs techniques recherchés ;
- le plus facile à appliquer (économie de temps et d'énergie) ;
- le moins toxique pour l'homme et pour l'environnement ;
- le moins cher possible.

Pratiquement, le choix d'une spécialité phytosanitaire est souvent le résultat d'un compromis, le produit devant également être disponible au point d'achat de l'agriculteur.

En fait, l'agriculteur choisit rarement son produit, car les produits eux-mêmes, sont souvent très nombreux pour résoudre le même problème, et il ne peut pas toujours distinguer les avantages et les inconvénients des uns ou des autres. De toute façon, les points d'approvisionnement de l'agriculteur ont effectué ce choix pour lui, ou l'ont beaucoup restreint.

Les distributeurs de produits phytosanitaires, coopératives ou négociants, jouent à cet égard un rôle de conseiller auprès de l'agriculteur, puisqu'ils ont limité ses possibilités d'achat. Il est regrettable que la solution de facilité, proposant à l'exploitant agricole des produits passe-partout, peu sélectifs et onéreux, soit adoptée dans certains cas.

L'agriculteur lui-même, lorsqu'il a le choix, préférera souvent acheter un produit bon-marché plutôt qu'un produit cher, quitte à réaliser plusieurs applications avec le produit bon marché.

C'est pourquoi de nombreuses matières actives ne sont ni développées, ni commercialisées, parce que leur mise en oeuvre n'est pas compatible avec les impératifs économiques de la culture. Or, à qualités techniques égales, les nouvelles matières actives très élaborées tenant compte des exigences les plus sévères en matière toxicologique et en matière de respect de l'environnement sont fatalement plus chères.

Ainsi les produits phytosanitaires nouveaux, plus spécifiques, sont plus onéreux que les produits anciens, polyvalents. Ils rencontrent donc des difficultés pour être développés, dans la firme elle-même, et plus tard sur le marché.

Toutefois la sensibilité des agriculteurs aux problèmes de l'environnement et la meilleure technicité des opérateurs, devraient permettre, chaque fois que cela sera possible, le remplacement des produits polyvalents par des produits spécifiques malgré leur prix unitaire plus élevé.

Enfin, si le très grand nombre de produits peut désarçonner quelque peu les agriculteurs et leurs conseillers, cela constitue une garantie contre la disparition systématique d'une tranche de vie sur de grands espaces, chaque produit ayant un spectre d'action différent et une zone d'application relativement limitée.

Le choix de l'agriculteur n'est donc pas aussi étendu qu'il serait possible de le croire, d'autant plus qu'en fonction de sa technique culturale, il précisera s'il désire un produit à action préventive, ou à action curative.

#### 1V.3.<sup>2</sup> Traitements préventifs ou traitements curatifs

Préventif ou curatif, même dans les conditions de "*la bonne pratique agricole*", un traitement efficace est un traitement d'assurance.

En effet, c'est la notion de probabilité d'accident ou de dégats, assortie du fait que l'on ignore si un accident aura lieu ou non, qui justifie le traitement préventif. De même, un traitement curatif est une assurance contre l'extension probable ou non de dégats d'ennemis des cultures effectivement présents. En outre, on connaîtra rarement la rentabilité d'un tel traitement, car il n'y a pas, d'habitude, une parcelle témoin non traitée pour pouvoir comparer.

Il y a certes un danger d'adopter des exigences et des mécanismes in-

dustriels, en appliquant des principes inspirés de la prévention médicale. Cette procédure aboutirait à des surplus de consommation de produits phytosanitaires non justiciables au point de vue économique, et très criticables pour l'environnement. D'ailleurs les circonstances économiques, plus sévères ces dernières années, ont strictement limité le développement de tels procédés.

L'adoption de programmes de traitements préventifs, voire même de calendriers de traitements fixés à l'avance est peu répandue. Ce ne sont que des cas isolés et il ne faut pas exagérer ni dramatiser cette question. Les sociétés fabriquant ou commercialisant les produits, elles-mêmes, se gardent bien de promouvoir des calendriers systématiques de traitements, car les risques de mauvaise efficacité sont trop grands, et l'agriculteur se retournerait alors trop facilement contre le mauvais conseiller.

Par contre, il est possible de dénoncer une tendance plus marquée pour le Nord de l'Europe et les moyennes exploitations, celle de s'en remettre de plus en plus, pour les traitements, à des entreprises à façon.

Ainsi, à la limite, dans le cas de plusieurs exploitations, dans la même région, l'entrepreneur de travaux ne peut pas couvrir toutes les exploitations dans l'intervalle de temps nécessaire. Les entrepreneurs ont alors tendance à effectuer des traitements de précaution et à augmenter la consommation spécifique de produits phytosanitaires.

Il est également vrai que certaines entreprises de travaux aériens assurent une protection des cultures par des abonnements forfaitaires. Ceci ne peut pas mener à une stricte économie de produits phytosanitaires.

Pourtant aux yeux des agriculteurs les traitements préventifs sont très séduisants, justement parce qu'ils constituent une réelle assurance contre toute apparition de l'ennemi des cultures concernées. En effet l'agriculteur doit compter avec l'économie de son exploitation, et travaillant dans un milieu très variable, il a des contraintes obligatoires et fixes, en l'occurrence des prêts à rembourser. Certains traitements peuvent être rentables dans seulement 10 % des cas, mais l'agriculteur ne veut pas risquer des pertes s'il ne traite pas, et il traitera à cause de ses échéances financières. Il ne faut pas cacher que les traitements préventifs ont aussi un grand avantage : c'est leur facilité d'emploi. Aussi les

agriculteurs dont les connaissances techniques sont faibles, utiliseront les produits préventifs pour deux raisons. D'une part, le problème de la date d'application n'est pas crucial (il faut appliquer le produit à un certain stade végétatif de la culture et s'assurer de la persistance du produit tant que les risques sanitaires existent). D'autre part, l'agriculteur est beaucoup plus tranquille ; il n'a pas besoin de suivre et d'attendre les conseils techniques des services de prévision, ni d'aller régulièrement vérifier l'état de santé de sa culture. C'est donc une solution de facilité quelquefois obligatoire pour quelques-uns et souvent confortable pour d'autres.

Les produits à action curative, au contraire, sont appliqués seulement quand les dégâts ont été constatés et les ennemis des cultures identifiés. Le traitement est alors plus sûr et mieux dosé et il est effectué à partir du moment où la perte de récolte éventuelle est susceptible d'égaliser le coût du traitement. Ceci suppose néanmoins que le produit curatif existe (cela n'est pas toujours le cas, pour certains fongicides par exemple) et que les possibilités d'intervention (déplacements sur la parcelle) soient immédiates. Autrement dit, pour l'agriculteur, des économies de produits et d'argent sont possibles mais les risques de pertes sont plus importants. Plus précisément, par exemple, les produits herbicides de prélevée sont des produits préventifs, et il semble bien que certains traitements herbicides soient effectués par pure routine, quand ce n'est pas pour la satisfaction d'avoir des cultures propres, sans qu'il en résulte une augmentation de rendement.

Dans les publications des conférences de Brighton, on peut voir que pour le Royaume-Uni, 99 % des traitements contre les dicotylédones n'ont aucun intérêt économique, parce qu'il n'en résulte aucune augmentation de rendement. Il semble donc, que le seuil de nuisibilité ne soit pratiquement jamais atteint au Royaume-Uni, dans les conditions de cultures actuelles.

Effectivement, il est difficile de déterminer l'opportunité d'un traitement en prélevée, car au moment de l'application de l'herbicide, les mauvaises herbes qui vont germer ne sont pas connues. Théoriquement, l'agriculteur connaît ses terres et il sait donc par quelles espèces et avec quelle intensité elles sont infestées.

Il faut aussi noter que, l'on ne dispose pas de produits de post-levée efficaces contre toutes les espèces de mauvaises herbes.

Dans les essais de l'Institut Technique des Céréales et Fourrages (I.T.C.F.) en France, pour les applications herbicides sur céréales en 1968-1969, 78 % des traitements étaient économiquement rentables, en 1969-70, on en comptait seulement 60 % et, en 1970-71 seulement 51 %.

Pour les fongicides sur céréales depuis 1970, compte tenu du coût des produits, il est apparu que des traitements préventifs n'étaient rentables que dans 40 % des cas environ (toujours d'après les conclusions de l'I T C F ).

Les traitements d'assurance et de prévention ne sont donc pas toujours justifiés au point de vue financier. Toutefois, ce type d'applications assure la régularité des marchés dans la production de quantités définies de produits agricoles, comme dans les achats et les consommations de produits phytosanitaires par les agriculteurs.

### IV.3.<sup>3</sup> La décision et le moment du traitement

L'agriculteur ne connaît pas toujours les bonnes circonstances d'utilisation des produits, car il ne possède pas encore complètement la bonne pratique culturale de la défense des cultures. Il est souvent psychologiquement en situation d'infériorité lorsqu'il aborde ces problèmes. Par ailleurs, quand il a décidé de traiter, il veut que l'application soit effectuée le plus vite possible. Il préfère, en fait, s'orienter vers l'achat de matériels plus puissants.

Toutefois, de nombreux agriculteurs connaissent bien la question et ils peuvent jouer un rôle intéressant au niveau local en servant d'exemple. En effet, au niveau d'un "petit pays", ou d'une petite région agricole, il y a souvent l'agriculteur de référence (le plus "gros" ou le plus instruit..) et, quand il traite, le lendemain tous ses voisins traitent. Ces personnages pourraient jouer un grand rôle dans la promotion de la vulgarisation de " la bonne pratique agricole".

D'autre part, les agriculteurs n'oublient jamais les contraintes économiques ; les exigences qualitatives courantes des consommateurs et de la normalisation, plus basées sur l'aspect extérieur que sur les qualités gustatives ou nutritionnelles, pourraient conduire à un emploi exagéré de produits. Pour le producteur, il est impératif de respecter les critères d'aspect correspondant aux normes de qualités s'il ne veut pas subir un préjudice financier important, constituant une lourde pénalisation. Ainsi, le déclassement d'une partie d'une récolte de fruits dans la catégorie immédiatement inférieure, a pour effet d'en diminuer le prix de vente de 15 à 20 % en moyenne. Le montant des achats de produits phytosanitaires est évalué à 3 % du coût final du produit agricole au moment de sa mise sur le marché (THIAULT ([15])).

Ces chiffres éloquents, confortés par les exigences des pays importateurs, ont incité les producteurs de fruits à pratiquer une lutte chimique préventive, et à rechercher, grâce à des produits phytosanitaires très polyvalents, une assurance "tous risques".

#### IV.3.<sup>4</sup> Le choix de la dose de produit à appliquer

La dose d'application d'un produit phytosanitaire peut être fixée par l'homologation qui vise à garantir l'efficacité du produit et la non phytotoxicité. Au niveau de la France, la dose retenue est une dose précise médiane expérimentée selon des critères de technicité moyenne et dans des conditions géographiques et climatologiques moyennes. Cette dose peut être modulée (en la diminuant ou en l'augmentant) suivant les conditions locales (par exemple le type de sol dans le cas de la matière active herbicide simazine). Par ailleurs, l'application de la dose double (cas particulier du chevauchement des bandes traitées) ne doit pas entraîner de phytotoxicité sur la culture. Les services d'homologation, pour les conditions techniques de traitements expérimentaux, soulignent la nécessité de prendre également en compte la pratique agricole courante d'agriculteurs techniquement moins évolués.

D'autre part, pour l'homologation, le produit en question doit avoir été essayé à 1000 L. par hectare et à un autre volume par hectare utilisé habituellement. Il faut que le produit soit efficace aux deux volumes indiqués d'application par hectare.

L'expérimentation des produits phytosanitaires est effectuée selon les principes classiques de la protection des cultures, c'est-à-dire que l'application doit réaliser un film autour de la végétation à protéger, jusqu'à ce qu'il y ait sur chaque partie végétale une goutte pendante, juste avant le ruissellement. Les résultats obtenus d'après cette pratique ne coïncident pas toujours avec ceux qu'on obtient selon la nouvelle conception de l'application qui admet que la protection phytosanitaire est suffisante lorsqu'on réalise une certaine densité d'impacts de gouttes de produits sur les surfaces végétales. C'est pourquoi certains centres de recherche conduisent des études permettant de définir les densités d'impacts assurant une protection sanitaire équivalente à celle qui est réalisée suivant les principes classiques.

Les autres caractéristiques de l'application ne sont jamais clairement indiquées. Pourtant l'efficacité d'une application peut varier avec les caractéristiques techniques et les conditions d'application. Les volumes par hectare épanchés eux-mêmes sont très variables dans la pratique et ils sont largement inférieurs au volume de référence pour l'homologation (1000 l. par hectare). En effet, les performances des appareils actuels, lorsqu'ils sont utilisés à bon escient, permettent d'effectuer une bonne application avec des volumes de 400 l, 200 l, par hectare, et même moins selon les techniques de pulvérisation, les cultures et les parasites.

Or, si les réglementations et les législations sont contraignantes pour certains aspects de la protection des cultures, en général les agriculteurs sont libres quant aux méthodes d'application des produits et quant au choix des caractéristiques de l'application (par exemple : choix du type d'appareil, du volume par hectare, de la pression, des buses, de la hauteur de rampe...).

Il y a donc un problème pour les techniciens, lors des expérimentations de nouveaux produits quand il s'agit de simuler la pratique agricole, puisque ces expérimentations permettent de définir une dose moyenne efficace du produit phytosanitaire utilisé.

Pratiquement, les enquêtes des firmes agropharmaceutiques montrent que les agriculteurs, souvent par souci d'économie, sous-dosent certaines applications sans avoir de problèmes majeurs. Toutefois, il ne faut pas généraliser, car en 1977, en France, la mise en oeuvre d'une spécialité contre le mildiou à des doses inférieures à la dose d'homologation, a eu des conséquences désastreuses. Ainsi, sous-doser une application peut paraître louable du point de vue de la protection de l'environnement, mais lorsque le sous-dosage est injustifié, c'est le résultat inverse qui est obtenu, c'est-à-dire que, au lieu d'économiser du produit, il faut recommencer le traitement une autre fois, avec des risques d'apparition de phénomènes d'accoutumance.

En France, l' A P V et l'homologation concernent une dose unique, mais le fabricant peut recommander une fourchette de doses différentes de la dose homologuée. Un agriculteur connaissant bien les performances de son appareil de traitement et l'utilisant dans de bonnes conditions, pourra minorer souvent les doses de produits qu'il utilise.

Il est difficile de critiquer les doses homologuées dont le rôle est de confirmer une certaine efficacité. Le choix de la dose d'application doit varier avec les circonstances de l'attaque de l'ennemi de la culture et le "savoir-faire" de l'agriculteur dont la technicité est évidemment un facteur primordial.

Il y a souvent des confusions entre la dose par hectolitre, la dose par hectare, la dose de matière active, la dose de produit commercial.

Un organisme de recherche en machinisme anglais, le N.I.A. (National Institute of Agricultural Engineering) a étudié la répartition des produits phytosanitaires sur les cultures avec les appareils de pulvérisation. NATION (16) a particulièrement travaillé ce sujet et a relevé les faits suivants.

La répartition des produits phytosanitaires sur les cultures est déterminée par l'analyse d'un échantillon de surfaces tests, placées çà et là dans la culture, de 10 cm<sup>2</sup> de surface.

La comparaison entre une bonne et une mauvaise répartition montre que les caractéristiques peuvent varier considérablement et donc sérieusement compromettre l'efficacité d'un traitement.

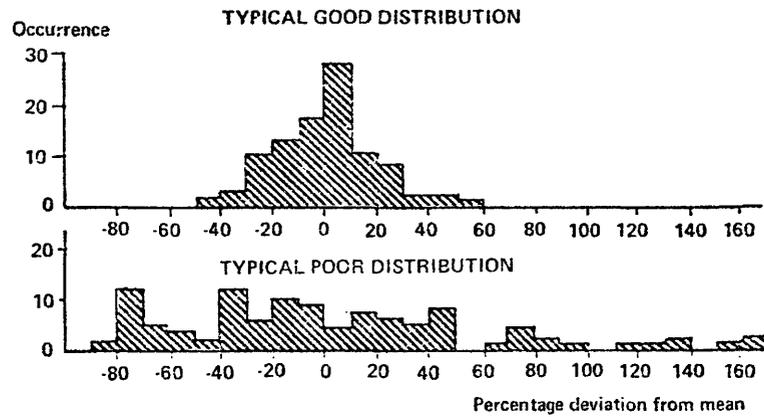


FIG. 1. Histograms of distribution variations on two sites.  
(By permission of National Institute of Agricultural Engineering.)

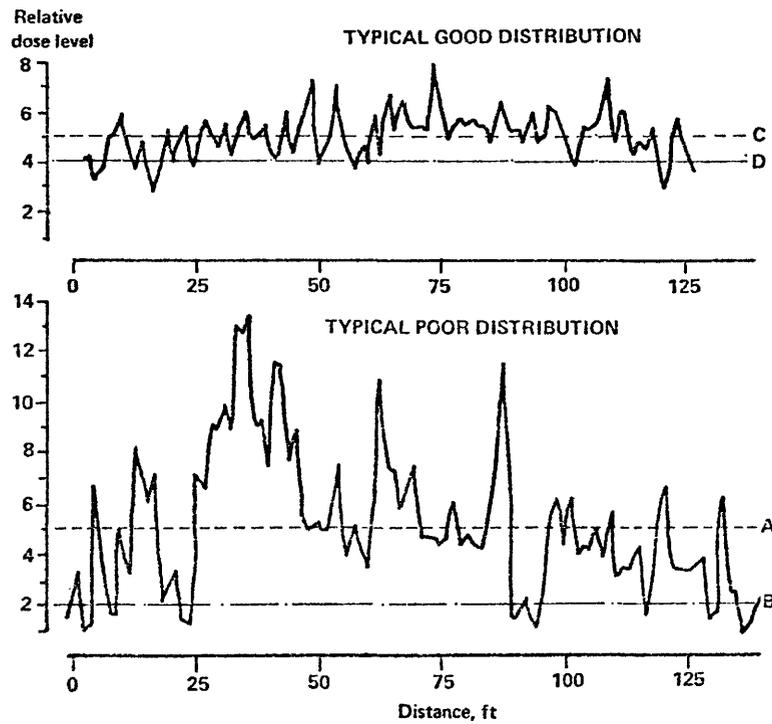


FIG. 2. Relative deposit variations on the same two sites.  
(By permission of National Institute of Agricultural Engineering.)

le dernier graphique montre ce que peut être une répartition particulièrement mauvaise, qui ne représente pas la qualité moyenne de la distribution couramment obtenue en culture.

Une représentation graphique de la répartition peut être obtenue en construisant un histogramme de la distribution autour de la moyenne des doses appliquées. La figure 1 montre un tel histogramme pour une bonne et une mauvaise répartition. Pour la bonne répartition, les doses sont bien concentrées autour de la dose moyenne et les écarts maximums (pour, rappe-lons-le, une surface de 10 cm<sup>2</sup>), sont de ± 50 % de la dose moyenne. Par contre, pour la mauvaise répartition, l'histogramme est beaucoup plus plat et les écarts maximums vont de 10 % de la dose moyenne à 2,5 fois la dose moyenne. Les mêmes chiffres ont été utilisés pour faire la figure 2 et représenter la variation dans l'espace de la dose relative appliquée. Les lignes A et C représentent les doses moyennes et les lignes B et D montrent les niveaux où la pulvérisation est efficace parce qu'elle protège une cer-taine surface de cultures. Les différences entre les deux types de réparti-tion sont importantes puisque, pour la bonne répartition, la dose moyenne sera 1,25 fois la dose minimale, tandis que pour la mauvaise répartition, la dose moyenne sera 2,5 fois la dose minimale.

Evidemment, cet exemple, qui ne peut pas être généralisé tel quel, montre bien quelle peut être l'importance du contrôle et de l'entretien de l'appareil de traitement sur l'efficacité d'un traitement ou sur les doses de produits à employer.

Ce sont donc les connaissances techniques de l'agriculteur qui lui permettront de juger de l'opportunité d'appliquer la dose homologuée, ou de la modifier. Il serait bon que les conditions d'application pour chaque pro-duit soient mieux définies.

La manière dont l'agriculteur utilise son matériel de pulvérisation est importante, quelle est la situation à ce sujet ?

#### IV.4 L'utilisation du matériel de traitement des cultures

Pour la réussite d'un traitement antiparasitaire, il est indispensa-ble que l'application soit effectuée au moment le plus favorable avec un pul-vérisateur bien réglé.

L'application de la bouillie (répartition, nombre et dimension des gouttes) doit correspondre aux modes d'action des matières actives à utiliser.

