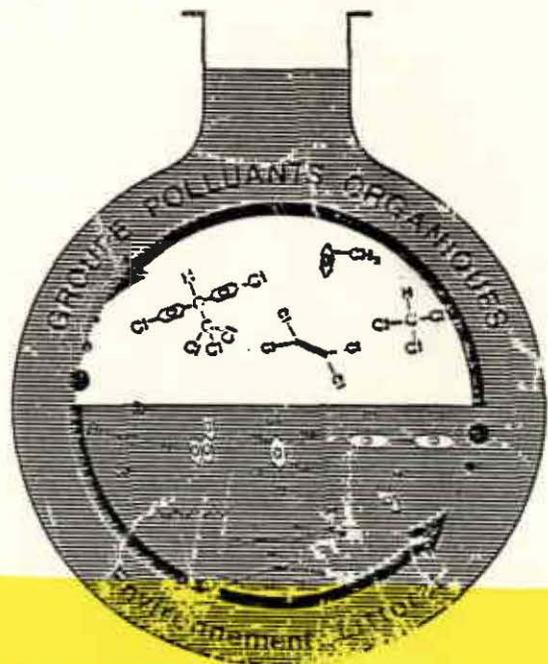


85  
02L02505  
DIRECTION DE L'ENVIRONNEMENT  
ET DES RECHERCHES OCEANIQUES

EVALUATION DES TRANSFERTS  
EXISTANTS OU POTENTIELS  
DE PRODUITS PHYTOSANITAIRES  
UTILISES EN AGRICULTURE  
VERS LE MILIEU MARIN

DÉPARTEMENT ENVIRONNEMENT  
LITTORAL ET GESTION DU MILIEU  
MARIN

Marc COLLET



IFREMER - Centre de BREST  
BP 70 - 29200 LE DIZANE  
Tél 96 22.40.40 - Tél. 840627 F

DEKO - 88.04 - EL

IFREMER  
 Centre de BREST  
 S.D.P.  
 B.P. 337  
 29273 BREST CEDEX  
 Tél. : 98.45.80.55  
 Téléx 940 627

DIRECTION ENVIRONNEMENT  
 ET RECHERCHES OCEANIQUES

DEPARTEMENT ENVIRONNEMENT LITTORAL

AUTEUR(S) :		CODE :
Marc COLLET		N° <u>DERO-88-04-EL</u>
TITRE : EVALUATION DES TRANSFERTS EXISTANTS OU POTENTIELS DE PRODUITS PHYTOSANITAIRES UTILISES EN AGRICULTURE VERS LE MILIEU MARIN.		Date : Février 1988 Tirage nb : 36
		Nb pages : 111 Nb figures : 5 Nb photos : 0
CONTRAT (intitulé)		DIFFUSION
N° _____		Libre <input checked="" type="checkbox"/>
		Restreinte <input type="checkbox"/>
		Confidentielle <input type="checkbox"/>
<p><b>RESUME</b> - Ce document constitue un travail d'enquête sur l'utilisation des produits phytosanitaires utilisés en agriculture, en France. Une vingtaine de substances caractéristiques des principales familles de pesticides (insecticides, herbicides, fongicides) et susceptibles de se retrouver dans le milieu marin côtier a été sélectionnée. -</p> <p><b>ABSTRACT</b> This report represents an investigation work about the employment of pesticides in agriculture in France. On this basis, some twenty substances representative of the main pesticide groups (insecticides, herbicides, fungicides) and being able to be found in the coastal marine environment were then selected.</p>		
Mots-clés : Pesticides, transfert, agriculture, mer France.		
Key words : Pesticides, transfer, agriculture, mer, France.		



Ifremer Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer

UNIVERSITE PARIS VAL DE MARNE  
ECOLE NATIONALE DU GENIE RURAL DES EAUX ET FORETS  
ECOLE NATIONALE DES PONTS ET CHAUSSEES

EVALUATION DES TRANSFERTS EXISTANTS  
OU POTENTIELS

DE PRODUITS PHYTOSANITAIRES UTILISES EN AGRICULTURE  
VERS LE MILIEU MARIN

INSTITUT FRANCAIS DE RECHERCHE POUR L'EXPLOITATION DE LA MER  
(IFREMER)

Laboratoire des polluants organiques  
Département Environnement et Littoral

Etude présentée en vue de l'obtention d'un diplôme d'études  
approfondies: "Technique et gestion de l'environnement"

Président du jury : M. Daniel THEVENOT  
Directeur de projet: M. Michel MARCHAND  
Conseiller d'étude : M. Yves DEPERROIS

Marc COLLET  
Ingénieur élève du GREF

Septembre 1987

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AU COLLET Marc
- PRO 1987
- TI Evaluation des transferts existants ou potentiels, de produits phytosanitaires utilisés en agriculture, vers le milieu marin
- ECO ENGREF, 19 Avenue du Maine 75732 Paris cedex 15
- ACC IFREMER (BREST), M. MARCHAND Michel
- DP Septembre 1987
- SO Paris, ENGREF, 1987, 30 p., annexes, figures, bibliographie
- AB Part des différentes sources de contamination des eaux par les pesticides suivant leur utilisation industrielle, domestique et agricole - Détermination et situation des risques potentiels liés aux produits phytosanitaires utilisés en agriculture - Transfert potentiel des produits suivant leurs propriétés physico-chimiques et leurs lieux d'application - Flux sortants dans différents bassins versants - Application à la détermination des pesticides susceptibles d'être détectés dans la Morcille (région Rhône-Alpes) et le lac Fauna Nui (Polynésie Française).
- DL TRANSFERT - PESTICIDE - AGRICULTURE - MER
- GEO FRANCE. RHONE ALPES, MORCILLE. POLYNESIE FRANCAISE, FAUNA NUI.
- LA FRE

## PRESENTATION

Le travail réalisé par Yves COLLET, ingénieur élève à l'Ecole Nationale du Génie Rural des Eaux et Forêts (ENGREF), a été proposé et financé par l'IFREMER, en 1987, dans le cadre du projet "Apports d'origine agricole : produits phytosanitaires" du département Environnement-Littoral du centre IFREMER de Brest. Ce travail a constitué par ailleurs un mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du Diplôme d'Etudes Approfondies (DEA) "Techniques et Gestion de l'Environnement", commun à l'ENGREF, l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées (ENPC) et de l'Université Paris-Val de Marne.

La première partie de ce document constitue un travail d'enquête sur l'usage des produits phytosanitaires en agriculture, afin d'estimer l'importance quantitative de chaque produit et de situer son utilisation en France en fonction des pratiques agricoles. La dernière estimation, réalisée par l'Association de Coordination Technique Agricole (ACTA) remonte à 1979. Cette réactualisation semblait nécessaire, l'agriculture ayant beaucoup évolué depuis dix ans. Ainsi, les pyréthrénoïdes de synthèse ont largement remplacé les insecticides organochlorés.

En 1987, environ 450 molécules phytosanitaires (matières actives) sont utilisées en France, ce qui représente un tonnage annuel d'environ 100.000 tonnes entrant dans la composition de 2500 spécialités commerciales. A l'heure actuelle, un seul produit phytosanitaire, le lindane, insecticide organochloré, est régulièrement recherché dans les eaux marines côtières. A l'échelle des bassins versants continentaux, les recherches ne portent généralement que sur un nombre très restreint de produits.

La seconde partie de ce travail a consisté à sélectionner une vingtaine de produits actifs, caractéristiques des principales familles de produits phytosanitaires (insecticides, herbicides, fongicides) et susceptibles de se retrouver, par lessivage des sols, dans le milieu marin côtier. Cette sélection s'appuie sur des critères d'utilisation quantitative, de toxicité, de bioaccumulation, de persistance et enfin de mobilité.

Des travaux complémentaires ont été réalisés la même année par Yves COLLET pour identifier sur une échelle locale les produits pouvant être détectés dans les eaux naturelles. Une première étude a été effectuée sur le bassin versant de la Morcille dans le Beaujolais, en liaison avec le Service Qualité des Eaux du Groupement de Lyon du CEMAGREF (R. BELAMIE). Une seconde étude, réalisée pour le compte du Ministère de la Santé et de l'Environnement en Polynésie Française, concerne l'île de Huahiné ( cf. "Utilisation des pesticides en Polynésie Française. Application à la détermination du risque encouru par le milieu marin. Exemple de Huahiné", rapp. ENGREF, 29 pp. ).

Il convient de signaler que le document ci-joint n'a pas fait l'objet de débats contradictoires, notamment avec l'Union des Industries de la Protection des Plantes (UIPP) et de l'Association de Coordination Technique Agricole (ACTA). Il convient de faire les réserves d'usage quant à l'exploitation des données recueillies par l'auteur.

A handwritten signature in black ink, consisting of a stylized 'M' and 'A' with a horizontal line through them, and a long horizontal stroke extending to the right.

M. MARCHAND

## AVANT-PROPOS

Ce travail n'a pu être réalisé qu'avec l'aide de nombreuses personnes auxquelles je tiens à exprimer ici mes plus vifs remerciements.

Ma reconnaissance s'adresse tout d'abord à Monsieur Michel Marchand, Docteur ès Science à l'Institut Français de Recherche pour l'exploitation de la Mer (IFREMER), sans qui cette étude n'aurait pu avoir lieu.

J'adresse également toute ma gratitude à Monsieur Belamie, Docteur ès Science au Centre du Machinisme Agricole des Eaux et des Forêts (CEMAGREF), qui m'a accueilli à Lyon et conseillé dans le domaine des produits phytosanitaires.

Je suis reconnaissant de l'aide bénéfique qu'on pu m'apporter pour l'aboutissement de ce mémoire:

Monsieur Yves Deperrois, Ingénieur du Génie Rural des Eaux et des Forêts, chef du Département Environnement Aménagement à l'ENGREF.

Monsieur Jean Pierre Canler et toute l'équipe du CEMAGREF de Lyon (laboratoire des micropolluants, laboratoire d'écotoxicologie, ...).

Monsieur Jean Philippe Riblet et tout le personnel de la Délégation à l'Environnement de Polynésie Française.

Monsieur Chantry, Chef du Service des productions végétales au Service Central des Etudes et Enquêtes Statistiques du Ministère de l'Agriculture (SCESS).

Monsieur Fougeroux, spécialiste des produits insecticides à l'Association de Coordination Technique Agricole (ACTA).

Monsieur Ruel, Chef du bureau activités agricoles et qualité des eaux au Ministère de l'Agriculture.

Je remercie sincèrement tous ceux qui ont contribué à m'aider et à m'encourager dans mes recherches dans les différents ministères, les centres de recherche (IFREMER, CEMAGREF, INRA, CNRS, Universités, ORSTOM, CIRAD, Muséum d'Histoire Naturelle, Institut Mallardé, CEA ...), les agences de bassin, les centres de documentation spécialisés.

Enfin je remercie tous les professionnels: responsables agricoles du Beaujolais et de Polynésie Française, viticulteurs de Villié-Morgon, maraîchers de Huahine, entreprises phytosanitaires, qui ont bien voulu m'accueillir et répondre à mes questions.

## RESUME

Le milieu marin sur la zone littorale constitue un écosystème très riche et très productif où se développent la pêche et la conchyliculture. Ce milieu très riche, mais aussi très fragile, se caractérise par une sensibilité très vive à toute contamination venue du continent. Les produits phytosanitaires représentent donc un risque qui préoccupe les responsables scientifiques chargés de la protection du milieu marin.

Or, la diversité des molécules phytosanitaires, 450 utilisées en France en 1987, et la multitude de leurs comportements liés entre autres, à des phénomènes climatologiques aléatoires et à des conditions édaphiques très localisées, rendent très complexes et très coûteuses toutes recherches dans ce domaine. De plus, la plupart des informations industrielles sont inaccessibles car elles relèvent de la confidentialité commerciale, elle-même dictée par la concurrence très vive qui règne sur le marché phytosanitaire.

Dans ce contexte, un seul produit commercialisé en agriculture en 1987, le lindane, est recherché régulièrement dans le milieu aquatique. De plus, à l'échelle du bassin versant, les recherches ne portent que sur un nombre très restreint de produits. Il s'agit le plus souvent des produits appartenant à la famille des organochlorés, et plus rarement à celles des organophosphorés, des urées ou des triazines. Les autres familles d'herbicides, les fongicides, les molluscicides ou les rodenticides restent peu ou pas recherchés.

Après avoir évoqué les différentes sources de contamination par les produits phytosanitaires, un premier travail a donc été d'estimer l'importance quantitative de chaque produit et de situer son utilisation en France, la dernière estimation remontant à 1979.

Puis il s'est agi de déterminer une vingtaine de produits susceptibles d'appréhender dans toute leur diversité les transferts existants ou potentiels vers le milieu marin.

Enfin, l'étude a tenté de "quantifier" ces transferts au vue de travaux réalisés en France et à l'étranger. Puis elle s'est attachée à désigner, sur le bassin de la Morcille et sur l'île de Huahine, les produits susceptibles d'être détectés dans les eaux.

## SOMMAIRE

	Page
INTRODUCTION	1
A- LES FLUX ENTRANTS	2
A1 - LES SOURCES DE POLLUTION PAR LES PRODUITS PHYTOSANITAIRES	2
A11 - LES SOURCES DE POLLUTION D'ORIGINE INDUSTRIELLE ET DOMESTIQUE	2
A111 - Les pollutions accidentelles	
A112 - Les pollutions non accidentelles	
A12 - LES SOURCES DE POLLUTION D'ORIGINE AGRICOLE	5
A121- Les pollutions accidentelles agricoles	
A122- La localisation des risques de pollutions diffuses	
A2 -L'UTILISATION DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES EN AGRICULTURE	9
A21 - LE CHOIX DES PRODUCTIONS VEGETALES A ETUDIER	9
A22 - LES QUANTITES DE PESTICIDES UTILISEES	10
A221 - La méthodologie d'enquête	
A222 - L'expression des résultats	
A2221 - estimateurs, variances, biais	
A2222 - vérifications	
B - LES TRANSFERTS	12
B1 - LES VOIES DE TRANSFERT ET LE ROLE DU SOL	12
B11 - LES MECANISMES DE DISPERSION	12
B111 - Le transport éolien	
B112 - Le transport par l'eau	
B1121 - le transport à la surface du sol	
B1122 - le transport dans le sol	
B12 - LE ROLE DU SOL	14
B121 - Les phénomènes d'immobilisation et de libération	
B121 - Les phénomènes de dégradation	
B1221 - la biodégradation	
B1222 - les dégradations abiotiques	
B2 - LES CARACTERISTIQUES DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES	16
B21 - LA REPARTITION DES PRODUITS DANS L'ENVIRONNEMENT	16
B211 - Distribution entre l'air et l'eau	
B212 - Distribution entre le sol ou le sédiment et l'eau	
B213 - Distribution entre les organismes et l'eau	

B22 - LES RISQUES INHERENTS AUX FAMILLES DE PRODUITS	19
B211 - Les insecticides	
B212 - Les herbicides	
B223 - Les fongicides	
B224 - Les molluscicides, rodenticides et autres	
B33 - LE CHOIX DES PRODUITS	22
B231 - Définition d'objectifs	
B232 - Analyse multicritère	
<b>C - LES FLUX SORTANTS</b>	<b>23</b>
C1 - LE COMPORTEMENT DES INSECTICIDES DANS LES BASSINS VERSANTS	23
C11 - LES ORGANO-CHLORES	23
- Le DDT et le lindane	
C12 - LES ORGANO-PHOSPHORES	24
- Les parathions et le methamidophos	
C13 - LES PYRETHRINOIDES DE SYNTHESES	25
- La deltamethrine et le fenvalerate	
C2 - LE COMPORTEMENT DES HERBICIDES DANS LES BASSINS-VERSANTS	26
C21 - LES ARYLOXYACIDES	26
- Le mécoprop et le 2,4 D	
C22 - LES TRAZINES	26
- La simazine et l'atrazine	
C23 - LES UREES	27
- L'isoproturon et le néburon	
C24 - LES COMPOSES PHENOLIQUES	28
- Le bifénox et le dinoterbe	
C25 - LES AMIDES	28
- L'alachlore et le metolachlor	
C26 - LES AUTRES HERBICIDES	28
- Trifluraline, dialatte, triallate, paraquat	
C3 - LE COMPORTEMENT DES FONGICIDES DANS LES BASSINS-VERSANTS	29
C31 - LES CARBAMATES	29
- Carbendazime, manèbe, mancozèbe	
C32 - LES DICARBOXIMIDES	29
- Folpel, captafol	
C33 - LES MOLUSCICIDES	30
- Metaldéhyde, mercaptodimétur	
<b>CONCLUSION</b>	<b>30</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>31</b>
<b>ANNEXES</b>	

## INTRODUCTION

Les produits phytosanitaires à usage agricole sont destinés à combattre les organismes parasites tels qu'insectes, champignons ou mauvaises herbes. Cette lutte chimique remonte à des époques très lointaines, mais l'ère des pesticides organiques de synthèse a réellement commencé après la seconde Guerre Mondiale. L'augmentation considérable du nombre des pesticides s'explique par le besoin d'un contrôle constant des ressources nutritionnelles.

Des estimations chiffrent à 20% les dégâts subis par les cultures dans les pays développés. Suivant la même étude, ces pertes s'élèvent à 55 % au niveau mondial et atteindraient 200% en l'absence de traitements phytosanitaires (43). Ces produits chimiques, utilisés à grande échelle dans la nature, présentent cependant un risque qu'il convient de maîtriser. Les écosystèmes aquatiques, très sensibles à cette contamination, sont parmi les premiers à devoir être protégés. Les milieux littoraux, où se développent des activités humaines telles que la pêche et la conchyliculture requièrent donc une surveillance accrue.

Actuellement un réseau national de surveillance existe pour le milieu marin, mais sur les 13 molécules recherchées, seul le lindane (\*) reste commercialisé en France. En effet, un arrêté en date du 2 octobre 1972 interdit l'emploi en agriculture du DDT, de l'aldrine, de la dieldrine et de l'heptachlore. Or, la France est le deuxième consommateur mondial derrière les Etats-Unis. Quelques 450 matières actives (\*\*) appartenant à plus de 3500 spécialités commerciales se trouvent sur le marché en 1987. L'étude des molécules chimiques dans le milieu marin passe donc par une sélection des produits à étudier.

La première phase de l'étude s'applique à déterminer les flux entrants. Elle situe, tout d'abord, la part de l'agriculture dans les apports en pesticides vers le milieu aquatique. Puis, elle localise régionalement ces traitements. Enfin, dans un domaine où les données sont peu nombreuses et où la confidentialité industrielle est de règle, elle tente d'estimer les quantités de matières actives utilisées en France.

La seconde étape consiste à étudier les transferts. Ces derniers tiennent à de multiples phénomènes dont bon nombre sont liés aux propriétés des molécules. Aussi une étude multicritère permettra de proposer, suivant divers objectifs, un choix de produits à retenir.

Enfin la phase finale porte sur le comportement des produits en situation réelle. Elle étudie les résultats d'études dans divers bassins versants. Puis elle analyse les risques encourus par le milieu aquatique suite à l'utilisation des produits phytosanitaires sur le bassin viticole de la Morcille et sur l'île de Huaine en Polynésie Française.

(\*) Les molécules chimiques sont décrites dans l'annexe J

(\*\*) Suivant la définition AFNOR, la matière active est le constituant d'une préparation auquel est attribuée en tout ou en partie son efficacité.

## A - LES FLUX ENTRANTS

### A1 - LES SOURCES DE POLLUTION PAR LES PRODUITS PHYTOSANITAIRES

Les sources de pollution par les produits phytosanitaires sont multiples. Elles proviennent de l'activité industrielle, des usages domestiques et des pratiques agricoles. Il convient donc de situer les apports d'origine agricole par rapport aux autres rejets.

#### A11 - LES SOURCES DE POLLUTION INDUSTRIELLE

Parmi les rejets industriels, nous distinguerons les pollutions accidentelles, de rejets chroniques. Les premiers seront liés à des défaillances humaines ou matérielles exceptionnelles, les seconds à la présence de substances toxiques dans les effluents rejetés régulièrement.

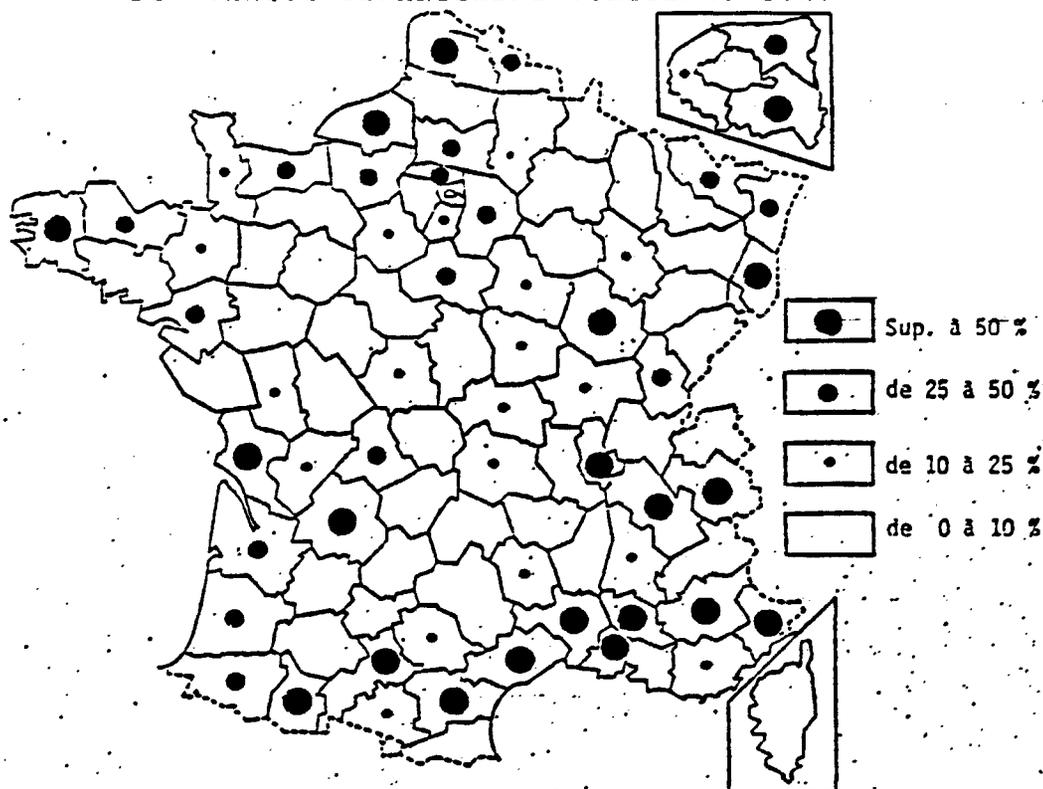
##### A111 - LES POLLUTIONS ACCIDENTELLES INDUSTRIELLES

Un examen des procès-verbaux dressés en matière de police des eaux a permis d'imputer aux industries 55% des pollutions accidentelles en 1986. Leur contribution en ce qui concerne les produits phytosanitaires n'a pas été quantifiée, mais les neuf rejets notables signalés dans le Rhin au mois de novembre 1986 permettent d'éclairer ce point (47).

Chronologiquement, en sélectionnant les seuls rejets de produits phytosanitaires, les événements interviennent comme suit. Le 31 octobre 1986, une installation de la firme CIBA-GEIGI laisse échapper 400 litres d'atrazine. Le 1er novembre, l'entrepôt 956 de l'usine SANDOZ à Bâle brûle, 1246 tonnes de produits sont détruites, 30 tonnes passent en solution dans les eaux. Parmi ces substances détruites, on peut retenir 824 tonnes d'insecticides dont 323 tonnes de disulfoton et 285 tonnes de thiameton, 71 tonnes d'herbicides essentiellement des nitrophénols, ainsi que 39 tonnes de fongicides. Le 9 novembre, cette même usine laisse échapper 12 tonnes de fongicides sous forme d'une solution aqueuse à base d'un organo-mercuriel à 16 pour cent. Le 20 novembre, CIBA GEIGI récidive avec un nuage toxique lâché dans l'atmosphère. Le 21 novembre, la firme BASF reconnaît un rejet de 1100 kg de désherbant.

L'accident de Sandoz reste exceptionnel. Mais la détection des autres rejets révèle des défaillances qui semblent beaucoup plus courantes et que la seule malveillance ne peut expliquer. Ces rejets n'entrent dans aucune des statistiques de production ou de consommation. Leur importance quantitative dans le milieu aquatique est cependant loin d'être négligeable. L'agriculture française a consommé en 1985, 1647 tonnes d'organophosphorés, 36320 tonnes de désherbants et 7990 tonnes de triazine (annexe B). Le Rhin a donc reçu directement, chaque fois en quelques heures, un tonnage équivalent à 0,01% de triazine, 1% en organophosphorés et 0,01 % en désherbants de l'ensemble de la consommation française.

POIDS DE L'INDUSTRIE CHIMIQUE DANS LA POLLUTION  
DE CHAQUE DEPARTEMENT (CRITERE: TOX.)



Carte n°1 - Source: Ministère de l'Environnement

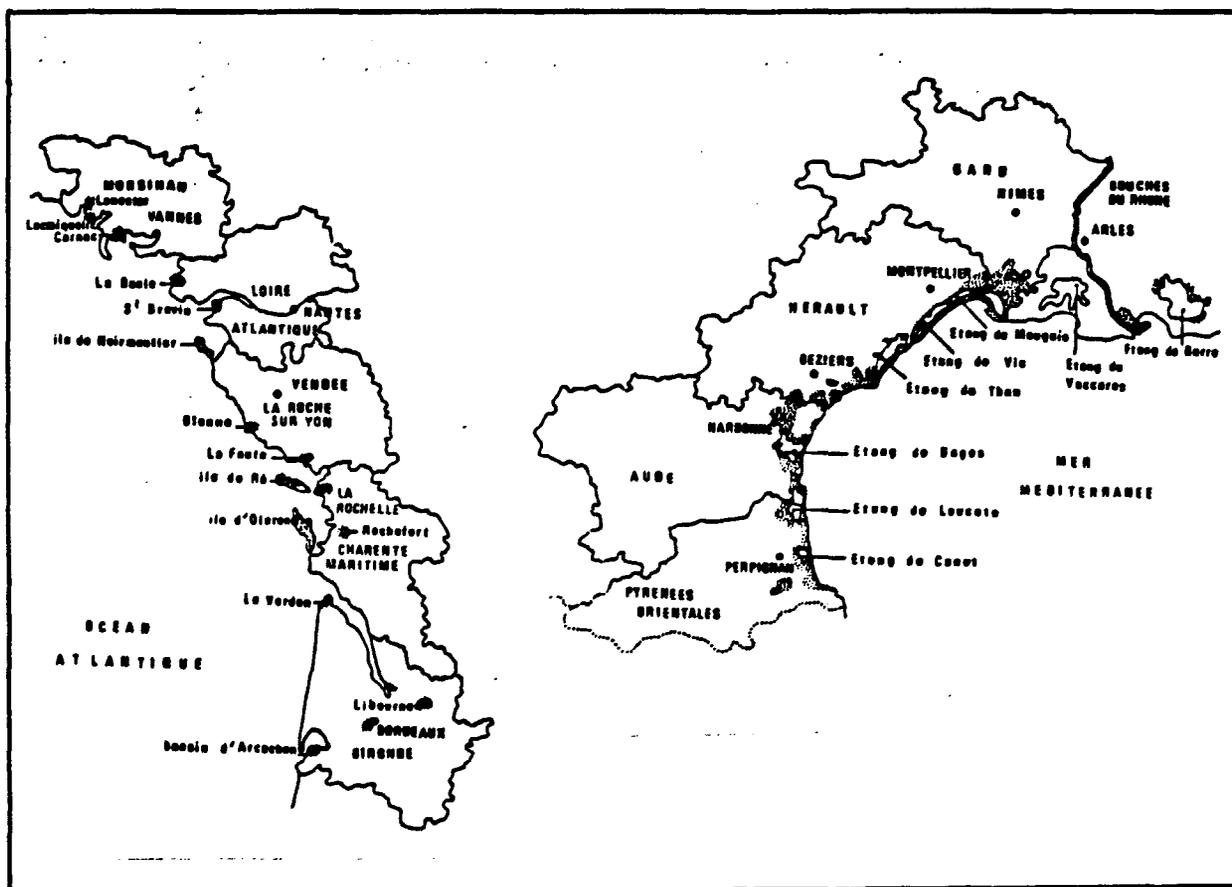
L'exemple cité ci-dessus concerne les seules entreprises fabriquant des produits phytosanitaires, mais de nombreuses autres utilisent ces substances. Le transport, le stockage et l'utilisation de ces produits ne sont pas non plus exempts de risques.

A112 - LES POLLUTIONS INDUSTRIELLES NON ACCIDENTELLES

L'introduction de pesticides dans l'eau peut se révéler habituelle. Les rejets industriels et urbains ne sont pas exempts de résidus toxiques et les traitements semi-aquatiques et aquatiques reposent sur l'emploi de certains de ces produits.

Les usines de fabrication rejettent d'après l'Environmental Protection Agency, 0,03 % à 0,3% de la quantité des produits synthétisés (33). D'ici 1988, L'EPA, grâce à l'application d'une nouvelle réglementation, espère réduire de 500 tonnes les rejets industriels concernant 147 pesticides. Les entreprises qui utilisent ces substances sont soumises à des pertes similaires. L'industrie du bois, l'industrie papetière, l'industrie textile et l'industrie agro-alimentaire restent les principales responsables de ce type de rejets. Quant aux effluents urbains ils contiennent également des pesticides: les plus hautes valeurs moyennes pour le D.D.T. de la ville de New York ont été de 8,8 µg/l pour 1 jour et de 1µg/l pour 1 semaine en 1983 (38). Le désherbage des axes de communication, tels les routes et les voies ferrées, peut également provoquer une contamination notable (annexe D). En Polynésie française, les aérodrômes jouxtent les lagons, un désherbage mécanique peut s'avérer souhaitable.

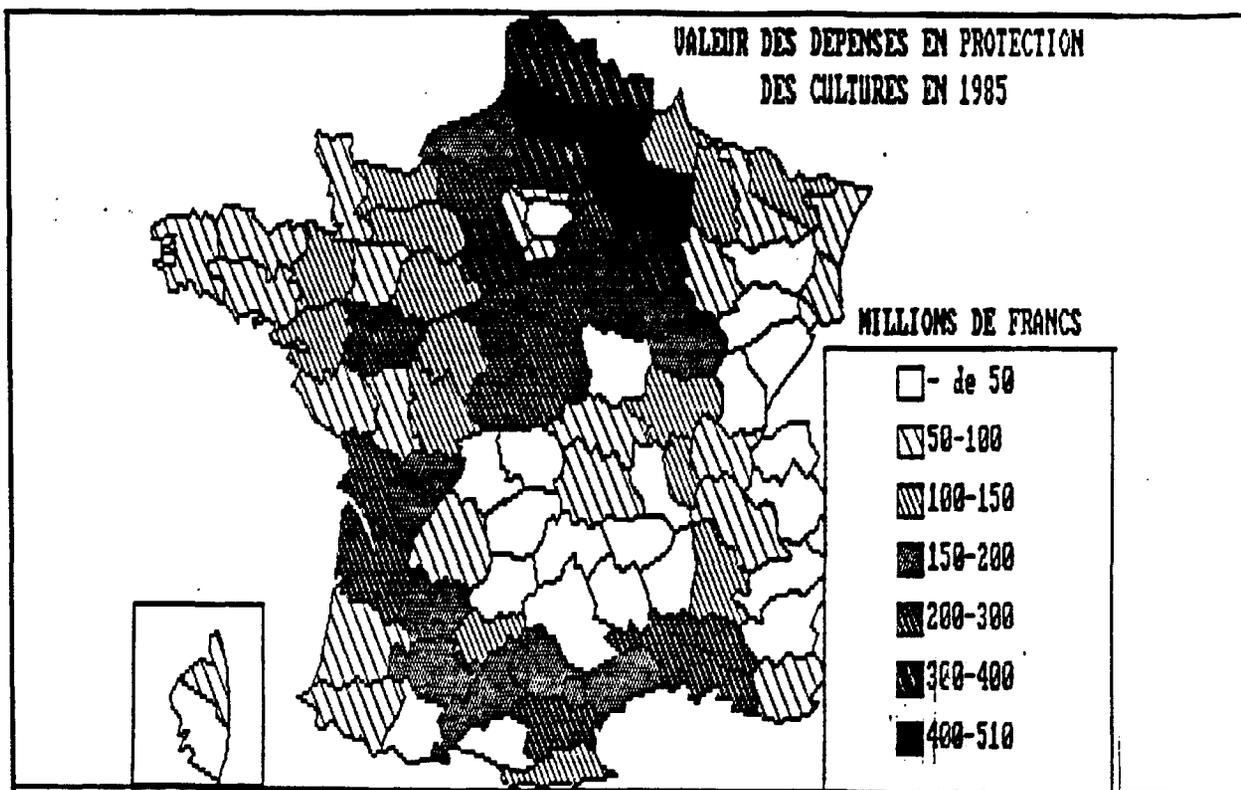
ZONES TRAITÉES CONTRE LES LARVES DE MOUSTIQUES SUR LES LITTORAUX ATLANTIQUE ET MÉDITERRANÉEN FRANÇAIS



Carte n°2 - Source: Entente Interdépartementale pour la Démoustification

L'utilisation de produits chimiques sur les plantes aquatiques, sur les berges des cours d'eau, sur les larves de moustiques constitue une introduction volontaire et directe dans l'eau. La démoustification reste exemplaire (74). En France, jusqu'en 1963, l'utilisation du HCH et du DDT permettait de détruire les larves de ces insectes. Depuis, le fénitrothion et le téméphos constituent l'essentiel des armes chimiques. La lutte est menée sur les littoraux méditerranéen et atlantique (carte n°2). Sur la côte atlantique, les traitements se limitent à l'emploi du téméphos. Par contre, sur le pourtour méditerranéen, une résistance apparue ces dernières années a conduit à accroître les traitements au fénitrothion. Une superficie de 20 000 hectares, infestée de gîtes larvaires situés dans les milieux marécageux méditerranéens, reçoit ainsi des applications. En 1985, les organismes de démoustification ont répandu 16 tonnes de fénitrothion et un peu moins de 2 tonnes de téméphos aux doses respectives de 500 g/ha et 100 g/ha. Comparés à la consommation française, ces chiffres globalisés représentent 1,1 % du tonnage d'organophosphorés.

Localement des usages spécifiques peuvent se révéler primordiaux. En Polynésie française, la quasi-totalité des organochlorés est utilisée par des entreprises spécialisées pour le traitement des fondations contre les termites.



Carte n°3 - Carte établie à partir de données du SCESS

#### A12 - SOURCES DE POLLUTION D'ORIGINE AGRICOLE

Les quantités de produits phytosanitaires livrées à l'agriculture représentent une part importante de la consommation française. Les données suivantes le confirment. Pour 1985, le Ministère de l'Agriculture estime, pour la protection des cultures, à 11 620 millions de francs la valeur des dépenses engagées par les exploitations agricoles (70). Pour la même année, le Ministère de l'Industrie relève que les facturations, pour la branche phytosanitaire, s'élèvent à 10 005 millions de francs hors taxes - ce chiffre comprend les exportations pour un montant de 2 812 millions (54). L'Union des Industries pour la Protections des Plantes (UIPP) publie un chiffre d'affaires de 8 543 millions de francs hors taxes pour les ventes en métropole réalisées par ses adhérents (81). Enfin les statistiques douanières chiffrent les importations de produits phytosanitaires à 4 194 millions de francs. Ces données proviennent de sources très différentes et correspondent à des définitions variées. Néanmoins, on peut constater que le rapport des dépenses agricoles sur les chiffres d'affaires de l'industrie phytopharmaceutique avoisine 90 %, en effet, sachant que la taxe sur la valeur ajoutée (TVA) est de 7% :

$$\frac{11.620}{1,07} \div \left( \frac{10.005 - 2.812 + 4.194}{1,07} \right) = 0,95$$

$$\frac{11.620}{1,07} \div \left( \frac{8.543 + 4.194}{1,07} \right) = 0,85$$

En Polynésie française, les dépenses agricoles représentent en 1986, 37 % du chiffre d'affaires lié à la vente de produits antiparasitaires. Cela s'explique notamment, par le faible développement de l'agriculture (20).

## A121 - LES POLLUTIONS ACCIDENTELLES AGRICOLES

Les pollutions accidentelles relevées en milieu rural et dues à l'agriculture représentent, suivant une étude du CEMAGREF (9), les deux tiers des contaminations accidentelles des eaux superficielles. La Picardie, l'Ile-de-France, le Centre, les Pays de Loire, la Bourgogne, et la région Rhône-Alpes, c'est-à-dire les régions d'agriculture intensive, constituent les zones les plus touchées.

De 1972 à 1984, sur les cas suivis de mortalité de poissons, l'analyse a permis de détecter la nature du produit. Les organochlorés sont à l'origine de 49% des cas de pollution, puis viennent successivement les colorants nitrés (24%), les phytohormones de synthèse (11%), les triazines (10%), les urées substituées (4%), les dithiocarbamates (4%) et les pyréthrinoïdes de synthèse (4%). Le nombre des contaminations par les pyréthrinoïdes de synthèse, les organochlorés et les colorants nitrés s'élève au fil des ans. Il est à noter que l'usage massif des pyréthrinoïdes de synthèse se place dans un contexte récent. De plus, nous constatons que si le lindane d'origine essentiellement agricole représente le tiers des cas, les pentachlorophénols dus à l'industrie du bois sont à l'origine de plus de 10 % des contaminations en milieu rural.

## A122 - LOCALISATION DES RISQUES DE POLLUTIONS DIFFUSES

Le risque d'une contamination agricole par les produits phytosanitaires est lié à la présence d'une culture et des produits employés pour combattre les parasites qui l'attaquent.

### A1221- Méthodologie

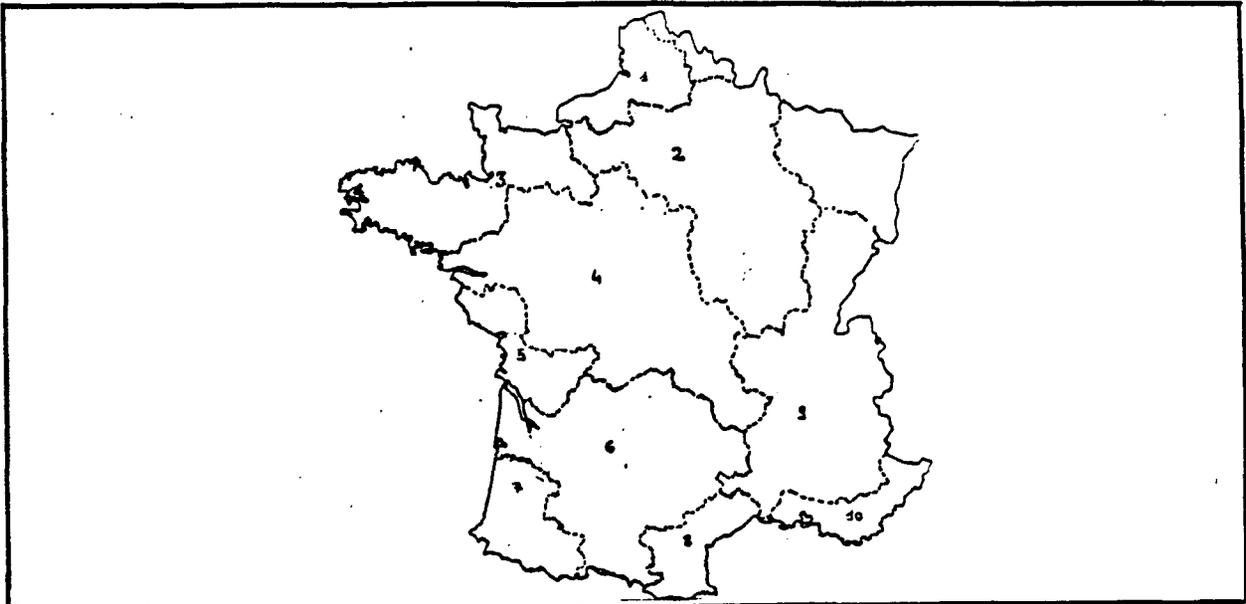
En France, l'agriculteur dispose de plus de 3500 spécialités commerciales (3) pour lutter contre les ravageurs et adventices de quelque 150 cultures d'importance (69). Chaque hectare pouvant se prêter à différentes spéculations agricoles, une réduction du champ d'investigation s'impose.

Une première hypothèse consiste à admettre, qu'un produit phytosanitaire agricole, qui atteint le milieu marin, reste toujours dans le même bassin-versant. Cela nous conduit à définir 10 grands bassins versants marins dont les limites se calqueront successivement sur les limites naturelles, les limites des agences de bassins et les limites administratives départementales. Nous distinguerons les bassins des quatre grands fleuves français qui se déversent dans les eaux marines françaises, le Rhin étant omis, puis les six régions où s'écoulent les fleuves côtiers. Ces zones, caractérisées par une certaine homogénéité géomorphologique et végétale, se nomment: Nord, Seine, Bretagne-Normandie, Loire, Poitou-Charente, Garonne, Midi-Pyrénées, Languedoc-Rousillon, Rhône et Provence-Côte d'Azur (carte n°4).

La seconde hypothèse repose sur plusieurs constatations.

- Une plante cultivée crée un agrosystème spécifique. La faune et la flore parasites de la plante sont donc caractéristiques et leur destruction réclame une certaine gamme de produits. La localisation de la culture entraîne donc la localisation du produit.

## LES GRANDS BASSINS VERSANTS MARINS



Carte n°4 - Limites départementales des 10 grands bassins

- D'autre part certaines plantes reçoivent le même type de traitement. Un regroupement sous le même terme générique peut alors s'effectuer. Les céréales à paille rassembleront ainsi le blé, l'orge, l'avoine et le seigle.

Il est raisonnable de penser que la simplification qui résulte de ces deux constatations, et qui conduit à retenir une vingtaine de spéculations agricoles, n'est pas de nature à entacher la validité de nos conclusions.

### A1222 - Détermination et localisation du risque

Une étude statistique (71,72) portant sur le seul territoire français (schéma n°1), permet d'appréhender les risques encourus suivant les régions.

Le Nord (annexe A: a2,a3): Cette région se caractérise par une agriculture intensive, la surface agricole utilisée (SAU) représente 77% du territoire. Les pesticides les plus utilisés sont ceux destinés à lutter contre les parasites des céréales à paille, qui occupent 41% de la SAU. La culture de la betterave (8% de la SAU), grosse consommatrice de produits, reste spécifique de cette zone. Enfin, le maïs (6% de la SAU) et les cultures régionales telle que la pomme de terre, les légumes ou le lin peuvent localement perturber la qualité de l'eau.

La Seine (annexe A: a4,a5): En suivant la même démarche que précédemment, nous trouvons une région céréalière (42% de la SAU), où le maïs représente 8% et la betterave 5%. Deux spéculations, le colza (3% de la SAU) et les légumes (3% de la SAU) ont un rôle atténué, lié au fait que, dans les grands bassins, les "petites" cultures se trouvent généralement loin de la région côtière.

La Bretagne-Normandie (annexe A: a6,a7): Cette région se caractérise par une surface en herbe très importante, 42% de la surface totale. Les céréales (17% de la SAU) et le maïs (16%) prédominent. Cependant en milieu côtier, des cultures légumières intensives peuvent localement jouer un rôle prépondérant.

## OCCUPATION DU TERRITOIRE EN FRANCE

(taux de couverture végétale en 1965)

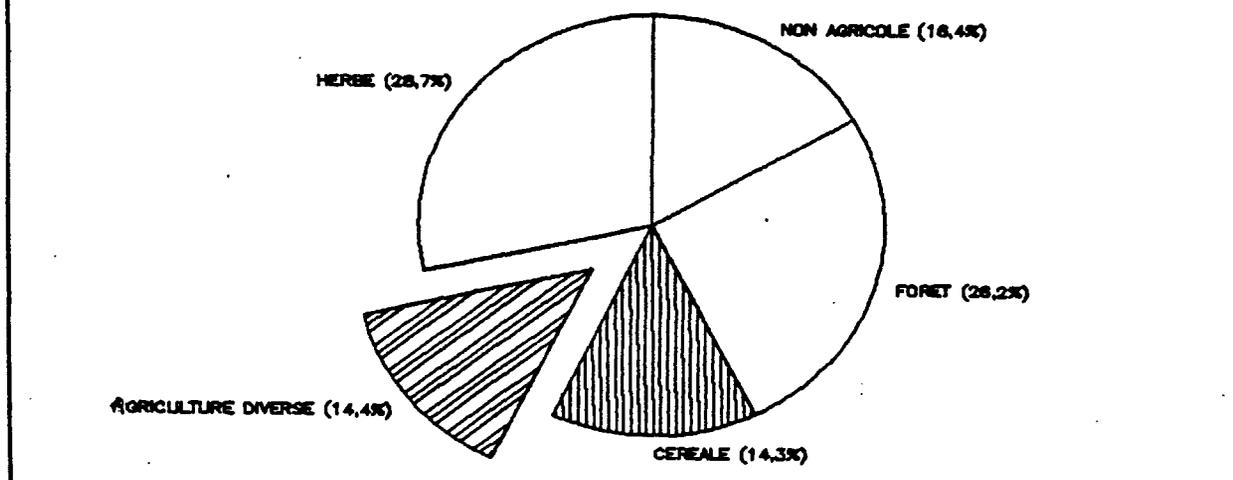


Schéma n°1 - Ce graphique a été élaboré à partir de la banque de données AGRISTAT (SCEES, Ministère de l'agriculture).

La Loire (annexe A: a8,a9): La superficie en herbe couvre 32% du territoire. Les céréales (28% de la SAU) et le maïs (12%) restent les cultures dominantes. Une nouvelle spéculation agricole, le tournesol, prend néanmoins de l'importance, 3% de la SAU.

Le Poitou-Charente (annexe A: a10,a11): La diversité des productions végétales constitue la richesse de cette région. Le territoire est occupé par les céréales (23% de la SAU), le maïs (15%), le tournesol (7%) et la vigne (7%).

La Garonne (annexe: a12,a13): Ce bassin possède une superficie en forêts appréciable, 32% du territoire. L'agriculture se partage, comme précédemment, entre les céréales (16% de la SAU), le maïs (10%), le tournesol (4%) et la vigne (4%).

L'Aquitaine (annexe A: a14,a15): La forêt représente 44% du territoire, les traitements phytosanitaires forestiers pourraient donc, dans cette région, représenter un risque. Une autre caractéristique provient de la culture du maïs qui couvre 31% de la SAU.

Le Languedoc (annexe A: a16,a17): La partie non agricole concerne 37% de la superficie totale. La vigne constitue l'essentiel du territoire rural puisqu'elle couvre 63% de la SAU.

Le Rhône (annexe A: a18,a19): Ce bassin se caractérise par l'importance de sa forêt, 36% du territoire. La superficie cultivée reste faible, 15% de la surface totale. La surface agricole utilisée se partage entre les céréales (34%), la vigne (14%), le maïs (13%) et les arbres fruitiers (6%). Ces derniers réclament des soins antiparasitaires fréquents.

La Provence (annexe A: a20,a21): La forêt représente 38% du territoire. La faible surface agricole se partage entre la vigne (30% de la SAU), les céréales (26%), les arbres fruitiers (15%), et les légumes (6%). La superficie en fleurs représente la moitié de celle utilisée en France.

**CONSUMMATION DE PRODUITS PHYTOSANITAIRES EN FRANCE EN 1984  
SUIVANT LES CATEGORIES D'EXPLOITATIONS**

OTEX	S A U en hectares	DEPENSE/HA en francs
CEREALES	64,81	602
GRANDES CULTURES	55,46	619
HORTICULTURE PLEIN CHAMP	6,18	1090
HORTICULTURE SOUS SERRE	3,12	3616
VIN DE QUALITE	13,55	1292
AUTRE VITICULTURE	19,69	927
FRUITS	16,62	1839
BOVINS LAIT	27,85	83
BOVINS VIANDES	43,7	47
BOVINS MIXTES	42,51	101
AUTRES HERBIVORES	45,16	42
HORS SOL	25,12	133
POLYCULTURE	29,09	534
HERBIVORES	27,51	155
TOUTES OTEX	36,35	336

Tableau n° - Résultats obtenus à partir de données non publiées  
du bureau du SCESS du Ministère de l'Agriculture

Trois cultures dominantes, les céréales à paille, le maïs, la vigne, l'emportent dans l'ensemble des régions. Les céréales à paille prédominent partout à l'exception de l'Aquitaine avec le maïs, le Languedoc et la Provence avec la vigne. Certaines cultures de superficie de moindre importance restent cependant caractéristiques d'un type de région:

- La betterave et les légumes dans le Nord, la Seine et la Bretagne-Normandie.
- Le tournesol dans le Poitou-Charente, la Loire et la Garonne.
- Les arbres fruitiers dans le Rhône et la Provence.

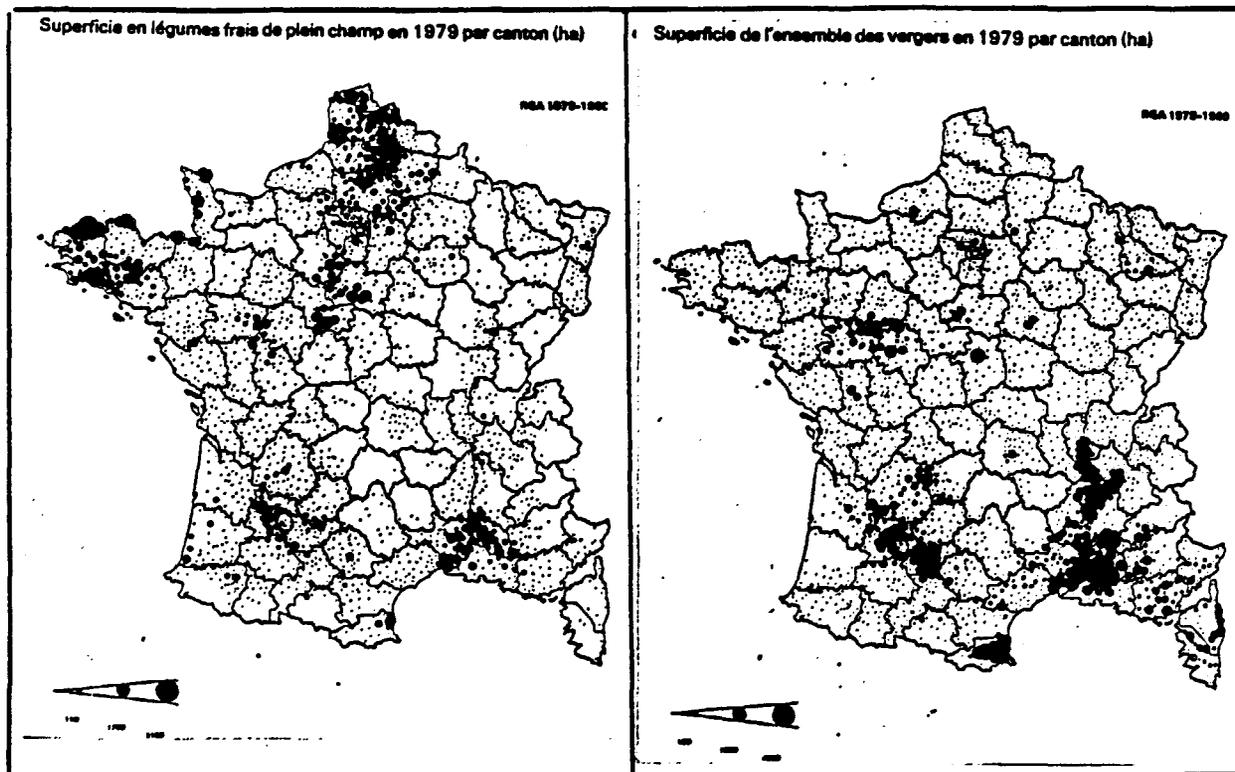
## A2 - UTILISATION DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES EN AGRICULTURE

### A21 - LE CHOIX DES PRODUCTIONS VEGETALES A ETUDIER

La démarche précédente appréhende l'ensemble des surfaces cultivées en France. Or certaines productions végétales consomment peu de produits phytosanitaires (tableau 1). Certaines plantes exigent peu de traitements, d'autres couvrent des superficies négligeables. Une réduction du nombre de spéculations agricoles à étudier peut donc s'effectuer.