Les choix judicieux du type et du calibre des buses, des réglages (espacement de buses, hauteur de rampes, pression, volume par hectare) sont alors très importants.

En effet, malgré un pulvérisateur qui semble en bon état, malgré une dose correcte d'un produit bien choisi, apporté au bon moment, certains traitements ne donnent pas la meilleure efficacité.

#### IV.4.<sup>1</sup> L'entretien du matériel

Il est de fait que l'entretien des appareils de traitement des cultures est souvent négligé. En effet, l'appareil n'est plus neuf dès qu'il a servi une fois, et bien des surprises peuvent apparaître. Toute mise en service d'un appareil devrait être précédée d'un entretien général soigneux, notamment en ce qui concerne l'état des filtres et des organes de pulvérisation. Mais l'agriculteur étant souvent pressé, limite toute opération préliminaire au strict minimum.

Or, on sait qu'un filtre bouché ou usé est à l'origine d'ennuis pendant l'application : mauvaise répartition si le filtre de buse est colmaté, mauvais fonctionnement de la pompe si le filtre des crépines d'aspiration est détérioré.

D'autre part, l'usure des orifices des buses de pulvérisation accroît le débit de la rampe ; le volume par hectare appliqué se trouve alors augmenté si la pression ou la vitesse d'avancement n'est pas modifiée en proportion. En outre, toutes les buses pouvant ne pas présenter le même degré d'usure, la répartition en sera affectée.

L'entretien du matériel de protection des cultures est important, car le bon fonctionnement du matériel est indispensable pour assurer une bonne répartition. L'entretien doit être fait régulièrement et devrait être aussi accompagné du contrôle pour pouvoir intervenir rapidement et avec sécurité quand un problème phytosanitaire se pose.

#### IV.4.<sup>2</sup> Le contrôle du matériel

Si l'entretien permet de vérifier le fonctionnement général de l'appareil, le contrôle est effectué pour s'assurer de la régularité de la répartition. Comme l'entretien, le contrôle de l'appareil est souvent, à tort, réalisé trop rapidement, et trop rarement, juste au moment où on a besoin de l'appareil.

D'ailleurs, il est bon de contrôler un appareil neuf, pour pouvoir déceler des éventuelles anomalies d'assemblage.

Les agriculteurs ne sont pas encore sensibilisés aux problèmes de répartition et d'efficacité. Pour un grand nombre d'entre eux, le pulvérisateur doit épandre à l'hectare une certaine dose de produit et donc un certain volume choisi. Mais le respect de cette condition ne permet pas toujours de réaliser un bon traitement, si la répartition n'est pas faite de manière à ce que chaque élément de surface, chaque plante, reçoive la même quantité de produit phytosanitaire.

Pour obtenir ce résultat, il faut contrôler régulièrement les appareils de traitement.

Sur des appareils en bon état, les différences de débit des buses peuvent être de 5 à 10 %, tandis que les appareils défectueux accusent des différences de l'ordre de 60 %, voire de 100 %.

Pour la répartition du produit phytosanitaire sur la surface à traiter, ces essais peuvent également mettre en évidence de très grandes différences, pouvant aller du simple au double.

D'une façon plus globale, il faut aussi connaître ce que l'appareil épand sur une unité de surface pour les différentes pressions de pulvérisation, et pour les différents modèles de buses utilisés, ainsi que pour les différentes vitesses d'avancement choisies.

Cependant, les appareils plus sophistiqués, à débit proportionnel à l'avancement (D P A), permettent de réduire les contrôles, mais pas de les supprimer. L'appareil épandra certainement le volume par hectare choisi, donc la dose de produit à l'hectare fixée, mais la répartition transversale,

sous la rampe, risque de ne pas être bonne, si les autres conditions ne sont pas satisfaites (hauteur de la rampe, écartement des buses, pression, etc...) Les agriculteurs peuvent être influencés par les vendeurs qui affirment que les appareils D P A leur garantissent de bons résultats. L'agriculteur paie donc son matériel plus cher et de bonne foi, ne s'inquiète pas des problèmes de répartition.

Les contrôles et l'entretien des matériels doivent être faits régulièrement et toujours de la même façon, et les réglages adaptés à chaque type de traitement.

#### IV.4.<sup>3</sup> Les réglages

Les matériels existants permettent de faire des applications précises, régulières et correctes. De nombreux réglages donnant des applications de caractéristiques différentes sont possibles, encore faut-il que les agriculteurs en connaissent les possibilités et les utilisent pleinement.

Or, trop souvent, les agriculteurs effectuent mal les réglages ou négligent de les adapter aux conditions d'applications. Ils réalisent leur réglage au début de la campagne, lors de l'étalonnage de l'appareil et travaillent toute l'année dans les mêmes conditions.

Ils ne savent pas profiter des potentialités de leur matériel et effectuent tous leurs traitements de la même façon. Ainsi, des utilisateurs d'appareils pneumatiques connaissent mal les possibilités de leur équipement, qui permet de réduire les doses et les volumes à épandre par hectare.

Dans le même esprit, les agriculteurs possèdent souvent un seul jeu de buses et, d'ailleurs, ne connaissant pas les principes des réglages, ils ne voient pas l'intérêt d'utiliser plusieurs types de buses différentes, pour différents types d'applications (par exemple, buses à fente pour les traitements herbicides ne convenant pas aux traitements fongicides).

De toute façon, il faut reconnaître que les réglages des appareils de traitement sont mal connus des conseillers agricoles et des représentants de produits ou d'appareils. Des documents écrits existent, bien sûr, mais

les agriculteurs n'aiment pas beaucoup lire les textes techniques. Enfin, les meilleures caractéristiques de l'application ne sont pas fixées car elles ne sont pas connues.

Il s'agit là, surtout, des pulvérisateurs, mais le problème est général et, par exemple, les conseils d'incorporation au sol des produits phytosanitaires ne sont pas suffisamment détaillés. Les circonstances de la façon culturale envisagée influent sur l'efficacité des outils. Les réglages, le choix des pièces travaillantes, la vitesse d'avancement devraient être indiqués. Enfin, le choix de l'outil dépend aussi de la profondeur à laquelle le produit doit être enfoui et du degré d'homogénéité du mélange avec le sol qui est recherché.

Le réglage d'un appareil de traitement, convenablement entretenu et dont les performances sont connues par les contrôles, s'effectue en choisissant, en fonction de la nature de l'application, les paramètres qui permettront d'épandre la dose de produit phytosanitaire prescrite dans des conditions d'efficacité optimale.

Il s'agit, de préférence, de choisir un volume par hectare à appliquer et de régler l'appareil (buses, pression, vitesse) pour le réaliser.

L'ordre de grandeur du volume / hectare et le choix des buses sont fonction du type de traitement à effectuer. Des indications générales sont parfois données à ce sujet sur l'étiquette du produit à appliquer. L'agriculteur peut ensuite choisir la pression de façon à avoir des jets bien formés, et une pulvérisation convenable. Dès lors, le débit de la rampe est fixé ; il suffit de mesurer le parcours nécessaire pour pulvériser le contenu d'une cuve pleine (ou un volume connu mis en cuve), compte tenu de la largeur des rampes, le volume/hectare en résulte.

Cependant, il est bien préférable de choisir le volume/hectare à l'avance pour bien des raisons (pour faire un nombre entier d'aller et retour sur le champ avec une cuve, ou traiter une parcelle avec un nombre entier de cuves ou d'harmoniser, compte tenu des doses/hectare prescrites, la capacité

de l'emballage des produits et celle de la cuve du pulvérisateur). Mais dans ce cas le réglage est plus difficile, l'agriculteur doit savoir se servir du guide de réglage fourni par le constructeur ou encore utiliser un pulvérisateur dont le réglage est précisément basé sur l'affichage, direct ou indirect, du volume/hectare choisi (divers systèmes à débit proportionnel à la vitesse d'avancement). On évite ainsi notamment des fonds de cuve importants en fin d'application.

Le type de buse (buses à jet conique, à jet plat ou buses-miroir) doit varier avec le traitement à effectuer. La hauteur de la rampe doit être réglée en fonction du type de buse, de la pression de pulvérisation, de la hauteur de la végétation. En effet, la hauteur de la rampe influe sur la répartition car elle fait varier les recouvrements ou les jonctions des jets issus des buses. Finalement, la hauteur de la rampe doit être suffisante pour tenir compte des oscillations de la rampe, mais pas trop importante pour limiter l'action du vent.

Il y a donc un certain nombre de facteurs à considérer et les réglages ne sont pas aisés à effectuer. L'agriculteur doit prendre le temps de réfléchir, de consulter ses fiches de contrôle et d'étalonnage avant de fixer les paramètres du traitement.

#### IV.4.<sup>4</sup> Le choix du type d'appareil

Il y a une caractéristique qui revient souvent dans le comportement de l'agriculteur, face à la protection des cultures : c'est le facteur **temps** et la vitesse d'exécution du traitement.

L'agriculteur est toujours pressé d'effectuer son application, il est pressé de décider du moment de traiter, il est ensuite pressé d'en finir. Le choix du type d'appareil traduit naturellement cette précipitation.

Ainsi, lorsque l'agriculteur renouvelle son équipement, il achète un appareil qui lui permet de traiter plus rapidement que le précédent. L'objectif général est de prendre un appareil dont les performances lui permettent de réaliser son application sur la surface de culture donnée dans une journée.

Les moyens financiers ne l'autorisent pas toujours à acquérir le bon modèle et, néanmoins, il tente de travailler avec cet appareil avec cette même idée. Aussi, la qualité du travail s'en ressent. En augmentant la vitesse d'avancement de l'appareil, le traitement est moins bien réparti et le dépôt s'effectue mal, tandis qu'en viticulture, par exemple, quelquefois un nombre de rangs trop important est traité avec des appareils insuffisamment puissants.

Une contrainte pour la protection des cultures est que beaucoup de produits nécessitent une dispersion dans des volumes d'eau relativement importants. Des enquêtes ont ainsi montré que lorsque l'agriculteur traite il passe de 40 à 60 % de son temps en moyenne à remplir d'eau son appareil et à transporter cette eau. C'est pourquoi les constructeurs proposent aux agriculteurs des appareils de très grande capacité (3000 et même 5000 l.) qui permettent de réduire les allers-retours au point de remplissage. Cet élément très astreignant intervient aussi dans l'achat et le choix du type d'appareil. Cependant, certaines techniques nouvelles, les applications à très bas volume par hectare permettent d'espérer que, dans un avenir très proche, les agriculteurs transporteront moins d'eau. Ceci demandera toutefois une meilleure technicité, car, plus les volumes épandus sont faibles, plus les bouillies sont concentrées et plus les défauts de répartition ont des conséquences graves.

D'autre part, les quelques exemples suivants montrent que le souci d'économiser les produits phytosanitaires est une préoccupation constante de la profession agricole.

#### IV.4.<sup>5</sup> L'économie de produits phytosanitaires, grâce aux méthodes d'application

Un groupement d'arboriculteurs d'Anjou, en France, soucieux de réduire ses dépenses en produits phytosanitaires, a étudié sérieusement le principe des méthodes d'application. Le choix de pulvérisateurs bien adaptés au type de verger et l'utilisation de réglages permettant d'assurer une

bonne répartition et de limiter le ruissellement ont permis de réduire les doses de produits utilisés de 30 %.

Plus généralement, il arrive à la suite de l'expérience acquise dans la pratique agricole, que les doses soient diminuées. Ainsi, la teneur en cuivre métal dans des bouillies bordelaises prêtes à l'emploi a été réduite de 50 %.

Certains équipements mécaniques et certaines techniques d'applications peuvent permettre la réduction des doses de produits employés. Citons par exemple la pratique du traitement localisé ou dirigé qui sera peut-être, dans l'avenir, une opération complémentaire dans la protection des cultures.

En effet, les intérêts techniques de la localisation des produits phytosanitaires sont principalement :

- la possibilité d'atteindre le sol ou la plante, à la demande ;
- la réduction de l'effet du vent sur l'application;
- la possibilité de traiter par bandes ou sur une largeur choisie :  
sur le rang ou entre les rangs ;
- la réduction de la quantité de liquide à transporter.

Toutefois, la localisation du produit phytosanitaire ne convient que dans certaines cultures. Ce type de traitement est utilisable pour le maïs, les betteraves, le colza et les cultures maraîchères.

Pour le moment, cette technique n'est pas encore suffisamment connue et utilisée. Il serait intéressant de mettre en évidence les réelles possibilités de ces appareils, de conduire diverses expérimentations afin de contrôler et de préciser les caractéristiques et les conditions d'utilisation de ces appareils. Si la réduction des quantités de produits est réelle, il conviendrait alors d'encourager la diffusion et l'utilisation de cette technique culturale.

Ainsi, pour la protection du maïs, l'utilisation de certains produits insecticides étant trop onéreuse pour des traitements en plein (sur toute la parcelle), les agriculteurs pratiquent des traitements en localisation (près des plantes).

Différents insecticides formulés en microgranulés ont été ainsi expérimentés. Le produit est épandu dans la ligne de semis à des doses du huitième ou du dixième de la dose en plein.

Pour ce qui est de la manipulation des appareils de traitement, un effort d'éducation et de formation des agriculteurs et du "personnel d'encadrement" reste encore à faire car de nombreux problèmes techniques, comme l'entretien, les contrôles et les réglages, sont négligés ou même ignorés.

Nous avons également vu qu'il serait bon d'améliorer les connaissances et la technique des agriculteurs en ce qui concerne la prise de décision du traitement, le choix du produit, le choix de la dose, etc...

Les actions de vulgarisation sont très importantes car tous ces facteurs agissent sur la qualité et l'efficacité de la protection des cultures, donc, finalement, sur les quantités de produits appliqués.

Evidemment ces actions sont complexes à organiser car de nombreux sujets doivent être abordés, du machinisme aux conditions éco-climatologiques locales en passant par les choix des produits. Il n'est pas possible de juger d'un premier abord quels sont les thèmes prioritaires, ceux qui auront un impact plus important sur la réduction des quantités de produits utilisés. Ce dont nous pouvons être sûrs, c'est que ce genre d'opération aboutira certainement à une limitation de l'emploi des produits phytosanitaires.

L'économie de l'exploitation agricole et l'environnement ne peuvent qu'être intéressés par cette conclusion.

## V. LES PRINCIPALES MESURES PERMETTANT UNE REDUCTION DES QUANTITES DE PRODUITS PHYTOSANITAIRES UTILISES

Divers types d'actions peuvent ainsi être proposées, dans le but de réduire l'utilisation des produits phytosanitaires et de limiter leurs conséquences néfastes éventuelles. Certaines mesures techniques à propos des produits, des appareils ou des interactions produits-appareils peuvent aider dans ce sens. La formation et l'information des agriculteurs doivent être absolument améliorées. Enfin, l'organisation et la mise en place de services de prévision et d'opérations régionales de lutte raisonnée ou de lutte dirigée montrent que déjà dans certains cas les quantités de produits utilisées ont été réduites.

### V.1. Les principales mesures techniques

#### *V.1.<sup>1</sup> Les actions sur les produits phytosanitaires*

Le produit phytosanitaire modèle doit être aussi peu toxique que possible pour l'ouvrier qui le fabrique, le transporteur, le distributeur et l'utilisateur bien sûr, mais aussi pour le gibier, la faune sauvage, les prédateurs et les auxiliaires. En outre, le produit phytosanitaire doit être efficace, donc suffisamment rémanent, mais ne pas demeurer longtemps dans ou sur la plante afin que les produits récoltés soient indemnes de résidus non seulement de matière active, mais aussi des éventuels métabolites et produits de dégradation. Enfin, il convient que la spécialité soit facile à appliquer et qu'elle soit d'un prix aussi faible que possible.

Certains produits peuvent présenter des risques importants pour l'homme et pour l'environnement, la solution qui consisterait purement et simplement d'en interdire l'utilisation n'est pas envisageable. En effet, de telles mesures entraîneraient pour certains produits et certaines cultures, une réduction considérable des rendements et peut-être même la disparition des cultures concernées parce que dans certains cas, l'emploi de produits dangereux, du fait qu'ils sont les seuls à convenir, est obligatoire. Il faut alors envisager une proposition qui tienne compte des hommes, de l'environnement, mais aussi de l'agriculture et de l'industrie des produits phytosanitaires. Une concertation conciliant au mieux les intérêts de toutes les parties pourrait aboutir à une élimination progressive des produits les plus dangereux. La

sélection de ces produits pourrait être plus aisée lorsque ces produits sont en concurrence avec d'autres produits moins toxiques et destinés bien sûr aux mêmes usages phytosanitaires.

Cependant, l'agriculteur a besoin d'utiliser certains de ces produits dangereux puisque un certain nombre d'entre eux n'ont pas de remplaçant moins nocif de mêmes caractéristiques et efficacité. Il paraît alors justifié de contrôler leur emploi en demandant aux utilisateurs d'acquérir et de posséder les connaissances techniques nécessaires.

De même, il serait logique que les produits les plus dangereux soient appliqués avec des matériels présentant les caractéristiques techniques minimales, pour garantir le respect des exigences d'une bonne application.

Certains produits sont employés parce que leur mise en oeuvre ne demande pas de connaissances techniques particulières et qu'ils facilitent le métier de l'agriculteur. Par exemple, citons les produits polyvalents (qui éliminent les organismes nuisibles et les organismes bénéfiques, facteurs naturels de mortalité), les produits préventifs et les traitements d'assurance. Leur emploi, ainsi que celui des produits toxiques provoque les critiques des défenseurs de l'environnement.

Pour une juste économie de produits phytosanitaires, il convient donc, chaque fois que c'est possible, de déconseiller ces pratiques culturales et de conseiller l'emploi des produits à action curative. Toutefois, dans certains cas, le produit curatif n'existe pas toujours. Il conviendrait donc d'encourager et de faciliter la mise au point des produits curatifs efficaces qui manquent comme certains fongicides et certains herbicides.

Les laboratoires phytopharmaceutiques ont donc à faire face à des exigences nouvelles de la part des toxicologues, des hygienistes, des écologistes et des agriculteurs. Consciente du problème, l'industrie phytopharmaceutique a entrepris diverses actions pour mettre à la disposition de l'agriculture des produits phytosanitaires dits de "*3ème génération*", de moins en moins nuisibles pour l'environnement, respectant la faune auxiliaire et à spectre d'action très étroit. Ces produits semblent être l'avenir de la protection des cultures mais il ne faut pas cacher que leur mise en oeuvre rencontre actuellement divers obstacles, dont entre autres leur manque de

compétitivité économique et la nécessité d'une formation poussée des agriculteurs. La commercialisation de ces nouveaux produits est difficile car leur mise au point très onéreuse ne les rend pas économiquement compétitifs vis-à-vis des produits anciens, lorsqu'ils sont concurrents pour le même objectif phytosanitaire. Ces produits à actions spécifiques et très précises sont plus délicats à mettre en oeuvre et de ce fait une formation technique plus poussée que pour l'emploi des produits classiques devient obligatoire.

Ces difficultés font hésiter les sociétés agropharmaceutiques à entreprendre des recherches et à fabriquer des produits dont les quantités commercialisées seront trop faibles.

Il faut donc faciliter la mise au point, la recherche et la commercialisation de ces produits nouveaux, de 3ème génération. Il faudrait aider l'industrie dans ses recherches et rendre ces produits de 3ème génération accessibles aux agriculteurs financièrement et techniquement.

D'autres mesures plus particulières, mais non moins importantes, pourraient être envisagées. Elles concernent :

- le contrôle obligatoire de l'étiquetage à l'homologation ;
- les mentions sur l'étiquette définissant simultanément et clairement, les conditions de stockage, de conservation, ainsi que celles d'emploi des produits afin que les actions des doses homologuées ou recommandées soient garanties.

Ces diverses propositions montrent qu'il est raisonnable de penser qu'une réduction des quantités de produits utilisés est possible. Toutefois, certains produits nocifs pour l'environnement continueront à être appliqués, car ils sont indispensables pour l'agriculture. Ils devraient être néanmoins appliqués avec précaution et en sécurité. Dans ce but, comment devrait se présenter le matériel de traitement ?

### *V.1.<sup>2</sup> Les actions sur le matériel de traitement*

L'industrie des matériels d'application des produits phytosanitaires met actuellement à la disposition des agriculteurs, des appareils dont les

caractéristiques techniques permettent d'effectuer de bons traitements, du point de vue mécanique si les autres critères ont été bien choisis. Mais il existe encore de très nombreux matériels moins bien adaptés aux exigences de l'évolution récente des techniques d'application qui demandent une rigueur très nettement supérieure à celle d'il y a quelques années.

Il paraît justifié de contrôler les caractéristiques des appareils de traitement. En effet, ces appareils sont destinés à appliquer des produits phytosanitaires dont certains peuvent être dangereux pour l'homme et pour l'environnement. Il serait donc naturel d'exiger de la part de ces appareils, certaines garanties quant à leurs possibilités techniques et pratiques. Il s'agirait en quelque sorte d'"homologuer" ou d'"agréer" les appareils de traitement.

A ce propos, seule la R.F.A. a mis au point une réglementation concernant les appareils de traitement. Cette réglementation n'a d'ailleurs pas un caractère obligatoire, mais on observe toutefois que le niveau technique des nouveaux modèles d'appareils de traitement allemands est conforme aux exigences de cette réglementation.

Il s'agit en quelque sorte d'une homologation des appareils. Ce n'est pas une tâche aisée, car avant de pouvoir homologuer les appareils il faut préciser et se mettre d'accord sur de nombreux points, c'est-à-dire :

- la mise au point de procédures d'essais et de contrôle ;
- la mise au point d'appareillages de contrôle ;
- la définition des exigences minimales concernant les caractéristiques techniques qui seront contrôlées ;
- les services qui feront ce contrôle et cette homologation ;
- le financement de cette opération.

Pour mémoire, il est possible de citer les travaux de l'I.S.O. qui ont pour but l'établissement d'un certain nombre de règles pour les essais de pulvérisateurs. On peut également dire que la Norme Française pour les essais de pulvérisateurs est en cours d'élaboration.

L'homologation serait très intéressante car elle permettrait de vérifier la conformité des nouveaux modèles d'appareils et de garantir aux agricul-

teurs une certaine qualité technique des appareils neufs. Le contrôle des appareils en service (selon les procédures d'homologation) et la justification de leur modification ou de leur réforme définitive serait aussi possible. A ce sujet, il y aurait des efforts à faire pour encourager les agriculteurs à remplacer leurs matériels vétustes ou inadaptés.

Enfin, en se basant sur des paramètres techniques minimum exigés, il faudrait lier l'utilisation des produits les plus dangereux à une certaine qualité technique garantie des appareils qui les appliquent. Il faut préciser que dans certains pays et pour certains produits très toxiques comme le bromure de méthyle ou la chloropicrine, il existe une réglementation selon laquelle l'application ne peut être réalisée que par des entreprises agréées par des services officiels, avec du personnel et du matériel eux aussi agréés.

De toute façon, il faut vivement conseiller la diffusion d'appareillages de contrôle et de vérification mobiles dans les campagnes, accompagnée d'une procédure de contrôle périodique, obligatoire ou volontaire, des appareils en service. Par ailleurs, le personnel effectuant les contrôles peut jouer un rôle très intéressant. En effet, il est à même de conseiller l'agriculteur dans le bon usage et l'entretien de son matériel.

Il est certain que dans un proche avenir, les contrôles des appareils de traitement seront indispensables pour les agriculteurs, car avec la réduction des volumes par hectare appliqués, les cultures toléreront beaucoup moins les surdosages ou les sousdosages locaux.

L'appareil de traitement doit être un outil de précision et à ce titre, les vérifications devront être effectuées facilement, aisément et régulièrement.

Les agriculteurs en général, éprouvent des difficultés à bien assimiler les principes des réglages du pulvérisateurs, aussi toute initiative permettant soit d'éviter les réglages, en les automatisant, soit de simplifier les réglages doit être fortement encouragée.

Ainsi, les techniques permettent aux appareils de traitement un débit proportionnel à l'avancement, c'est-à-dire d'assurer une répartition longitudinale correcte, si la concentration de la bouillie est constante, sont très intéressantes pour les agriculteurs.

Enfin, suivant le degré de perfectionnement de l'appareil de traitement et les facteurs sur lesquels peut intervenir l'agriculteur, il serait utile de pouvoir contrôler de façon permanente le traitement et la pulvérisation. Il est ainsi possible d'envisager l'installation de :

- un ou plusieurs manomètres sensibles et précis, visibles du poste de conduite ;
- un indicateur de la vitesse réelle d'avancement de l'appareil, avec un totalisateur des distances parcourues (pour les appareils non D.P.A.) ;
- un volucompteur des quantités de liquide appliqué et un totalisateur ;
- une ou plusieurs alarmes signalant les défauts de fonctionnement d'un ou plusieurs éléments de l'appareil de traitement.

Le contrôle instantané de ces différents facteurs n'est certes pas indispensable, mais il permet de faciliter les réglages et l'utilisation de l'appareil de traitement quand ces facteurs sont bien connus. Evidemment, dans certains cas comme les pulvérisateurs à jet porté, certains points doivent encore être précisés et il faudrait entreprendre différentes études concernant ces questions pour pouvoir ajuster et affiner le mieux possible l'utilisation des appareils.

La bonne utilisation des appareils de traitement, en bon état de fonctionnement, permettrait certainement de réduire les doses d'utilisation des produits phytosanitaires. Un point reste toutefois encore à perfectionner, il s'agit des recouvrements des passages de l'appareil. Il faut qu'en bordure de ces passages, là aussi, les produits soient distribués de façon correcte.

Disons enfin que la possession d'appareils de traitement en bon état de fonctionnement et l'utilisation de "*bons produits*" ne sont pas toujours suffisants pour effectuer de "*bons traitements*" avec le minimum de produits. En effet, l'application d'un produit avec un matériel suppose l'intervention d'une troisième composante, les interactions produits-appareils.

### V.1.<sup>3</sup> - L'étude des interactions produits-appareils de traitement

Les produits et le matériel de traitement ne sont pas tout à fait indépendants les uns des autres. C'est l'agriculteur qui les unit en mettant en oeuvre les produits et les appareils, en choisissant et en adaptant, les uns et les autres, en fonction de ses besoins et de ses conditions phyto-

sanitaires culturales et locales.

Les résultats d'un traitement phytosanitaire dépendront évidemment du produit et de l'appareil. Il est possible de penser que les caractéristiques techniques de l'application vont faire varier l'efficacité du traitement. Le traitement sera d'autant plus efficace (avec la même quantité de produit) que les caractéristiques techniques de l'application (fixées par les réglages de l'appareil de traitement) seront bien adaptées au mode d'action du produit, au volume par hectare à appliquer et aux points d'application souhaités.

Dans le même esprit, l'application du produit dans les conditions optimales décrites permettrait, pour obtenir la même efficacité qu'aujourd'hui, de diminuer les doses par hectare et les quantités globales de produits phytosanitaires utilisés.

Ces idées sont très séduisantes, mais il ne faut pas perdre de vue que le domaine des liaisons et des interactions des produits et des techniques d'application a encore été peu étudié. Aussi, la prise de conscience de l'importance de ce problème et les efforts de concertation des industriels pour certains produits spécifiques et applications particulières doivent être fortement encouragés. Ainsi, des actions de recherche et d'expérimentation, dans les problèmes suivants, seraient très intéressantes :

- définition et influence du spectre de pulvérisation nécessaire en fonction du produit, du volume par hectare appliqué et des conditions phytosanitaires ;

- traitements par couverture continue ou discontinue de la végétation, influence de la densité des points d'impacts et de la concentration de l'application en produits chimiques qui s'accroît avec la réduction des volumes par hectare appliqués ;

- comportement des produits phytosanitaires et de leur formulation, en cas de concentration variable (de 1 à 8 par exemple) reproduisant ce qui se passe sur le terrain : réduction des volumes par hectare appliqués ;

- mise au point et diffusion d'appareils de contrôle et d'analyse automatique pour l'estimation du dépôt de l'application sur la végétation, et étude des relations entre le dépôt, le produit et le conditionnement de traitement ;

- établissement des bilans quantitatifs des applications et estimation de l'importance relative des différents postes : fixation, dérive, ruissellement, dégradation, etc ... ;

La protection des cultures doit tout d'abord être efficace et si l'efficacité des produits eux-mêmes est bien connue et reconnue, il est dommage que peu de monde se soit intéressé, jusqu'à ce jour, aux fluctuations et aux variations de l'efficacité technique d'un traitement phytosanitaire proprement dit. L'approche de l'efficacité économique des traitements serait également très intéressante pour nos préoccupations.

Une meilleure connaissance de ces problèmes et de leurs solutions ne peut qu'inciter les gens à travailler dans de meilleures conditions, d'affiner et d'améliorer leurs techniques culturales. Pour obtenir un même résultat, il sera possible d'employer moins de produits phytosanitaires, parce que les circonstances et l'environnement technique du traitement seront mieux connues.

Diverses mesures techniques, concernant tant les produits et les matériels de traitement, que les liaisons entre les produits et les appareils, montrent que la réduction des quantités de produits employés est envisageable. Toutefois, il faut se garder d'oublier que c'est l'agriculteur qui utilise et applique les produits. Il faudra donc d'une part, lui dire et lui expliquer ce qu'il ne doit pas faire, et d'autre part, lui montrer et le conseiller dans ce qu'il peut ou ce qu'il doit faire.

## V.2. La formation et l'information des agriculteurs

Face aux problèmes de la protection de l'environnement et des consommateurs, la formation et l'information des agriculteurs sont primordiales. La sensibilisation des agriculteurs à la défense de l'environnement et la vulgarisation des bonnes pratiques culturales en matière phytosanitaire permettront sûrement et rapidement la disparition des principales critiques et des principaux effets néfastes reconnus. Que faut-il exactement faire et quels sont les moyens à mettre en oeuvre ?

### V.2.<sup>1</sup> L'agriculteur et l'environnement

L'agriculteur est le principal acteur dans l'application des produits

phytosanitaires, et le plus souvent il n'a pas conscience des éventuels dommages que les produits peuvent causer à l'environnement. Il faut donc qu'il connaisse l'importance et la fragilité de l'espace dans lequel il évolue. La sensibilisation progressive du monde agricole aux questions de l'environnement permettra certainement d'éviter la diffusion dans l'environnement de quantités exagérées de produits dangereux.

Il ne s'agit pas de supprimer ou d'interdire les produits chimiques utilisés en agriculture, mais il faudrait que les agriculteurs eux-mêmes arrivent à décider d'abandonner tel produit réputé dangereux, en vue de le remplacer par tel autre, présentant moins de risques pour l'environnement. Il faut pour cela faire connaître aux agriculteurs la toxicité de certains produits vis-à-vis du gibier et de l'environnement en général, et d'autre part l'importance de ces risques eux-mêmes.

Dans le même esprit, il faut que le rôle des services officiels, professionnels et privés, chargés de la diffusion de l'information en matière phytosanitaire, ne soit pas terminé, lorsqu'à un problème une solution a été donnée par les conseils d'emploi d'un ou de plusieurs produits dans des doses et des conditions d'emploi bien déterminées. Ces prescripteurs devraient s'habituer à signaler les dangers ou au contraire l'innocuité des produits à utiliser.

Par exemple, dans les conseils de traitement, les différents produits utilisables sont cités pêle-mêle, alors que manifestement ces produits présentent des risques très différents vis-à-vis de l'environnement. Finalement, sur la base des recommandations d'utilisation actuelles, l'agriculteur n'est pas informé des effets sur le milieu des produits conseillés.

Ainsi, il serait souhaitable qu'un classement permette de distinguer dans les recommandations quelles qu'elles soient, parmi tous les produits qui sont justifiés du point de vue de leur efficacité, ceux dont le risque pour l'environnement est faible et qui devraient donc être préférés.

Les actions à mener dans ce domaine peuvent donc être très variées. Il faut signaler le travail réalisé par l'Office National de la Chasse en France, avec la collaboration du Centre International de la Chasse, la Protection des Végétaux, l'Institut National de la Recherche Agronomique, la Chambre Syndicale

de Phytopharmacie pour la réalisation d'une brochure de conseils sur les produits les mieux adaptés aux exigences de la protection de l'environnement (Brochure "*Choisissez et dosez*").

L'agriculteur peut par certaines pratiques culturales modifier certains équilibres bio-écologiques, mais il connaît bien la nature puisqu'il vit dans la nature et avec elle. Il est donc un des principaux intéressés à sa bonne conservation. D'autre part, si l'agriculteur doit nourrir les hommes, travail noble par excellence, il faut également le confirmer dans un autre rôle national également primordial, la défense, la protection et l'entretien de l'espace naturel. La prise de conscience de ces deux rôles complémentaires de l'agriculteur par lui-même et par les autres catégories de la population ne peut qu'aider à la résolution de notre problème : veiller à ce que les produits phytosanitaires ne dégradent pas abusivement l'environnement. Diverses mesures techniques plus proprement agricoles peuvent aussi être utiles dans ce but.

## V.2.<sup>2</sup> L'agriculteur et la protection des cultures

La réussite et la justification d'une application de produit phytosanitaire dépend essentiellement des connaissances pratiques et théoriques de l'agriculteur, de la précision de ses choix et de la réflexion de ses décisions en matière de protection des cultures.

C'est une technique culturale délicate à posséder et à mettre en oeuvre de façon optimale. La mise sur le marché de produits préventifs ou polyvalents et la pratique des traitements d'assurance a permis à de nombreux agriculteurs de protéger efficacement leurs cultures sans avoir de connaissances suffisantes en ce domaine.

Toutefois au sein même de l'agriculture, apparaissent différentes écoles qui proposent de protéger les cultures par la lutte biologique, la lutte intégrée ou la lutte classique.

### La lutte biologique

La lutte biologique, telle qu'elle est définie par l'Organisation Internationale de Lutte Biologique contre les animaux et les plantes nuisibles, n'envisage en aucun cas d'employer les produits chimiques. En effet, il s'agit

de "l'utilisation d'organismes vivants ou de leurs produits, pour empêcher ou réduire les pertes ou dommages causés par des organismes nuisibles". Le but de la lutte biologique est de limiter ou de réduire la croissance des populations d'organismes nuisibles, et de les stabiliser autour d'une position d'équilibre satisfaisants, ne leur permettant pas de commettre des dégâts économiquement sensibles.

La lutte biologique contre les insectes comprend :

- l'emploi des prédateurs, parasites et agents pathogènes naturels ;
- la sélection de variétés résistantes avec protection durable contre certaines espèces mais éphémère contre d'autres espèces présentant une grande variabilité génétique et donnant plusieurs générations par an ;
- la technique génétique de stérilisation du mâle ;
- l'usage de produits attractifs, aliments ou appâts sexuels ;
- l'emploi de pièges lumineux ou sonores ;
- la mise au point d'hormones perturbatrices des cycles biologiques ;
- l'amélioration des pratiques culturales ;
- la mise au point d'insecticides biodégradables et très sélectifs qui détruiront l'espèce combattue sans nuire aux insectes utiles, à la faune ou à l'homme.

Contre les maladies des plantes, la lutte biologique emploie :

- l'hypovirulence exclusive ;
- les virus des champignons ;
- les antagonismes microbiens ;
- la prémunition ...

Les domaines d'actions potentielles de la lutte biologique sont illimités et la diffusion des résultats acquis par la recherche nécessite l'existence de structures de vulgarisation actuellement mal adaptées. Dans le cadre d'une réduction des quantités de produits phytosanitaires employées, il est indispensable que les innovations et les découvertes de la recherche soient connues et appliquées le plus rapidement possible en grande culture.

#### La lutte intégrée

La définition retenue par le groupe d'experts de la F.A.O. présente

la lutte intégrée 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"*.

Ainsi, toute intervention doit tenir compte de l'ensemble des facteurs du milieu. Par ailleurs, il ne faut pas chercher l'extermination totale des ennemis des cultures, mais tendre à maintenir les populations de ravageurs, au-dessous du seuil des dommages économiques. Par exemple, une intervention chimique ne sera entreprise, que si le prix de revient du traitement est inférieur aux dégâts éventuels résultant de la non-intervention.

Il est évident que les possibilités de la lutte intégrée sont immenses et que les moyens à mettre en oeuvre sont innombrables ; aussi ne peut-elle être mise en oeuvre que progressivement. Toutefois, son emploi se développe sur certaines cultures comme les vergers, les céréales et les betteraves à sucre.

La lutte biologique et la lutte intégrée limitent donc strictement les cas d'utilisation des produits phytosanitaires, mais il faut pour pouvoir les appliquer d'une part que les recherches aient abouti, d'autre part que la formation intellectuelle et technique des agriculteurs soit telle qu'ils puissent comprendre et appliquer les principes de ces types de lutte. En effet, il s'agit de remplacer des dépenses des produits par un investissement humain (en engageant un technicien de ce domaine) ou intellectuel (en se formant soi-même). D'ailleurs les grosses unités d'utilisation de produits, comme les gros vergers ont maintenant à leur disposition des techniciens spécialisés en protection des cultures. Il est donc nécessaire d'effectuer des opérations d'information et de formation des agriculteurs pour qu'ils sachent limiter l'emploi des produits phytosanitaires en appliquant ces techniques.

### La lutte classique

La lutte classique, c'est la façon dont procède la majorité des agriculteurs et c'est cette technique qui est critiquée. Il est possible de réduire les quantités de produits utilisés, en apprenant aux agriculteurs à mieux s'en servir.

Le travail et le métier, eux-mêmes, de l'agriculteur devraient toujours permettre une économie de produits, en quantité, mais aussi en qualité, par la mise en oeuvre pratique de techniques culturales rationnelles ; en voici quelques-unes :

- vocation du terrain à la culture (les cultures susceptibles d'être attaquées par des parasites favorisés par l'eau ne doivent pas être installées dans des endroits naturellement humides et difficiles à assainir) ;

- travail du sol et enfouissement des débris végétaux de surface (le travail du sol améliore l'économie de l'eau pour la plante qui est donc plus résistante. Les enfouissements des feuilles de vigne atteintes de mildiou, ou des feuilles de poiriers atteintes de tavelure réduisent considérablement les risques sanitaires) ;

- fumure équilibrée et spécifique des exigences nutritionnelles de la plante cultivée ;

- conduite et taille adaptée ;

- bonne date de récolte , etc ...

Il est évident que l'intervention humaine a une importance capitale et elle doit être réfléchie. Aucune technique ne doit être modifiée sans envisager les conséquences directes ou indirectes de ce changement.

L'utilisation de techniques rationnelles doit donc permettre à un exploitant agricole de se trouver dans une situation phytosanitaire telle que les applications de produits soient réduites. Il faut pour cela recadrer la lutte antiparasitaire dans le métier de l'agriculteur, la pratique agricole et les techniques culturales.

La pratique de la protection des cultures et sa technique doit elle-aussi être redéfinie et remise au point, en tenant compte des progrès des industries de produits et de matériels de traitement. Ainsi, par exemple, l'intégration du désherbage dans l'assolement permet en général de se passer d'utiliser un produit herbicide antigraminées, dans une culture de blé sur maïs.

La maîtrise de la technique d'application et de l'appareil de traitement, permet d'éviter de commettre des erreurs pendant le traitement et d'effectuer des traitements efficaces, que l'on ne sera pas obligé de renouveler.

De même, il est possible de réduire le nombre de traitements en traitant sûrement et efficacement au bon moment et avec le bon produit. Il faudrait que les agriculteurs surveillent leurs cultures, suivent leur état phytosanitaire, et reconnaissent les affections. Cela exige une excellente technicité des exploitants agricoles locaux et surtout l'encadrement ou l'assistance des agriculteurs par des services techniques expérimentés.

Enfin, il est possible lorsque la qualification technique est suffisante, c'est-à-dire que l'agriculteur peut déterminer sûrement la nature de l'affection et la date de l'application, de conseiller d'utiliser les produits à action curative, lorsqu'ils existent, et de supprimer alors les produits à action préventive. Dans ce cas là, on peut adapter le produit et la dose aux ennemis à combattre et traiter seulement quand c'est indispensable. Toutefois, attendre le dernier moment pour traiter, peut être dangereux pour certains sols, car il faut être sûr qu'à ce moment-là le terrain de la parcelle cultivée soit praticable et que le tracteur et l'appareil de traitement puissent circuler sur le champ.

Ces quelques observations montrent qu'il est possible d'envisager de réduire les quantités de produits utilisés, en réduisant le nombre de traitements effectués. Il y a également d'autres propositions qui permettraient de diminuer les doses et donc les quantités de produits utilisés.

Ainsi l'utilisation correcte des appareils de traitement, en bon état, répartissant le produit de façon appropriée, et localisant le produit aux bons endroits à atteindre, permettrait de faire des économies de produits.

De même, les applications à volume par hectare réduit, si le ruissellement de la bouillie est diminué, permettraient de diminuer les doses.

Enfin, compte tenu de la dégradation de certains produits après leur dépôt sur les zones à protéger, il pourrait être indiqué de faire plusieurs applications, à des doses par hectare fractionnées et réduites (dans les cas où il faut que la protection phytosanitaire soit assurée pendant un certain temps).