Les surfaces enherbées et les surfaces forestières consomment peu de produits antiparasitaires. Les prairies concernées par un traitement herbicide représentent 0,5% de l'ensemble de la surface. Les exploitations forestières privées, qui effectuent un traitement anti-parasitaire et anti-gibier possèdent moins de 4% de la surface sylvicole qui s'élève en France à 9738 milliers d'hectares (SCESS 1987). Quant aux désherbages forestiers ils concernent à peine 5 à 10 % des jeunes plantations de moins de 5 ans (CNRF 1987).

L'horticulture et l'arboriculture requièrent, par contre, beaucoup de soins. La classification des exploitations agricoles en fonction de leur orientation technico-économique (OTEX) permet de constater que les dépenses phytosanitaires représentent, pour l'horticulture sous serre, 11 fois la dépense à l'hectare de l'OTEX moyenne.



Carte n°5 - Source: SCEES

Carte n°6 - Source: SCEES

Le coût des produits, pour l'horticulture de plein champ, se révèle trois fois plus élevé que la moyenne et, ce coefficient multiplicateur se situe autour de 5 pour l'arboriculture.

Ces productions végétales se développent cependant sur des surfaces restreintes: l'horticulture occupe 1,3% de la SAU, l'arboriculture 0,7%. En 1985, les quantités produites à usage horticole s'élevaient à 2631 tonnes pour les insecticides, à 437 tonnes pour les herbicides et à 1473 tonnes pour les fongicides soit respectivement 5,2%, 0,3% et 1,8% des productions totales. Il s'avère ainsi que les risques, liés à l'horticulture et à l'arboriculture, portent sur les insecticides mais restent localisés (cartes 5 et 6 - (73)).

A l'exception des productions végétales que nous venons d'examiner, nous allons essayer de quantifier et de définir la nature des traitements phytosanitaires sur l'ensemble des surfaces agricoles françaises.

#### A22 - LES QUANTITES DE PRODUITS PHYTOSANITAIRES UTILISEES

Il ne semble pas exister d'étude (31), non confidentielle, publiée depuis l'enquête de l'ACTA en 1979 (4), qui estimerait, par matière active individualisée, les quantités de produits phytosanitaires utilisées en France. Nous en prendrons pour preuve, et elles abondent dans ce domaine, une étude de l'OCDE, publiée en 1986, qui cite les seuls chiffres de 1979 (56). Ce chapitre s'attache donc à estimer les tonnages de matière active employés en France en 1986.

D'autre part, la détermination des flux entrants sur deux sites, l'un constitué par le bassin de la Morcille dans le département du Rhône (17, 19), l'autre par les abords du lac Fauna Nui sur l'île de Huahine en Polynésie Française (20), n'ayant pas fait l'objet d'enquête, les études suivantes s'imposaient.

## A221 - METHODOLOGIE D'ENQUETE

### A2211 - Enquête sur l'ensemble du territoire français

L'enquête "Terre Labourable 1986" constitue un système d'investigation statistique sur l'ensemble des principales productions végétales (63, 64, 65, 66, 67, 68). Des enquêteurs s'informent, auprès des exploitants, des techniques employées. Une centaine de parcelles, par culture, font l'objet, par département, d'une enquête technique sur les produits phytosanitaires (30). Au total plus de 66 départements sont concernés par ces enquêtes. Dans chaque espèce végétale étudiée, chaque parcelle ou champ a été tiré au sort parmi un ensemble de points figurant sur un échantillon de photographies aériennes tirées au hasard dans la couverture du territoire réalisée par l'Institut Géographique National.

Le tirage de l'échantillon est un tirage départemental à trois degrés. Le premier degré correspond à un tirage exhaustif et systématique, à probabilités égales de parties utiles de photographies aériennes. Le deuxième se traduit par un tirage exhaustif et systématique équiprobable à l'intérieur d'une même photographie de 72 points. Chacun des points constituant une unité secondaire. Le troisième degré consiste au tirage de parcelles-échantillons à partir des unités secondaires.

A titre d'exemple, pour connaître dans un département de 6400 km<sup>2</sup> la surface en maïs qui a reçu du lindane, nous effectuons un tirage de 100 photos aériennes à partir d'un maillage de 8 km de côté. Sachant que dans ce département 1/216<sup>ème</sup> de la surface totale est en maïs, 3 points seront tirés parmi les 72 points de chaque photo.

### A2212 - Enquêtes au niveau des petits bassins-versants

Le SCEES possède une longue expérience des sondages agricoles (12), nous avons donc tenté d'adopter sa méthode au bassin de la Morcille et à celui du lac Fauna Nui.

#### A22121 - adaptation de la méthode du SCESS

Sur le plan cadastral un point est tiré au hasard. A partir de ce point une grille, nous permettant de tirer un nombre de points défini à l'avance, est tracée (maille de 375 m de côté pour un tirage de 20 points dans le bassin de la Morcille). Chaque point matérialisé par l'intersection des deux branches d'une croix est alors relevé. L'enquête consistera ensuite à interroger l'exploitant de la parcelle où se situe le point.

Ce tirage peut être assimilé à un tirage systématique à deux dimensions, les points étant équidistants sur les lignes, les lignes étant équidistantes entre elles. Ce tirage correspond à un tirage exhaustif sans remise. Ce tirage reste équiprobable au niveau du point.

#### A22122 - les méthodes retenues

Pour des raisons locales la méthode précédente n'a pu être appliquée sur le terrain.

Sur le bassin de la Morcille, deux articles, mettant en cause l'utilisation agricole des pesticides, ayant paru dans la presse lyonnaise la veille de l'enquête, celle-ci n'a pu être programmée comme prévue. La nécessité de se faire recommander par les instances agricoles, nous a conduit à soumettre aux responsables locaux une liste de 82 exploitations établie à partir des registres communaux.

Pour que cette enquête garde cependant un caractère systématique, exhaustif et autant que possible aléatoire, une liste d'exploitations de différentes tailles appartenant aux cinq feuilles cadastrales a été dressée. Le tirage de l'échantillon s'est effectué dans cette liste.

Autour du lac Fauna Nui, pour des raisons tant pratiques que statistiques l'enquête s'est déroulée d'une autre manière. Le tirage des exploitations s'est effectué au gré de nos rencontres avec les maraichers présents sur leur parcelle au moment de notre passage impromptu. Ayant dû longer plusieurs fois toutes les exploitations, 37 au total pour 56 hectares, le caractère systématique (répartition sur l'ensemble du territoire) et non biaisé du tirage a été globalement respecté.

## A222 - EXPRESSION DES RESULTATS

### A2221 - Estimateurs, variances, biais

Pour l'enquête en France (annexe F), l'estimateur des superficies concernées par un produit phytosanitaire répond à la formule:

$$s(P) = S * ( n(P) / N )$$

s(P): superficie ayant reçue le produit P

n(P): nombre de points où le produit P a été signalé

S : superficie totale de l'espace enquêté

N : nombre de points échantillons relevés

La variance est donnée par une formule complexe (annexe E) qui fait notamment intervenir des différences entre points. L'écart type représente quelques pourcents de l'estimateur pour les grandes cultures.

L'introduction de biais, bien que limité dans cette enquête existe lors de la réduction du champ. En fait il s'avère que pour une enquête à précision nationale de 1% on peut éliminer un ensemble de départements représentant de 3 à 5% de la variable étudiée.

Dans les deux situations de terrain le tirage porte sur les exploitations et non sur les surfaces. En première approximation cela consiste à exécuter n tirage sans remise et au hasard dans N exploitations. Le nombre d'exploitations qui utilisent le pesticide détermine le nombre n1 de réussites de l'essai. Si l'on note N1 le nombre total d'exploitations qui ont utilisé ce produit, la loi du nombre de réussites suit une loi hypergéométrique d'estimateur  $\hat{N1}$  et de variance  $\hat{Var}$ :

$$\hat{N1} = n1 * ( N / n )$$

$$\hat{Var} = n * p * ( 1 - p ) * ( N - n ) / ( N - 1 ) \text{ avec } p = N1/N$$

### A2222 - Vérifications

Les résultats précédents étant de simples estimations, un recoupement avec d'autres données s'avère nécessaire. Il se trouve ainsi que les résultats obtenus à partir de 5000 parcelles concordent avec les chiffres d'origine industrielle (annexe F, tableau 11, page f18). De même, les résultats sur les bassins versant concordent avec les informations que nous possédons sur les consommations de pesticides dans le Beaujolais et en Polynésie Française.

## LES TRANSFERTS DES PESTICIDES

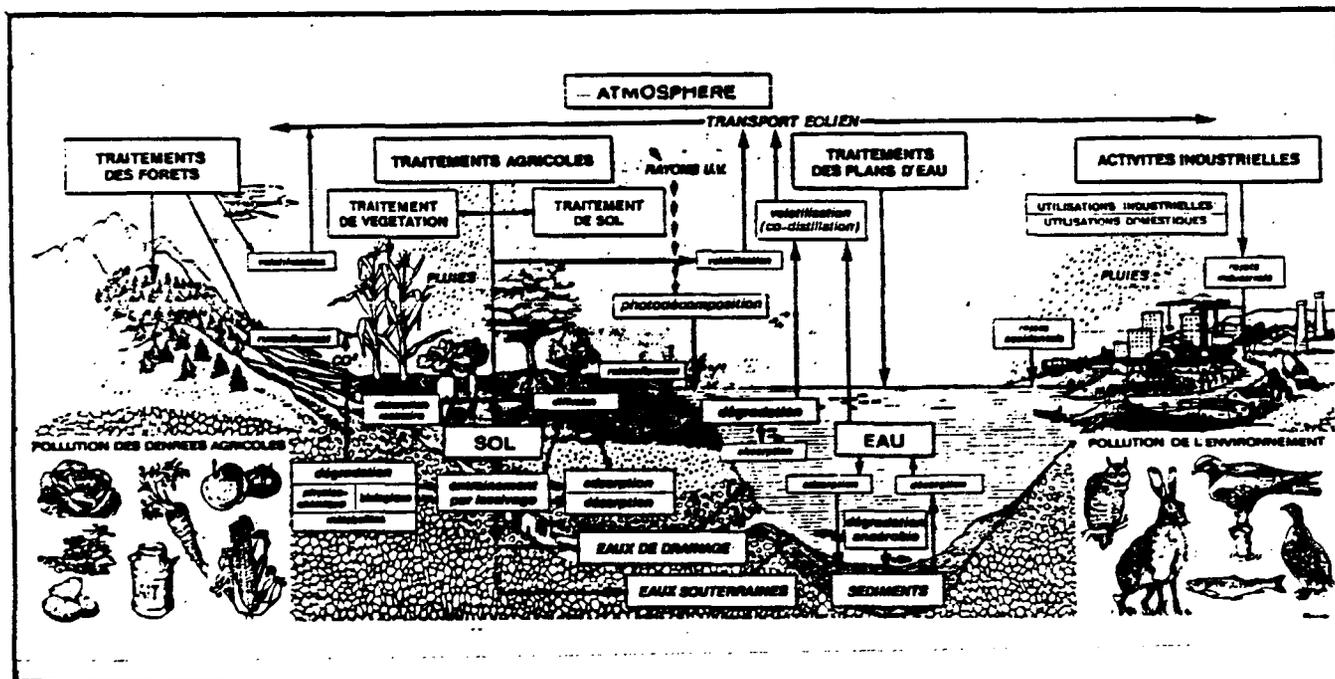


Schéma n°2 - Source: Rouso (INRA Versailles)

### B - LES TRANSFERTS

#### B1 - LES VOIES DE TRANSFERT ET LE ROLE DU SOL

##### B11 - LES MECANISMES DE DISPERSION

Les pesticides peuvent rejoindre le milieu aquatique de multiples façons (7). Sur les terres agricoles, l'air et l'eau restent les éléments majeurs du transfert de ces produits.

##### B111 - LE TRANSPORT EOLIEN

L'entraînement de produits phytosanitaires dans l'atmosphère provient de la dérive d'embruns lors du traitement, ou des fractions volatilisées au niveau de la parcelle cultivée. La volatilisation des produits phytosanitaires dépend de leur tension de vapeur mais aussi de conditions locales comme la température, le renouvellement de l'air, l'adsorption sur les plantes ou le sol.

La volatilisation peut être à l'origine de pertes importantes, les pertes d'atrazine même appliquée sur le sol peuvent atteindre 10% (5). A prendre en compte sur les zones littorales, comme le montrent les teneurs relevées aux Etats-Unis (tableau 3), la dilution de ces produits dans l'air constitue la plupart du temps un risque négligeable pour les eaux de rivières (34),.

Le traitement sur vigne pratiqué au moyen d'une turbine sur tracteur ou de rampes sur hélicoptère provoquera, dans le bassin de la Morcille, plus d'embruns que le traitement sur pastèques pratiqué au tuyau et à la main autour du lac Fauna Nui. La volatilisation sera néanmoins plus élevée sous climat tropical.

CONTAMINATION DE L'AIR PAR LES PESTICIDES DANS 10 VILLES DES USA

Table IV. Data summary of ambient air monitoring for selected pesticides at 10 U.S. locations.<sup>a</sup>

Name of pesticide	Positive samples <sup>b</sup>		ng/m <sup>3</sup>	
	No.	%	High concentration	Arithmetic mean concentration
Alpha-Benzene-hexachloride	52	42.3	154.0	4.0
Beta-Benzene-hexachloride	1	0.8	2.4	0.1
Chlordane	14	11.4	7.3	0.4
Chlorpyrifos	14	11.4	100.0	2.1
DEF	1	0.8	95.0	7.7
Diazinon	59	48.0	23.0	2.1
Dimethoate	4	3.3	18.0	0.3
Disulfoton	1	0.8	4.7	0.1
EPN	1	0.8	4.6	0.1
Lindane (gamma-Benzene hexachloride)	1	0.8	1.5	0.1
Malathion	62	50.0	220.0	7.5
Methyl and ethyl parathion	15	12.2	160.0	2.9

Chemical exposure monitoring

<sup>a</sup> Locations sampled: Columbia, SC; Lubbock, TX; Huntsville, AL; Pasadena, CA; Miss. State, MS; Harlingen, TX; Houston, TX; Fresno, CA; Helena, MT; Pekin, IL.

<sup>b</sup> Out of 123 samples, FY 1980.

Tableau n°2 - Source: R.W. KUTZ

B112 - LE TRANSPORT PAR L'EAU

L'eau qui s'écoule à la surface du sol provoque le ruissellement, et celle qui pénètre dans le sol conduit au lessivage. Le pesticide véhiculé par l'eau met ensuite un certain temps pour parvenir à la mer.

B1121 - Le transport à la surface du sol

L'ampleur du ruissellement varie suivant l'intensité de la pluie, le couvert végétal, et la déclivité du terrain (6). La présence ou non d'un pesticide dans cette lame d'eau dépend aussi du délai écoulé entre le traitement et la pluie. Le ruissellement peut provoquer des phénomènes d'érosion, les particules fixées au sol sont alors entraînées. L'observation a permis de constater des pertes de 3% à 5% des quantités de dicamba, de 2,4,5 T et de piclorame épandues sur des parcelles présentant une pente de 3% (34). Dans le bassin de la Morcille, les pentes fortes accentueront ce phénomène. Par contre, à Huahine, le développement sur terrain plat du maraîchage limitera ces transferts.

B1122 - Le transport dans les sols

Les produits phytosanitaires se déplacent dans les sols comme dans tout milieu poreux c'est à dire par diffusion moléculaire et convection. Les pesticides franchissent les plus grandes distances lorsqu'ils se trouvent en solution dans une eau en mouvement. La diffusion dans le sol, importante pour l'absorption racinaire, ne porte que sur quelques millimètres et, ne devient prépondérante qu'en présence d'eau immobile. La quantité de pesticide transportée étant proportionnelle à la concentration dans le sol et au débit, le lessivage dépendra du régime hydrique, des propriétés géométriques du milieu poreux, des propriétés physico-chimiques et biologiques du milieu. Ce dernier aspect revêt une importance capitale dans la dynamique des molécules antiparasitaires. Son étude est l'objet du prochain chapitre.

## MOBILITE RELATIVE DE QUELQUES PESTICIDES

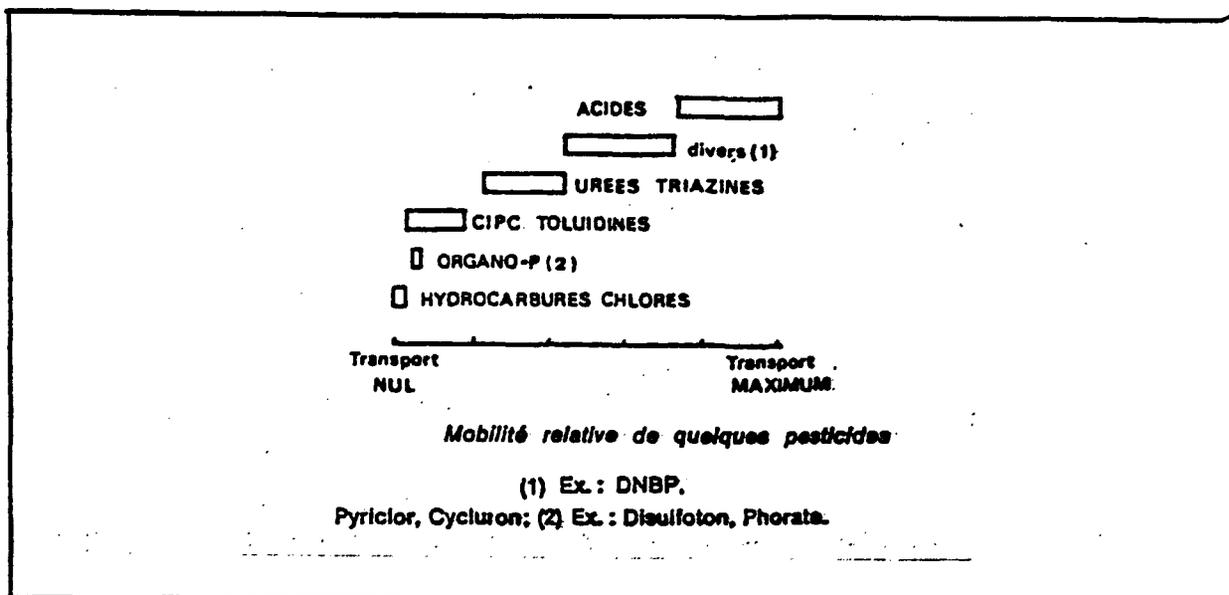


Schéma n°3 - Source: R. Calvet, J. Chaussidon

A Villié Morgon le terrain argilo-sableux freinera les transferts verticaux. A Huahine, l'essentiel du sol est constitué par des sédiments coralliens très perméables.

### B12 - LE ROLE DU SOL

Le sol joue un rôle fondamental vis à vis des pesticides, par ses propriétés physico-chimiques, mais aussi par le pouvoir de détoxification élevé que lui confèrent les microorganismes de sa biocénose.

### B121 - LES PHENOMENES D'IMMOBILISATION ET DE LIBERATION

Le pesticide subit une immobilisation après absorption par les plantes, cristallisation, réaction chimique avec la matière organique ou adsorption. Ces phénomènes restent très complexes et peu connus. Cependant, le phénomène d'adsorption demeure le principal artisan de l'immobilisation et mérite quelque attention (13).

L'adsorption, réaction réversible, peut se définir comme la fixation d'un certain nombre de molécules ou d'ions sur un composé insoluble. L'énergie des forces de liaison qui retiennent les molécules, élevée pour les interactions ioniques et les liaisons de coordination décroît pour les interactions dipolaires et les liaisons hydrogène.

Un grand nombre de propriétés moléculaires conditionnent les forces d'adsorption, il s'agit entre autres de la nature des groupements fonctionnels, de la polarité, de la taille des molécules. De même, la quantité fixée par un adsorbant dépend de sa teneur en eau, de la composition de la solution au contact de l'adsorbant, du pH, et de la température. L'adsorption est due aux colloïdes minéraux et organiques du sol. Les argiles, les oxydes et hydroxydes de fer et d'aluminium fixent, en général, moins de quantité de pesticides que les matières organiques.

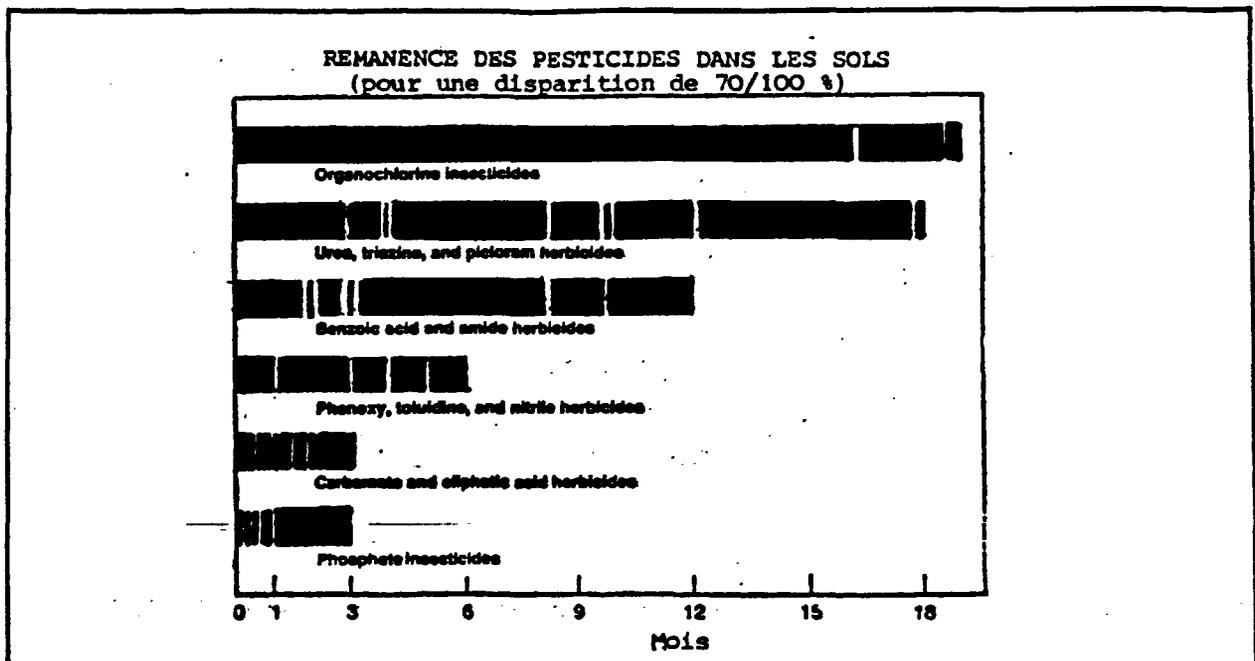


Schéma n°4 - Source: P.C. Kearney

Cependant, pour certaines molécules, telles que les triazines en milieu acide et les ammoniums quaternaires, les argiles présentent une forte capacité d'adsorption. L'adsorption et la solubilité constituent ainsi les deux principales caractéristiques qui conditionnent la concentration de la solution dans le sol.

A Villié Morgon, les viticulteurs amènent par tonne sur leur parcelle de la fumure où matières organiques et microorganismes sont étroitement associés. A Huahine seule la terre végétale issue de la montagne permet aux plantes de se développer. Le corail, dans lequel les agriculteurs creusent les trous pour l'y déposer, est inerte.

#### B122 - LES PHENOMENES DE DEGRADATION

Les pesticides se dégradent suite à deux types d'actions (41). La première est liée à la présence de microorganismes dans le sol. La seconde relève d'une origine abiotique telles que la photodécomposition ou l'hydrolyse.

##### B1221 - La biodégradation

L'action de la microflore tellurique reste l'une des principale responsable de la décomposition des molécules antiparasitaires (53). Les microorganismes du sol, 1 à 2 tonnes à l'hectare, utilisent le pesticide comme source de carbone et d'énergie. Cette énergie peut également provenir de co-substrats, la matière organique et le glucose accélèrent, par exemple, la dégradation de l'atrazine. Des protéines enzymatiques, matérialisées par les microorganismes, et induite parfois par le pesticide lui-même, catalysent des réactions d'oxydation, de réduction, d'hydrolyse, de déshalogénéation et de synthèse. Importante à Villié-Morgon, cette biomasse reste embryonnaire dans les cultures maraîchères de Huahine.