Il faut aussi demander un allègement des normes de qualité des fruits et légumes, de sorte que des denrées avec des dégâts cicatrisés qui n'influencent ni la qualité intrinsèque, ni la conservation, ne soient pas déclassés.

Une telle réglementation permettrait d'assurer la protection des végétaux avec une quantité réduite de produits phytosanitaires.

Enfin, la modification de l'esprit dans lequel sont déterminées en expérimentation, les doses recommandées et homologuées pourrait avoir une bonne incidence sur la réduction des doses de produits employés. En effet, les doses prescrites, au lieu d'avoir un caractère de garantie d'efficacité dans des conditions moyennes, pourraient avoir un but incitatif pour que les agriculteurs travaillent mieux. Ces derniers sont effectivement dans un certain nombre de cas, au niveau ou en-dessous des doses prescrites, et cette situation les satisfait pleinement. Par contre, s'ils s'apercevaient que pour protéger correctement leurs cultures, ils sont obligés de surdoser, ils se poseraient des questions et probablement chercheraient à mieux travailler pour rejoindre les doses prescrites.

Il y a donc deux voies pour réduire les quantités de produits utilisés, réduire les doses employées ou diminuer le nombre de traitements. Les moyens à mettre en oeuvre sont nombreux et variés et les actions envisagées permettront certainement de réduire en même temps et le nombre de traitements et les doses d'emploi des produits.

### V.3. Les moyens à mettre en oeuvre

Il s'agit principalement d'apprendre aux agriculteurs à mieux conduire leurs appareils, à perfectionner leurs applications de produits et leur pratique en matière de protection des cultures. Ce sera donc essentiellement des actions d'informations et même de formation afin que les agriculteurs accèdent aux connaissances théoriques et techniques de la lutte contre les ennemis des cultures.

L'organisation de cette véritable vulgarisation de l'usage des produits phytosanitaires devra comporter deux étapes distinctes. Tout d'abord certains types de renseignements à caractère général concernant le monde agricole dans son ensemble peuvent être mis au point et rassemblés. Ce sont des idées connues qu'il est utile de rappeler périodiquement. D'autre part, il existe d'autres informations qui intéressent moins de monde, tant à cause de leur caractère technique plus évolué, que parce qu'il s'agit de certaines cultures ou de certains appareils.

Enfin, il ne faudra pas oublier de définir les moyens de diffusion de ces informations. Cette dernière phase, la communication du message aux agriculteurs demande à être particulièrement soignée car c'est d'elle que dépend le succès de cette campagne qui vise à obtenir des agriculteurs qu'ils raisonnent le mieux possible leurs traitements.

### V.3.<sup>1</sup> Quels renseignements donner aux agriculteurs ?

Il serait utile d'organiser et de structurer les renseignements à fournir en fonction de leur impact sur le monde agricole. Ainsi certains intéressent tout le monde, tandis que d'autres ne seront perçus ou ne concernent que quelques-uns.

Les informations générales doivent sensibiliser les agriculteurs aux problèmes de la protection de l'environnement et au meilleur emploi des produits phytosanitaires pour une bonne protection des cultures. Dans cet esprit, il faudrait traiter des sujets suivants :

- qu'est-ce que l'environnement, quels sont les dangers qu'entraînent l'emploi des produits phytosanitaires sur l'environnement et quels sont les précautions à observer ?

- comment utiliser et entretenir un appareil de traitement ?

- comment contrôler un appareil de traitement ?

- comment utiliser un produit phytosanitaire et quelle est l'importance du choix du produit, de la décision de traiter, des caractères préventifs ou curatifs du produit, du mode d'action du produit et des caractéristiques de l'application ?

- recadrer la protection des cultures dans l'ensemble des techniques rationnelles et dans l'assolement.

- l'intérêt des services de prévisions et d'avertissements agricoles.

Par ailleurs, pour les personnes dont le niveau technique est suffisant ou pour le personnel d'encadrement des agriculteurs d'autres renseignements plus techniques ou plus précis, sur certaines cultures ou certains appareils par exemple seraient certainement bienvenus. Il s'agirait ainsi de renseigner les domaines suivants :

- informations sur le machinisme ;

- informations sur la mise en oeuvre des produits en fonction des cultures ;
- information sur les essais en cours et vulgarisation immédiate de tous les résultats intéressant la profession agricole, directement assimilables et utilisables ;
- informations sous forme d'avertissements et de prévisions spécifiques pour assister ou conseiller les agriculteurs dans leur décision de traitement et le choix des dates.

Naturellement, la majorité de ces informations existent déjà, mais tout le problème est de les réunir, de les coordonner et pratiquement de les mettre à la portée immédiate de tous les agriculteurs.

### V.3.<sup>2</sup> La diffusion de ces renseignements

La diffusion de ces informations dont le but est de donner aux agriculteurs une formation réelle dans le domaine de la protection des cultures est très importante car tous les agriculteurs sont concernés et il faut tous les toucher.

N'oublions pas qu'un certain nombre d'agriculteurs ne dispose parfois pour toute information que de ce qui a été fourni par les sociétés phytosanitaires.

Pour les sujets généraux et la sensibilisation aux problèmes l'utilisation des moyens d'information et de communication habituels comme la presse agricole et locale, la radio et la télévision est indispensable. Il peut être également intéressant de distribuer des brochures, des affiches ou de réaliser des documents filmés.

Pour l'assistance et l'encadrement des agriculteurs aux actions ponctuelles comme la décision de traiter et les choix des dates, les renseignements peuvent être donnés par la radio, la télévision, des répondants téléphoniques ou par des messages distribués par les services postaux.

De toute façon, ce genre de moyens de diffusion n'atteint que superficiellement les agriculteurs, sauf pour les actions ponctuelles qui doivent être rapidement effectuées. Une véritable formation en la matière, et un chan-

gement des pratiques ne pourront s'effectuer que par la participation des agriculteurs à des stages de formation concernant les différents thèmes proposés. Il faudra, à ce sujet, profiter des groupements de vulgarisation en place et des structures locales préexistantes. Ces stages sont, par ailleurs, délicats à organiser car ils devront tenir compte de la diversité des participants, de leurs différentes spécialisations et de leurs différentes motivations. En effet les participants seront des agriculteurs eux-mêmes de niveau technique très variable, mais aussi des techniciens et du personnel d'encadrement et de conseil.

Enfin, il est également fondamental que cette sensibilisation et que ce type de formation soit crédible pour les agriculteurs. Les organismes qui élaboreront les documents et ceux qui diffuseront la formation devront être connus et reconnus par les agriculteurs afin qu'ils aient leur confiance.

Il faudra aussi tenir compte du fait que les agriculteurs sont principalement intéressés par les aspects pratiques des problèmes et des travaux sur le champ ou des travaux pratiques auront toujours plus d'impacts que des brochures ou des exposés en salle.

Il serait également recommandé de promouvoir des exemples locaux d'exploitations où le travail est effectué selon les règles de la bonne pratique agricole, ou de la pratique agricole recommandée afin qu'ils puissent voir ce genre de travail, ses résultats et qu'ils puissent s'en inspirer pour leurs propres exploitations.

Enfin, il est possible de vulgariser la pratique et la technique de l'application par des manifestations agricoles au cours desquelles il y aurait un concours de traitements, ainsi qu'il est fait pour les concours de labour.

Il est certain que former et informer tous les agriculteurs en matière de protection des cultures est une tâche immense mais c'est un objectif à long terme qui ne se réalisera que progressivement. De toute façon, certaines mesures sensibiliseront obligatoirement les agriculteurs à la réalité du problème. Ainsi, l'obligation pour appliquer certains produits dangereux d'avoir suivi des séances de perfectionnement et d'utiliser des appareils de traitements agréés toucherait beaucoup d'agriculteurs. Par ailleurs, encore actuellement, lorsque la responsabilité de l'agriculteur est mise en cause dans un accident

de pollution du à l'emploi des produits phytosanitaires, les assurances payent les dommages et intérêts en lieu et place du fautif. Il serait recommandé que les assurances se retournent automatiquement contre l'agriculteur lorsqu'il n'a pas observé la législation et la réglementation en vigueur.

Dans un premier temps, il serait intéressant d'organiser une campagne d'information et de sensibilisation concernant les sujets les plus généraux décrits dans la première partie. Par ailleurs, il est indispensable que les mesures techniques notamment pour la définition et la mise au point d'essais de contrôle et de révision des appareils de traitement soient aussi prises en même temps.

Les informations concernant les sujets plus techniques peuvent être prévues pour plus tard, mais l'organisation ou le renforcement de services de prévision et d'avertissements doit être encouragée dès maintenant. De tels services peuvent aider considérablement les agriculteurs dont les connaissances en matière de protection des cultures sont insuffisantes. En effet, la diffusion générale à l'échelon régional ou local des avertissements ou des prévisions peut conseiller utilement les agriculteurs dans le choix des produits, l'opportunité du traitement et la date du traitement. A ce sujet, qu'est-ce qu'un service d'avertissements agricoles ?

#### V.4. Les stations d'avertissements agricoles

Les stations d'avertissements agricoles sont installées dans les différentes régions des pays où elles suivent l'évolution de la situation phytosanitaire des grandes cultures locales comme la vigne, les vergers, les cultures industrielles et légumières et les céréales.

Les relevés des données concernant le climat, la phénologie des plantes, la biologie des ennemis à combattre sont exploités au niveau d'une région caractérisée par un climat aussi homogène que possible. Les renseignements fournis aux agriculteurs sont rédigés sous forme d'avis, qui précisent les époques les plus opportunes des traitements et indiquent les produits phytosanitaires les plus appropriés à chaque cas.

Les conseils destinés aux agriculteurs prennent en compte les hypothèses suivantes :

- l'emploi des produits phytosanitaires homologués et le respect des conditions d'utilisation (délais, précautions, etc ...) ;
- la limitation du nombre d'interventions par la suppression des traitements superflus ou trop tardifs, ou encore néfastes aux insectes entomophages et butineurs.

Ainsi les stations d'avertissements agricoles françaises différencient nettement les informations (indications destinées à alerter les agriculteurs sur l'apparition d'ennemis externes), des avertissements qui concernent les opérations de lutte contre les ennemis internes et qui sont des conseils impératifs.

Pratiquement pour pouvoir donner aux agriculteurs des indications sûres leur permettant de protéger efficacement leurs cultures, le responsable de la station d'avertissements agricoles devra être renseigné très régulièrement sur :

- l'évolution des cultures dans les différentes zones climatiques de sa région pour prévoir l'apparition des stades sensibles ;
- l'évolution des ennemis des cultures pour prévoir les périodes où ils risquent de devenir dangereux ;
- l'évolution des conditions météorologiques pour prévoir les durées d'efficacité des traitements et les évolutions des cultures et de leurs ennemis.

La diffusion des avertissements agricoles et des avis est très importante car elle doit être très rapide et atteindre le maximum de personnes intéressées. D'autre part, il faut que les agriculteurs sachent quelle est la valeur technique de la station d'avertissement et de ses avis, afin qu'ils reconnaissent la validité des conseils qui en sont issus.

Les avis ou avertissements destinés aux agriculteurs prennent un aspect dynamique, dans la mesure où de plus en plus ils précisent les risques d'attaques, l'utilisateur ayant à confirmer au niveau de ses parcelles si l'alerte est justifiée.

Les utilisateurs ont donc une plus grande liberté d'appréciation en fonction de ce qu'ils peuvent observer sur leurs cultures. Dans cet aspect, la mise au point de systèmes de rotation permet de quantifier un niveau d'attaque

à l'aide d'une méthode de contrôle bien définie. Par exemple, des données numériques sont utilisées et utilisables pour les acariens des arbres fruitiers, la grosse altise du colza et les méligethes, ...

L'action des stations d'avertissements agricoles est très efficace dans la lutte contre les ennemis des cultures et la réduction des quantités de produits phytosanitaires utilisés. Toutefois, les stations dépendent étroitement des travaux de recherche concernant l'épidémiologie des ennemis à combattre, qui sont utilisés pour élaborer des méthodes pratiques d'avertissements.

En effet, il ne suffit plus de concentrer l'effort sur la recherche de moyens chimiques, toujours plus puissants, pour détruire les prédateurs dont le nombre et la variété ne cessent de croître, sans se préoccuper des causes qui sont à l'origine de ces fléaux.

La mise en oeuvre d'un service de prévision et d'avertissement, suffisamment dense et bien équipé, sans lequel il n'est guère possible de pouvoir assurer rationnellement la protection des végétaux, ainsi que la connaissance de la biologie des principaux ravageurs et maladies, doit être accompagnée d'un autre élément : la connaissance écologique fondamentale permettant de saisir le mécanisme de la dynamique des populations, ainsi que l'évolution et les causes des épidémies.

Les moyens des services de prévision et d'avertissements sont très variables d'un pays à un autre au sein de la CEE; ainsi pour la France, la RFA et les Pays-Bas, il y a en moyens humains un technicien pour :

FRANCE	:	105.250 ha	...	5900 exploitations
R.F.A.	:	13.522 ha	...	1201 exploitations
PAYS-BAS	:	4.855 ha	...	444 exploitations

Il peut donc avoir lieu, dans certains pays, d'étoffer et de renforcer les moyens de ces services, qui peuvent, par ailleurs, rendre des services inestimables dans la réduction des quantités de produits phytosanitaires utilisés.

Dans ce même esprit, l'économie des produits phytosanitaires est à l'ordre du jour depuis déjà quelques années et les exemples suivants montreront quels peuvent être l'organisation, l'intérêt et l'impact des opérations déjà effectuées.

## V.5. Quelques exemples d'opérations

### V.5.<sup>1</sup> - La lutte contre les ennemis des vergers.

La limitation de l'utilisation des produits phytosanitaires est, depuis longtemps, une des préoccupations des agriculteurs et des pouvoirs publics. Dans cet esprit, la mise au point d'une technique de protection des cultures rationnelle et raisonnée nommée "*la lutte dirigée*" a débuté dans de nombreux pays, depuis plusieurs années. Par exemple, dès 1967, en France, la Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique recommandait l'application de la lutte dirigée dans les cultures fruitières françaises.

L'aménagement de la lutte contre plusieurs ravageurs prépondérants dans les vergers du Sud-Est de la France a été le premier objectif de ces études. Les premiers résultats obtenus permettent, d'ores et déjà, de tirer quelques enseignements pour les autres régions, ou les autres cultures, au point de vue de l'organisation de la protection des cultures.

L'expérience a montré qu'il était indispensable de contrôler les populations de ravageurs. Il comporte donc de prévoir l'intensité des attaques à l'échelon de la parcelle, pour n'intervenir que si le seuil de dégâts économiquement tolérable risque d'être dépassé. Tout est basé sur des contrôles qui permettent de savoir s'il est nécessaire de recommencer les traitements. Il s'agit donc d'appliquer un certain nombre de méthodes d'investigations dans les vergers. Cependant, même en s'efforçant de simplifier le plus possible ces investigations, celles-ci, dans la plupart des cas - au début tout au moins - ne peuvent pas être effectuées par les arboriculteurs. D'ailleurs, même après plus de 3 années de pratique, des arboriculteurs, connaissant bien leur métier, préfèrent confier cette surveillance à un technicien compétent, tout au moins pour tous les contrôles qui nécessitent des techniques particulières.

Le problème le plus important est donc maintenant celui de la formation de ces techniciens. L'A.C.T.A. (Association de Coordination Technique Agricole) s'en préoccupe actuellement et organise des stages d'études pour la formation de conseillers spécialisés.

Une telle technique culturale nécessite donc une formation et un encadrement des agriculteurs sur le plan local, par les conseillers intéressés. Par ailleurs, il faut qu'un organisme reconnu assure la coordination des études et recherches (méthodes de contrôle des populations, comptages, seuils, etc...) la formation des techniciens et l'information des techniciens et des agriculteurs.

Un certain nombre d'arboriculteurs ont pris conscience de l'intérêt de cette nouvelle technique de lutte.

Ainsi, les adeptes de la "lutte dirigée" ont une plus grande satisfaction psychologique parce qu'ils maîtrisent personnellement leurs problèmes phytosanitaires. Les arboriculteurs savent donc pourquoi ils traitent, car cette méthode permet de mesurer le risque et d'intervenir en fonction de ce risque mesuré. Les arboriculteurs ne peuvent plus être accusés d'utiliser les produits phytosanitaires au hasard. L'examen de l'évolution des quantités de produits utilisés, dans divers vergers conduits depuis quelques années en lutte dirigée, permet d'évaluer à 50 % la réduction moyenne des quantités de produits utilisés dans ces vergers. Cette économie paraît être largement supérieure aux frais collectifs qui seraient occasionnés par la rémunération d'agents spécialisés dans les contrôles sanitaires de ces vergers. D'autre part, d'autres aspects bénéfiques, comme la protection de l'entomofaune et de l'environnement, la diminution des quantités de produits diffusés, etc.. ne sont pas chiffrables, mais interviennent nettement en faveur du développement de la lutte dirigée.

#### V.5.<sup>2</sup> La lutte contre les ravageurs du colza

Les cultures de colza sont la proie de nombreux ravageurs et, bien que l'on possède des méthodes de lutte chimique très efficaces contre un insecte donné, le bilan du coût des interventions et des effets sur la productivité était loin d'être satisfaisant.

La culture du colza, introduite dans le Lauragais en 1960, a dû être abandonnée dès 1964 par suite d'une baisse spectaculaire des rendements due à l'action des insectes. L'organisation des traitements par la coopérative locale et l'utilisation répétée d'insecticides, tels le lindane, n'ont pu enrayer les attaques de ces insectes.

En 1969, la culture a repris et le CETIOM (1) a installé à Castelnaudary un laboratoire, en collaboration avec l'I N R A (2), dont l'objectif principal était de mettre au point un système de lutte contre les insectes, faisant intervenir tous les facteurs s'opposant à leur pullulation de façon à maintenir leurs dégâts au-dessous d'un seuil économiquement supportable.

La méthode mise au point conservait la priorité aux produits chimiques, faute de pouvoir utiliser d'autres moyens. Il fallait chercher :

- des substances chimiques ou des procédés d'application qui soient à la fois plus efficaces et moins dangereux pour l'environnement,
- l'utilisation rationnelle de ces produits dans le temps de manière à ne pas être obligé de répéter plusieurs applications contre un même insecte ;
- une décision de traitement que dans la mesure où il y avait des risques de dégâts, justifiant économiquement de telles interventions.

L'ensemble devait viser en même temps à intervenir dans des conditions qui soient aussi peu perturbantes que possible pour la faune utile associée au colza.

Les résultats obtenus dans la région de Castelnaudary illustrent les avantages et le bien-fondé d'une stratégie de "*lutte chimique dirigée*", telle qu'elle vient d'être définie.

Vers 1960, 3.500 ha de colza étaient cultivés et les rendements étaient satisfaisants. Puis, à partir de 1961, les rendements déclinèrent ce qui entraîna une baisse des emblavements et la concentration des insectes sur les surfaces restantes. Il fallait faire, à ce moment là, jusqu'à 4 traitements insecticides.

A la suite de l'opération de lutte chimique dirigée, il se produisit une remontée spectaculaire des surfaces cultivées en colza et une stabilisation des rendements. En même temps, le nombre de traitements est passé de 2 en 1969 et 1970, à zéro en 1972, 1973, 1974.

---

(1) C E T I O M : Centre d'Etudes Techniques Interprofessionnelles des Oléagineux Métropolitains

(2) I N R A : Institut National de la Recherche Agronomique

Il faut cependant ne pas généraliser et il est illusoire de chercher à mettre au point des méthodes stéréotypées d'intervention à l'échelle d'un pays. Il faut adapter régionalement les méthodes que l'on veut mettre en oeuvre.

De toute façon, certains principes restent valables pour d'autres régions :

- la surveillance des cultures est nécessaire pour :
  - . d'une part, déterminer si le stade sensible de la plante est atteint lorsque les insectes se présentent ;
  - . d'autre part, évaluer par les capteurs d'insectes le niveau et le rythme des arrivées,
- en possession de ces indications, il est possible de décider de l'opportunité du traitement ;
- par contre, il faut éviter tout traitement qui pourrait décimer les parasites des insectes. Il convient aussi d'agir avec le maximum de rapidité dans une région entière (ce qui évitera la fuite des insectes vers les champs non traités) ; pour cela, un organisme coordinateur est nécessaire.

Enfin, pour certains seuils d'infestation, il est possible de ne traiter que les bordures du champ, ce qui évite de toucher la population du centre, tout en restant en deçà de la limite économique.

Le principal objectif est donc de parvenir à préciser les notions de seuils économiques de traitement et d'opportunité de traiter. Il faut essayer de hiérarchiser les véritables dégâts des ravageurs dont l'importance ne correspond pas forcément à ce qui est visible.