## B1222 - Les dégradations abiotiques

Des phénomènes de dégradation abiotique se produisent à la surface du sol, par des réactions photochimiques, et à l'intérieur du sol, en présence de matière organique ou d'argile.

Le rayonnement ultra-violet de longueur d'onde situé entre 10 et 400 nm constitue une source d'énergie qui peut être à l'origine d'une perte de matière active importante. Toutefois, la multiplicité des voies de transfert en plein champ ne permet pas, pour l'instant, de connaître l'importance de ce phénomène dans la nature.

Les réactions d'hydrolyse contribuent, en très grande partie, à la transformation des pesticides dans le sol. La matière organique, du fait de ses nombreux groupements fonctionnels et, les argiles, par leur propriétés de catalyseur de surface, prennent une part essentielle dans ces réactions. L'hydrolyse de l'atrazine s'accroît avec la teneur en matière organique. Les argiles décomposent, entre autres, les amines, et les triazines.

Sous les tropiques, les conditions climatiques, notamment l'humidité, la température, et l'éclairement accélèrent sensiblement la décomposition des pesticides.

## B2 - LES CARACTERISTIQUES DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES

L'impact des produits phytosanitaires, sur la qualité de l'eau, va dépendre de nombreux facteurs liés à leur usage et à leur propriétés.

Les phénomènes dynamiques auxquels sont soumis les produits phytosanitaires tiennent à l'usage qu'il en est fait et, ont été abordés précédemment. La répartition des produits dans les différents compartiments de l'environnement et leur effet sur la biocénose dépendent, quant à eux, de leurs propriétés.

### B21 - LA REPARTITION DES PRODUITS DANS L'ENVIRONNEMENT.

L'environnement peut être appréhendé comme la juxtaposition de quatre compartiments principaux: le sol, l'air, l'eau et la biocénose. Les propriétés physico-chimiques d'un pesticide détermine la tendance de ce produit à se trouver dans tel ou tel élément lorsque les conditions extérieures sont fixées (14).

### B211 - EXPRESSION DE LA DISTRIBUTION D'UN PESTICIDE ENTRE L'AIR ET L'EAU.

La loi de Henry permet d'exprimer le coefficient de partage entre l'air et l'eau ( $K_w$ ) en fonction de divers paramètres.

$$K_w = (C_{eau} / C_{air}) = (T * WS) / (16,04 * P * M) = 1 / H$$

$K_w$  = inverse de la constante de Henry ( $H$ )

$C_{air}$  = concentration du pesticide dans l'air (mg/l)

$C_{eau}$  = concentration du pesticide dans l'eau (mg/l)

$P$  = tension de vapeur du pesticide (mm de Hg)

$M$  = masse moléculaire

$T$  = température (°K)

$WS$  = solubilité dans l'eau (mg/l)



RELATION ENTRE LES DIVERS COEFFICIENTS DE REPARTITION  
DES PESTICIDES DANS L'ENVIRONNEMENT

correlation	Regression Equation	± Order of Magnitude (95% Confidence Limits) from Calculated Value	Correlation Coefficient* (r)	Number of Examples (n)
-K <sub>ow</sub>	log WS = 5.09 - 1.28(log K <sub>ow</sub> )	1.94	-0.84	106
K <sub>ow</sub>	log WS = 4.184 - 0.922(log K <sub>ow</sub> )	2.11	-0.86	90
-BCF(f)	log WS = 2.531 - 0.916(log BCF(f))	2.54	-0.72	36
BCF(t)	log WS = 1.903 - 0.690(log BCF(t))	3.19	-0.66	50
WS	log K <sub>ow</sub> = 3.64 - 0.55(log WS)	1.23	-0.84	106
K <sub>ow</sub>	log K <sub>ow</sub> = 1.377 + 0.544(log K <sub>ow</sub> )	1.37	+0.86	45
BCF(f)	log K <sub>ow</sub> = 1.963 + 0.681(log BCF(f))	1.52	+0.87	13
-BCF(t)	log K <sub>ow</sub> = 1.886 + 0.681(log BCF(t))	1.14	+0.91	22
-WS	log K <sub>ow</sub> = 4.158 - 0.800(log WS)	1.96	-0.86	90
-K <sub>ow</sub>	log K <sub>ow</sub> = -1.070 + 1.358(log K <sub>ow</sub> )	2.17	+0.86	45
-BCF(f)	log K <sub>ow</sub> = 2.312 + 0.809(log BCF(f))	1.27	+0.87	26
-BCF(t)	log K <sub>ow</sub> = 2.070 + 0.731(log BCF(t))	2.81	+0.76	36
F(f)-WS	log BCF(f) = 2.791 - 0.564(log WS)	1.99	-0.72	36
F(f)-K <sub>ow</sub>	log BCF(f) = -1.579 + 1.119(log K <sub>ow</sub> )	1.95	+0.87	13
F(f)-K <sub>ow</sub>	log BCF(f) = -1.495 + 0.935(log K <sub>ow</sub> )	1.35	+0.87	26
F(f)-BCF(t)	log BCF(f) = 0.024 + 1.074(log BCF(t))	1.39	+0.87	20
F(t)-WS	log BCF(t) = 2.183 - 0.629(log WS)	3.05	-0.66	50
F(t)-K <sub>ow</sub>	log BCF(t) = -2.024 + 1.225(log K <sub>ow</sub> )	1.53	+0.91	22
F(t)-K <sub>ow</sub>	log BCF(t) = -0.973 + 0.767(log K <sub>ow</sub> )	2.85	+0.76	36
F(t)-BCF(f)	log BCF(t) = 0.717 + 0.703(log BCF(f))	1.13	+0.87	20

Tableau n°2 - Source: E.E. Kenaga, C.A. Goring

Une relation existe entre tous ces coefficients et la mesure de la tension de vapeur, de la solubilité et du point d'ébullition suffisent à estimer les autres paramètres (tableau n°4), qui permettront au moyen de modèles (23, 28, 39, 48) d'évaluer, pour un pesticide donné, dans une situation donnée, la distribution chimique dans l'environnement.

## B22 - RISQUES POTENTIELS INHERENTS AUX FAMILLES DE PRODUITS

Le risque que fait courir un produit à l'environnement dépend en premier lieu de la famille chimique à laquelle il appartient (35, 36). L'analyse du comportement de ces familles dans le milieu naturel reste donc essentiel pour la détermination du risque encouru par les eaux de mer en France.

### B221 - LES INSECTICIDES

#### B2211 - Les organochlorés

La quantité d'organochlorés s'élève à 2331 tonnes en 1985 (annexe B). Neuf de ces produits se trouvent sur la liste prioritaire de la CEE, ils sont au nombre de quatre sur celle de l'EPA (49). Le lindane reste le seul organochloré à être largement employé. Le DDT, comme beaucoup d'autres est interdit d'emploi depuis 1972. Ces insecticides sont hautement toxiques pour les poissons et leur liposolubilité facilite la bioconcentration. Leur rémanence exceptionnelle explique leur présence dans les eaux malgré leur peu de mobilité due à une solubilité réduite et à une forte adsorption sur les sols.

#### B2212 - Les organophosphorés et les carbamates.

Les organophosphorés totalisent 1647 tonnes en 1985. La CEE en cite 23 dans sa liste prioritaire et l'EPA aucun. Les carbamates ne semblent prioritaires ni pour l'un ni pour l'autre.

Ces produits se caractérisent par leur diversité et par leur emploi non systématique. Ils sont généralement toxiques pour les poissons et peuvent donner naissance à des métabolites plus dangereux et plus mobiles que la molécule d'origine. La plupart de ces pesticides employés en traitement des sols sont peu mobiles et peu rémanents.

#### B2213 - Les pyréthriinoïdes

Le faible tonnage de cette famille, 101 tonnes en 1985, s'explique par des doses très faibles à l'hectare. Il ne doit pas faire oublier, que ces substances de synthèse, qui datent des années 1950, représentaient déjà en 1982, 30% du marché mondial. Depuis, leur emploi n'a cessé de s'accroître. Ces insecticides, tous sous forme d'ester, attaquent le système nerveux. Mais, rapidement dégradés et fortement adsorbés, ils ne semblent pas persister dans l'environnement pendant de longues périodes et, apparemment, ne s'accumulent pas dans la biosphère.

### B222 - LES HERBICIDES

#### B2221 - Les aryloxyacides

Ils représentent 7694 tonnes en 1985. Cinq de ces phytohormones sont désignées comme prioritaires par la CEE. Ils restent peu dangereux pour les mammifères. Cependant, pour les poissons, plusieurs d'entre eux sous forme d'ester, sont considérés comme toxiques. Sous forme de sels d'amine ou de potassium, ces mêmes produits sont considérés comme pratiquement non toxiques. Leur mobilité varie suivant qu'ils sont sels ou ester. Mis à part le 2,4,5 T ils ont une persistance faible.

#### B2222 - Les triazines

Leur quantité se chiffre à 7990 tonnes en 1985. La CEE en désigne deux comme prioritaires. Elles sont peu toxiques pour les mammifères et les poissons. En général leur mobilité est faible car leur solubilité est réduite et parcequ'elles sont fortement adsorbées sur les colloïdes du sol. Elles sont néanmoins persistantes.

#### B2223 - Les urées substituées

Leur importance, 6752 tonnes est du même ordre de grandeur que celle des familles précédentes. Le linuron et le moniluron appartiennent à la liste CEE. Tous ces produits sont non toxiques ou peu toxiques pour les mammifères et les poissons. Leur mobilité est en général faible et leur persistance élevée (demi-vie située entre 6 et 12 mois). Certains d'entre eux, le thiazafuron, le tebuthiuron, et l'éthidimuron, sont néanmoins plus mobiles et plus persistants.

#### B2224 - Les composés phénoliques

Ces produits, 3175 tonnes en 1985, dangereux pour les mammifères et très toxiques pour les poissons, ne figurent pas sur la liste CEE. Leur mobilité se classe dans les catégories faibles à moyennes et ils présentent une persistance relativement faible, demi-vie inférieure à 3 mois. Le nitrofène possède cependant une durée de vie intermédiaire (3 à 6 mois).

#### B2225 - Les toluidines

La trifluraline est la seule représentante de cette famille de 1141 tonnes, à figurer sur la liste CEE. Ces produits sont hautement toxiques pour les poissons. La trifluraline est bioconcentrée. La mobilité de ces produits est très faible car il s'agit de produits pratiquement insolubles, solubilité inférieure à 1 ppm, et fortement adsorbés. Leur persistance est inférieure à 6 mois.

#### B2226 - Les amides

Cette famille totalise 3318 tonnes en 1985. Le propanil figure seul sur la liste CEE. Certains composés comme le dimétachlore ou le métolachlore peuvent être considérés comme toxiques. Ces composés possèdent une mobilité moyenne à forte comme l'alachlore, le dimétachlore ou la napropamide. La rémanence de ces produits n'excède pas en demie-vie 6 mois.

#### B2227 - Familles diverses d'herbicides

Les carbamates, 1262 tonnes, généralement peu dangereux pour les mammifères et les poissons, possèdent une mobilité faible à moyenne et une persistance faible. Les diazines, 476 tonnes, restent peu toxiques et possèdent une mobilité réduite et une persistance moyenne. Les uraciles, peu toxiques, peu mobiles sont persistantes.

Les ammoniums quaternaires, fortement adsorbés et peu persistants peuvent, comme le paraquat, être toxiques pour les poissons.

Les nitriles, 694 tonnes, sont peu dangereuses pour les mammifères à l'exception de l'ioxynil. Le bromoxinil sous sa forme d'octanate et l'ioxynil sous forme d'ester doivent être classés comme hautement toxique et toxique pour les poissons. L'ensemble des nitriles à une mobilité faible à moyenne et une persistance relativement faible, hormis le dichlobénil et la chlortiamide qui ont une rémanence de l'ordre de 6 mois.

Beaucoup d'autres herbicides existent, généralement non toxiques pour les mammifères, de mobilité faible à moyenne et de persistance courte. Cependant certains de ces pesticides comme le bromophénoxime, le piclorame (sous forme d'ester), le benzoxypropéthyle et le L-flampropysopropyl restent toxiques pour les poissons.

#### B223 - FONGICIDES

Aucun fongicide n'appartient aux listes prioritaires dressées par la CEE et l'EPA. Hormis le soufre, 28 107 tonnes de fongicides ont été utilisés par l'agriculture française en 1985. Bien que peu toxiques pour les mammifères, ils peuvent être toxiques, voire hautement toxiques pour les poissons. Ils restent en général peu mobiles et peu persistants. Les benzimidazoles sont plus persistants dans certaines conditions de sol.

#### B224 - DIVERS

D'autres substances comme les molluscicides, les rodenticides, ou les substances de croissance, peuvent représenter un risque pour le monde aquatique. Leur importance quantitative, faible par rapport aux catégories précédentes, ne doit pas faire oublier le danger lié à l'emploi de certaines de ces molécules.

## B23 - CHOIX DES PRODUITS

L'analyse de tous les produits dans le milieu aquatique se révèle irréaliste. Le nombre des seules matières actives phytosanitaires dépassent 450. D'autre part, elles se trouvent bien souvent à l'état de trace situées en dessous des seuils de détection. Après la définition d'objectifs, le choix d'un nombre limité de produits s'impose donc.

### B231 - DEFINITION D'OBJECTIFS

La qualité de l'eau de mer ne répond pas exactement aux mêmes préoccupations que celles soulevées en matière d'eau potable (15) ou d'environnement général (2).

Un premier objectif est de protéger la santé humaine (29). La contamination directe par l'eau de mer reste improbable. Par contre, par le biais de la chaîne alimentaire, la bioaccumulation de certaines substances chez les organismes marins est à craindre. Les produits liposolubles, rémanents et toxiques pour l'homme sont à redouter.

Un second objectif est de protéger la production (22). Une contamination risque d'entraîner la mort d'organismes commercialisables (mollusques, poissons)(42). Cette perte peut intervenir par exemple:

- à court terme après intoxication directe par des produits violents. La mobilité des produits et leur toxicité aiguë vis à vis de la faune marine restent essentielles pour la détermination de ce risque.

- à moyen terme après destruction des ressources alimentaires. La destruction du phytoplancton par les herbicides peut revêtir une certaine importance (37). La quantité de produit et, sa phytotoxicité sont les paramètres à prendre en compte.

- à long terme après modifications profondes de l'écosystème.

### B232 - L'ANALYSE MULTICRITERE

Le choix de produits à étudier semble pouvoir s'effectuer en deux étapes. La première consiste à choisir un certain nombre de familles de produits. La seconde consiste à sélectionner à l'intérieur de chacune d'entre elles une ou deux matières actives.

#### B2321 - Le choix des familles

Cette sélection repose sur l'importance quantitative, la toxicité, la rémanence et la mobilité de la majorité des produits appartenant à une même famille. Volontairement réductionniste, cette liste s'attache à retenir des familles qui auront des actions très diverses sur l'environnement.

Cette sélection retient les insecticides pour leur toxicité vis à vis des mammifères et des poissons. Elle s'attache aux familles des organochlorés très persistants, des organophosphorés très toxiques, des pyréthrinoïdes nouvelles et d'un large usage. Elle retient les herbicides pour leur action phytocide et leur importance quantitative.

Parmi ceux-ci, elle s'intéresse aux aryloxiacides dont plusieurs appartiennent à la liste CEE, aux triazines et aux urées persistantes, aux composés phénoliques et aux amides toxiques, aux toluidines très toxiques. Enfin, elle retient les fongicides pour leur toxicité vis à vis des poissons et leur importance quantitative. Parmi ceux-ci elle s'intéresse aux carbamates quantitativement très importants et aux dicarboximides assez dangereux.

#### B2322- Le choix des produits

Le produit à redouter est celui qui est utilisé de façon importante, qui est toxique, bioaccumulable, persistant, et assez mobile pour se retrouver en quantité dans le milieu aquatique.

Cette détermination peut s'effectuer au moyen de tableau où nous consignons par famille les propriétés de chaque produit (annexe I). Nous retenons ainsi dans les aryloxiacides, le mécoprop, car il est quantitativement le plus important, et il a une toxicité, une solubilité, une volatilité semblable aux autres aryloxiacides. Nous retenons également le 2,4 D car quantitativement en quatrième position, il a une toxicité plus importante que tous les autres aryloxyacides pour des propriétés de mobilité semblables.

Une démarche analogue appliquée à toutes les familles sélectionnées nous permet de retenir:

- Le lindane et le DDT pour les organochlorés
- Les parathions pour les organophosphorés.
- La deltaméthrine pour les pyrethrinoides
- Le mécoprop et le 24 D pour les aryloxyacides
- L'atrazine et la simazine pour les triazines
- Le néburon et l'isoproturon pour les urées
- Le bifénox et le dinoterbe pour les composés phénoliques
- Le metazachlore et l'alachlore pour les amides
- La trifluraline pour les toluidines
- Le mancozèbe, le manèbe et la carbendazime pour les carbamates
- Le folpel et le captafol pour les dicarboximides

Ce choix reste arbitraire aussi d'autres produits seront localement évoqués dans les études de bassins versants qui vont suivre. Ainsi pour le bassin de la Morcille nous retiendrons, la deltaméthrine, la simazine et l'aminotriazole, le manèbe, le mancozèbe et le folpel. Pour le lac Fauna Nui, le méthamidophos, le paraquat et le propinèbe.

### C - LES FLUX SORTANTS

#### C1 - LE COMPORTEMENT DES INSECTICIDES DANS LES BASSINS-VERSANTS

##### C11 - LES ORGANOCHLORES

Les organochlorés sont toxiques, rémanents, et peu mobiles.

Le DDT (annexe J) n'est plus autorisé en agriculture depuis 1972. Il est peu mobile, car peu hydrosoluble (solubilité: 1,2 µg/l), et fortement absorbé: Koc = 238 000. Il possède une grande liposolubilité: Kow = 960 000 et BCF = 61 900 (35).

Sa forte rémanence, demie-vie de 10 à 20 ans, explique sa présence actuelle dans les rivières. Cela ne semble néanmoins pas suffisant pour expliquer l'accroissement de 44% des teneurs enregistrées sur le littoral atlantique sud et méditerranéen entre 1976 et 1982. D'autant plus que pendant cette même période, la contamination baissait de 41% au nord de la Loire. La concentration moyenne du DDT dans les huîtres et moules françaises varie de 15 à 300 µg/kg (50).

Le lindane, employé essentiellement sur maïs (80) et colza reste le dernier des organochlorés utilisé en quantité importante soit environ 1500 tonnes. Sa mobilité est plus élevée que celle des autres organohalogénés, sa solubilité est de 10 mg/l à 20°C et son coefficient de partage avec la matière organique Koc = 960 (40). Il reste néanmoins très rémanent dans les sols, demie-vie de 2 ans et, dans les eaux (11). Son facteur de bioconcentration est faible par rapport à celui du DDT, BCF = 325 (40). Dans les grands estuaires français sa concentration dans l'eau avoisine 5 à 10 ng/l. L'embouchure du Rhône est la plus contaminée, or paradoxalement c'est dans ce bassin que l'occupation du territoire par le maïs et le colza est la plus faible. D'autres sources de contamination, industrielles ou urbaines, maintes fois citées dans le cas du lindane, pourraient peut-être expliquer ces fortes teneurs. Dans les mollusques les teneurs en lindane varient de 1 à 30 µg/kg sur le littoral français (50). La tension de vapeur du lindane étant supérieure à 1 nanomètre de mercure, ce pesticide peut être contenu dans les eaux de pluie, il a été ainsi détecté à des concentrations de 1 à 200 ng/l.

Le lindane est retrouvé dans presque tous les bassins ruraux. Les valeurs maxima sont de l'ordre du µg/l et, les moyennes des teneurs détectées varient de 1µg dans le nord à 0,3µg/l en Champagne et 0,02 µg/l en Bretagne (9). Notons que la limite de détection du lindane est basse, de l'ordre du ng/l.

Les organochlorés sont absents des traitements agricoles sur les bassins de la Morcille et du lac Fauna Nui. Notons cependant qu'en Polynésie Française, aldrine, chlordanes, dieldrine, et heptachlore sont utilisées, de façon conséquente, à des fins domestiques.

## C12 - LES ORGANOPHOSPHORES

Les organophosphorés ont pour désavantages d'être plus solubles dans l'eau et plus toxiques que les organohalogénés. Ils sont cependant peu persistants et peu bioaccumulables (25).

Les parathions éthyl et méthyl dont 300 à 400 tonnes sont employés en France présentent respectivement des solubilités de 57 mg/l et de 24 mg/l à 20°C et possèdent des Koc de 9800 et de 4800 (40). La persistance dans le sol du parathion méthyl est de 1 mois et celle du parathion ethyl est de 6 mois (59). Dans les eaux, le premier disparaît dans les trois semaines, le second est un peu plus persistant (53). Liposolubles, Kow=82 et Kow=6400, ils restent cependant peu bioaccumulables BCF=95 et BCF=335 (55).

En milieu rural leur détection reste difficile. En Camargue à l'aval de vigne, pendant de courte période, il a été mesuré des teneurs allant de 4 ng/l à 80 ng/l avec un pic en août (52). Des teneurs de 180 ng/l de méthyl parathion ont été relevées en Languedoc Rousillon à l'aval d'un grand bassin viticole (82). Cependant leur présence n'a pu être détectée dans les rivières qui drainaient des surfaces céréalières en Champagne crayeuse (84) et des zones de polyculture et d'élevage en Bretagne (59).

Au Canada, dans onze bassins versants agricoles, sur seize organophosphorés utilisés, on détecta 3 fois le chlorpyrifos, 2 fois l'éthion, 4 fois le malathion, et 87 fois le diazinon dont la présence put être attribuée 64 fois à une origine non agricole (10). Des expériences à la parcelle aux Etats-Unis ont permis d'estimer la perte par ruissellement de 0,01 à 0,02 % sur des sables argileux pour une pente de 4% et de 0,13 à 0,25 % sur des argiles sableuses pour une pente de 2% (59).

Dans le bassin de la Morcille, le grand nombre d'organophosphorés commercialisés et les phénomènes de résistance animale, qui conduisent les viticulteurs à changer régulièrement de matière active, semblent rendre aléatoire la détection individualisée d'un de ces produits. A Huahine le méthamidophos représente à lui seul les 3/5 des produits phytosanitaires. Très soluble et très toxique il reste cependant peu persistant. Les conditions locales (terrain plat, épandage toute l'année à raz du sol, dégradation rapide) semblent de plus indiquer que seule la lentille d'eau située sous les champs puisse être régulièrement contaminée. Cela explique sans doute pourquoi la présence d'organo-phosphorés dans le lac Fauna Nui n'a jusqu'à présent pu être détectée.

### C13 LES PYRETHRINOIDES

Les pyrèthrinoïdes sont très toxiques, peu mobiles et peu persistantes.

La deltaméthrine est le pyrèthrinoïde de loin le plus employé dans le monde: 35 millions d'hectares (46). La dose d'emploi étant cependant très faible 12 g/ha, la quantité totale utilisée en France ne dépasse pas quelques dizaines de tonnes. La deltaméthrine est plus persistante que les autres pyrèthrinoïdes puisqu'elle a une demie-vie supérieure à deux mois dans le sol (75). Elle aurait cependant des durées de vie beaucoup plus courtes dans les vases (2 à 4 jours) et dans l'eau (2 à 4 heures). Elle est de plus très fortement adsorbée sur les sols et sa solubilité ne dépasse pas 2ng/ml à 20°C. Produit hydrophobe:  $K_{ow} = 1600$ , la valeur du facteur de bioconcentration après 30 jours d'exposition est, chez le poisson *Ictalus Punctatus*, de 144 (46). La CL 50 est proche du  $\mu\text{g/l}$  pour les poissons. La volatilité du produit est également faible puisque sa tension de vapeur varie de 0,010 à 0,0001 nanomètre de mercure. Il ne semble pas avoir eu, jusqu'à aujourd'hui, de contamination détectée de deltaméthrine en milieu rural.

Le fenvalérate possède quant à lui une demie-vie, de 2 à 4 semaines dans les sols organiques, de 9 jours dans les sédiments marins et de 2,5 jours en estuaire (75). Une bioaccumulation de 4700 a été constatée sur *Crassostrea virginica* (61).

Dans le bassin de la Morcille cet insecticide s'utilise sur les 2/3 de la superficie viticole, retrouvé dans les eaux de ruissellement provoquées par un appareil à simulation de pluie, sa détection en rivière semble peu probable, hormis dans les sédiments vers le mois de juillet.

### C114 - AUTRES INSECTICIDES

Des organophosphorés tels que le diméthoate, le chlorpyrifos ethyl ou l'azinphos ethyl et des carbamates tels que l'aldicarbe sur betterave ou le carbofuran sur maïs peuvent régionalement jouer un grand rôle.

## C2 - LE COMPORTEMENT DES HERBICIDES DANS LES BASSINS-VERSANTS

### C21 - LES ARYLOXYACIDES

Les aryloxyacides sont principalement utilisés sur les céréales à paille, appelés phytohormones de synthèse, ils sont très solubles mais peu rémanents.

Le mécoprop avec 4500 tonnes utilisées en 1986 sur les céréales à paille est quantitativement le plus répandu. Il appartient à la liste CEE des substances prioritaires. Sa solubilité est de 620 mg/l à 20°C (3). Son activité résiduelle dans le sol est de 2 mois (58). C'est un herbicide sélectif systémique, faiblement toxique pour les poissons.

Le 2,4 D représente 400 tonnes. Il est très soluble 600 mg/l à 20°C, son coefficient d'adsorption sur le sol est  $K_{oc} = 80$ . Son activité résiduelle est de 6 semaines dans le sol (58), et sa persistance de 3 mois en milieu stérile (16). Peu toxique pour les poissons  $CL_{50}$  (24h) = 250 mg/l (58), son facteur de bioconcentration est nul et son  $K_{ow} = 37$  (40). C'est un herbicide sélectif.