Cet exemple mené sur le colza depuis 10 ans est un excellent modèle de la stratégie phytosanitaire qu'il conviendrait de généraliser à l'avenir. Dans cet objectif, la définition des seuils d'intervention et de nuisibilité permettra une gestion plus rationnelle des ravageurs et une simplification des méthodes en protection des cultures.

L'application de cette stratégie nouvelle exigera, des agriculteurs, davantage de soin, de réflexion et d'organisation, la limitation des traitements est à ce prix, mais elle est possible.

### V.5.<sup>3</sup> Les réseaux d'avertissement tavelure

Les réseaux d'avertissements mis en place dans certaines régions, en France, et pour certains types de protection des cultures permettent de montrer que ce genre d'organisation permet d'effectuer une meilleure protection phytosanitaire et avec beaucoup moins de produits phytosanitaires.

Citons par exemple l'expérimentation préliminaire à la mise en place d'un réseau d'avertissement des périodes à risque de la tavelure dans la vallée Rhône-moyen.

A la suite de quelques années d'études des conditions locales et de mise au point de l'appareillage nécessaire, un réseau d'avertissements de 4 secteurs autonomes était organisé. C'est l'A.C.T.A. qui coordonnait et dirigeait l'opération. L'ensemble des informations était centralisé; puis un bulletin était rédigé et diffusé auprès des agriculteurs de la région.

De nombreux producteurs sont intéressés par cette organisation car la protection des vergers contre la tavelure entre pour une grande part dans les frais de culture. L'utilisation des avertissements permettrait de recourir à des traitements de type arrêt, curatif ou éradicant, qui pourrait être un complément efficace ou une solution de remplacement à une couverture préventive.

Voici un exemple du message :

#### **Réseau avertissements Tavelure de Valence - Message du 22 mars à 9 h**

Première alarme pour la région de St-Sorlin uniquement - Bien que les projections de spores soient faibles, des contaminations sont à craindre depuis ce matin - Effectuer un traitement d'arrêt dans la journée, passé un délai de 24 heures, effectuer un traitement curatif.

#### **Réseau avertissements Tavelure de Valence - Message du 25 mars à 9 h**

Première alarme pour les régions de St-Marcel-lès-Valence, et Loriol - Bien que les projections de spores soient faibles, des contaminations sont à craindre depuis ce matin - Effectuer un traitement d'arrêt dans la journée, passé un délai de 24 heures, effectuer un traitement curatif.

Les précédentes précipitations, supérieures à 30 mm, ont annulé toute couverture antérieure.

Pour la région de St-Sorlin, nouvelle alarme ce matin. Si la protection n'a pas encore été assurée, effectuer un traitement curatif dans un délai de 2 jours.

#### **Réseau avertissements Tavelure de Valence - Message du 15 mars à 9 h**

Première alarme pour la région de Baix - Des contaminations sont à craindre depuis hier 16 h - Effectuer un traitement d'arrêt dans la journée - Passé un délai de 24 heures, depuis le début de la contamination, effectuer un traitement curatif.

Dans les autres régions de St-Marcel, Loriol, Baix, nouvelle alarme - Si la protection n'a pas encore été assurée, effectuer rapidement un traitement curatif.

#### **Réseau avertissements Tavelure de Valence - Message du 4 mai à 9 h**

Pour toutes les régions: St-Sorlin, St-Marcel, Loriol, Baix, les risques de contamination sont importants. Les traitements doivent être renouvelés dans tous les secteurs - Effectuer un traitement d'arrêt dans la journée; passé un délai de 24 heures, effectuer un traitement curatif.

Chaque arboriculteur abonné au réseau possédait une fiche technique de ce genre :

**L'ALARME EST DONNEE**

Vous traitez :

- si le traitement précédent a été appliqué depuis plus de 6 jours ;
- si le traitement précédent remonte à moins de 6 jours, mais qu'il a subi un lessivage de 25 mm (pluie ou irrigation) cumulé, ou 20 mm en continu ;
- si le dernier traitement a été effectué pendant une pluie.

Vous ne traitez pas :

- si le traitement précédent fait sur feuillage sec, et non lessivé remonte à moins de 6 jours.

**PRODUITS A UTILISER**

- si le traitement est effectué dans les 24 heures après le début de la contamination (traitement d'arrêt) : Captane, Thirame, Mancozebe ;
- si le traitement est effectué entre 24 h et 3 jours (maxi. 5 jours) - Traitement curatif : Benomyl, Méthylthiophanat ;
- si le traitement ne pouvait être effectué dans ces délais, consulter un des conseillers responsables de l'expérimentation.

Au vu des premiers résultats de cette expérimentation du réseau d'avertissements et par comparaison avec les résultats antérieurs, il est possible de réaliser une économie de 4 traitements en moyenne. Ceci représente , en année normale, 50 % des traitements et en année favorable à la tavelure 30 %.

L'enquête montre aussi que, pour près de 50% des arboriculteurshors réseau, la protection n'a pas été satisfaisante ; il n'était pas rare de trouver des dégâts supérieurs à 10 %.

Dans le cadre de cette expérimentation, les informations données ont permis une bonne protection phytosanitaire, tant sur le plan sanitaire qu'économique, avec une sérieuse diminution des quantités de produits utilisés.

Toutefois, la réussite d'un réseau d'avertissements est liée à l'intérêt qu'y portent les arboriculteurs concernés et à l'engagement de ceux-ci pour son bon fonctionnement.

Par ailleurs, le message restera toujours du type avertissement. Il ne pourra se substituer à la décision d'avertissement que , seul, le responsable de l'état sanitaire du verger, peut prendre.

Ces différents exemples nous montrent la voie qu'il faut suivre pour obtenir une sérieuse réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires. Il convient maintenant d'en tirer les conclusions de ce qu'il est possible d'organiser et de recommander aux niveaux nationaux ou communautaires.

## VI. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Dans l'analyse qui précède, nous avons essayé de situer les limites de l'emploi des produits phytosanitaires pour la protection des cultures et les divers risques que ces derniers pouvaient entraîner.

Il apparaît qu'au cours de ces dix dernières années, les problèmes phytosanitaires sont devenus de plus en plus complexes, que les frais relatifs à la lutte antiparasitaire se sont accrus, que consommateurs et défenseurs de l'environnement ont commencé à s'inquiéter. Diverses dispositions pourraient permettre une évolution favorable de la situation : dispositions de nature législative ou réglementaire, actions d'encouragement à la recherche, actions de formation ou d'information.

### VI.1. Dispositions de nature législative ou réglementaire

Il s'agit essentiellement des dispositions suivantes :

- Adoption par les états membres et application des différents textes communautaires déjà proposés concernant les produits phytosanitaires (proposition de directive du Conseil concernant la mise sur le marché de produits phytosanitaires homologués C E E , proposition de directive du Conseil concernant l'interdiction de mise sur le marché et d'utilisation de produits phytosanitaires contenant certaines substances actives, etc...)
- Institution d'un Organisme Interprofessionnel au niveau communautaire chargée notamment :
  - . de définir et classer les produits les plus dangereux pour l'environnement. L'emploi de ces produits serait fortement déconseillé (création éventuelle de taxes, redevances, etc.. ) ;
  - . d'établir un calendrier d'interdiction d'utilisation lorsque d'autres produits moins toxiques et d'efficacité suffisante peuvent être substitués ;
  - . d'instaurer (toujours dans le cadre de l'emploi des produits dangereux) des procédures d'agrément et de contrôle périodique de qualité des appareils de traitement ; ainsi que des procédures visant à donner et vérifier les connaissances techniques nécessaires à l'utilisation.
  - . d'étudier et de mettre en application des mesures destinées à encourager l'emploi et favoriser la commercialisation des produits phytosanitaires à action curative et des produits dits de troisième génération, sélectifs et peu toxiques.

- Dispositions diverses :

Celles-ci ont trait à :

- l'institution de procédures d'homologation des nouveaux types d'appareils, ou de contrôle des matériels neufs ou en service. La mise au point de ces procédures suppose la définition préalable des caractéristiques techniques des appareils permettant de réaliser une application satisfaisante ;
- la réalisation d'un livret normalisé d'entretien et d'utilisation des appareils de traitements. Ce livret devrait en particulier comporter toutes les indications nécessaires quant aux réglages et au choix des pièces interchangeables (buses, diaphragmes, etc...), ou en fonction de la culture à protéger, de sa densité, de la nature du parasite;
- la mention obligatoire sur les étiquettes, des conditions de stockage, de conservation, et d'emploi des produits . En outre l'évolution éventuelle dans le temps, de la dose à recommander, doit être indiquée et garantie. Le contrôle de l'étiquetage serait effectué au cours de la procédure d'homologation du produit;
- la modification de certains critères d'établissement des normes de qualité des produits agricoles ; il s'agit de décourager une pratique qui, afin de commercialiser les denrées les plus rémunératrices et d'éviter les risques de déclassement, aboutit à une consommation excessive de produit;
- l'établissement, au niveau des statistiques nationales et communautaires, d'une classification cohérente et commune des différents produits ou groupes de produits dans le but d'utiliser et de comparer les différentes sources d'information . Cette classification aiderait en outre à suivre l'évolution de certains aspects de la lutte antiparasitaire par exemple l'évolution des produits dangereux;
- l'organisation de l'information et de la formation de l'utilisateur à la protection et au respect de l'environnement;
- l'organisation de l'information du consommateur dans le domaine de l'utilisation des produits phytosanitaires, et notamment de la législation en vigueur afin d'assurer sa protection.

## VI. 2 Thèmes de recherche à encourager

Le but de ces recherches est d'améliorer les techniques d'application, de telle sorte que les traitements antiparasitaires deviennent toujours de moins en moins nocifs pour l'environnement. Il semble a priori qu'il existe deux grands types de voies :

++ ceux qui conduisent à la fabrication et la mise au point - lorsqu'ils n'existent pas - de produits à action curative, et de produits de troisième génération. Les premiers permettent de ne traiter que lorsque l'intervention est nécessaire (les traitements préventifs peuvent s'avérer a posteriori inutiles ; ils sont aussi quelquefois effectués à titre d'assurance par des agriculteurs soucieux de ne courir aucun risque). Les seconds doivent être spécialement étudiés du point de vue du respect de l'environnement, tout en devant conserver une efficacité comparable quant à la protection des plantes.

++ ceux qui visent à l'acquisition des connaissances nécessaires à la réduction des quantités de matière active épanchée lors d'un traitement. Parmi ces derniers, on peut citer :

- réduction éventuelle de doses homologuées ou recommandées. Il semble en effet que la fixation de ces doses devrait, à l'avenir, résulter d'expérimentations effectuées dans les conditions permises par les meilleures techniques du moment ;

- définition précise des caractéristiques souhaitables de l'application en fonction de la culture et du parasite et conséquences qui en résultent pour la technologie de l'appareil et ses réglages. Corrélativement, mise au point d'appareillages modernes de contrôle d'analyse des dépôts sur les cultures à protéger

- recherches de toutes les possibilités susceptibles de simplifier ou faciliter l'utilisation des équipements et leurs réglages (à l'exemple de toutes les études entreprises ces dernières années dans le domaine du débit proportionnel à l'avancement ).

## VI. 3 Modalités d'actions en vue d'améliorer les techniques et la pratique de la protection des cultures

Les propositions de nature réglementaire ou législative exposées en VI.1., y compris celles relatives à l'information et à la formation des utilisateurs, les thèmes de recherche cités en VI.2 supposent, pour être efficaces qu'un certain nombre d'actions soient fortement encouragées au niveau de l'agriculteur. Nous nous contenterons d'en dresser une liste non exhaustive :

- Formation de techniciens d'encadrement et de conseil des agriculteurs spécialisés dans la mise en oeuvre raisonnée des produits phytosanitaires et l'utilisation des appareils de traitement ;
- Information des agriculteurs sur l'environnement et sur les dangers de l'emploi de certains produits.
- Information et rappel des techniques culturales rationnelles qui permettent une économie de produits phytosanitaires ;
- Formation des agriculteurs à l'utilisation, le contrôle et l'entretien du matériel d'application
- Information sur le rôle et l'intérêt des services de prévisions et d'avertissements agricoles
- Formation spécifique, pour les utilisateurs de produits dangereux (ce point, vu son importance, a été cité en VI.1)
- Diffusion et utilisation d'appareillages de contrôle, de vérification du matériel dans les campagnes, accompagnée d'une procédure de contrôle périodique obligatoire ou recommandée des appareils suivant leur utilisation (point également cité en VI.1.)
- Incitation auprès des organismes officiels ou professionnels afin qu'ils signalent les dangers ou l'innocuité des produits conseillés et favorisent l'emploi des produits les moins dangereux.
- coordination des essais et des expérimentations réalisés dans ce domaine, centralisation et publication des résultats, concertation des expérimentateurs et réalisation de protocoles d'essais, etc...
- généralisation et développement à l'échelon régional des structures de vulgarisation et de formation propres à chaque grand type de problème phytosanitaire en :
  - . constituant un organisme compétent dont l'autorité est reconnue pour coordonner toutes les opérations propres à un ennemi donné ;
  - . entreprenant des études, recherches et expérimentations sur l'incidence des paramètres éco-climatologiques régionaux sur l'ennemi en question ;
    - installant éventuellement un service de prévention ou d'avertissement
    - diffusant les résultats expérimentaux et les méthodes mises au point auprès des techniciens et du personnel d'encadrement ,
    - formant des techniciens
    - faisant participer les agriculteurs à la mise en oeuvre de cette nouvelle pratique.

D'autres dispositions auraient pu être formulées, mais il est vraisemblable que de nombreuses difficultés s'opposeront déjà à l'application de celles que nous venons de présenter. L'important était de situer le problème posé par l'emploi de produits chimiques en agriculture et de proposer une méthode d'approche susceptible de conduire à une réduction des quantités utilisées et de la toxicité de ces produits.

ANNEXE I

Toxicité expérimentales des organochlorés (NOIRFALISE - (3) )

	<i>RAT</i> <i>DL 50</i> <i>ppm</i>	<i>GALLINACES</i> <i>DL 50</i> <i>ppm</i>	<i>POISSONS</i> <i>DL 50/24 h.</i> <i>ppm</i>	<i>ABEILLE</i> <i>DL 50</i> <i>ppb</i>	<i>PERSISTANCE</i>
DDT	250 à 300	300	0,01 à 0,4	0,74	persistant
Aldrine	67	4 à 4,5	0,02 à 0,1	0,30	Très persistant (volatil)
Dieldrine	40 à 87	20 à 43	0,13 à 0,24	0,153	Très persistant (volatil)
Endrine	5 à 45	3,5	0,0015 à 0,0003	0,30	très persistant
Chlordane	250	-	0,05 à 0,25	1,89	très persistant (volatil)
Heptachlore	130	"	0,5	toxique	persistant
Lindane	88 à 125	très toxique	0,5	0,055	moins persis- tant(volatil)
Toxaphène	40 à 120	-	0,10 à 0,2	toxique	peu persistant
Endosulfan	40 à 110	peu toxique	0,01	toxique	peu persistant
Dursban	135 à 163	-	0,18	0,114	peu persistant

Les toxicités aiguës expérimentales sont exprimées en DL 50. La DL 50 (dose létale 50) est la dose nécessaire, exprimée en mg/Kg de poids vif pour tuer la moitié de la population expérimentale. Les sources documentaires sont celles de DORMAL et THOMAS, MOORE, PERKOW.

## Principaux insecticides organophosphorés (NOIRFALISE (3))

	<i>RAT</i> <i>LD 50</i> <i>ppm</i>	<i>POISSONS</i> <i>LD 50</i> <i>ppm / 24 h.</i>
Parathion	6 - 15	0,5 - 1
Parathion - methyl	12 - 42	id.
Azinphos - methyl	11 - 20	0,05
Azinphos - ethyl	12,5 - 17,5	toxique
Mevimphos	6 - 7	10 - 13
Phosphamidon	17,9 - 30	1000
Demeton	6 - 12	5 à 15 (carpe)
Demeton - methyl	40 - 60	7,5 (truite)
Endothion	30 - 50	non connue
Thiometon (Ekation)	85	non connue
Dichlorphos	50 - 80	1000
Diazinon	100 - 220	toxique
Ethion (acaricide)	96 - 208	0,72
Fenthion	241 - 316	tox. modérée
Fenitrothion	242 - 433	toxique
Dimethoate	250	toxique
Trichlorphon	450 - 630	peu toxique
Malathion	1375-2800	0,1
Fenchlorphos	1250-1750	non connue
Bromophos	3700-6100	0,05 à 1,5

## Principaux groupes de fongicides (NOIRFALISE (3))

	<i>LD 50</i> <i>rat</i> <i>(ppm)</i>	<i>LD 50</i> <i>poissons</i> <i>(ppm)</i>	<i>Toxicité pour</i> <i>les</i> <i>abeilles</i>
Organo-mercuriques (traitement des semences)	15-1000	toxiques	peu connue
Organo-arsenicaux	100- 175	toxiques	"
Dérivés de l'étain	125 - 500	"	"
Dérivés du cuivre	"	10 à 40	dangereuse
Dithiocarbamates			
- zinebe, thirame, manèbe, zirame, etc.	865 - 6500	3,2 "22,4	sans danger
- captan, captafol	6200-18000	modérée	modérée
Quintozone	1200	non connu	sans danger
Benomyl	9590	non connu	toxique

## Toxicité des principaux herbicides (NOIRFALISE (3). )

	<i>RAT</i> <i>LD 50</i>  <i>ppm</i>	<i>POISSONS</i> <i>LD 50</i> <i>(24 ou 48 h.)</i>  <i>ppm</i>
<u>Herbicides totaux (désherbants)</u>		
Dinitrés DNOC	30	3
Dinosèbe	40 , 60	1 - 3
Halogénés Paraquat (gramoxone)	150	23 - 67
Diquat (reglone)	400 - 440	90 - 410
Picloram (tordon)	8200	64
Amitrol	11000 - 25000	400 - 1000
<u>Herbicides sélectifs</u>		
Phénoxyacides 24 D	375	faible
24 DES, 24 DEP	750 - 850	non connu
245 T	9000	très faible
Acides chlorés TCA, TCB	3000 - 5000	id.
Delapon	6000 - 8000	id.
Carbamates Diallate, Triallate, EPTC	800 - 2000	8 - 12
C I P C	1000 - 3500	+ 10
Sulfallate	850	non connu
Dérivés de l'urée (monuron, diuron, cycluron, etc	1000 -3500	non connu
Triazines (simazine, atrazine, etc..)	1000 -3500	+ 10

## ANNEXE II

### LA PROTECTION PHYTOSANITAIRE DU BLE D'HIVER

#### Le traitement des semences

C'est une opération très importante qui permet de désinfecter les semences en éliminant les champignons parasites (agents des fontes de semis, carie, charbons, helminthosporiose), de protéger la jeune plantule contre des ravageurs (taupins, mouche grise) et les corbeaux.

Les principales matières actives fongicides utilisées sont : le MERCURE, le MANEBE, le MANCOZEBE, l'OXYQUINOLEATE de CUIVRE, l'ERITHRIMOL et le THIABENDAZOLE. D'autre part, les produits commerciaux sont souvent mixtes combinant fongicide, insecticide et corvifuge.

#### Le désherbage

Les traitements de prélevée en automne présentent l'intérêt d'une assurance surtout lorsqu'il a une forte infestation de mauvaises herbes dans la parcelle en question.

Les matières actives les plus utilisées sont les suivantes :

- le NEBURON à la dose de 3000 g/ha
- le CHLORTOLURON à la dose de 2500 g/ha
- le METHABENZTHIAZURON à la dose de 2800 g/ha
- la TERBUTRYNE à la dose de 2500 g/ha
- le NITROPHENE à la dose de 2000 g/ha
- l'ISOPROTURON

Les traitements de post-levée sont effectués au début du printemps en fonction des espèces de mauvaises herbes présentes.

Les principales antigraminées sont le METHABENZTHIAZURON et le CHLORTOLURON, le BENZOYLPROPETHYL.

Les principales antidicotyledones doivent être utilisées à des stades végétatifs précis. Il y a notamment le DNOC, le DINOTERBE, le DINOSEBE, le MCPB, le MECOPROP, le MCPP, le MCPA, le 2,4 D, le DICHLORPROP, l'IOXYNIL, le BROMOXYNIL, le BENTAZONE, le DICAMBA, le PICLORAME.

#### La lutte contre les maladies en cours de végétation

Pour le blé, les maladies les plus à craindre sont le piétin-verse, les rouilles et plus épisodiquement et localement, la fusariose ou la septoriose. Le piétin-verse et la fusariose peuvent être traités en même temps avec les mêmes matières actives : le BENOMYL, le CARBENDAZIME, le METHYLTHIOPHANATE, le THIABENDAZOLE.