En France dans un bassin céréalier, il n'a pas été possible de détecter des traces d'aryloxyacides dans les eaux. Par contre, au Canada, à laval de bassins céréaliers, 949 échantillons révélèrent respectivement 66, 21, 6 et 1 fois au dessus de 100ng/l la présence de 2,4 D, de 2,4,5 T, de MCPA et de dicamba. Les pertes dans les eaux représentaient 0,03% des apports agricoles (27). De même, des traces d'herbicides furent détectés dans des tissus coraliens du Golfe de Chiriqui à Panama. Les mortalités touchèrent 50 à 80 % de la vie corallienne sur 10 000 km<sup>2</sup> et, des concentrations de 2,4 D allant de 0,2 à 20 µg/kg de poids sec furent détectés sur les espèces mortes (32).

### C22 - LES TRIAZINES

Les triazines présentent les caractéristiques suivantes : peu mobiles, persistantes, peu toxiques pour le poisson.

La simazine est employée sur maïs et vigne. La quantité de simazine utilisée en France est de l'ordre de 2600 tonnes. Sa mobilité est faible, sa solubilité est de 5 mg/l à 20°C (3) et son  $K_{oc} = 135$  (40). Elle peut persister plusieurs mois dans le sol et dans l'eau et une disparition de 70% à 95% du produit intervient au bout de 10 à 12 mois (60). Elle s'accumule peu dans les organismes vivants  $K_{ow} = 155$  et BCF = 1 (40). Elle empêche l'assimilation du gaz carbonique et bloque la respiration de la plante.

L'atrazine avoisine les 5000 tonnes qui sont essentiellement utilisées sur maïs. Elle est également peu mobile, elle possède une solubilité de 28 mg/l et un  $K_{oc}$  de 149. Sa durée d'action est de 2 à 6 semaines et plus (3), sa demie-vie dans le sol est de 1 à 4 mois et, une disparition de 70 à 95 % intervient au bout de 10 à 12 mois (79). Sa demie-vie dans les sédiments d'estuaires est de 2 à 3 semaines (51). Elle a une faible affinité pour les graisses  $K_{ow} = 476$  et BCF = 0 (35). Elle est efficace contre de nombreuses dicotylédones et graminées adventices.

Des expériences américaines ont permis d'estimer les pertes par ruissellement entre 2,5% et 15,9 % sur des sols argilo-sableux-limoneux et pour des pentes allant de 10 à 15% (59). D'autres études estiment que cette perte se situe en moyenne autour de 2,86% et varie de 0,02 à 17% (62).

Contrairement aux aryloxyacides l'atrazine et la simazine ont été détectées dans les bassins versants français. En Seine et Marne des teneurs d'atrazine de 150 à 600 ng/l ont été relevées au printemps, la simazine n'a pas été détectée (16). En Bretagne, dans un bassin versant occupé par des prairies et du maïs, l'atrazine n'a pas été détectée dans l'eau au dessus de 5 µg/l, mais elle le fut lors d'une crue dans les particules charriées et cela à une teneur de 17 µg/kg (77). En Charente des concentrations variant de 0,2 à 14 µg/l ont été relevées près des champs d'épandage. Et les pertes ont été estimées à 1,4 % de la quantité appliquée (78). Récemment des concentrations atteignant 1300 ng/l pour l'atrazine et 140 ng/l pour la simazine ont été détectées en Charente Maritime (21). Dans le Languedoc Roussillon de la simazine et de la terbuthylazine ont été détectées dans un grand bassin viticole (82). Aux Etats-Unis, dans la baie de Chesapeake, les plus importantes concentrations d'atrazine (7µg/l) sont signalées après les épandages d'avril et les fortes pluies de juin (51). Au Canada, de l'atrazine à la concentration moyenne de 1,4 µg/l fut retrouvée dans 80% des échantillons de bassins voués, en partie (18%), à la culture du maïs (26).

A Villié-Morgon plusieurs triazines sont fréquemment utilisées. La simazine, de janvier à avril, sert au désherbage de plein champ dans l'ensemble des exploitations. La terbuthylazine associée au terbumeton sert, de mai à juin, à des traitements localisés dans une exploitation sur deux. Lors de campagnes de fin de printemps en 1985 et 1986, ces produits ont été détectés à des concentrations allant de un à quelques centaines de microgrammes par litre. Le rapport, toujours bien supérieur à 1, des teneurs en simazine aux teneurs en terbuthylazine, décroissait au cours du temps.

#### C23 - LES UREES

Les urées ont pour propriétés d'être généralement persistantes, peu toxiques pour les poissons et peu mobiles. Elles sont utilisées sur les céréales à paille.

L'isoproturon représente quantitativement 4000 tonnes. Sa solubilité est de 70mg/l à 20°C. Il est stable à la lumière en condition acide et alcaline. Il est pratiquement non toxique.

Le néburon, 800 tonnes en 1986, a une solubilité de 5 mg/l et un Koc de 2300 (40). Il jouit d'une grande persistance dans le sol. C'est un herbicide sélectif qui s'utilise en pré-levée. Il est dangereux pour les poissons.

En France du Chlortuluron a été détecté dans le marais charentais à des teneurs de 6 à 70 µg/l. L'entraînement par ruissellement a pu être situé entre 1,8 et 3,1 % de la quantité appliquée lors du traitement et l'entraînement par lessivage a été estimé entre 0,2 et 0,4 % (76). En Belgique l'entraînement de néburon sur des parcelles en pente a montré que les quantités entraînées représentaient 0,5 à 1,5 % de la quantité appliquée (34). Aux Etats-Unis dans la baie de Chesapeake la perte en linuron a été estimée à 0,3 % de la quantité appliquée (51).

Tout récemment dans la rade de Brest plusieurs phénylurées ont été détectées. Des concentrations d'isoproturon de l'ordre de 0,1 µg/l et de néburon de 0,4 à 0,6 µg/l ont été trouvées. En Charente, dans le Canal du Curé ces concentrations ont atteint 0,5 à 0,8 µg/l et 0,8 à 2,7 µg/l (24). Dans ce même canal seul du chlortoluron dans les eaux et du metoxuron dans les moules avaient été détectés en 1985, le seuil de détection se situait alors à 0,5 µg/l pour les urées dans l'eau (21).

Dans le bassin belge de la Méhaigne seules quelques analyses ont révélées la présence de méthabenzthiazuron et de chlortoluron, les seuils de détection étant de l'ordre du µg/l (34).

Dans le bassin de la Morcille le diuron est la seule urée utilisée. Employée en traitement de plein champ en mars-avril dans une exploitation sur deux, elle a été détectée en mai-juin-juillet 1985 et 1986 à des teneurs de l'ordre de la dizaine de microgrammes par litre.

#### C24 - LES COMPOSES PHENOLIQUES

Les composés phénoliques sont également appelés colorants nitrés, ceux sont des herbicides de post levée employés essentiellement sur céréales à paille. Ils sont toxiques pour les poissons, moyennement mobiles et peu persistants.

Le bifenox, 1000 tonnes en 1986, a une solubilité de 0,35 mg/l à 25°C. Sa demie-vie dans le sol est de 5 à 7 jours et l'activité au champ de 7 à 8 semaines (58). Son coefficient de bioconcentration est de 200. Il agit par contact et induit la rupture de la membrane cellulaire d'un grand nombre de dicotylédones.

Le dinoterbe, 500 tonnes appliquées sur céréales, a une solubilité de 0,45 mg/l à 20°C. Classé comme dangereux pour les poissons, il agit par contact et est actif sur de nombreuses dicotylédones (3).

#### C25 - LES AMIDES

Les amides sont de persistance moyenne et peuvent être très toxiques pour les poissons.

L'alachlore, 600 tonnes sur le maïs grain en 1986, a une solubilité de 240 mg/l, il est peu fixé par les particules du sol et peu volatil, son Koc est de 190. Son action persiste pendant 2 à 3 mois et il est hydrolysé en conditions alcalines et fortement acides. Son affinité pour la matière vivante est faible, son BCF est nul et son Kow = 830. Il est actif contre les graminées et de nombreuses dicotylédones et est peu toxique (18).

Le métolachlor, 250 tonnes sur le maïs grain en 1986, a une solubilité de 530 mg/l à 20°C et sa persistance d'action dans le sol est de 3 à 4 mois. Actif sur certaines graminées et dicotylédones, il est peu toxique pour les poissons (3).

#### C26 - LES AUTRES HERBICIDES

Trois autres familles d'herbicides les toluidines, les carbamates, et les triazoles possèdent un ou plusieurs éléments remarquables (83).

La trifluraline s'emploie sur le colza, le soja et le tournesol. C'est la seule toluidine à appartenir à la liste CEE. Sa solubilité dans l'eau est inférieure à 1 mg/l et son Koc=13700. Cette matière active est volatile et très sensible à la lumière. Sa persistance d'action dans le sol est de l'ordre de 3 mois. Elle est hautement toxique pour les poissons (18). Son Kow = 220 000 et son BCF = 4570 (40). Des études américaines ont estimées à 0,3% à 0,8% les pertes en trifluraline sur des pentes de 2 à 4% et des sols sableux argileux.

Le dialatte et le trialatte, plusieurs centaines de tonnes, sont employés sur la betterave. Le dialatte, modérément dangereux, est très volatil et à une solubilité de 14 mg/l à 20°C, le trialatte peu dangereux à une solubilité de 4 mg/l à 20°C.

L'amonitriazole, environ un millier de tonnes, est utilisé en post levée sur la vigne. Sa solubilité dans l'eau est de 280g/l à 20°C. Adsorbé par les feuilles il est peu persistant dans le sol. De plus, c'est un désherbant non sélectif, pratiquement non toxique (18). Dans le bassin de la Morcille, employé en association avec le thiocyanate d'amonium il n'a pu être détecté malgré les grosses quantités employées.

Autour du lac Fauna Nui, un amonium quarternaire, le paraquat, est de beaucoup le plus utilisé. Toxique et soluble, il est hydrolysé en conditions alcalines. Il n'a pas été recherché.

### C3 - LE COMPORTEMENT DES FONGICIDES ET MOLLUSCICIDES DANS LES BASSINS VERSANTS

Il existe très peu de données sur le comportement des fongicides et des molluscicides dans les bassins versants. Les fongicides, en général peu mobiles et peu persistants, peuvent néanmoins, comme les molluscicides, être très toxiques pour les poissons ou les mollusques marins.

#### C31 - LES CARBAMATES

La carbendazime, 900 tonnes utilisées sur céréales en 1986, à une solubilité de de 5,8 mg/l à 20°C. Elle a une persistance d'action de 2 à 3 semaines et est lentement décomposée en solution alcaline. De type systémique ce fongicide est toxique pour les poissons (18).

Le manèbe est employé sur céréales, 2000 tonnes en 1986, mais aussi sur vigne. Peu soluble dans l'eau, il est dégradé en présence d'humidité est en milieu acide. Il est dangereux pour les poissons (3).

Le mancozèbe utilisé beaucoup sur vigne, l'est également sur céréales, 800 tonnes en 1986. Pratiquement insoluble dans l'eau il a une bonne persistance et est dangereux pour les poissons.

Les carbamates, manèbe et mancozèbe, n'ont pu être mis en évidence à l'aval d'un grand bassin viticole du Languedoc Roussillon (82).

Dans le bassin de la Morcille, le manèbe et le mancozèbe, utilisés en très grosses quantités, n'ont pas été recherchés pour des raisons analytiques. A Huahine, le propinèbe, semble avoir été écarté des mesures de détection pour la même raison.

#### C32 - LES DICARBOXIMIDES

Le folpel, utilisé surtout sur la vigne, est pratiquement insoluble dans l'eau: 1mg/l à 20°C. Il a une bonne persistance. Il s'hydrolyse lentement dans l'eau mais rapidement en milieu alcalin et à la chaleur (3). Il est dangereux pour les poissons. Sur le bassin de la Morcille, il fait actuellement l'objet d'une recherche.

Le captafol utilisé sur céréales, 800 tonnes en 1986, à une solubilité dans l'eau de 1,4 mg/l à 20°C. Stable, sauf en milieu très alcalin, sa persistance d'action est de 8 à 10 jours. Il est dangereux pour les poissons.

#### C33 - LES MOLLUSCICIDES

La métaldéhyde agit sur le pied des limaces qu'elle déshydrate et intoxique. Insoluble dans l'eau, 0,02 mg/l à 30°C, sa demie-vie dans l'eau est de trois jours (44).

Le mercaptodimétur, toxique pour les poissons (18), est insoluble dans l'eau et s'hydrolyse en condition alcalines.

## CONCLUSION

Actuellement, le nombre de pesticides recherchés dans le milieu marin reste limité. Les organo-chlorés et parfois les organo-phosphorés, les triazines ou les urées font l'objet de l'essentiel des investigations. Sans nier l'importance de ces travaux, il faut noter que ces produits correspondent à des usages et des cultures spécifiques qui ne sont pas prépondérants dans tous les bassins. Par ailleurs, l'agriculture a beaucoup évolué depuis dix ans: les pyréthri-noïdes de synthèse, chassant les organo-chlorés, ont envahi le marché des insecticides et certaines cultures, celle des oléagineux par exemple, ont vu leur superficies décupler.

Les très nombreux produits ne se retrouvent qu'à l'état de traces dans les cours d'eau et la détermination des matières actives à rechercher, se fait moins en fonction de l'éventuel impact de ces produits sur l'environnement, que des capacités analytiques du laboratoire chargé de la détection. Une enquête approfondie sur le terrain, préalable à tout dosage, s'avère donc cruciale pour le chimiste comme pour l'aménageur chargé d'agir sur les causes de la contamination. L'enquête, menée avec toute la rigueur statistique voulue, est d'ailleurs souvent suffisante pour indiquer d'une part, les produits à rechercher et, d'autre part, les périodes de l'année où les prélèvements doivent être réalisés pour donner des résultats significatifs. Les propriétés du produit fixent alors les limites temporelles et spatiales des recherches qui seront encore affinées par la connaissance des conditions locales (pédologie, topographie, climatologie...).

L'enquête, étape essentielle pour appréhender les transferts existants ou potentiels, a permis dans le bassin de la Morcille, de mettre l'accent sur des produits quantitativement très importants qui ne sont généralement pas recherchés: les dithiocarbamates. A Huahine, elle a permis de montrer que la présence d'organochlorés, systématiquement employés en traitement des fondations, peut difficilement être imputée aux maraîchers qui ne les utilisent plus. Sur cette île, le methamidophos constitue quantitativement l'essentiel des traitements. L'examen de ses propriétés et des conditions locales permet de privilégier les prélèvements dans la nappe à ceux dans le lac Fauna Nui. Ces deux exemples et, notamment les résultats des analyses déjà réalisées montrent qu'en France, les transferts potentiels ou existants de produits phytosanitaires utilisés en agriculture, vers la mer, peuvent être globalement appréhendés par:

- les quantités de produits épandues par bassin (annexes H et F)
- les caractéristiques des produits (chapitre C)
- les conditions locales (chapitre B)

compte tenu que l'agriculture, n'est pas la seule responsable de la contamination du milieu marin par les pesticides (chapitre A).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.

- 1 - AFGAN B.K., CHAU A.S.I.  
Analysis of pesticides in water.  
CRC Press, 1982, 237 pages.
- 2 - AGENCE DE BASSIN RHONE-MEDITERRANEE-CORSE  
Substances prioritaires à risques toxiques élevées.  
AFB-RMC, Avril 1983, 31 pages.
- 3 - ASSOCIATION DE COORDINATION TECHNIQUE AGRICOLE  
Index phytosanitaire 22 ème édition.  
ACTA, Paris, 1986, 464 pages.
- 4 - ASSOCIATION DE COORDINATION TECHNIQUE AGRICOLE  
Etude concernant les surfaces agricoles recevant un  
traitement phytosanitaire et la nature des produits utilisés  
ACTA, 1980, 12 pages.
- 5 - ASSOCIATION DE COORDINATION TECHNIQUE AGRICOLE  
Les herbicides et le sol  
COLUMA, 1977, 143 pages.
- 6 - AUZET V.A.  
L'érosion par ruissellement des sols cultivés en France -  
Mise au point bibliographique.  
CEREG-UA 95 CNRS, 1987, 11 pages.
- 7 - BAILLY R.  
Risques de pollution des eaux par les produits  
phytosanitaires et leur prévention.  
ACTA, 1983, 3 pages.
- 8 - BEAUPOIL C.  
Evaluation des pollutions chimiques en milieu marin côtier  
et estuarien - méthodologie d'évaluation de toxicité  
application à l'estuaire de la laïta (Finistère)  
Concarneau, laboratoire de biologie marine, MECV, 1981, 74p.
- 9 - BELAMIE R.  
Apperçu des pollutions liées à l'utilisation des pesticides  
par l'agriculture en France.  
CEMAGREF, DQEP, Lyon, 1986, 30 pages.
- 10 - BRAUN H.E., FRANK R.  
Organochlorines and organophosphorus insecticides - their  
use in eleven agricultural watersheds and their loss to  
stream waters in southern Ontario - Canada 1975-1977.  
The science of the total environment, 1980, p. 169-192.
- 11 - BRAUN H.E., FRANK R.  
Residues from past uses of organochlorines insecticides and  
PCB in waters draining eleven agricultural watersheds in  
southern Ontario - Canada 1975-1977.  
The science of the total environment, 1981, p. 255-276.
- 12 - BRION , LABAT  
Sondages: applications aux enquêtes statistiques 3ème partie  
Les exploitations agricoles désignées par TERUTI.  
SCESS, Serie S-MAS n°10, 1984, 37 pages.

- 13 - CALVET R., CHAUSSIDON J.  
Données générales sur l'adsorption des pesticides et des métaux lourds - Conséquences sur leur transport dans les sols. Sté Hydrologique, XV Journée Hydrologique, III,10, 1978, 8 pages.
- 14 - CALL Mc.P.J., LASKOWSKI P.A., SWANN R.L., DISBURGER H.J.  
Estimation of environmental partitioning of organic chemicals in model ecosystem.  
Springer Verlag, New York, Residue review, volume 85, 1983.
- 15 - COMPAGNIE GENERALE DES EAUX / SETUDE  
Prévision des risques de pollution par les produits phytosanitaires aux prises d'eau en fonction des types et modes de culture.  
CGE/SETUDE, Paris, Collection E.85105 a, 1985, 379 pages.
- 16 - CHEVREUIL M.  
Evolution et transfert des pesticides - exemple du bassin de l'Orgeval. Université Pierre et Marie Curie, thèse de 3ème cycle, 1978, 73 pages.
- 17 - C.E.M.A.G.R.E.F.  
Etude de la contamination par les produits de traitements phytosanitaires sur le bassin versant de l'Ardières - Recherche de solutions adaptées.  
Ministère de l'agriculture, 1986, 11 pages.
- 18 - C.E.M.A.G.R.E.F.  
Toxicité des produits phytosanitaires sur les poissons  
Document interne en préparation, 1987, 51 pages.
- 19 - COLLET M.  
Transfert potentiel ou existant de produits phytosanitaires utilisés sur la vigne dans le bassin de la Morcille.  
CEMAGREF, 1987, 17 pages.
- 20 - COLLET M.  
Les pesticides en Polynésie Française, application à la détermination du transfert potentiel ou existant des produits phytosanitaires utilisés en maraîchage à Huahine.  
Ministère de l'Environnement de Polynésie, 1987, 22 pages.
- 21 - C.S.R.U. La tremblade  
Influence de la mise en culture de l'ilôt de Tannes sur la qualité des eaux du canal de Brouage - Rapport sur l'état initial - campagne 1984-1985.  
D.D.A. de la Charente Maritime, 1986, 59 pages.
- 22 - DINTHEER C., ABBES R., FRITSCH J.H., CHARLIER P.  
Pêche et riziculture au Surinam - Impact de la riziculture sur les ressources halieutiques.  
IFREMER-ORSTOM, 1985, 50 pages.
- 23 - DONIGIAN S., IMHOFF J.J.C., BICKNELL B.R.  
Modeling water quality and the effects of agricultural best management practices in Four Miles Creeks, Iowa - U.S. EPA, Environmental Research Laboratory, Athens, 1983, 97 pages.

- 24 - DURAND GAEL  
Mise au point d'une méthode de détection d'une famille d'herbicides, les phénylurées, dans l'eau.  
IFREMER, laboratoire polluants organiques, 1987, 22 pages.
- 25 - ETO M.  
Organophosphorus pesticides: organic and biological chemistry. CRC Press, 1977, 387 pages.
- 26 - FRANK R., SIRON G. S.  
Atrazine: its use in corn production and its loss to stream waters in southern Ontario, 1975 - 1977.  
The science of the total environment, 1979, p 223-239.
- 27 - FRANK R., SIRON G.S.  
Chlorophenoxy and chlorobenzoic acid herbicides - their use in eleven agricultural watersheds and their loss to stream waters in southern Ontario - Canada 1975-1977.  
The science of the total environment, 1980, p. 149-167.
- 28 - FRERE M.H. , ONSTAD C.A., HOLTAN H.N.  
ACTMO, an agricultural chemical transport model  
Agricultural Research Service, U.S. Department of Agriculture, ARS-H-3, 1975, 54 pages.
- 29 - FOURNIER E., BONDERF J.  
Les produits antiparasitaires à usage agricole, condition d'utilisation et toxicologie.  
Technique et Documentation, Lavoisier, 1983, 333 pages.
- 30 - FOURNIER Ph.  
Etude sur l'utilisation du territoire - méthodologie - résultats 1969, 1970, 1971.  
Collection de statistique agricole, supplément série étude 104, 1972, 112 pages.
- 31 - GERARD J., GUTTON M., LANEELLE C.  
Evaluation des apports d'origine agricole au milieu marin.  
ENGREF, 1986, 72 pages.
- 32 - GLYNN P.W., HOWARD L.S., CORCORANE E., FREAY A.  
The occurrence and toxicity of herbicides in reef building corals.  
Marine pollution bulletin, volume 15, n°10, p. 370-374
- 33 - HACKMANN E.E.  
Pesticide production.  
Toxic organic chemicals - destruction and waste traitement.  
Noyes data corporation, 1978, p. 148-173
- 34 - HASCOUET M., JAMET P.  
Evaluation des risques de contamination des eaux par les pesticides utilisés en agriculture.  
ANPP, mars 1987, p. 7-16

- 35 - HENIN S.  
Rapport du groupe de travail, activité agricoles et qualité des eaux - Tome I  
Ministère de l'Agriculture, Ministère de l'Environnement,  
1980, p. 25-26 et p. 52-54
- 36 - HENIN S.  
Activités agricoles et qualité des eaux. Rapport du groupe de travail - Tome II  
Ministère de l'Agriculture et Ministère de l'Environnement,  
1980, p. 35-75
- 37 - HOLLISTER T.A.  
Differential responses of marine phytoplankton to herbicides  
Bulletin Environmental Contamination Toxicology, 1973,  
p. 291-295
- 38 - IAMONE J., PAI M., PAPA M.F.  
Organic priority pollutants in New York City waste water, their source and impact.  
New York City water, 1984, p. 392-405
- 39 - IMHOFF J.C., BICKNELL B.R., DONIGIAN A.S.  
Preliminary application of HSPF to the IOWA River Basin to model water quality and the effects of agricultural best management practices.  
U.S. EPA, Environmental Research Laboratory, Athens, GA, 1983, 99 pages.
- 40 - KENAGA E.E. GORING C.A.I.  
Relationship between water solubility, soil sorption, octanol-water partitioning, and concentration of chemicals in biota  
Aquatic Toxicology, ASTM STP 707, JL Eaton, PR Parrish and A.C. Hendricks Eds, 1980, p. 78-115
- 41 - KEARNEY P.C. et Al.  
Decontamination of insecticides in soils.  
Residue review, 1969, volume 29, p. 137-149
- 42 - KHAN M.A.Q.  
Pesticides in aquatic environments.  
Université de l'Illinois, Chicago, Plenum Press, New York and London, 1977, 257 pages.
- 43 - KNUSLI E.  
Agrochemicals and their impact on the environment.  
Industrie and environment, 1985, vol. 8, n°3, p. 1-24
- 44 - KUHR R.J., DOROUGH H.W.  
Carbamate insecticides chemistry and toxicology.  
CRC Press Inc, 1976, 301 pages.
- 45 - KUTZ F.W.  
Chemical exposure monitoring.  
Springer verlag New York Inc, Residue Reviews, volume 85, p. 277-300

- 46 - L'HOTELLIER M., VINCENT P.  
Les facteurs contribuant à l'absence d'ichtyotoxicité de la deltaméthrine en milieu naturel.  
ANPP Annales n°5, 1987, p. 231-243
- 47 - LE MONDE  
Quotidiens du 2,4,5,7,11,12,13,14,18,22,29 novembre 1986,  
des 4,16,22 décembre 1986 et 23,26 février 1987
- 48 - LEITE L.A.K.  
Contribution de la modélisation à l'étude des pollutions diffuses d'origine agricole - Etude comparative des principaux modèles évaluant l'impact de ces pollutions sur les eaux superficielles continentales.  
CERGRENE-ENPC, mémoire de DEA, 1986, 72 pages.
- 49 - MARCHAND M.  
Polluants organiques prioritaires - essai de classification comparaison des listes CEE et EPA.  
DERO IFREMER, 1986, 32 pages.
- 50 - MARCHAND M.  
Processus géochimique d'apport et de distribution des polluants organiques dans l'environnement marin - Etude appliquée aux hydrocarbures et aux hydrocarbures halogénés  
Thèse de doctorat d'état, Université Pierre et Marie Curie, Paris, 1985, 309 pages.
- 51 - MEANS J.C., WIJAYARATNE R.A., BOYNTON W.R.  
Fate and transport of selected herbicides in a estuarine environment.  
C.J.Fish Aquatic Science n° 40 supplement 2, 1983, p. 334-345
- 52 - MESTRES R., HEURTAUX P., VAQUIER P., ILLES S.  
Incidences des thérapeutiques agricoles sur la pollution du milieu aquatique.  
An.Hydr.L.Fr. Med. et Nut.n°3, 1972, p. 71-90
- 53 - METCALF R.L.  
Models ecosystem studies of bioconcentration and biodegradation of pesticides.  
Bull. Illinois Natural History Survey 31, 1975, p.381-436
- 54 - MINISTERE DE L'INDUSTRIE  
Chiffres d'affaires de la branche phytosanitaire.  
Ministère de l'industrie, 1986, 1 page.
- 55 - MULLA M.S., MIAN L.S., KAWECKI J.A.  
Distribution, transport, and fate of the insecticide malathion and parathion in the environment.  
Springler Verlag New York, Residue review, 1981, p. 32-54
- 56 - OCDE  
Pollution des eaux par les engrais et les pesticides  
OCDE, Paris, 1986, 160 pages.

- 57 - REICHERT G.  
La pollution en méditerranée par les insecticides et les agents bactériologiques.  
Université Louis Pasteur, strasbourg, 1984, 282 pages.
- 58 - ROYAL SOCIETY OF CHEMISTRY  
The agrochemicals handbook  
Royal society of chemistry, Nottingham, NG2RD, 1986, 517 p.
- 59 - SAUVEGRAIN P.  
Les micropolluants organiques dans les eaux superficielles continentales. Rapport n°1: les pesticides organophosphorés.  
Association française pour l'étude des eaux, 1980, 161 pages
- 60 - SAUVEGRAIN P.  
Les micropolluants organiques dans les eaux superficielles continentales. Rapport n°2: les pesticides organochlorés et les autres.  
Association française pour l'étude des eaux, 1981, 225 pages
- 61 - SCHIMMEL S.C., GARNAS R.L., PATRICK J.M., MOORE J.C.  
Acute toxicity, bioconcentration, and persistence of AC 222, 705, benthocarb, chlorpyrifos, fenvalerate, methylparathion and permethrin in the estuarine environment.  
Agriculture Food Chemical n°31 p. 104-113
- 62 - SCHUELLER T.C.  
Summary of runoff and loading coefficients of diffuse source pollutants: herbicides. Horn Point Environmental Laboratories, cambridge, M.D., 1979, 11 pages.
- 63 - SERVICE CENTRAL DES ETUDES ET ENQUETES STATISTIQUES  
Les terres labourables en 1986 - Techniques culturales - Orges de printemps - Tableaux d'inventaires.  
Ministère de l'agriculture, 1987, non publié, 176 pages.
- 64 - SERVICE CENTRAL DES ETUDES ET ENQUETES STATISTIQUES  
Les terres labourables en 1986 - Techniques culturales - Orges d'hiver et escourgeon - Tableaux d'inventaires.  
Ministère de l'agriculture, 1987, non publié, 182 pages.
- 65 - SERVICE CENTRAL DES ETUDES ET ENQUETES STATISTIQUES  
Les terres labourables en 1986 - Techniques culturales - Blé dur d'hiver - Tableaux d'inventaires.  
Ministère de l'agriculture, 1987, non publié, 103 pages.
- 66 - SERVICE CENTRAL DES ETUDES ET ENQUETES STATISTIQUES  
Les terres labourables en 1986 - Techniques culturales - Colza d'hiver - Tableaux d'inventaires.  
Ministère de l'agriculture, 1987, non publié, 99 pages.
- 67 - SERVICE CENTRAL DES ETUDES ET ENQUETES STATISTIQUES  
Les terres labourables en 1986 - Techniques culturales - Blé tendre - Tableaux d'inventaires.  
Ministère de l'agriculture, 1987, non publié.

- 68 - SERVICE CENTRAL DES ETUDES ET ENQUETES STATISTIQUES  
Les terres labourables en 1986 - Techniques culturales -  
Maïs grain - Tableaux d'inventaires.  
Ministère de l'agriculture, 1987, non publié.
- 69 - SERVICE CENTRAL DES ETUDES ET ENQUETES STATISTIQUES  
Statistique agricole annuelle, production végétale,  
résultats nationaux provisoires 1985.  
Ministère de l'agriculture, SSCR n°69, 1985, 28 pages.
- 70 - SERVICE CENTRAL DES ETUDES ET ENQUETES STATISTIQUES  
Annuaire de la statistique agricole résultats provisoires  
1985. Ministère de l'agriculture, SSCR n°71, 1986, 146 pages
- 71 - SERVICE CENTRAL DES ETUDES ET ENQUETES STATISTIQUES  
Agristat banque de données agricoles socio-économiques et  
statistique, répertoire.  
Ministère de l'agriculture, MAS n°8, 1984, p. 215-245
- 72 - SERVICE CENTRAL DES ETUDES ET ENQUETES STATISTIQUES  
Agristat banque de données socio-économiques et statistique  
Manuel d'utilisation version pilote.  
Ministère de l'agriculture, 1984, 32 pages.
- 73 - SERVICE CENTRAL DES ETUDES ET ENQUETES STATISTIQUES  
Resencement général de l'agriculture 1980 - Système de  
production agricole.  
Ministère de l'agriculture, 1983, 113 pages.
- 74 - SINEGRE  
La démostification en France.  
ANPP Annales, 1987, 15 p.
- 75 - SMITH T.M., STRATTON G.W.  
Effect of synthetic pyrèthroïd insecticides on non targets  
organisms. Residue reviews, volume 97 - p. 93 à 120
- 76 - SNEGAROFF J.  
La pollution de l'eau par les herbicides dans le cadre de  
l'aménagement du marais Charentais.  
INRA, Phytatrie-Phytopharmacie, n°30, p. 115-126
- 77 - SNEGAROFF J.  
Etude de la pollution des eaux par les pesticides en zones  
de bocage.  
INRA, Laboratoire de phytopharmacie, 1976, 5 pages.
- 78 - SNEGAROFF J.  
La pollution des eaux par les triazines, herbicides dans le  
secteur du marais charentais.  
INRA, Phytatrie-Phytopharmacie, n°28, p. 249-261
- 79 - SNEGAROFF J.  
Résidus de produits agropharmaceutiques en cases  
lysométriques sur sol sableux humifère des landes.  
INRA, Phytatrie-Phytopharmacie, n°28, p. 123-132

- 80 - SEUX R., CLEMENT M., QUINIO J., SAUVAGET G.  
Transfert du lindane des zones d'épandage vers les eaux  
superficielles du département de la Mayenne.  
Ministère de la Santé, ENSP, 1984, 42 pages.
- 81 - UNION DES INDUSTRIES POUR LA PROTECTION DES PLANTES  
Résultats 1985. UIPP, 1986, 17 pages.
- 82 - UNIVERSITE DE PERPIGNAN  
Effet des pesticides sur un écosystème aquatique -  
L'étang de Canet Saint Nazaire.  
Ministère de l'environnement, 1978, 104 pages.
- 83 - WU T.L., CORRELL D.L., REMENAPPE H.E.  
Herbicides runoff from experimental watersheds  
Journal Environmental Quality, Vol.12, n°3, 1983, p. 330-336
- 84 - S.R.A.E - C.T.G.R.E.F  
Etude de la qualité des eaux superficielles d'un bassin-  
versant de Champagne crayeuse (Somme Soude, Berle) en  
relation avec les activités humaines (éléments nutritifs,  
micropolluants). Ministère de l'Agriculture, 1976, 82 pages.

# Annexes

A - OCCUPATION DU TERRITOIRE ET PART DES DIVERSES SPECULATIONS AGRICOLES DANS LES GRANDS BASSINS-VERSANTS MARINS.

B - TONNAGES DES FAMILLES DE MATIERES ACTIVES ENTRANT DANS LA COMPOSITION DES SPECIALITES UTILISEES EN FRANCE EN 1985.

C - RESULTATS SUR LES SUPERFICIES AGRICOLES RECEVANT UN TRAITEMENT PHYTOSANITAIRE, ET SUR LA NATURE DES PRODUITS UTILISES EN 1979.

D - QUANTITES D'HERBICIDES UTILISEES POUR LE DESHERBAGE DES VOIES DE COMMUNICATION (EXEMPLES EN REGION PARISIENNE).

E - FORMULES DE LA VARIANCE POUR UNE CATEGORIE DE TERRITOIRE DONNEE.

F - SUPERFICIES ET QUANTITES DE MATIERES ACTIVES UTILISEES EN FRANCE, EN 1986.

G - ESTIMATION DES QUANTITES DE MATIERES ACTIVES UTILISEES DANS LE BASSIN DE LA MORCILLE ET AUTOUR DU LAC FAUNA NUI.

H - ESTIMATION DES QUANTITES DE MATIERES ACTIVES UTILISES PAR GRANDS BASSINS-VERSANTS MARINS EN 1986.

I - TABLEAUX DES CARACTERISTIQUES, DES MATIERES ACTIVES UTILISEES SUR CEREALES, POUR L'ETUDE MULTICRITERES.

J - MONOGRAPHIE DE CERTAINES MATIERES ACTIVES.

# Annexe A

## OCCUPATION DU TERRITOIRE

	page
1 - Bassin-versant marin NORD.....	a 2
2 - Bassin-versant marin SEINE.....	a 4
3 - Bassin-versant marin BRETAGNE.....	a 6
4 - Bassin-versant marin LOIRE.....	a 8
5 - Bassin-versant marin POITOU-CHARENTES.....	a 10
6 - Bassin-versant marin GARONNE.....	a 12
7 - Bassin-versant marin AQUITAINE.....	a 14
8 - Bassin-versant marin LANGUEDOC-ROUSSILLON.....	a 16
9 - Bassin-versant marin RHONE.....	a 18
10 - Bassin-versant marin PROVENCE .....	a 20

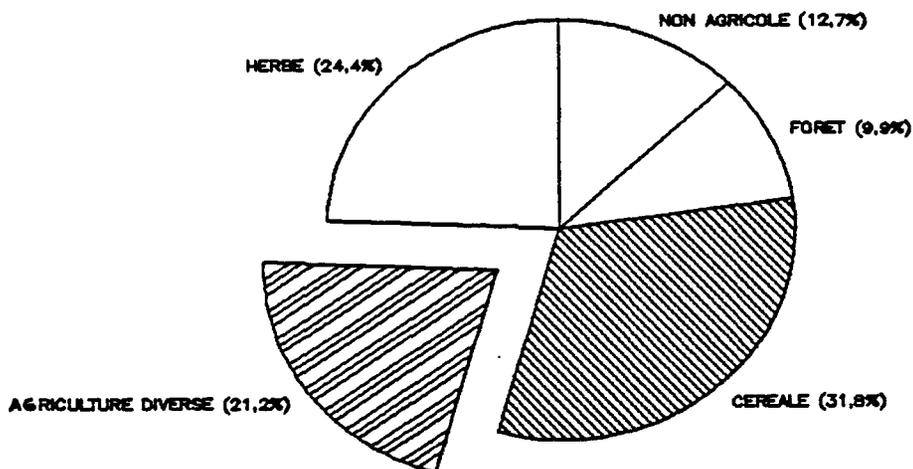
BASSIN VERSANT MARIN  
NORD  
Occupation du territoire en hectares

PRODUCTION	1985	1986
SURFACE TOTALE	1 921 855	
SURFACES BOISEES	190 410	
SURFACE AGRICOLE UTILISEE	1 487 018	1 484 579
Jardins familiaux	14 590	
Jachères	956	
CEREALES (y.c. semences):	610 550	613 300
blé tendre	371 200	369 700
orge et escourgeon	213 300	222 800
Maïs (grain et fourrage)	96 602	102 202
Oléagineux:		
colza	5 569	9 695
tournesol		
soja		
Betteraves industrielles	116 131	110 200
Pommes de terre	47 144	46 563
Lin textile	27 487	21 058
Légumes frais et secs	50 282	55 777
pois secs et fèves	18 446	24 072
Racines et tubercules		
fourragers ( choux ...)	14 900	
Fourrages annuels	30 320	
( n.c.maïs)		
SURFACE TOUJOURS EN HERBE	435 160	430 160
PRAIRIE:	34 250	31 000
luzerne	9 401	
trèfle violet	900	
Cultures fruitières	2 012	2 017
Vigne		

Ce tableau à été élaboré à partir de la banque de données:  
AGRISTAT (SCEES Ministère de l'agriculture)

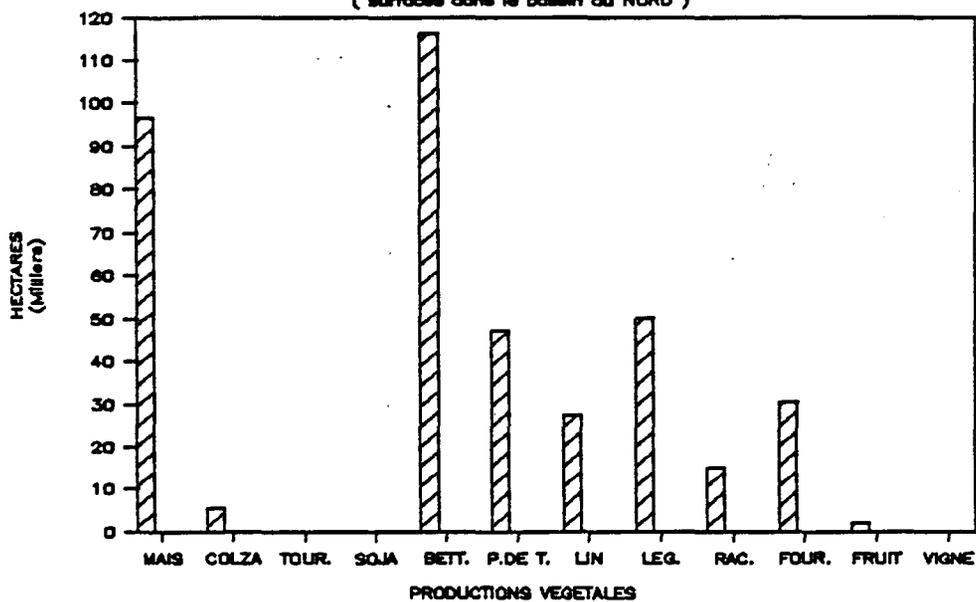
### OCCUPATION DU BASSIN DU NORD

( taux de couverture végétale )



### PART DE DIVERSES SPECULATIONS AGRICOLES

( surfaces dans le bassin du NORD )



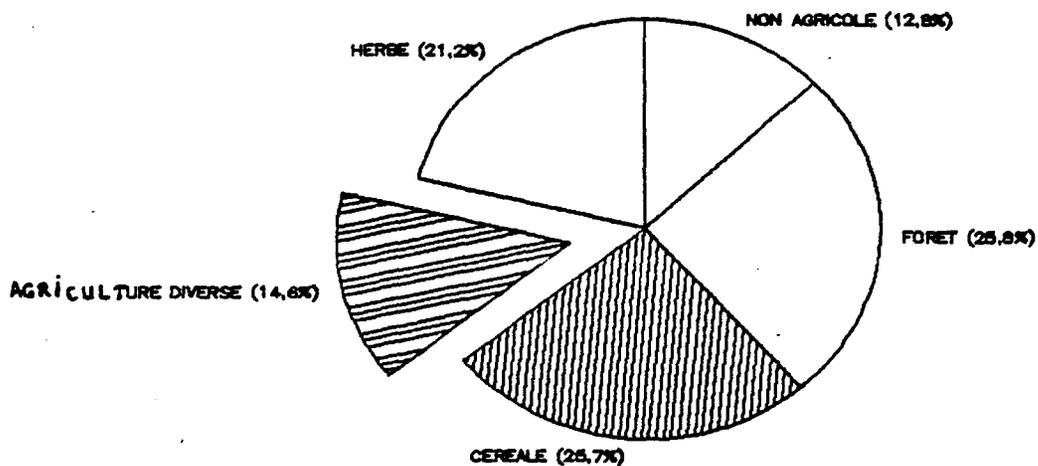
BASSIN VERSANT MARIN  
SEINE  
Occupation du territoire en hectares

PRODUCTION	1985	1986
SURFACE TOTALE	8 887 626	
SURFACES BOISEES	2 288 636	
SURFACE AGRICOLE UTILISEE	5 464 514	5 463 030
Jardins familiaux	44 402	43 992
Jachères	17 820	236 126
CEREALES (y.c. semences):	2 284 127	2 184 198
blé tendre	1 526 900	1 467 733
orge et escourgeon	645 952	622 490
Maïs (grain et fourrage)	452 972	
Oléagineux:		
colza	157 779	163 265
tournesol	35 165	98 366
soja	236	805
Betteraves industrielles	298 009	268 993
Pommes de terre	39 616	38 151
Lin textile	14 908	13 501
Légumes frais et secs	139 671	200 770
pois secs et fèves	113 081	174 484
Racines et tubercules		
fourragers (choux ...)	12 158	10 849
Fourrages annuels	116 266	20 457
(n.c.maïs)		
SURFACE TOUJOURS EN HERBE	1 582 214	1 568 055
PRAIRIE:	300 231	
luzerne	133 439	
trèfle violet	9 511	
Cultures fruitières	7 851	7 807
Vigne	53 141	53 525

Ce tableau a été élaboré à partir de la banque de données:  
AGRISTAT (SCEES Ministère de l'agriculture)

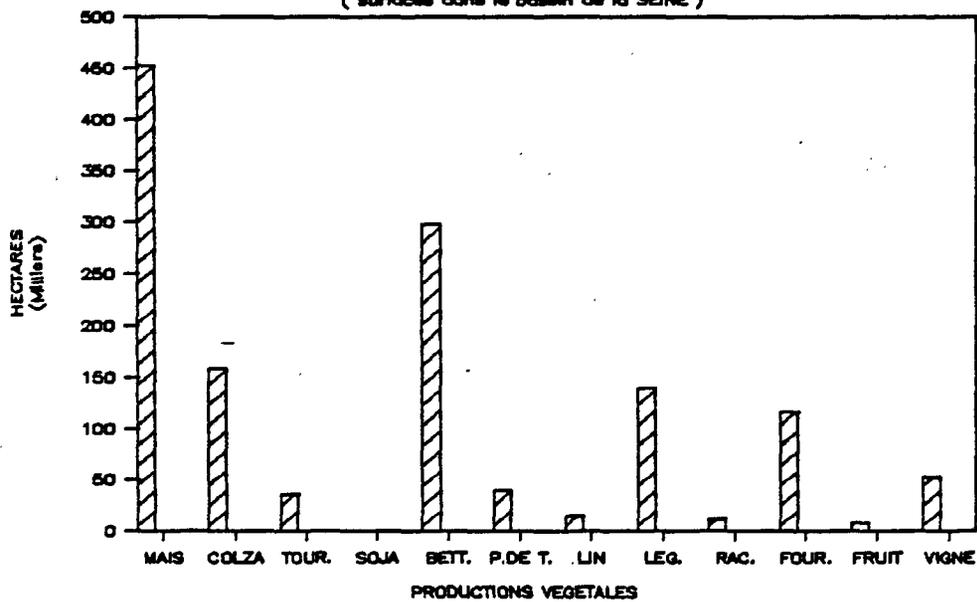
### OCCUPATION DU BASSIN DE LA SEINE

(taux de couverture végétale)



### PART DE DIVERSES SPECULATIONS AGRICOLES

(surfaces dans le bassin de la SEINE)



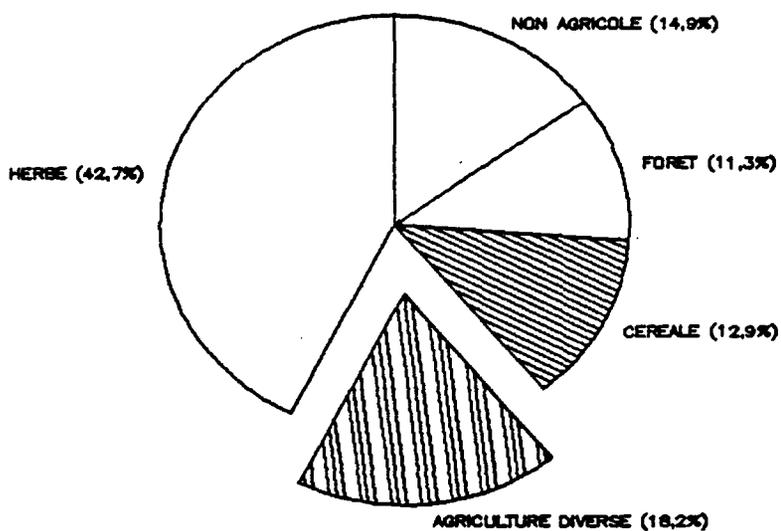
BASSIN VERSANT MARIN  
BRETAGNE  
Occupation du territoire en hectares

PRODUCTION	1985	1986
SURFACE TOTALE	4 524 638	
SURFACES BOISEES	513 000	
SURFACE AGRICOLE UTILISEE	3 338 083	3 334 016
Jardins familiaux	25 198	25 140
Jachères	4 991	6 834
CEREALES (y.c. semences):	583 833	570 600
blé tendre	311 869	325 301
orge et escourgeon	181 524	170 700
Maïs (grain et fourrage)	532 502	551 102
Oléagineux:		
colza	2 913	8 630
tournesol	431	2 245
Betteraves industrielles	8 750	7 600
Pommes de terre	31 787	30 194
Lin textile	7 121	5 881
Légumes frais et secs	81 860	91 089
choux fleurs (86%)	39 679	
pois secs et fèves	16 306	23 912
artichauts (80%)	10 846	
Racines et tubercules		
fourragers (choux ...)	68 600	63 875
Fourrages annuels ( n.c.maïs)	51 000	62 000
SURFACE TOUJOURS EN HERBE	1 206 560	1 197 600
PRAIRIE:	723 500	715 900
luzerne	13 000	
trèfle violet	16 300	
Cultures fruitières	4 751	4 801

Ce tableau à été élaboré à partir de la banque de données:  
AGRISTAT (SCEES Ministère de l'agriculture)

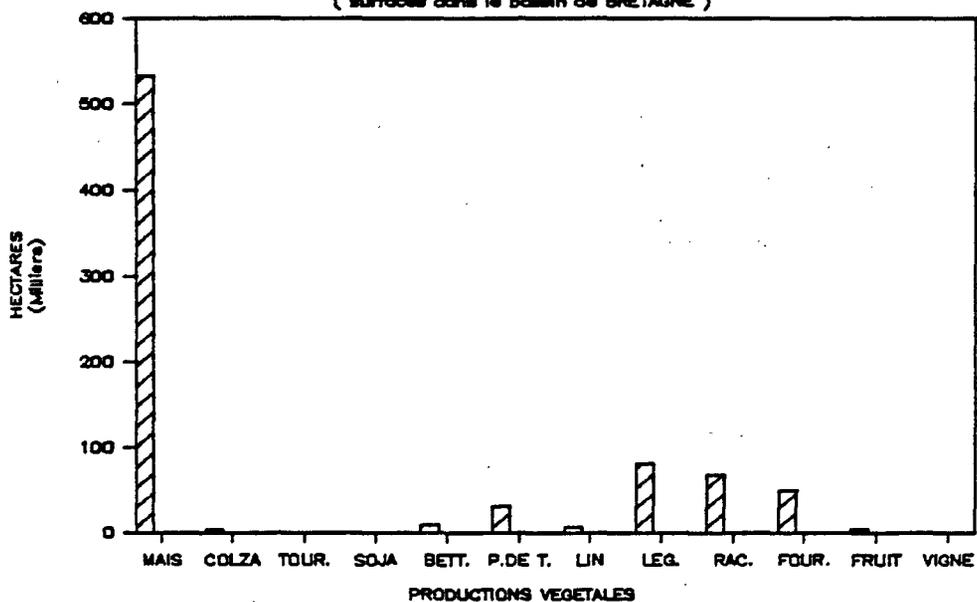
### OCCUPATION DU BASSIN DE BRETAGNE

(taux de couverture végétale)



### PART DE DIVERSES SPECULATIONS AGRICOLES

(surfaces dans le bassin de BRETAGNE)



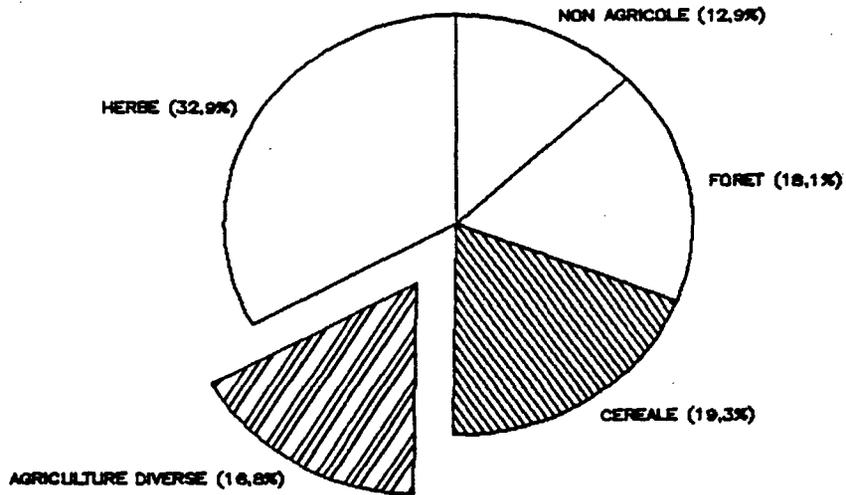
BASSIN VERSANT MARIN  
LOIRE  
Occupation du territoire en hectares