La rouille jaune est efficacement combattue avec l'OXYCARBOXINE.

#### La lutte contre les ravageurs

Les principaux insectes ravageurs sont le CNEPHASIA, l'AGROMYZA, les CEDIDOMYIES et surtout les PUCERONS. La protection d'une culture ne s'impose que si elle est efficace et économique. Il faut donc vérifier la nuisibilité de l'invasion, choisir la période de traitement en fonction du stade de développement du ravageur, vérifier la non-toxicité de l'insecticide sur les insectes non ravageurs.

Contre les PUCERONS les matières actives sélectives utilisées sont :

- l'ENDOSULFAN à la dose de 525 g/ha
- le PHOSALONE à la dose de 600 g/ha
- le BROMOPHOS à la dose de 375 g/ha
- le DIALIFOS + l'ENDOSULFAN à la dose de 360 + 280 g/ha
- le PRIMICARBE à la dose de 125 g/ha

Contre le CNEPHASIA on utilise le MALATHION à la dose de 1000 g/ha.

Contre l'AGROMYZA on utilise aussi le traitement précédent.

Contre les CECIDOMYIES on emploie le FENTHION à la dose de 550 g/ha ou le FENITROTHION à la dose de 500 g/ha.

## LA BETTERAVE SUCRIERE

### Le désherbage

Les programmes de désherbage sont nombreux mais en général les applications suivantes sont effectuées :

- un traitement de présemis avec un produit antigraminées et antidicotylédones où le produit doit être incorporé au sol ;
- des traitements de post-émergence avec le PHENMEDIPHAME, matière active possédant un spectre d'efficacité assez large sur les dicotyledones.

Les principales matières actives disponibles sont les suivantes :

- le CYCLOATE appliqué en présemis
- le CYCLOATE + LENACILE appliqué en présemis
- le CYCLOATE + ETHOFUMESATE appliqué en présemis
- le DIALLATE ou le TRIALLATE appliqué en présemis
- l'ILLOXAN appliqué en post-levée
- le DICLOFOPMETHYL appliqué en post-levée
- l'ETHOFUMESATE appliqué en prélevée ou en post-levée
- le LENACILE appliqué en présemis
- le METAMITRONE appliqué en présemis, post-semis ou post-levée
- le PHENMEDIPHAME appliqué en post-levée
- le PYRAZONE appliqué en présemis, post-semis ou post-levée.

Certains herbicides appliqués en post-levée voient leur action renforcée par l'addition d'huiles spécialement formulées (cas du phenmediphame).

### La lutte contre les maladies

La CERCOSPORIOSE. Il faut traiter lorsqu'il y a des foyers de maladies et que la région est propice au développement de la maladie. Les produits à utiliser sont les suivants :

- 125 à 150 g/ha de BENOMYL
- 500 g/ha de METHYLTHIOPHANATE
- 150 g/ha de CARBENDAZIM

Contre le MILDIOU et le RHIZOCTONE aucun traitement ne peut être conseillé.

La lutte contre les parasites

Les parasites de la betterave sont très nombreux et nous n'en citerons que les plus importants. Voici un tableau résumant les principaux parasites, les produits de lutte et les doses d'emploi. Il est en général recommandé de traiter à l'apparition des premiers dégâts sauf pour la BLANIULE, la SCUTIGERELLE, le TAUPIN et le VER BLANC qui sont traités en présemis.

PARASITES	MATIERES ACTIVES ET DOSES
ALTISE	150 g/ha de PARATHION ou LINDANE
BLANIULE	15-20 kg/ha à 5 % de ALDICARBE 10-12 kg/ha à 5 % de CARBOFURAN 7- 8 kg/ha à 5 % de CHLORMEPHOS
CHARANCON	150 g/ha de PARATHION ou LINDANE 100 g/ha de FORMETANATE
LIMACE	METALDEMYDE ou MERCAPTODIMETHUR
PEGOMYIE	200 g/ha de PARATHION ou DIAZINON 300 g/ha de DIMETHOATE 400 g/ha de TRICHLORFON 450 g/ha de PHOSALONE
NEMATODE	18-20 kg/ha à 5 % de ALDICARBE 12 kg/ha à 5 % de CARBOFURAN
NOCTUELLE	LINDANE ou TOXAPHENE, CARBARYL ou METHOMYL
PUCERON NOIR	APHICIDES spéciaux
PUNAISE	200 g/ha de PARATHION ou LINDANE
SCUTIGERELLE	CARBOFURAN
TAUPIN	LINDANE ou METHIOCARBE
VER BLANC	LINDANE

Finalement les principaux traitements contre les ennemis animaux et les virus sont les traitements des semences, et les applications localisées sous forme de granulés dans la raie de semis, ou en bande large de 5 à 20 cm au-dessus de la raie de semis recouverte de terre et en pulvérisation du feuillage contre les pucerons et la pégomyie.

LA VIGNELutte contre la pourriture grise

MATIERES ACTIVES	DOSES (g/hl)
DICHOFLUANIDE	125
BENOMYL	50
METHYLTHIOPHANATE	100
CARBENDAZIM	50
THIRAME	
CAPTANE	
FOLPEL	
CAPTAFOL	

Lutte contre les tordeuses de la grappe

MATIERES ACTIVES	DOSES (g/hl)
CARBARYL	120
AZINPHOS	40
BROMOPHOS	50
FENITROTHION	50
TETRACHLORVINPHOS	100
ACEPHATE	56
DICHLORVOS	125
MALATHION	75
PARATHION ETHYL	20
PARATHION METHYL	30
DIALIFOR	75
MEVINPHOS	50
METHOMYL	37
METHIDATION	30
PHOSALONE	60

Lutte contre le mildiou

MATIERES ACTIVES	DOSES (g/hl)
CUIVRE (sous différentes formes) divers ORGANO-CUPRIQUES	500
MANCOZEBE	280
MANEBE	
PROPINEBE	
ZINEBE	250
CAPTANE	175
CAPTAFOLE	120
FOLPEL	150
DICHLORFLUANIDE	125

Principaux herbicides

MATIERES ACTIVES	DOSES (kg/ha)
CARBETAMIDE	3
SIMAZINE	3
DICHOLOBENIL	7,5
CHLORTIAMIDE	7,5
AMINO-TRIAZOLE	5
DALAPON	8
TERMEBUTON	
TERBUTHYLAZINE	10
OXADIAZON	2
DIQUAT	0,8

ANNEXE III

Consommation et ventes en Grande Bretagne de produits phytosanitaires

Source : statistiques de l'industrie agro-chimique

(en millions de livres sterling)

	1974			1975			1976		
	Herb.	Fong.	Ins.	Herb.	Fong.	Ins.	Herb.	Fong.	Ins.
Agriculture et Horticulture	38,0	7,4	6,4	47,8	7,6	8,1	56,8	9,0	12,8
Industrie et forêts	0,6	0,07	0,08	1,6	0,03	0,22	1,6	0,03	0,14
Jardins et entretien	1,6	0,5	2,9	1,4	0,49	2,1	1,7	0,78	3,1

Consommation et ventes en France de produits phytosanitaires

source : INSEE      Indice 100 en 1970

Années	Parachimie		Achats des agriculteurs	
	Prix	Volume	Prix	Volume
1970	100	100	100	100
1971	102,5	105	106,6	106
1972	106,6	113,4	111,9	113,4
1973	115,9	123,6	124,6	123,6
1974	155,4	127,3	154,2	126,1
1975	170,9	114,6	166,6	122,2
1976	189	125		

Chiffre d'affaires de la Chambre Syndicale de Phytopharmacie  
en France

PRODUITS	METROPOLE				
	1972	1973	1974	1975	1976
FONGICIDES	266.459	358.233	453.452	465.107	379.596
INSECTICIDES	187.043	285.538	373.389	425.629	386.834
HERBICIDES	599.215	733.896	952.529	1.058.062	1.032.596
DIVERS	62.052	89.512	119.218	150.039	134.811
PRODUITS CUPRIQUES	-	34.937	24.807	16.500	20.847
TOTAUX	1.114.769	1.502.116	1.923.395	2.115.337	1.954.684

ENQUETE STATISTIQUE SUR LES TONNAGES DE PRODUITS PHYTOPHARMACEUTIQUES  
ENTRANT DANS LA COMPOSITION DE SPECIALITES UTILISEES EN FRANCE

---

*Source : Chambre Syndicale de la Phytopharmacie*

RESULTATS 1975 et 1976 entre parenthèses

INSECTICIDES

- . Azinphos éthyl et méthyl confondus : 144 tonnes (170 tonnes)
- . Carbaryl : 408 tonnes
- . Dicofol : 67 tonnes
- . Diméthoate : 268 tonnes (207 tonnes)
- . Endosulfan : 128 tonnes
- . Lindane : 911 tonnes (1 377 tonnes)
- . Malathion : 69 tonnes (108 tonnes)
- . Parathions éthyl et méthyl confondus : 431 tonnes (432 tonnes)
- . Insecticides du sol confondus (aldicarbe, carbofuran, terbuphos, chlorméfos, chlorpyrifos, fonofos, phorate) : 492 tonnes (449 tonnes)
- . Camphènes chlorés : 43 tonnes (44 tonnes)

FONGICIDES

- . Dinocap : 17 tonnes (24 tonnes)
- . Dithiocarbamates confondus (manèbe, zinèbe, mancozèbe, propinèbe, carbatène) : 6 356 tonnes (10 586 tonnes)
- . Ethirimol, tridémorphe, triforine, ditalinfos confondus : 138 tonnes
- . Mercure (organo-mercuriques) exprimé en métal : 5,5 tonnes (7,9 tonnes)
- . Phtalimides (captane, folpel, captafol confondus) : 1 909 tonnes (2 314 tonnes)
- . Thirame, zirame confondus : 671 tonnes (706 tonnes)
- . Fongicides systémiques confondus (bénomyl, méthyl-thiophanate, thiabendazole, carbendazime) : 564 tonnes (557 tonnes)

HERBICIDES

- . Phytohormones de synthèse acétiques, propioniques et butyriques, utilisées seules, en association entre elles ou avec d'autres composés herbicides : 4 197 tonnes (8 020 tonnes)  
Dont acide 2,4,5-T : 129 tonnes
- . Dérivés des amides : (alachlore, propachlore, pentanochlore, difénamide, monalide, napropamide, carbétamide, propanil) : 358 tonnes
- . Colorants nitrés confondus (DNOC, dinosèbe, dinoterbe, nitrofène) : 1 793 tonnes (3 185 tonnes)
- . Prophame et chlorprophame confondus : 24 tonnes (26 tonnes)
- . Triazines confondues (atrazine, amétryne, desmétryne, métoprotryne, métribuzine, prométryne, simazine, cyanazine, terbutryne...) : 4 380 tonnes (4 617 tonnes)
- . Urées substituées confondues (linuron, néburon, benzuride, monuron, diuron, cycluron, métoxuron, chlortoluron, méthabenzthiazuron, monolinuron, métobromuron) : 3 908 tonnes (3 193 tonnes)
- . Toluidines confondues (benfluraline, trifluraline, nitaline, pénoxaline) : 367 tonnes
- . Uracils (bromacils, lenacils, terbacils) : 104 tonnes

Il a été expressément recommandé par les firmes détentrices de brevets de ne pas communiquer aux sociétés adhérentes de la CSP les résultats concernant les produits suivants :

- Mévinphos
- Oxydéméton-méthyl
- Phosalone
- Pirimicarbe  
(insecticides qui font au total 534 tonnes de MA)
  
- Oxyquinoléate de cuivre
- Chinométhionate
- Dichlofluanide
- Pyrazophos
- Doguadine  
(fongicides qui font au total 508 tonnes de MA)
  
- Aminotriazole
- Diallate et triallate
- Diquat et paraquat
- Ioxynil
- Pyridazones
- Phenmédiphame  
(herbicides qui font au total 3 041 tonnes de MA)

NOTA :

Nous ne disposons d'aucun élément nous permettant d'apprécier ce que ces différents tonnages et leur ensemble représentent par rapport à la somme des tonnages des matières actives de tous les produits antiparasitaires utilisés en France.

## Ventes au Danemark de produits phytosanitaires entre 1973 et 1976

source : services de statistiques du Danemark

Les produits phytosanitaires	1973	1974	1975	1976
Nombre de produits	867	873	877	869
Valeur (en millions de couronnes)	137,0	169,2	197,7	211,5
Quantités (en tonnes)	13736	13153	10702	11463
Quantités de matières actives (en tonnes)	6701	6210	4782	4901
<b>Les herbicides :</b>				
Nombre de produits	263	258	269	290
Valeur (en millions de couronnes)	89,0	116,7	144,9	142,4
Quantités (en tonnes)	9 514	9 397	7 835	7 707
Quantités de matières actives(en T.)	5 101	4 828	3 920	3 755
<b>Les insecticides</b>				
Nombre de produits	329	344	347	335
Valeur en millions de couronnes	32,7	37,7	36,2	47,3
Quantités (en tonnes)	3 120	2 746	1 905	2 666
Quantités de matières actives(en T)	1 550	1 342	826	1 104
<b>Les fongicides</b>				
Nombre de produits	158	162	155	153
Valeur(en millions de couronnes)	13	12,5	14,3	18,8
Quantités (en tonnes)	732	681	663	851
Quantités de matières actives (en tonnes)	45	37	33	37

Utilisation des produits phytosanitaires dans la  
République Fédérale d'Allemagne

Source : "Statistisches Bundesamt"

Base 100 en 1962

Produits phytosanitaires	1970	1971	1972	1973	1974
Produits à base de cuivre	29	27	29,8	30,4	33
" à base de soufre	114	81,1	86,1	118	163,3
" à base de mercure	130,7	160	93,9	117,8	149,1
autres produits inorganiques	120,1	82	69,4	92,7	106,3
Lindane	78,8	73	68,2	99,7	124,7
D D T	59,1	13	4,3	3,6	2,3
autres organochlorés	126,7	164,4	184,0	133,6	50,1
autres insecticides organiques	923,9	652,8	1567,6	2586,2	1108,7
organo phosphorés	224,4	301,7	255,6	311,3	323,8
DNOC et produits nitrés	176,9	185,7	15,4	18,6	18,3
Produits huileux	47,2	20,9	22,6	40,7	31,0
Herbicides organiques	462,3	495,4	535,6	620,9	593,6
Fongicides organiques	265,5	250,3	216,3	264,1	303,7
Autres produits organiques	68,1	81,7	152,1	161,4	147,4

A N N E X E I V

CONSOMMATION MONDIALE DE PRODUITS PHYTOSANITAIRES EN 1974

Source : CASTIEL (12)

Répartition par grands types de culture

	CONSOMMATION (tonne)	%	PRODUCTION (1000 tonnes)	consommation --- Production
COTON	945.000	33,4	39.739	23,80
MAÏS	900.000	31,7	292.990	3,07
RIZ	337.500	11,9	323.201	1,04
POMME DE TERRE	337.500	11,9	293,724	1,15
BLÉ	315.000	11,1	360.231	0,87
SOUS TOTAL	2.835.000	100		

Répartition par zone géographique (Francs constants)

Zone géographique	1974				1980		
	CONSOMMATION (milliards de FF)	(millions de T)	%	surfaces (100 ha)	ction K/ha	ction milliards de FF	%
AMERIQUE DU NORD	9,8	1,7	38,5	234.820	7,24	13,2	35,5
AMERIQUE LATINE	1,8	0,3	7	127.539	2,35	3,1	8,4
EUROPE DE L'OUEST	6,5	1,1	25,3	97.500	11,28	8,5	22,8
EUROPE DE L'EST	2,6	0,5	10,2	277.858	1,80	4	10,6
ASIE	3,2	0,6	12,4	349.738	1,72	5,5	14,7
AFRIQUE	1,2	0,22	4,7	211.287	1,04	2,2	6
AUS - NZ	0,4	0,08	1,9	45.189	1,77	0,8	2
Toutes régions	25,5	4,5	100	1.343.931	3,35	37,3	100

ANNEXE V

Surfaces traitées avec les produits phytosanitaires en Grande Bretagne

(pour quelques spéculations culturales - source : statistiques de l'industrie agro-pharmaceutique)

<u>CEREALES (en milliers d'acres)</u>	1974	1975	1976
Surfaces totales	8,375	8,435	7,794
Surfaces traitées avec des herbicides	7,600	7,900	7,260
Surfaces cumulées traitées avec des herbicides	9,278	9,225	9,413
Surfaces traitées aux fongicides	2,600	3,300	3,100
Surfaces cumulées traitées avec des fongicides	2,689	3,400	3,190
Surfaces traitées avec des insecticides	70	147	1,907

Il n'est pas tenu compte des exploitations cultivant moins de 30 acres de céréales

<u>POMMES DE TERRE (en milliers d'acres)</u>	1974	1975	1976
Surfaces totales	464	426	367
Surfaces traitées avec des herbicides	310	330	310
surfaces cumulées traitées avec des herbicides	322	346	326
surfaces traitées aux nématicides	81	91	114
surfaces cumulées traitées aux nématicides	81	91	114
surfaces traitées aux insecticides	175	260	218
surfaces cumulées traitées aux insecticides	207	359	379
surfaces traitées aux fongicides	380	350	265
surfaces cumulées traitées aux fongicides	1 179	1 030	713

il n'est pas tenu compte des exploitations cultivant moins de 5 acres de pommes de terre.

Surfaces traitées avec les produits phytosanitaires en France pour quelques spéculations culturelles

Surfaces et tonnages traités en culture de pommes de terre par type de traitement (source Institut Technique de la Pomme de terre)

Type de traitement	surfaces ou tonnages
Traitement du sol (insecticide, organo-phosphoré et lindane)	5 000 ha
Traitement de semences (thiabendazole, bénomyl, etc...)	120 000 tonnes
Désherbage (urées substituées, métribuzin)	120 000 ha
<u>Traitements du feuillage</u>	
insecticides	100 000 ha (1)
fongicides	1 500 000 ha (1)
défanage	180 000 ha (1)
Traitement des tubercules récoltés (inhibiteurs de germination)	3 000 000 tonnes
(1) traitements cumulés (tenant compte du nombre de traitements)	

Surfaces , produits phytosanitaires et doses de matières actives utilisés  
en cultures de betteraves (source : Institut Technique de la betterave)  
 (France)

Surfaces traitées (en hectares)	Produit commercial	Dose/ha produit commercial (en kg)	matière active	Quantité totale de matière active utilisée (en kg)
<u>INSECTICIDES</u>				
25 000	DOTAN 5 G	8	chlormephos	10 000
100 000	COUNTER 2 G	9	terbuphos	18 000
80 000	CURATER 5 G	12	carbofuran	48 000
300 000	TEMIK 5 G	14	aldicarbe	210 000
<u>HERBICIDES</u>				
50 000	T C A	3	trichloroacétate de soude	135 000
320 000	AVADEX	3	triallate 400g	384 000
450 000	PYRAMINE	3	pyrazone 64%	864 000
75 000	VENZAR	0,5	lenacile 80%	30 000
60 000	GOLTIX	3	metamitrone	126 000
125 000	TRAMAT	(x) 4 litres	ethofumesate	100 000
		"	200 g/l	
500 000	BETANAL	(x) 5,5 "	phenmediphame	45 000

(x) il s'agit de produits utilisés généralement en postémurgence, en traitements successifs sur une même parcelle.

Quantités de produits phytosanitaires exprimés en matière active pure,  
appliqués par hectare sur les surfaces agricoles pendant l'année 1976  
au Luxembourg

	AGRICULTURE y compris les fruits et légumes	VITICULTURE
Surfaces insecticides et acaricides	60 000 ha	1 260 ha
fongicides	0,033 kg/ha	1,320 kg/ha
herbicides	0,740 kg/ha	70,5 kg/ha
	0,920 kg/ha	1,590 kg/ha

ANNEXE VI

Quelques exemples de doses / hectare recommandées dans une fourchette et  
comparaison avec la dose/hectare homologuée pour la FRANCE

Matière active	spécialité commerciale	Dose prévue par le fabricant (kg/ha)	Dose homologuée (kg/ha)	Culture
simazine	Batazina Flo	2,5 à 5	3	vigne
"	" 50	3	3	"
atrazine	Atrazineix 50	1 à 2,5	2,5	maïs
"	" Flo	1 à 2,5	2,5	"
2,4 D	Desormone lourd D	0,4 à 0,6	0,6	céréales d'hiver
2,4 D	" "	0,36 à 0,45	0,6	" de printemps
néburon	Granorex	3 à 3,5	2,5 à 3,5	" d'hiver
nitrofene + néburon	Herbalt	3 à 4	3 à 4	" "
dinoterbe + mécoprop d°	D M 68	3,2 à 4	3,2	" "
	"	1,6 à 2,3	3,2	" de printemps
2,4 MCPA	Agroxone 50	0,8 à 1	0,5 à 1,2	" d'hiver
2,4 MCPA	" "	0,8	0,5 à 1,2	" de printemps
2,4 D	Chloroxone 1	0,8 à 1	0,5 à 1,5	" d'hiver
2,4 D	"	0,8	0,5 à 1,5	" de printemps
MCPP + 2,4 D	Polymone 60	1,8 à 2,4		" d'hiver
MCPP + 2,4 D	"	1,8		" de printemps
2,4 MCPA + B+ F	Trycinol	1,2 à 1,44	1,2 à 1,584	" d'hiver
" " "	"	1,2	1,2 à 1,584	" de printemps

ANNEXE VII

Sur un échantillon de 4 catalogues de produits phytosanitaires, quels sont les produits dont la dose est fixe, ou ceux dont la dose est donnée par une fourchette et pour quelle utilisation il y a un seul produit ou plusieurs.