PRODUCTION	1985	1986
SURFACE TOTALE	10 391 350	
SURFACES BOISEES	1 881 250	
SURFACE AGRICOLE UTILISEE	7 172 322	7 149 731
Jardins familiaux	53 675	53 850
Jachères	65 374	60 865
CEREALES (y.c. semences):	2 010 295	2 007 216
blé tendre	1 240 449	1 329 170
orge et escourgeon	449 992	365 300
Maïs (grain et fourrage)	870 160	864 426
Oléagineux:		
colza	119 500	67 942
tournesol	249 506	359 200
soja	465	1 150
Betteraves industrielles	34 186	30 196
Pommes de terre	17 135	14 838
Lin textile	1 909	1 512
Légumes frais et secs	88 650	91 907
pois secs et fèves	50 563	56 782
Racines et tubercules		
fourragers ( choux ...)	61 289	54 120
Fourrages annuels	49 440	49 200
( n.c.maïs)		
SURFACE TOUJOURS EN HERBE	2 392 680	2 360 300
PRAIRIE:	1 025 700	
luzerne	93 851	
trèfle violet	34 800	
Cultures fruitières	20 694	20 481
Vigne	84 054	83 367

Ce tableau à été élaboré à partir de la banque de données:  
AGRISTAT (SCEES Ministère de l'agriculture)

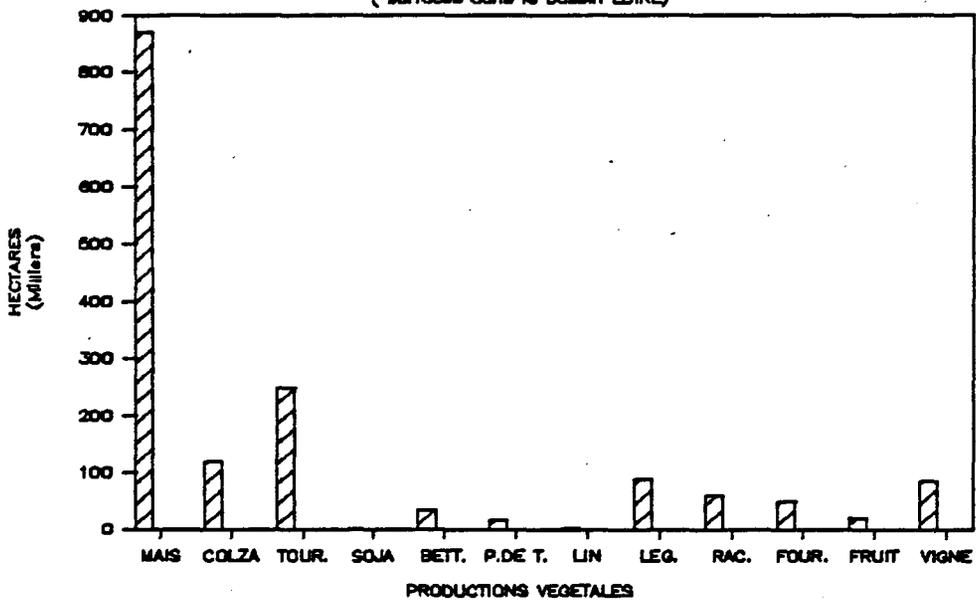
### OCCUPATION DU BASSIN DE LA LOIRE

( taux de couverture végétale )



### PART DE DIVERSES SPECULATIONS AGRICOLES

( surfaces dans le bassin LOIRE )



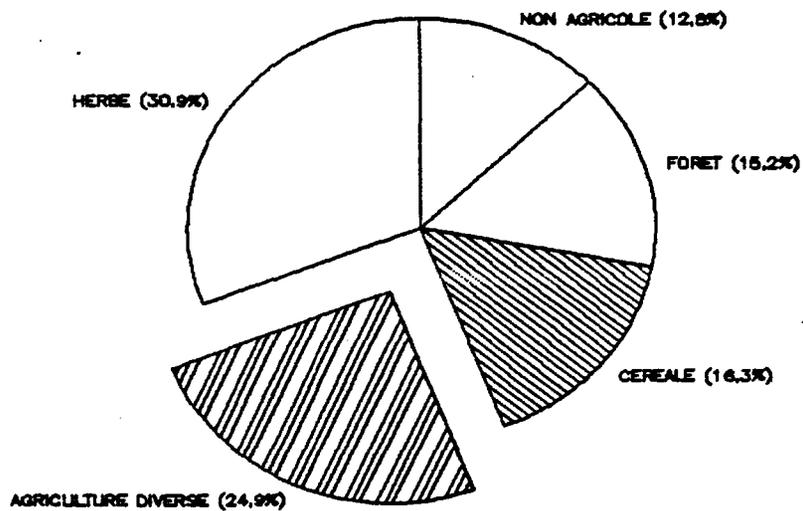
BASSIN VERSANT MARIN  
POITOU  
Occupation du territoire en hectares

PRODUCTION	1985	1986
SURFACE TOTALE	1 962 351	
SURFACES BOISEES	298 625	
SURFACE AGRICOLE UTILISEE	1 413 522	1 409 987
Jardins familiaux	14 050	16 250
Jachères	9 121	8 218
CEREALES (y.c. semences):	319 555	313 884
blé tendre	208 000	210 600
orge et escourgeon	88 000	78 500
Maïs (grain et fourrage)	204 967	226 000
Oléagineux:		
colza	17 828	1 230
tournesol	103 000	132 500
soja	140	50
Betteraves industrielles		
Pommes de terre	2 554	2 562
Lin textile		
Légumes frais et secs	5 743	7 515
pois secs et fèves	1 177	2 862
Racines et tubercules		
fourragers (choux ...)	15 900	10 450
Fourrages annuels	5 500	8 000
(n.c.maïs)		
SURFACE TOUJOURS EN HERBE	352 150	347 000
PRAIRIE:	253 500	235 000
luzerne	61 000	
trèfle violet	4 000	
Cultures fruitières	1 693	1 710
Vigne	100 989	99 935

Ce tableau a été élaboré à partir de la banque de données:  
AGRISTAT (SCEES Ministère de l'agriculture)

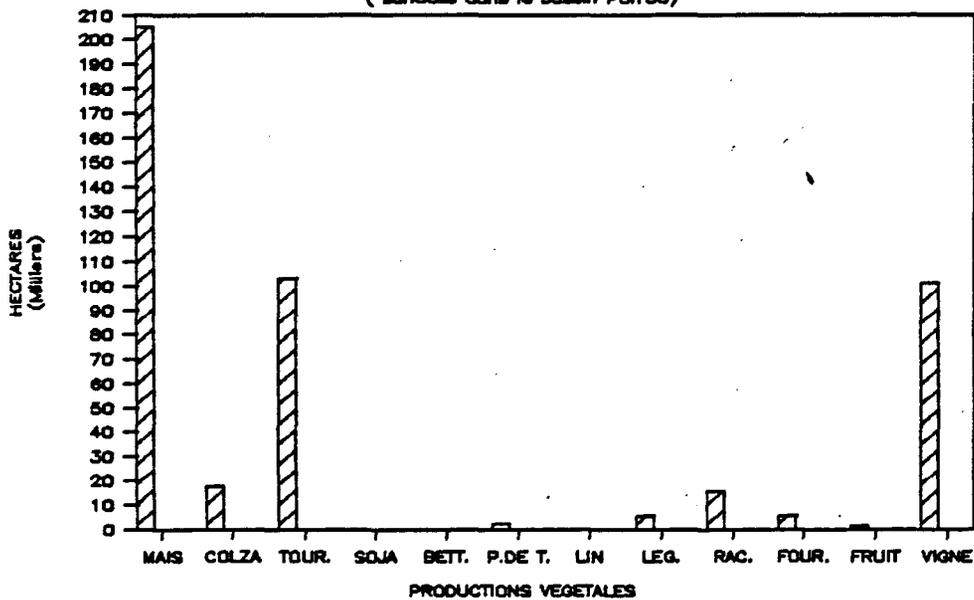
### OCCUPATION DU BASSIN DU POITOU-CHARENTE

(taux de couverture végétale)



### PART DE DIVERSES SPECULATIONS AGRICOLES

(surfaces dans le bassin POITOU)



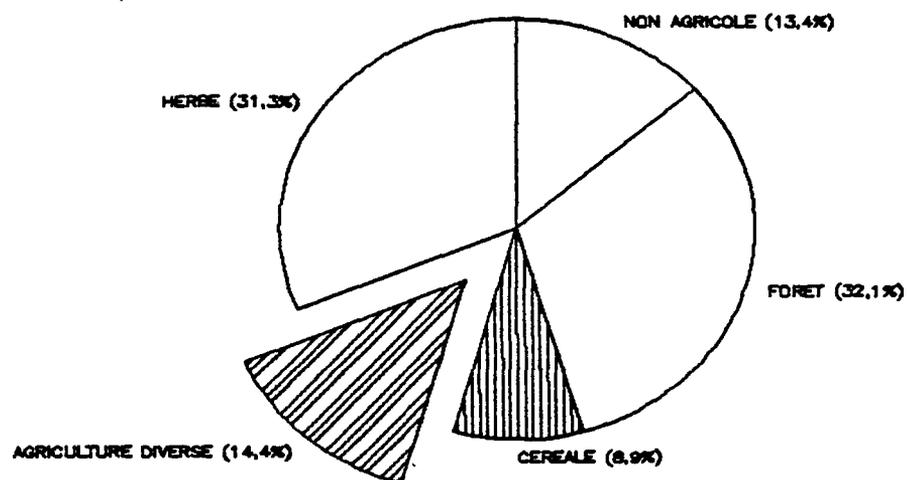
BASSIN VERSANT MARIN  
GARONNE  
Occupation du territoire en hectares

PRODUCTION	1985	1986
SURFACE TOTALE	8 274 089	
SURFACES BOISEES	2 652 250	
SURFACE AGRICOLE UTILISEE	4 511 149	4 508 923
Jardins familiaux	25 420	26 370
Jachères		
CEREALES (y.c. semences):	736 504	709 110
blé tendre	372 607	329 000
orge et escourgeon	196 508	187 800
Maïs (grain et fourrage)	489 019	501 382
Oléagineux:		
colza	47 815	10 303
tournesol	201 832	244 215
soja	20 000	32 070
Betteraves industrielles		
Pommes de terre	13 307	13 242
Lin textile		
Légumes frais et secs	36 658	37 440
pois secs et fèves	3 446	8 575
Racines et tubercules		
fourragers ( choux ...)	39 614	45 557
Fourrages annuels	9 645	9 020
( n.c.maïs)		
SURFACE TOUJOURS EN HERBE	2 012 260	2 211 200
PRAIRIE:	574 041	
luzerne	93 851	
trèfle violet	15 900	
Cultures fruitières	45 787	46 724
Vigne	198 379	197 240
Tabac (49%)	7 118	

Ce tableau à été élaboré à partir de la banque de données:  
AGRISTAT (SCEES Ministère de l'agriculture)

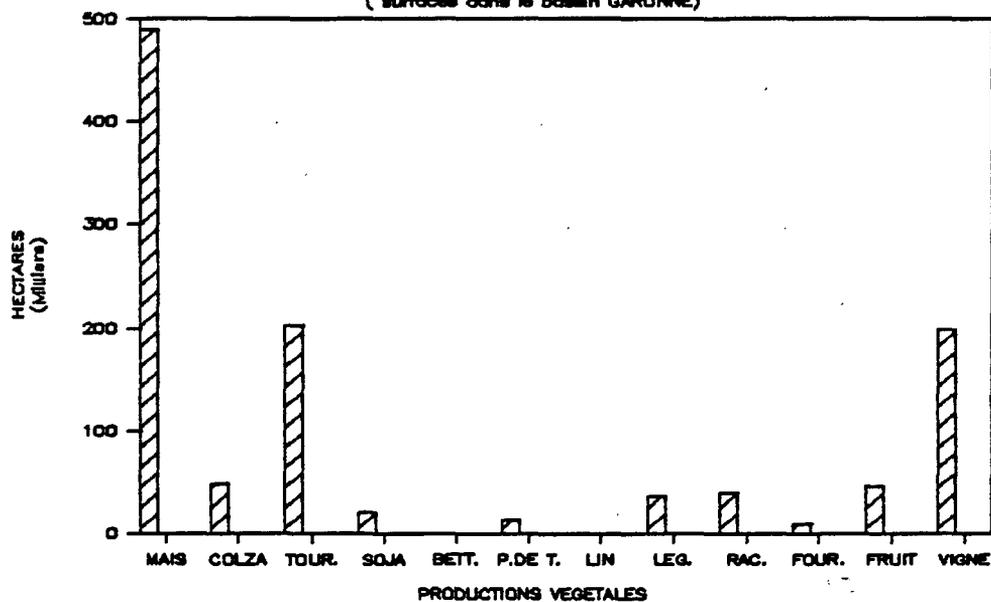
## OCCUPATION DU BASSIN DE LA GARONNE

( taux de couverture végétale )



## PART DE DIVERSES SPECULATIONS AGRICOLES

( surfaces dans le bassin GARONNE )



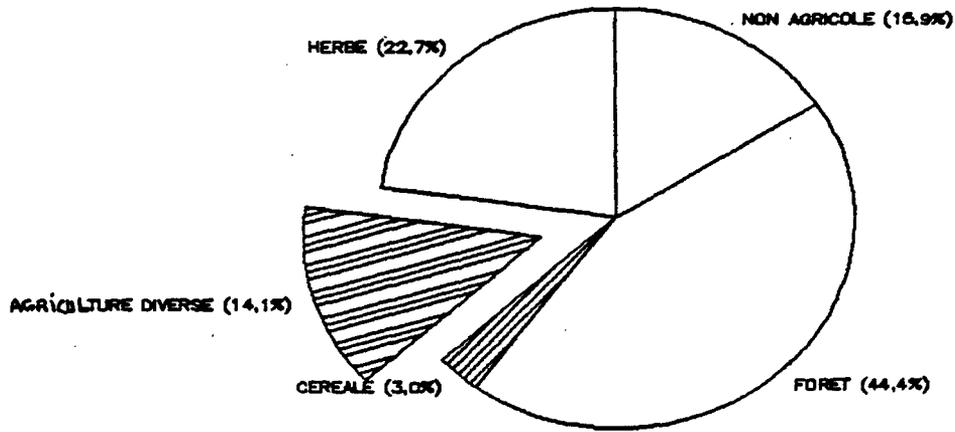
BASSIN VERSANT MARIN  
AQUITAINE  
Occupation du territoire en hectares

PRODUCTION	1985	1986
SURFACE TOTALE	2 154 369	
SURFACES BOISEES	955 700	
SURFACE AGRICOLE UTILISEE	856 027	855 854
Jardins familiaux	5 650	5 450
Jachères	2 260	1 750
CEREALES (y.c. semences):	65 210	62 620
blé tendre	22 500	20 500
orge et escourgeon	15 300	14 300
Maïs (grain et fourrage)	267 102	271 200
Oléagineux:		
colza	1 745	400
tournesol	325	321
soja	3 111	4 940
Betteraves industrielles		
Pommes de terre	2 481	2 105
Lin textile		
Légumes frais et secs	9 400	9 996
pois secs et fèves	31	22
Racines et tubercules		
fourragers ( choux ...)	2 260	1 750
Fourrages annuels	1 023	1 120
( n.c.maïs)		
SURFACE TOUJOURS EN HERBE	404 300	402 500
PRAIRIE:	83 800	82 800
luzerne	1 000	
trèfle violet	700	
Cultures fruitières	1 662	1 656
Vigne	8 920	8 530

Ce tableau à été élaboré à partir de la banque de données:  
AGRISTAT (SCEES Ministère de l'agriculture)

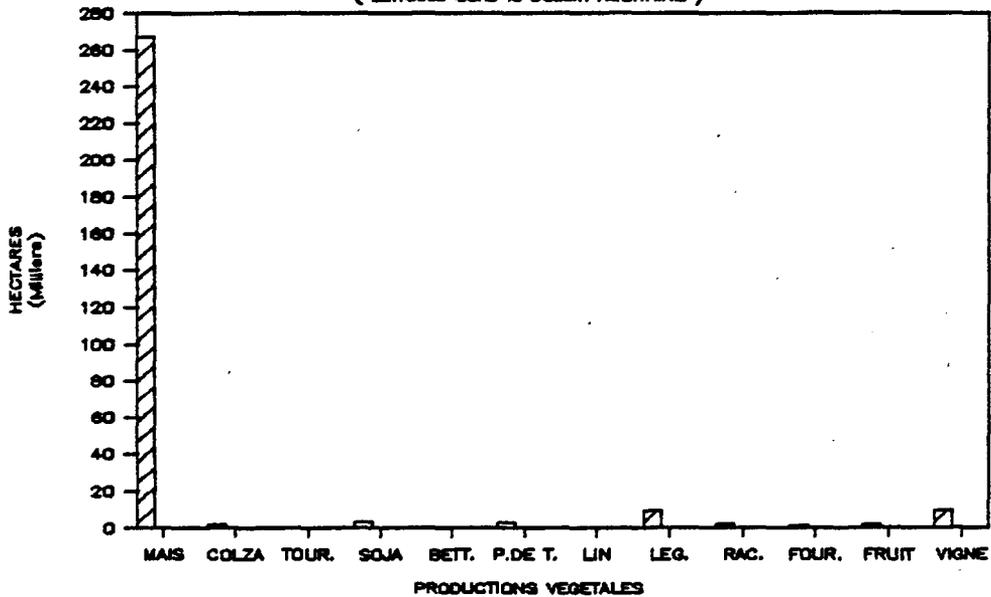
## OCCUPATION DU BASSIN DE L'AQUITAINE

( taux de couverture végétale )



## PART DE DIVERSES SPECULATIONS AGRICOLES

( surfaces dans le bassin AQUITAINE )



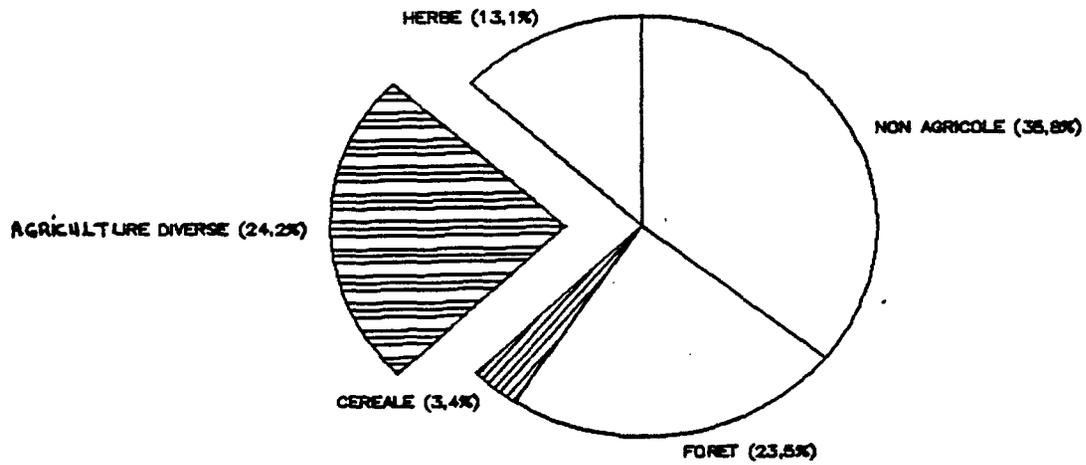
BASSIN VERSANT MARIN  
LANGUEDOC  
Occupation du territoire en hectares

PRODUCTION	1985	1986
SURFACE TOTALE	1 671 226	
SURFACES BOISEES	392 010	
SURFACE AGRICOLE UTILISEE	681 578	676 508
Jardins familiaux	4 260	4 240
Jachères	17 692	17 327
CEREALES (y.c. semences):	57 358	59 870
blé tendre	15 483	9 120
orge et escourgeon	9 022	7 130
Maïs (grain et fourrage)	5 952	5 892
Oléagineux:		
colza	2 721	801
tournesol	22 441	22 601
soja	1 390	2 305
Betteraves industrielles		
Pommes de terre	3 560	3 050
Lin textile		
Légumes frais et secs	9 911	10 550
pois secs et fèves	2 393	3 068
Racines et tubercules		
fourragers ( choux ...)	259	233
Fourrages annuels	1 725	1 730
( n.c.maïs)		
SURFACE TOUJOURS EN HERBE	193 980	192 800
PRAIRIE:	25 580	25 510
luzerne	13 495	
trèfle violet	1 160	
Cultures fruitières	20 184	20 450
Vigne	310 880	304 700

Ce tableau à été élaboré à partir de la banque de données:  
AGRISTAT (SCEES Ministère de l'agriculture)

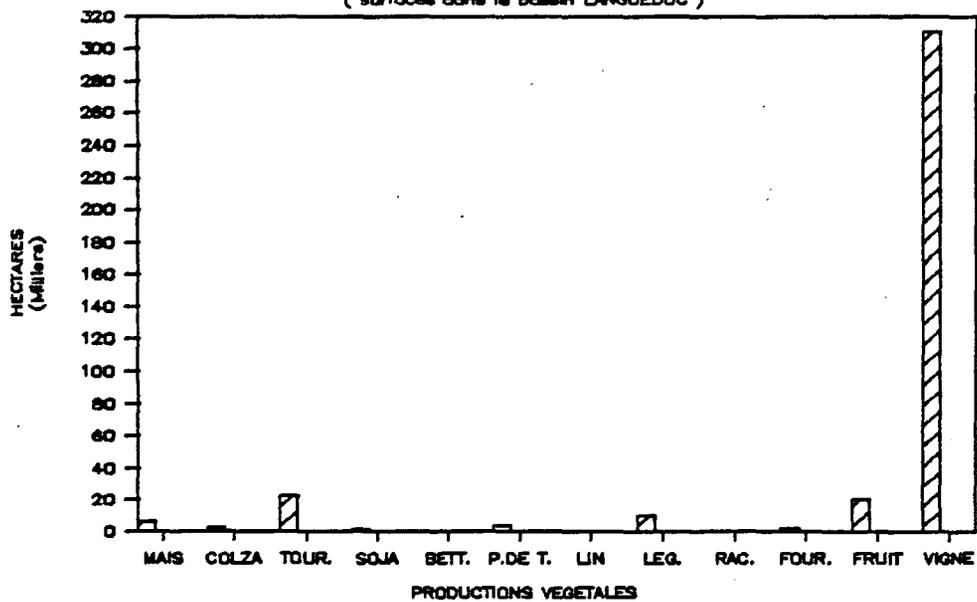
### OCCUPATION DU BASSIN DU LANGUEDOC

(taux de couverture végétale)



### PART DE DIVERSES SPECULATIONS AGRICOLES

(surfaces dans le bassin LANGUEDOC)

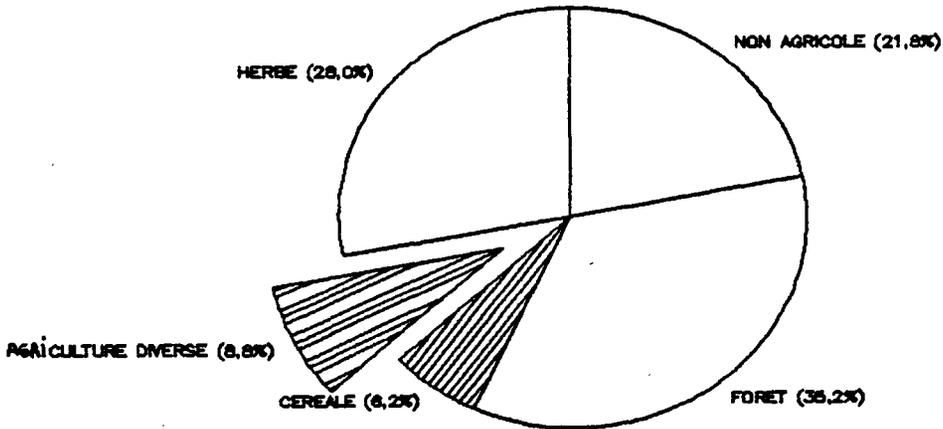


BASSIN VERSANT MARIN  
RHONE  
Occupation du territoire en hectares

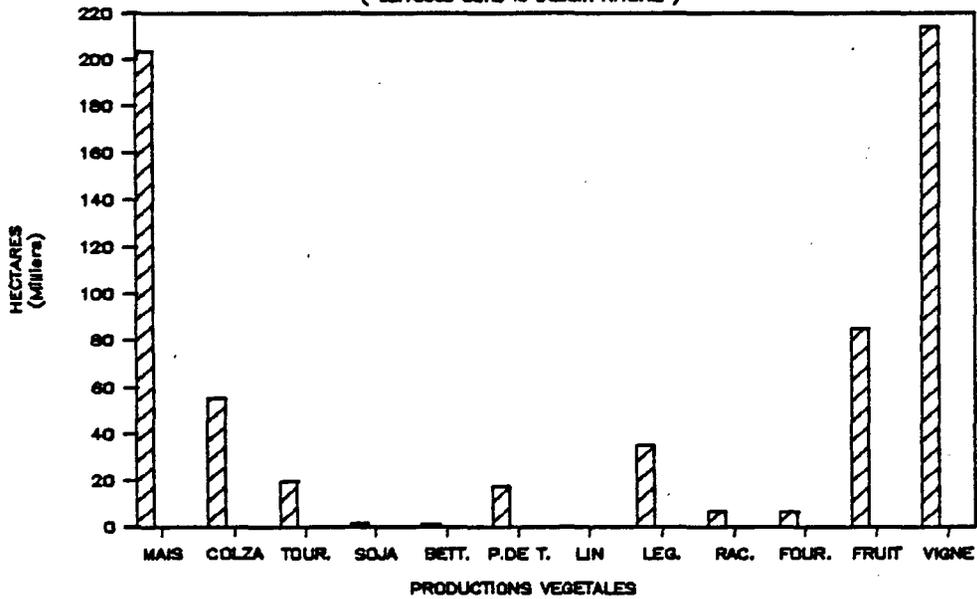
PRODUCTION	1985	1986
SURFACE TOTALE	8 337 087	
SURFACES BOISEES	2 931 420	
SURFACE AGRICOLE UTILISEE	3 586 190	3 574 183
Jardins familiaux	30 945	30 870
Jachères	24 980	32 488
CEREALES (y.c. semences):	519 714	482 854
blé tendre	243 662	221 610
orge et escourgeon	171 123	156 851
Maïs (grain et fourrage)	203 406	222 206
Oléagineux:		
colza	55 159	51 390
tournesol	19 406	25 350
soja	1 553	3 810
Betteraves industrielles	1 491	1 421
Pommes de terre	17 371	16 461
Légumes frais et secs	35 136	34 730
pois secs et fèves	1 200	2 512
Racines et tubercules		
fourragers ( choux ...)	6 950	6 780
Fourrages annuels	6 180	11 815
( n.c.maïs)		
SURFACE TOUJOURS EN HERBE	2 075 900	2 064 400
PRAIRIE:	256 076	
luzerne	64 800	
trèfle violet	8 020	
Cultures fruitières	85 338	84 831
pommiers	16 384	
pêchers (50%)	15 970	
cerisiers (68%)	11 543	
abricotiers (59%)	7 616	
Vigne	213 874	213 892
Lavandin et lavande (98%)	16 145	