	Insecticides et Acaricides		Herbicides		Fongicides	
	Produits à dose fixe et sur une culture	Autres produits	Produits à dose fixe et sur une culture	Autres produits	Produits à dose fixe et sur une culture	Autres produits
-----						
Nombre de spécialités simples :	19	43	18	39	9	31
Nombre de spécialités composées :	10	13	8	27	9	10
TOTAL :	29	56	26	66	18	41
Pourcentage :	34%	66%	28%	72%	31%	69%
Nombre d'utilisations :	66	141	42	193	40	133
Pourcentage :	32%	68%	18%	62%	23%	77%

ANNEXE VIII

**Doses létales 50 (DL 50) exprimées en mg par kilo (ppm)  
de poids vif de l'animal d'expérimentation**

Echelle de toxicité (DL 50) (1)	Produits et denrées-repères (non pesticides)	Insecticides	Herbicides	Fongicides
DL 50 = 0	<i>toxine A du botulisme</i> : 0.0014	aldicarbe : 0,8 parathion éthyl :	DNOC : 10 (2)	
↑ Substances toxiques ↓	<i>solanine de la pomme de terre</i> : 5  <i>strychnine</i> : 16  <i>nicotine</i> : 55	azinphos-méthyl : 17,5 parathion : 20 méthidathion : 34  dichlorvos : 80	dinosèbe : 60 (2)	
DL 50 = 100		DDT : 115 phosalone : 120 lindane : 125 diméthoate : 130	paraquat : 150	
↑ Substances moyennement toxiques ↓ Substances peu toxiques	<i>caféine</i> : 255	carbaryl : 540	2,4,5-T : 500 MCPA- 2,4-D : 575 ioxynil : 400 diquat : 400 diallate : 500  mécoprop : 650	thirame : 865
DL 50 = 1 000	<i>aspirine</i> : 1 200	malathion : 2 800	atrazine : 2 500 diuron : 3 600 PCA (pyrazone) : 3 600 simazine : 3 000	ziram : 1 400
↑ Substances très peu toxiques aux doses d'emploi ↓	<i>sel de cuisine</i> : 3 750		urées substituées : 5 600 à 11 000	zinèbe : 5 200 méthyltio-phanate : 6 600 manèbe : 7 500 bénomyl : 9 600 folpel : 10 000 oxyqui. Cu : 10 000
DL 50 = 10 000 et plus	<i>alcool éthylique</i> : 16 500			captane : 15 000

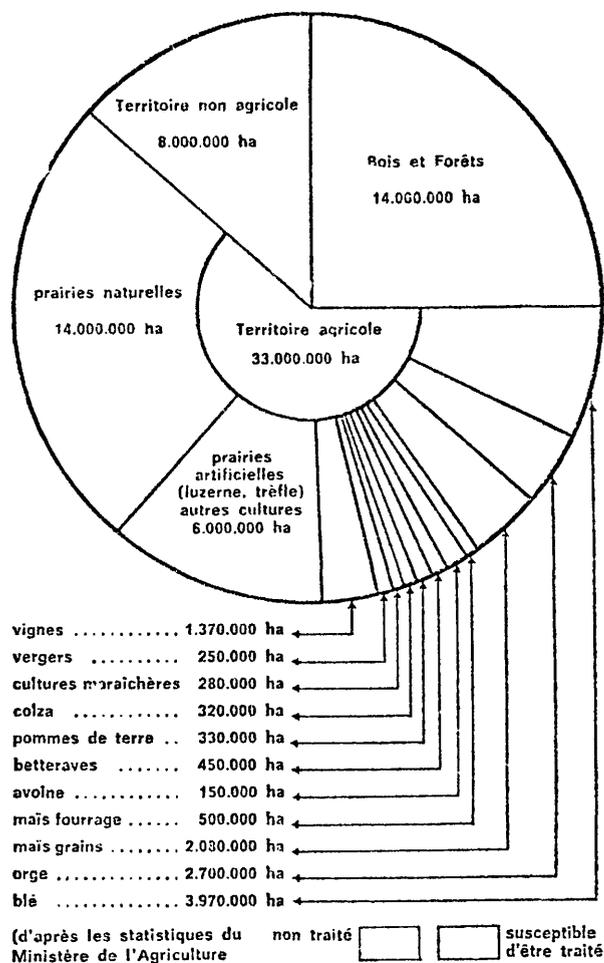
(1) Rappelons que la DL 50 exprime en ppm la dose d'une substance pouvant provoquer la mort de 50 % des animaux d'expérimentation qui y sont soumis. Plus la DL 50 est faible plus la toxicité est grande.  
(2) Le DNOC et le dinosèbe sont des « colorants nitrés » (premiers herbicides de synthèse).

## ANNEXE IX

Quelles quantités de produits de traitement met-on sur les cultures et sur quelles parties du territoire français ?

### . Les surfaces

Le graphique ci-dessous (*source SCEES - FRANCE*) montre qu'un quart du territoire est susceptible de recevoir des traitements de façon régulière.



Sur 33 millions d'hectares de terres agricoles, on trouve :

14 millions d'ha de prairies naturelles qui ne sont jamais traitées

6 millions d'ha de prairies artificielles dont une partie reçoit un traitement herbicide

13 millions d'ha de cultures susceptibles de recevoir des traitements.

Donc, on peut considérer que 39 % de la surface agricole reçoit des traitements, soit 23,6 % du territoire national.

.Les quantités

En divisant les quantités de matières actives totales utilisées dans l'année par la surface totale traitable on constate que la dose moyenne épanchée est de 0,25 gramme par mètre carré.

Les céréales qui représentent les 3/4 des surfaces traitées reçoivent surtout des herbicides à la dose moyenne de 0,17 gramme par mètre carré.

Les vignes reçoivent des fongicides peu toxiques à la dose de 0,7 gramme par mètre carré et des insecticides à 0,20 gramme par mètre carré.

Les cultures maraîchères, les vergers sont traités avec des insecticides à la dose moyenne de 0,13 gramme par mètre carré.

Cramer a évalué en 1967 la part respective des dégâts d'insectes des maladies cryptogamiques et de la concurrence des mauvaises herbes, en considérant 2 niveaux de culture, un niveau à bas rendement (B.R.), un niveau à haut rendement (H.R.)

Pertes sur le rendement des récoltes, exprimées en % du rendement potentiel  
d'après CRAMER 1967. Europe Occidentale

		Pertes dues aux			Pertes totales (%)
		insectes	parasites fongiques	mauvaises herbes	
<u>CEREALES (1)</u>					
Blés et froments	BR	6	8	10	24
	HR	3	2	9	14
Avoine	BR	12	10	9	31
	HR	12	2	9	22
Orge	BR	6	10	10	26
	HR	2	4	7	18
Seigle	BR	2,5	4	10	16,5
	HR	2	2	8	12
Riz	HR	2	3	10	15
<u>CULTURES SARCLEES</u>					
Betterave sucrière	BR	4,8	9,8	5,9	20,5
	HR	3,8	8,8	5	17,6
Pommes de terre	BR	5	25	4	34
	HR	5	21,4	4	30,4
<u>LEGUMES</u>	HR	3,2	3,3	5,7	12,2
<u>FRUITS</u>	HR	3,3	6,6	2,0	11,3

(1) Un récent colloque de l'INRA à Versailles, indique, pour les céréales en général, que les traitements fongicides augmentent les rendements de 2 à 15 % et parfois de 20 %; ces chiffres sont donc plus élevés que ceux de Cramer (2 à 8 %)

**PERTES DE RECOLTE PAR CAUSE D'INFESTATION ET PAR REGION**

=====

## (A) PERTES EN % DE LA PRODUCTION POTENTIELLE

ZONE GEOGRAPHIQUE	PERTES DUES AUX			PERTES TOTALES
	INSECTES	MALADIES	MAUVAISES HERBES	
MOYENNE GLOBALE	12	12	10	34
Amérique du Nord	2,4	11,3	8	28,7
Amérique Latine	10	15,2	7,8	33
Europe de l'Ouest	5,1	13,1	6,8	25
Afrique	13	12,9	15,7	41,6
Est Asiatique	10,5	9,1	10,1	29,7

## (B) REPARTITION DES PERTES EN %

ZONE GEOGRAPHIQUE	PERTES DUES AUX			TOTAL
	INSECTES	MALADIES	MAUVAISES HERBES	
MOYENNE GLOBALE	35,5	35,5	29	100
Amérique du Nord	32,8	39,4	27,8	100
Amérique Latine	30,3	46,1	23,6	100
Europe de l'Ouest	20,4	52,4	27,2	100
Afrique	31,3	31	37,7	100
Est Asiatique	35,4	30,6	34	100

CRAMER FAO 1974

PERTES DE RECOLTE PAR CAUSE D'INFESTATION ET PAR CULTURE VIVRIERE

=====

## (A) PERTES EN % DE LA PRODUCTION POTENTIELLE

CULTURE VIVRIERE	PERTES DUES AUX			PERTES TOTALES
	INSECTES	MALADIES	MAUVAISES HERBES	
Toutes céréales	13,8	9,2	11,4	34,4
Betterave et canne à sucre	17,2	17,4	13,2	47,8
Pomme de terre	5,9	22,3	4,1	32,3
Légumes	8,4	11,1	8,5	28
Fruits	5,7	16,5	5,9	28,1
Oléagineux	10,6	9,7	10,5	30,8

## (B) REPARTITION DES PERTES EN %

CULTURE VIVRIERE	PERTES DUES AUX			TOTAL
	INSECTES	MALADIES	MAUVAISES HERBES	
Toutes céréales	40,3	26,7	33	100
Betterave et canne à sucre	35,9	36,5	27,6	100
Pomme de terre	18,4	68,9	12,7	100
Légumes	29,9	39,8	30,3	100
Fruits	20,3	58,8	20,9	100
Oléagineux	34,6	31,6	33,8	100

CRAMER FAO 1974

EVOLUTION DES TECHNIQUES D'APPLICATION

1.) Les applications à volumes/hectare élevés

Les produits phytosanitaires ont été pendant longtemps distribués, sur les parties aériennes des cultures, de façon à réaliser par pulvérisation, sur toutes les surfaces à traiter, un film liquide à concentration suffisante de la matière active employée.

Cette pratique reflète celle qui est communément mise en oeuvre, au début de l'expérimentation des produits, à l'aide de pulvérisateurs manuels permettant d'obtenir, en jet dirigé, sur un petit nombre de plantes, un tel film, en évitant le ruissellement de la bouillie : pulvérisations "à la goutte pendante" de bouillies à différentes concentrations.

Dans une application expérimentale à jet dirigé, l'opérateur peut mesurer le volume minimal de bouillie nécessaire pour obtenir ce type de couverture sur une plante au stade végétatif actuel, exécutant ainsi un étalonnage d'où découle, compte tenu de la densité de plantation en culture, le volume/hectare minimal nécessaire.

Dans le cas d'applications sur feuillage développé de cultures basses, telles la pomme de terre, ce volume/hectare peut être de l'ordre de 1.000 litres. L'obtention de ce même type de couverture dans un verger en pleine végétation nécessite en pratique des volumes de bouillie souvent beaucoup plus grands.

Avec les pulvérisateurs à grand travail, la réalisation de ce type de couverture implique en culture un certain ruissellement de bouillie du feuillage au sol ; les pertes correspondantes de bouillie sont très variables suivant la capacité de rétention du feuillage, l'équilibre des divers adjuvants incorporés dans le produit phytosanitaire (mouillants, adhésifs), et suivant le type de pulvérisateur.

1.<sup>1</sup> Applications arboricoles

Il y a une trentaine d'années, les "rampes fruitières" pour des applications en jet projeté au moyen de buses à turbulence, étaient d'un emploi très courant, de même que les applications à jet dirigé, à la lance. La pénétration dans le feuillage n'était souvent obtenue qu'au prix d'un lessivage des surfaces directement exposées à la pulvérisation et de volumes très élevés

de bouillie. En effet, la portée, jusqu'aux parties hautes des arbres, ne pouvait être obtenue, dans ce cas, qu'en produisant une proportion suffisante de grosses gouttes, à grande vitesse initiale, donc aussi en réglant la pression à des valeurs élevées, couramment supérieures à 20 bars.

La technique du "jet porté", utilisant le flux d'air à gros débit d'un ventilateur hélicoïde pour transporter une pulvérisation qui peut alors être relativement fine, et pour agiter le feuillage de façon à favoriser la pénétration des gouttes et leur répartition, a permis de former le film liquide protecteur avec des volumes/hectare de l'ordre de 1.000 litres dans les haies fruitières basses. Les pertes de bouillie au sol apparaissent alors beaucoup plus faibles. Dans ce cas, l'intérieur du feuillage n'est pas complètement mouillé, mais la pratique a montré qu'un réseau d'impacts suffisamment dense assurait une bonne protection de la culture, même dans le cas des produits antifongiques préventifs.

### 1.2 Applications sur cultures basses

Des volumes/hectare de bouillie pouvant atteindre 1.000 litres sont nécessaires pour obtenir le même type de couverture sur des cultures telles que pomme de terre ou tomates à leur développement maximal.

La distribution de la bouillie en jet projeté est, dans ce cas, suffisante pour assurer portée et pénétration, avec des buses à turbulence et une pression de l'ordre de 10 bars. En effet, le débit d'une buse étant alors relativement élevé (au moins 3 litres/minute), le courant d'air descendant engendré par le freinage des gouttes de chaque jet peut assurer le transport et la pénétration des petites gouttes.

### 1.3 Prescriptions d'emploi des produits

Une concentration de la bouillie peut être recommandée, éventuellement homologuée pour les produits, notamment antifongiques, devant être appliqués en couverture de la végétation.

Dans ce cas, la dose/hectare de la spécialité commerciale utilisée augmente comme le volume/hectare nécessaire.

### 1.4 Inconvénients des volumes/hectare élevés

La technique éprouvée suivant laquelle on cherche à mouiller la végétation, implique des temps morts excessifs pour le ravitaillement en bouillie du pulvérisateur et donc un rendement horaire souvent insuffisant (certaines protections antifongiques doivent être réalisées dans la journée).

## 2.) Faibles volumes/hectare et densités d'impacts

### 2.1 Protections antifongiques

La réduction des volumes/hectare a été recherchée en France, d'abord pour améliorer la protection contre le mildiou de la vigne, ensuite contre le mildiou de la pomme de terre, la tavelure et l'oïdium du pommier. Les pulvérisateurs pneumatiques sur vigne, les pulvérisateurs à pression à jet porté en vergers permettent actuellement, dans la pratique, des volumes/hectare de l'ordre de 200 litres.

Avec les produits antifongiques préventifs, une centaine d'impacts par  $\text{cm}^2$  (densité d'impacts) correspond à une bonne protection .

### 2.2 Applications sur cultures basses

Dans la pratique agricole actuelle, les applications sur cultures basses, y compris les traitements herbicides, utilisent très fréquemment des volumes/hectare compris entre 200 et 400 litres. Les progrès réalisés en ce qui concerne notamment la stabilisation des grandes rampes pourraient permettre dans un proche avenir de baisser encore les volumes/hectare.

### 2.3 Recherches sur les applications d'herbicides

Plus récemment, ont été entreprises des applications expérimentales d'herbicides à bas volume/hectare, en Angleterre et en France notamment. Avec ce type de produits, la production de trop petites gouttes, susceptibles de dériver doit être limitée autant que possible.

Compte tenu du risque de bouchage des buses à fente de petit calibre, ces applications d'herbicides utilisent les disques de pulvérisation centrifuge qui permettent d'obtenir des populations de gouttes à spectre dimensionnel plus étroit que ceux des pulvérisations à pression de liquide ou des pulvérisations pneumatiques.

Pour des applications à volumes/hectare inférieurs à 100 litres, le transport des gouttes à l'abri du vent vers la végétation ou le sol, et, d'autre part, la qualité de la répartition, nécessitent de nouvelles recherches.

## BIBLIOGRAPHIE

### AUTEURS ET PUBLICATIONS CITES

- (1) BILIOTTI et BRADER . 1975. Informations internes sur l'agriculture - 149 - Méthodes de lutte intégrée et de lutte biologique en agriculture
- (2) CRAMER 1974. Etude sur l'utilisation des produits phytosanitaires dans le monde - F A O
- (3) NOIRFALISE . 1974. Informations internes sur l'agriculture n° 137 . Conséquences écologiques de l'application des techniques modernes de production.
- (4) BESSON, JOLY, TOUZEAU 1976 . PHYTOMA Mars  
Les actions secondaires des pesticides agricoles
- (5) Document PURPAN N° 99 Avril-Juin 1976 . Chimiothérapie
- (6) BULL 1972. Metabolism of organophosphores insecticides in animals and plants - Residue Review 43
- (7) SCHLAGBAUER 1972 - The metabolism of carbamate pesticides  
Residue Review 42
- (8) GERAKIS & SFICAS 1974. The presence and cycling of pesticides in ecosphere  
Residue Review 52
- (9) HASCOET & AL 1974 . Entraînement des pesticides par percolation et ruissellement -  
XVIII° Journée de l'hydraulique - PARIS
- (10) COYNE & BELLIER 1972 Impact des produits utilisés en agriculture sur la pollution des cours d'eau
- (11) COURTOIS 1976. Situation récente de la contamination des eaux par les traitements phytosanitaires agricoles
- (12) CASTIEL 1976 Recherches et réflexions sur le marché des produits phytosanitaires  
Mémoire de DESSE à l'Université de PARIS II
- (13) CRAMER 1967 La protection des plantes et les récoltes dans le monde.  
Bayer Leverkusen
- (14) CRAMER et MIDDENDORF 1974. Pflanzenschutz Nachrichten Bayer n° 27 - Population et mortalité du gibier
- (15) THIAULT 1975. Entreprises agricoles n° 64  
La lutte intégrée en vergers, aspects économiques
- (16) NATION Factors bearing on sprayer performance  
Adas quarterly review n° 5

- THICOÏPE      Juillet-septembre 1977    BAS.RHONE-LANGUEDOC  
Comment réduire les résidus de pesticides sur les légumes
- TRUHAUT et SOUVERAIN    Février 1974    B T I  
La Commission Interministérielle et Interprofessionnelle  
de l'emploi des toxiques en agriculture
- BOURON et MOREAU  
Réglementation des pesticides - vente et utilisation
- THIAULT      1976      Colloque sur la santé humaine et le problème de  
l'application des pesticides . Marseille  
Les productions fruitières de la Vallée du Rhône et de  
la zone méditerranéenne française
- LEGEZ, JOURDON, TOURNAYRE      CIBA-GEIGY  
Etude de formulation d'un fongicide préventif applicable  
sur l'appareil végétatif des céréales
- DUCANGE      Avril 1976      Chambre d'Agriculture de la Somme  
Le pulvérisateur
- MASCOET    MISSONNIER    Janvier 1975    AGRICULTURE  
Quelques aspects de l'élimination des produits pesticides  
dans les conditions naturelles
- LABIT    TANGUY      Janvier 1977      PHYTOMA  
L'homologation des produits antiparasitaires à usage  
agricole et produits assimilés
- FOURNIER .SOULAS -    1977    Hautes Etudes Betteravières et Agricoles  
La dégradation biologique des pesticides dans le sol
- NEWMANN      1976      OUTLOOK ON AGRICULTURE  
Assessment of the environmental impact of pesticides
- WALKER      1976      OUTLOOK ON AGRICULTURE  
The significance of pesticides residues in the envi-  
ronment
- DALLEINNE    Mars-avril 1977    La défense des végétaux  
Principes d'incorporation des pesticides par des façons  
culturales
- MAKEPEACE    1972      Conférence de Brighton  
Regulatory Schemes of applicant countries to EEC
- BONNEMAISON    Juillet-août 1970      PHYTOMA  
La protection des plantes cultivées contre insectes et  
acariens
- J. . DE LA TAILLE    1976    Bulletin du CETIOM  
Enquête sur la diffusion du progrès technique auprès  
des producteurs de colza de la région Poutou-Charentes



- O I L B      Bulletin S R O P    1977/4  
                  vers la production agricole intégrée
- BULLETINS DU CETIOM            58-1975  
  69-1977
- ADAS - FARM    Mechanisation studies  
                  The utilisation and performance of field crop sprayers  
                  1976
- F N G P C    FRANCE (Fédération Nationale des Groupements de protec-  
                  tion des cultures) 1969  
                  Ce qu'il faut savoir des pesticides agricoles
- Recueil préparé par les membres du programme de coopération des in-  
                  dustries travaillant pour l'agriculture avec la FAO  
                  et d'autres organismes des Nations Unies (I C P )  
                  1972  
                  Les pesticides dans le monde moderne
- A C T A    FRANCE 1978 (Association pour la coordination des techni-  
                  ques agricoles)  
                  Index des produits phytosanitaires
- G I F A P    (Groupement International des sociétés Nationales de  
                  Fabricants de Pesticides)  
                  Brochure : Protéger les cultures pour nourrir le monde
- Compte rendu des séances de la semaine d'étude organisée à GEMBLoux  
(Belgique) en septembre 1975 sur le thème "Agriculture et hygiène  
des plantes"
- Compte rendu des séances du 8ème Congrès International sur la Pro-  
tection des plantes, organisé à MOSCOU en 1975.
- FOURCAUD    avril 1970    Communication à la Conférence Internationale de  
                  Belgrade - Traitements fongicides par brouillard huileux
- BOURDIN    Bertier, Daurade, Garin, Goffre, Faber, Musillami, Palma,  
                  1973 - Phytiairie - Phytopharmacie n° 22  
                  "Quelques données nouvelles concernant les possibilités de  
                  traitement de l'oïdium du pommier
- C T C P A    décembre 1971 - (Centre Technique de la Conserve des Produits  
                  Agricoles) Essai de lutte contre le mildiou des cultures de  
                  tomates pour la conserve
- ASSOCIATION NATIONALE DE L'INDUSTRIE CHIMIQUE (ITALIE) 1978 -  
                  Manuel d'utilisation des produits phytosanitaires

## AUTEURS ET PUBLICATIONS CONSULTES

- LONGCHAMP      Novembre 1977    PHYTOMA  
Les produits phytosanitaires et l'opinion publique
- FOURCAUD      Octobre 1977    SITMA  
Traitements aériens
- ANDRE          Aout 1970       B.T.I.  
Les résidus de pesticides dans les aliments après pré-  
paration culinaire ou traitement industriel
- DE LAVAUUR    Aout 1970    B T I  
Les pesticides dans la faune sauvage
- HASCOET       Août 1970    B T I  
Les résidus de pesticides dans les sols
- GEOFFRION     Janvier 1973    PHYTOMA  
Quelques réflexions à propos de la lutte prophylactique
- LE NAIL        Mars 1978    PHYTOMA  
Le procès de la phytopharmacie
- HURPIN        Avril-Juin 1976    PURPAN  
Aspects écologiques des problèmes phytosanitaires
- CHABOUSSOU    Avril-juin 1976    PURPAN  
Traitements pesticides et déséquilibres biologiques
- PERIGAUD et MORFAUX    Juin 1977    B T I  
Agriculture et environnement
- VIEL           Février 1974.    B T I  
La qualité des aliments
- SIRIEZ        Janvier 1973    PHYTOMA  
La prévention des intoxications lors de la mise en oeuvre  
des pesticides
- SOYEZ        Juin-juillet 1977 - La défense des végétaux -  
Gibier, chasse, et produits phytosanitaires
- CEBE          Novembre 1975    SITMA  
Traitements phytosanitaires et environnement
- BOUCHET      Novembre 1977    AGRICULTURE  
Le mythe des bons produits d'autrefois
- De LAVAUUR    Juin 1977       Société Française de Phytologie, Phyto-  
pharmacie.  
Pesticides et faune sauvage, résultats des analyses  
toxicologiques sur le gibier de 1974 à 1976
- CARRIERE     Janvier 1977     FERMES MODERNES  
Précautions pour utiliser les pesticides
- COLIN         Mai 1975 -    Arboriculture fruitière  
L'élimination naturelle des pesticides
- DETROUX      Juin 1977 -    Congrès des journalistes agricoles à Bruxelles  
La protection de la production agricole et l'environnement

Communautés européennes — Commission

**Possibilités de réduction des quantités de produits phytosanitaires utilisés en agriculture**

Luxembourg : Office des publications officielles des Communautés européennes

1979 — 170 p. — 21 x 29,7 cm

Série Informations sur l'agriculture — 1979 — 68

FR

ISBN 92-825-1533-8

N° de catalogue : CB-NA-79-068-FR-C

BFR 175	DKR 33,50	DM 10,80	FF 25,20	LIT 5000
HFL 11,90	UKL 2.80	IRL 2.90	USD 6.30	

L'étude essaie de répondre à la question : Comment peut-on réduire les quantités de produits phytopharmaceutiques utilisés en agriculture, notamment en évitant, par l'emploi d'un matériel d'application approprié, l'usage de quantités plus importantes.

Elle fait d'abord le point sur la pratique et les conséquences de l'emploi des produits phytosanitaires en présentant l'ensemble des interactions — produit, parasite, culture, appareil — en le situant dans le contexte actuel de l'évolution de la production agricole, de la lutte contre la pollution, de la protection du consommateur et de la rentabilité.

Ensuite, sont examinés les principaux matériels d'application et l'efficacité de l'application de produits phytosanitaires et les facteurs qui l'influencent.

La pratique agricole de la protection des cultures ne correspond pas nécessairement aux conditions théoriques optimales. Les conditions — intérieures et extérieures à l'exploitation — qui la déterminent et les conséquences pour les quantités de produits phytosanitaires utilisées sont analysées avec une attention particulière pour les décisions de l'agriculteur et le matériel de traitement utilisé.

Les principales mesures permettant une telle réduction en sont déduites e.a. sur le plan technique, sur celui de la formation et de l'information des agriculteurs. Les possibilités de réduction pratique sont illustrées par des exemples réalisés.

Le rapport conclut par une série de recommandations pour des dispositions sur le plan législatif, pour l'orientation de la recherche et pour des actions améliorant les techniques et la pratique de la protection des cultures.

*Cette étude est uniquement publiée en langue française.*

# Informations sur l'Agriculture

		Année	Langues
N° 1	Crédits à l'agriculture I. France, Belgique, G.D. de Luxembourg	1976	F
N° 2	Crédits à l'agriculture II. République Fédérale d'Allemagne	1976	D
N° 3	Crédits à l'agriculture III. Italie	1976	F I
N° 4	Crédits à l'agriculture IV. Pays-Bas	1976	E N
N° 5	Carte de la durée de la période de végétation dans les Etats membres de la Communauté	1976	F D
N° 6	Modèles d'analyse d'entreprises de polyculture-élevage bovin – Données technico-économiques de base – Schwäbisch-bayerisches Hügelland (R.F. d'Allemagne)	1976	D
N° 7	Modèles d'analyse d'entreprises de polyculture-élevage bovin – Données technico-économiques de base – South-East Leinster (Irlande), West Cambridgeshire (Royaume-Uni), Fünen (Danemark)	1976	E
N° 8	Dispositions en matière de zootechnie bovine	1976	F
N° 9	Formes de coopération dans le secteur de la pêche – Danemark, Irlande, Royaume-Uni	1976	E
N° 10	Les marchés du lait et de la viande bovine de la Communauté – Approche régionale pour la recherche d'un équilibre	1976	D E
N° 11	La contribution des "Comunità montane" au développement de l'agriculture de montagne en Italie	1976	I
N° 12	Les "Enti di sviluppo agricolo" en Italie et la réforme des structures – Problèmes et perspectives d'adaptation	1976	I
N° 13	Marchés de citrons frais et de jus de citron dans la Communauté européenne	1976	F E
N° 14	Les résidus de pesticides dans le tabac et les produits de tabac I. Rapport général	1976	F E
N° 15	Teneur en eau de volailles congelées ou surgelées – Examen de méthodes de dosage	1976	F E
N° 16	Méthodes de détection des virus de certaines maladies des produits d'origine animale	1976	E
N° 17	Vaccins vétérinaires – Analyse comparative des législations des Etats membres pour trois importantes épizooties	1976	E

		Année	Langues
N° 18	Evolution prévisible de l'approvisionnement international en produits agricoles et ses conséquences pour la Communauté I. Blé, céréales fourragères – Résumé	1976	D F
N° 19	Evolution prévisible de l'approvisionnement international en produits agricoles et ses conséquences pour la Communauté II. Viande bovine, viande ovine, produits laitiers	1976	D F
N° 20	Formes de collaboration entre exploitations agricoles dans les nouveaux Etats membres	1976	E
N° 21	Critères objectifs pour l'appréciation de la qualité bactériologique et organoleptique du lait de consommation	1976	E
N° 22	Problème d'hygiène en rapport avec le refroidissement de carcasses de volaille	1976	E
N° 23	Les résidus de pesticides dans le tabac et les produits de tabac II. Substances phytosanitaires employées – Législations – Méthodes d'analyse	1976	F E
N° 24	Modalités pratiques d'application des méthodes de lutte intégrée	1976	F
N° 25	Les problèmes forestiers et leurs incidences sur l'environnement dans les Etats membres des C.E. I. Résultats et recommandations	1976	D F E
N° 26	Les résidus de pesticides dans le tabac et les produits de tabac III. Résidus de pesticides trouvés dans le tabac – Aspects toxicologiques des résidus dans le tabac	1976	F E
N° 27	La commercialisation des fruits et légumes importés dans la C.E.	1977	F
N° 28	Crédits à l'agriculture dans les Etats membres de la C.E. – Une analyse comparative	1977	F E
N° 29	Les frais de première transformation et de conditionnement du tabac brut produit dans la Communauté	1977	I F
N° 30	Examen de l'étourdissement avant l'abattage pratique dans la Communauté Européenne	1977	D E
N° 31	Les problèmes forestiers et leurs incidences sur l'environnement dans les Etats membres des C.E. II. Ouverture de la forêt au public à des fins récréatives.	1977	D
N° 32	Les problèmes forestiers et leurs incidences sur l'environnement dans les Etats membres des C.E. III. Problèmes de la mécanisation des travaux de boisement et de récolte en forêt	1977	D
N° 33	Les problèmes forestiers et leurs incidences sur l'environnement dans les Etats membres des C.E. IV. Aides nationales propres à encourager des mesures en faveur de la forêt privée	1977	D

		Année	Langues
N° 34	Les problèmes forestiers et leurs incidences sur l'environnement dans les Etats membres des C.E. V. Systèmes d'imposition et charges fiscales supportées par la forêt privée	1977	D
N° 35	Prévisions concernant le secteur agricole — Prévision de l'évolution des structures agricoles et des facteurs de production dans l'agriculture communautaire I. Bases théoriques et analyse des enquêtes réalisées	1977	D
N° 36	L'évolution prévisible de l'approvisionnement international en produits agricoles, et ses conséquences pour la Communauté III. Huiles et graisses, aliments azotés pour animaux	1977	D
N° 37	Modèles d'analyse d'entreprises de polyculture — élevage bovin — Données technico-économiques de base Région du Bassin de Rennes (France)	1977	F
N° 38	Détermination de la teneur en viande maigre des carcasses de porc à l'aide de l'appareil danois KSA — (Kød-Spæk-Apparat)	1977	D
N° 39	Modèles d'analyse d'entreprises de polyculture — élevage bovin — Données technico-économiques de base Région Volvestre (France)	1977	F
N° 40	Influence sur la santé des diverses matières grasses contenues dans les denrées alimentaires	1977	E F
N° 41	Modèles d'analyse d'entreprises de polyculture — élevage bovin — Données technico-économiques de base Région East-Aberdeenshire (Ecosse)	1977	E
N° 42	Teneur en eau de volailles congelées ou surgelées — Examen de méthodes de dosage: dindes	1978	F E
N° 43	Un modèle de prévision et de simulation concernant le marché des céréales de la Communauté Partie I: Bases, conception du modèle et quantification des facteurs de l'offre et de la formation des prix Volume I : Bases théoriques et conception	1978	D
N° 44	Un modèle de prévision et de simulation concernant le marché des céréales de la Communauté Partie I : Bases, conception du modèle et quantification des facteurs de l'offre et de la formation des prix Volume II : Evolution et facteurs de l'offre et des prix des céréales à la production	1978	D
N° 45	Production, consommation et commerce des céréales et de la viande en Europe de l'Est Volume I : Texte	1978	D E
N° 46	Production, consommation et commerce des céréales et de la viande en Europe de l'Est Volume II : Tableaux	1978	D E
N° 47	L'épandage des effluents d'élevage sur les sols agricoles dans la CE I. Bases scientifiques pour une limitation des épandages et critères pour des dispositions réglementaires	1978	F N E

		Année	Langues
N° 48	L'épandage des effluents d'élevage sur les sols agricoles dans la CE II. Typologie des régions où l'élevage intensif est particulièrement développé. A. Rapport	1978	D
N° 48	Cartes		
N° 49	L'épandage des effluents d'élevage sur les sols agricoles dans la CE II. Typologie des régions où l'élevage intensif est particulièrement développé. B. Données Statistiques : Données de base régionales et coefficients	1978	D
N° 50	L'épandage des effluents d'élevage sur les sols agricoles dans la CE II. Typologie des régions où l'élevage intensif est particulièrement développé. C. Données Statistiques : Concentration régionale de l'élevage	1978	D
N° 51	L'épandage des effluents d'élevage sur les sols agricoles dans la CE III. Résumé et conclusions	1978	F NL E D
N° 52	Situation et évolution structurelle et socio-économique des régions agricoles de la Communauté I. Rapport	1978	F
N° 53	Situation et évolution structurelle et socio-économique des régions agricoles de la Communauté II. Annexes méthodologiques et données statistiques par grandes régions	1978	F
N° 54	Situation et évolution structurelle et socio-économique des régions agricoles de la Communauté III. Données statistiques utilisées pour les 376 circonscriptions analysées	1978	F
N° 55	Possibilités et contraintes de commercialisation de fruits et légumes répondant à des critères de qualité définie	1978	F
N° 56	Système de codification des matériels forestiers de reproduction A. Texte	1978	D F(1)
N° 57	Système de codification des matériels forestiers de reproduction B. Catalogues de base	1978	D
N° 58	Système de codification des matériels forestiers de reproduction C. Catalogue peuplier, Inventaire des provenances, catalogue des qualités, liste des essences	1978	D
N° 59	Les marges brutes des produits agricoles dans les régions italiennes	1978	I
N° 60	Critères supplémentaires de qualité pour les poulets et les œufs	1978	F

(1) En préparation.

		Année	Langues
N° 61	Microbiologie et durée de conservation des carcasses de volailles réfrigérées	1978	E
N° 62	Conséquences écologiques de l'abandon de terres cultivées	1978	D F(1) E(1)
N° 63	Situation de l'agriculture et de l'approvisionnement alimentaire dans certains pays arabes et méditerranéens et leur développement prévisible I. Tendances et perspectives par zone et par produit	1979	F
N° 64	Situation de l'agriculture et de l'approvisionnement alimentaire dans certains pays arabes et méditerranéens et leur développement prévisible II. Annexes méthodologiques et statistiques	1979	F
N° 65	Prévisions concernant le secteur agricole — Prévisions de l'évolution des structures agricoles et des facteurs de production dans l'agriculture communautaire II. Résultats de l'analyse et des prévisions empiriques — Partie générale	1979	D E(1)
N° 66	Prévisions concernant le secteur agricole — Prévisions de l'évolution des structures agricoles et des facteurs de production dans l'agriculture communautaire III. Résultats de l'analyse et des prévisions empiriques — présentation par pays	1979	D E(1)
N° 67	Teneur en eau de volailles congelées ou surgelées — Examen de méthodes de dosages : pintades — canards	1979	F E
N° 68	Possibilités de réduction des quantités de produits phytosanitaires utilisés en agriculture	1979	F

**Salgs- og abonnementskontorer · Vertriebsbüros · Sales Offices  
Bureaux de vente · Uffici di vendita · Verkoopkantoren**

**Belgique - België**

*Moniteur belge — Belgisch Staatsblad*

Rue de Louvain 40-42 —  
Leuvensestraat 40-42  
1000 Bruxelles — 1000 Brussel  
Tél. 512 00 26  
CCP 000-2005502-27  
Postrekening 000-2005502-27

*Sous-dépôts — Agentschappen:*

Librairie européenne — Europese  
Boekhandel  
Rue de la Loi 244 — Wetstraat 244  
1040 Bruxelles — 1040 Brussel

CREDOC

Rue de la Montagne 34 - Bte 11 —  
Bergstraat 34 - Bus 11  
1000 Bruxelles — 1000 Brussel

**Danmark**

*J.H. Schultz — Boghandel*

Møntergade 19  
1116 København K  
Tlf. (01) 14 11 95  
Girokonto 200 1195

*Underagentur:*

Europa Bøger  
Gammel Torv 6  
Postbox 137  
1004 København K  
Tlf. (01) 14 54 32

**BR Deutschland**

*Verlag Bundesanzeiger*

Breite Straße — Postfach 10 80 06  
5000 Köln 1  
Tel. (0221) 21 03 48  
(Fernschreiber: Anzeiger Bonn  
8 882 595)  
Postscheckkonto 834 00 Köln

**France**

*Service de vente en France des publica-  
tions des Communautés européennes*

*Journal officiel*  
26, rue Desaix  
75732 Paris Cedex 15  
Tél. (1) 578 61 39 — CCP Paris 23-96

*Sous-agent*

D.E.P.P. — Maison de l'Europe  
37, rue des Francs-Bourgeois  
75004 Paris  
Tél.: 887 96 50

**Ireland**

*Government Publications*

Sales Office  
G.P.O. Arcade  
Dublin 1

or by post from

*Stationery Office*

Beggar's Bush  
Dublin 4  
Tel. 68 84 33

**Italia**

*Libreria dello Stato*

Piazza G. Verdi 10  
00198 Roma — Tel. (6) 8508  
Telex 62008  
CCP 1/2640

*Agenzia*

Via XX Settembre  
(Palazzo Ministero del tesoro)  
00187 Roma

**Grand-Duché  
de Luxembourg**

*Office des publications officielles  
des Communautés européennes*

5, rue du Commerce  
Boîte postale 1003 — Luxembourg  
Tél. 49 00 81 — CCP 19190-81  
Compte courant bancaire:  
BIL 8-109/6003/300

**Nederland**

*Staatsdrukkerij- en uitgeverijbedrijf*

Christoffel Plantijnstraat, 's-Gravenhage  
Tel. (070) 62 45 51  
Postgiro 42 53 00

**United Kingdom**

*H.M. Stationery Office*

P.O. Box 569  
London SE1 9NH  
Tel. (01) 928 69 77, ext. 365  
National Giro Account 582-1002

**United States of America**

*European Community Information  
Service*

2100 M Street, N.W.  
Suite 707  
Washington, D.C. 20 037  
Tel. (202) 862 95 00

**Schweiz - Suisse - Svizzera**

*Librairie Payot*

6, rue Grenus  
1211 Genève  
Tél. 31 89 50  
CCP 12-236 Genève

**Sverige**

*Librairie C.E. Fritze*

2, Fredsgatan  
Stockholm 16  
Postgiro 193, Bankgiro 73/4015

**España**

*Libreria Mundi-Prensa*

Castelló 37  
Madrid 1  
Tel. 275 46 55

**Andre lande · Andere Länder · Other countries · Autres pays · Altri paesi · Andere landen**

Kontoret for De europæiske Fællesskabers officielle Publikationer · Amt für amtliche Veröffentlichungen der Europäischen Gemeinschaften · Office for Official Publications of the European Communities · Office des publications officielles des Communautés européennes · Ufficio delle pubblicazioni ufficiali delle Comunità europee · Bureau voor officiële publikaties der Europese Gemeenschappen

Luxembourg 5, rue du Commerce Boîte postale 1003 Tél. 49 00 81 · CCP 19 190-81 Compte courant bancaire BIL 8-109/6003/300

BFR 175 DKR 33,50 DM 10,80 FF 25,20 LIT 5000 HFL 11,90 UKL 2.80 IRL 2.90 USD 6.30



OFFICE DES PUBLICATIONS OFFICIELLES  
DES COMMUNAUTÉS EUROPÉENNES

ISBN 92-825-1533-8

Boîte postale 1003 — Luxembourg

N° de catalogue: CB-NA-79-068-FR-C