Ce tableau à été élaboré à partir de la banque de données:  
AGRISTAT (SCEES Ministère de l'agriculture)

OCCUPATION DU BASSIN DU RHONE  
( taux de couverture végétale )



PART DE DIVERSES SPECULATIONS AGRICOLES  
( surfaces dans le bassin RHONE )

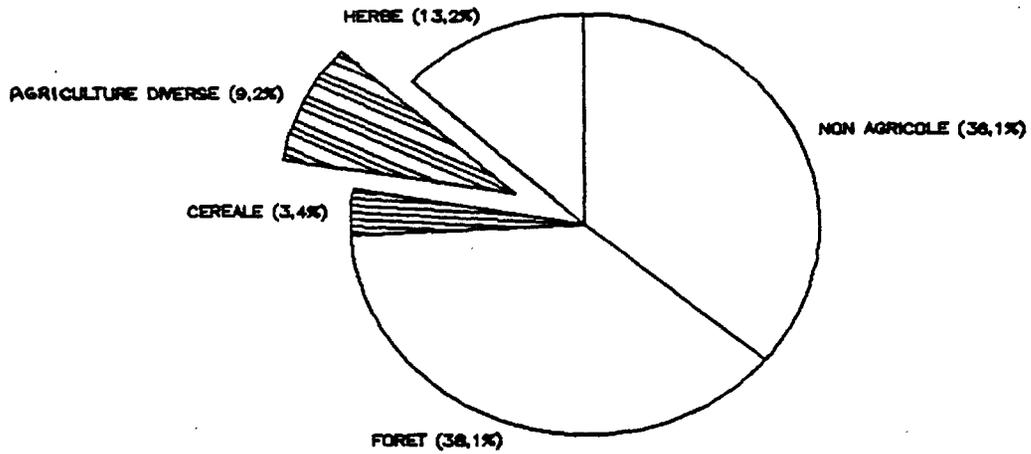


BASSIN VERSANT MARIN  
PROVENCE  
Occupation du territoire en hectares

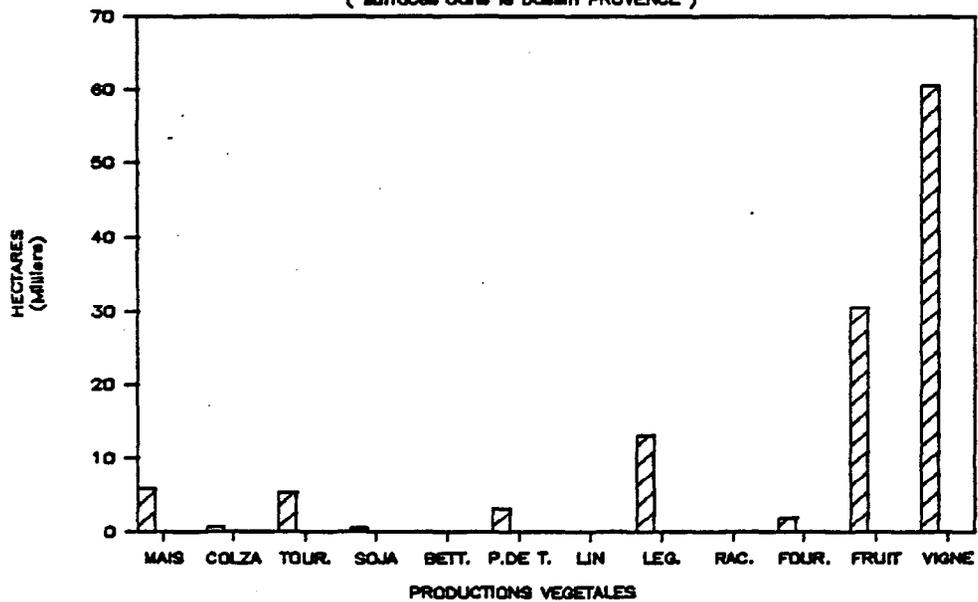
PRODUCTION	1985	1986
SURFACE TOTALE	1 558 040	
SURFACES BOISEES	593 600	
SURFACE AGRICOLE UTILISEE	402 264	401 214
Jardins familiaux	5 990	6 040
Jachères	11 107	8 550
CEREALES (y.c. semences):	53 367	55 098
blé tendre	6 170	5 170
orge et escourgeon	9 746	7 900
Maïs (grain et fourrage)	5 740	5 500
Oléagineux:		
colza	630	750
tournesol	5 208	7 200
soja	550	550
Pommes de terre	3 058	2 245
Légumes frais et secs	13 133	13 646
pois secs et fèves	812	752
Fourrages annuels ( n.c.maïs)	1 840	1 942
SURFACE TOUJOURS EN HERBE	196 277	195 777
PRAIRIE:	9 121	8 821
luzerne	6 600	
trèfle violet	200	
Cultures fruitières	30 497	30 625
oliviers (53%)	9 600	
pommiers	5 400	
poiriers	3 955	
pêchers	3 653	
Vigne	60 509	59 965
Riz (85%)	9 500	
Fleurs (56%)	2 185	

Ce tableau à été élaboré à partir de la banque de données:  
AGRISTAT (SCEES Ministère de l'agriculture)

OCCUPATION DU BASSIN DE PROVENCE  
( taux de couverture végétale )



PART DE DIVERSES SPECULATIONS AGRICOLES  
( surfaces dans le bassin PROVENCE )



# Annexe-B

## TONNAGES DE MATIERES ACTIVES ENTRANT DANS LA COMPOSITION DES SPECIALITES UTILISEES EN FRANCE EN 1985

---

### INSECTICIDES

Carbamates	1136
Organohalogenes	2331
Organophosphores	1647
Pyrethroides	101
Insecticides divers	690
Acaricides	353

### TOTAL

6258

### FONGICIDES

Carbamates	12730
Derives du benzene	212
Dicarboximides	4681
Amines-Amides	1315
Inhibiteurs de sterols	1795
Diazines	31
Cuivre	6526
Soufre mouillable micronise	20462
Fongicides divers	817

### TOTAL

48569

### HERBICIDES

Benzonitriles	694
Composes phenoliques	3175
Amides	3118
Carbamates	1262
Aryloxyacides	7694
Diazines	476
Toluidines	1141
Triazines	7990
Urees substituees	6752
Derives picoliniques	116
Herbicides divers	3902

### TOTAL

36320

### NEMATICIDES

3206

### RODENTICIDES

1

### SUBSTANCES DE CROISSANCE

2511

### DIVERS

1156

# Annexe - C

CATEGORIE CHIMIQUE	PRODUIT	TONNES	HECTARES bruts	CULTURES	MODE D'APPLICATION
<b><u>INSECTICIDES</u></b>					
<b>ORGANOCHLORES</b>	lindane	1.000	675.000	maïs	sol
		75	50.000	betterave	sol
		240	150.000 (11.500)	colza (lin, luzerne)	parties aériennes
		<u>1.315</u>	<u>886.500</u>		
<b>ORGANOPHOSPHORES</b>	(groupés)	-	500.000	vigne	parties aériennes
			416.000	colza, betterave	" "
			300.000	céréales	" "
			270.000	maïs	sol
			<u>1.586.000</u>		
<b>CARBAMATES</b>	carbofuran	250	405.000	maïs	sol
		97	115.000 + 45.000	betterave, colza	sol
		<u>347</u>	<u>665.000</u>		
	aldicarbe	160	160.000	betterave	sol
	<u>507</u>	<u>825.000</u>			
<b>DIVERS</b>			680.500	céréales, vignes	
<b><u>TOTAL INSECTICIDES</u></b>		-	3.978.000		
<b><u>FOUNGICIDES</u></b>					
<b>DITHIOCARBAMATES</b>	(groupés)	3.900	1.500.000	céréales, vignes,	parties aériennes
		5.000 + 720	500 + 160.000	pommes, pois	" "
		<u>9.620</u>	<u>2.160.000</u>		
<b>PHTALIMIDES</b>	(groupés)	2.400	400.000	vigne	parties aériennes
	<b>BENZAMIDIZOLES</b> (groupés)	650	2.000.000 (+64.000)	céréales	" "
<b><u>TOTAL FOUNGICIDES</u></b>		12.670	4.624.000		
<b><u>HERBICIDES</u></b>					
<b>TRIAZINES</b>	atrazine	5.000 + 450	3.000.000 + 300.000	maïs	pré+post-levée
	simazine	810	405.000	maïs	pré-levée
		1.750	350.000	vigne	" "
		60	20.000	pois fêverole	" "
		<u>2.620</u>	<u>775.000</u>		
	métamitron	350	120.000	betterave	" "
	(divers)*	<u>99</u>	<u>135.000</u>	betterave, vigne	" "
<b>Total Triazines</b>	<b>8.519</b>	<b>4.330.000</b>			
<b>PHYTOHORMONES</b> (cu phénoxy)	(groupés)	5.200	5.000.000	céréales, maïs,	post-levée
			420.000	prairies	" "
			<u>5.420.000</u>		
<b>UREES SUBSTITUEES</b>	(groupés)	3.000	1.500.000	céréales	pré-levée
		1.800	1.500.000	céréales	post-levée
		231	190.000	divers	" "
		<u>5.031</u>	<u>3.190.000</u>		
<b>COLORANTS NITRES</b>	(groupés)	1.500	800.000	céréales	pré-levée
		1.500	1.000.000	céréales	post-levée
		<u>3.000</u>	<u>83.500</u>	divers	
			<u>1.983.500</u>		
<b>AMIDES</b>	métolachlore	500	170.000	maïs	pré-levée
	alachlore	400	170.000	maïs	pré-levée
	divers**	350	255.000	colza	pré+post-levée
		<u>1.250</u>	<u>595.000</u>		
<b>CARBAMATES</b>	phenmediphane	500	521.000	betterave	post-levée
	diallate+triallate	450	320.000	betterave	pré-levée
	EPTC	100	30.000	maïs	" "
		<u>1.050</u>	<u>875.000</u>		
<b>TRIAZOLES</b>	aminotriazole	1.000	200.000	vigne	post-levée
	divers**	855	676.000		
<b><u>TOTAL HERBICIDES</u></b>		25.905	17.169.500		

\* Autres triazines : carbutoxyne (50 T.), metributoxyne (49 T.) et amides napropamide (160 T.), carbétamide (120 T.), butam (70 T.)

\*\* Autres produits cités : glyphosate (240 T.) chloridazone (180 T.) trifluraline (180 T.) éthofumésate (140 T.) paraquat (53 T.) propyzamide (20 T.) lenacile (20 T.) bentazone (12 T.) alloxylime Na (10 T.).

# Annexe - D

## SNCF PARIS NORD

Matières actives	Quantités utilisées (kg)	
	1984	1985
Aminotriazole	<u>1 410</u>	<u>2 166</u>
Atrazine	<u>1 390</u>	<u>1 666</u>
Simazine	256	
24 D	92	36
245 T	576	
Ethidimuron	147	124
Piclorame	121	10
Tebuthiuron	361	214
Bromacyl		127
Carbutylate		155
Diuron	927	1 540

## ORLY

Matières actives	Quantités utilisées (kg) 1984
24 D	<u>845</u>
Piclorame	307
Mefluidide	<u>456</u>
Aminotriazole	50
Bromacyl	14
Diuron	39

D.D.E.

Matières actives	Quantités utilisées (kg) en 1984 par					
	Seine-et-Marne	Essonne	Loiret	Marne	Aisne	Oise
Aminotriazole	<u>276</u>	<u>138</u>	> 85	63	<u>1 627</u>	480
Atrazine	252	34	<u>&gt;195</u>	44	100	<u>600</u>
Simazine	<u>347</u>	<u>172</u>	<u>180</u>	10	<u>1 200</u>	
24 D	122			<u>184</u>		
245 T	34		43	84		27
Mefluidide	60			<u>176</u>	120	
Diuron	84	100	37	1	20	
Bromacyl	0,4					<u>600</u>
Dalapon	143					
TCA	83		?	24	<u>1 441</u>	
Ethidimuron					10	80
Piclorame				21		7
Terbutylazine		36				
Triclopyr acide		10				
Paraquat			1			
Glyphosate			2			
Chlortiamide				2		
2,4 MCPA				2		

# Annexe - E

## FORMULES DE LA VARIANCE POUR UNE CATÉGORIE DE TERRITOIRE DONNÉE

La formule donnée ci-dessous est la formule dans le cas du tirage des photographies à probabilité égale : ce cas de tirage est celui qui est devenu le cas général depuis 1968, d'autre part cette formule de la variance est la seule non biaisée. En effet dans le cas du tirage à probabilités inégales, comme il s'agit d'un tirage exhaustif, la formule utilisée n'est qu'une formule approchée entachée d'un certain biais.

Dans l'établissement de la formule on a tenu compte :

- du tirage exhaustif au 1° degré
- des tirages systématiques aux 1° et 2° degrés.

La variance totale se décompose en :

- variance inter-photo due au 1° degré du tirage, appelée "V inter" et qui tient compte de la variabilité entre photographies échantillons.
- variance intra-photo due au tirage des points à l'intérieur des photos, appelée "V intra" et qui tient compte de la variabilité entre points d'une même photographie-échantillon.

$$V_{\text{inter}} = \frac{m}{\left(\sum n_i\right)^2} \frac{M-m}{M} \left[ \frac{1}{2d} \sum \left( n_{hi} - n_{hi-1} \right)^2 - \frac{1}{m} \sum \frac{1}{2} \left( n_{hi} \right) \right]$$

$$V_{\text{intra}} = \frac{A^2}{\left(\sum n_i\right)^2} \sum \frac{1}{2} \left( n_{hi} \right)$$

$$\text{avec } \frac{1}{2} \left( n_{hi} \right) = \frac{n_i}{2d_i} \sum \left( u_{hj} - u_{hj-1} \right)^2$$

$$V_{\text{totale}} \hat{\delta}_h = \frac{m A^2}{\left(\sum n_i\right)^2} \left[ \frac{M-m}{M} \frac{1}{2d} \sum \left( n_{hi} - n_{hi-1} \right)^2 + \frac{1}{M} \sum \frac{1}{2} \left( n_{hi} \right) \right]$$

### Notations :

$d$  = nombre de différences calculées entre photographies.

Les photographies se succédant régulièrement suivant deux directions privilégiées, on calcule les différences  $(n_{hi} - n_{hi-1})$  successives entre deux photographies qui se suivent selon l'une puis suivant l'autre des deux directions. Dans le chapitre "constitution de l'échantillon" est donnée la numérotation des photographies à l'intérieur d'un département et  $d$  est alors mieux explicité.

$d_i$  = nombre de différences calculées à l'intérieur d'une même photographie.

$u_{hj}$  = variable auxiliaire valant 1 ou 0 selon que le point  $j$  à l'intérieur de la photo  $i$  est ou n'est pas en

la catégorie de territoire  $h$  étudiée. La figure n°5 matérialise la grille de 72 points. A chacun des points pour une catégorie de territoire  $h$  étudiée est affectée la valeur 1 ou 0 selon qu'il est ou non de cette catégorie de territoire. On procède ensuite aux  $d_i$  différences entre les points dont les numéros diffèrent de une unité (sauf entre 6 et 7, 12 et 13, 18 et 19, etc... pour tenir compte de la rupture de la série horizontale) ou de 6 unités.

(Ainsi le point 15 sera comparé aux points 24 et 16 mais aussi aux points 9 et 21).

Dans une photographie complète on calcule :

- 12 x 5 = 60 différences horizontales
- 6 x 11 = 66 différences verticales
- soit 126 différences

# Annexe F

## SUPERFICIES ET QUANTITES DE MATIERES ACTIVES UTILISEES EN 1986

	page
Intoduction.....	f 2
1 - Définitions.....	f 3
2 - Examen des résultats obtenus sur les superficies....	f 3
3 - Examen des résultats obtenus sur les quantités.....	f 5
4 - Comparaison des résultats à d'autres estimations....	f 6

### TABLEAUX concernant les produits phytosanitaires:

1 - Blé tendre d'hiver: surfaces concernées.....	f 8
2 - Blé dur d'hiver: surfaces concernées.....	f 10
3 - Orge et escourgeon d'hiver: surfaces concernées.....	f 12
4 - Orge et escourgeon de printemps: surfaces concernées	f 14
5 - Quantités de matières actives utilisées sur les céréales à paille.....	f 16
6 - Comparaison des estimations et des données UIPP.....	f 18
7 - Maïs grain: surfaces en fongicides et insecticides..	f 19
8 - Maïs grain: surfaces et quantités en herbicides.....	f 20
9 - Colza d'hiver: surfaces concernées.....	f 22

## INTRODUCTION

L'enquête "Terres labourables 1986" constitue un système d'investigation statistique sur l'ensemble des principales productions végétales. Des enquêteurs s'informent, auprès des exploitants, des techniques agricoles employées. Une centaine de parcelles par culture font l'objet par département d'une enquête technique sur les produits phytosanitaires. Au total 66 départements sont concernés par ces enquêtes. Dans chaque espèce végétale étudiée, chaque parcelle ou champ a été tiré au sort, parmi un ensemble de points figurant sur un échantillon de photographies aériennes tirées au hasard dans la couverture du territoire réalisée par l'Institut Géographique National. Pour obtenir des explications plus détaillées sur ces sondages agricoles on pourra se reporter aux textes de messieurs Fournier Brion et Labat (\*).

Ce document présente les résultats de l'agrégation par matières actives des superficies ayant reçues un traitement phytosanitaire en 1986. Les chiffres présentés, ont été calculés à partir de données non publiées du Service Central des Enquêtes et Etudes Statistiques du Ministère de L'Agriculture. Cette étude s'intéresse également aux tonnages de matières actives utilisées en agriculture en 1986. Ces derniers chiffres résultent de la combinaison des données relatives aux surfaces traitées et aux doses préconisées par les fabricants et par l'Association de Coordination Technique Agricole (ACTA).

Ces données constituent des estimations provisoires. Sans pour autant entacher les ordres de grandeur qui résultent de ce travail, quelques erreurs peuvent néanmoins subsister. Ces statistiques réclament donc d'être utilisées avec une certaine prudence.

(\*) FOURNIER Ph. - Etude sur l'utilisation du territoire - Méthodologie, résultats 1969, 1970, 1971 - Collections statistiques agricoles - Supplément série étude n°104 - Novembre 1972.

BRION ET LABAT - Sondages: applications aux enquêtes statistiques. Série S MAS n°10 - Novembre 1984.

## I - DEFINITIONS

### 11 - CONCEPTS

Cette étude concerne la campagne agricole de l'année 1986 qui commence vers septembre/octobre de l'année 1985 et se termine au cours du second semestre de l'année 1986.

Les données recueillies portent sur les cultures principales, par convention celles présentes sur le sol à la fin du printemps 1986.

Elle fait intervenir la notion de superficie développée . Ce terme correspond à l'addition des superficies brutes des différentes parcelles à chaque fois qu'elles ont reçue au cours de la campagne telle matière active. Les superficies sont comptées autant de fois qu'il y a eu de traitements à base de produits commerciaux contenant cette matière active, et autant de fois que chaque produit commercial a été utilisé.

A partir des superficies concernées par tel produit commercial il a été possible d'estimer la quantité de chaque matière active consommée suite à l'utilisation de ce produit. Puis la sommation des quantités pour chacune des matières actives a permis d'estimer la quantité utilisée en France.

L'emploi de certains produits pour une même culture faisant appel à des doses différentes en fonction du parasite à combattre, la moyenne des doses préconisées a été retenue.

### 12 - LES CEREALES A PAILLE

Ce terme concernera dans la suite du texte le blé tendre, le blé dur, l'orge et l'escourgeon. Le blé tendre, *Triticum vulgare*, est classé dans la catégorie blé d'hiver lorsqu'il a été semé avant le 15 février, après cette date il est rangé dans la catégorie blé de printemps. Il faut entendre par blé dur, les blés de l'espèce *Triticum durum* et les hybrides qui en dérivent par croisement interspécifique. L'orge, *Hordeum sativum* Jess, ne se distingue pas de l'escourgeon.

Les céréales à paille occupent près de 40% des terres arables et mobilisent une part importante des produits phytosanitaires.

## II - EXAMEN DES RESULTATS OBTENUS SUR LES SUPERFICIES

Les superficies développées ont été données en milliers d'hectares. Ces superficies ont été comparées à la superficie qu'occupe chaque culture étudiée: blé tendre d'hiver, blé dur d'hiver, orge-escougeon d'hiver, orge-escougeon de printemps. Les herbicides sont dans un premier temps examinés puis vient l'étude des autres traitements phytosanitaires, insecticides et fongicides notamment.

## 21 - LES HERBICIDES

Le blé tendre d'hiver (tableau 1), représente les deux tiers de la superficie étudiée. Parmi les matières actives à propriétés herbicides, 73 au total recensées dans cette enquête, le mécoprop tient largement la première place. On dénombre, dans cette étude, 48 spécialités commerciales employées sur le blé tendre et contenant du mécoprop. Ce chiffre est à rapprocher des 67 produits énumérés dans l'index phytosanitaire 1986 de l'ACTA. Cette matière active concernerait ainsi une superficie équivalente à la surface en blé. L'isoproturon, quant à lui, traiterait près de la moitié d'une telle surface et l'ioxynil, le 2,4 MCPA et le bifenox près du quart. Par famille, les superficies développées concernées par les aryloxyacides seraient de loin les plus importantes, les urées substituées venant en deuxième place devant les benzonitriles et les composés phénoliques.

Le blé dur (tableau 3) représente 3% de la superficie étudiée. On peut remarquer l'emploi des mêmes herbicides que précédemment mais proportionnellement en moindre quantité.

L'orge d'hiver (tableau 5) occupe 20 % du territoire portant des céréales à paille. Un total de 58 matières actives a été dénombré. Le mécoprop tient également la première place dans les traitements. Mais la superficie concernée représente la moitié seulement de celle ensemencée. L'isoproturon, le ioxynil le bifenox et le 2,4 MCPA représentent respectivement un tiers, un cinquième, un sixième et un huitième de cette surface.

L'orge de printemps (tableau 7) s'étend quant à lui sur 10% de la superficie. Le mécoprop reste le produit le plus utilisé. Les herbicides cités plus haut sont toujours employés, mais leur usage appréhende les surfaces dans un ordre différent. Ainsi le 2,4 MCPA est apporté au quart de la surface, le ioxynil et le 2,4 D permettant d'en traiter respectivement un sixième et un huitième. Il est à noter l'utilisation relativement importante du piclorame. Deux composés phénoliques le DNOC et le dinosébe apparaissent dans le traitement de l'orge, le nitofène, présent sur le blé, ayant significativement disparu.

## 22 - LES INSECTICIDES ET LES FONGICIDES

Les fongicides sont utilisés pour traiter des superficies importantes contrairement aux insecticides dont l'emploi reste limité. La carbendazime tient une place chez les fongicides comparable à celle qu'occupe le mécoprop chez les herbicides.

Le blé tendre (tableau 2) exige des traitements fongicides et insecticides variés, puisque 74 matières actives ont pu être recensées dans cette enquête. La carbendazime s'applique sur près des neuf dixièmes d'une superficie développée équivalente à la surface en blé. Le propiconazole ou CGA 64250, et le prochloraz se retrouvent sur le tiers de cette superficie. Enfin manèbe, flutriafol, captafol, fenpropimorphe, mancozèbe et soufre concernent entre le quart et le huitième de cette superficie. La famille des carbamates précède celle des triazoles par ordre d'importance des surfaces traitées.

En ce qui concerne les insecticides, dont l'usage reste limité, les pyréthrinoïdes de synthèses, (deltaméthrine et fenvalérate), devancent l'endosulfan et les organo-phosphorés (diméthoate et thiometon).

Le blé dur (tableau 4) exige sensiblement les mêmes traitements que le blé tendre. On notera simplement que la lutte antiparasitaire y est moins intensive.

L'orge d'hiver (tableau 6) connaît les mêmes traitements phytosanitaires que le blé. Carbendazime, puis propiconazole et prochloraz y connaissent un taux d'utilisation semblable. L'usage des autres produits y perd cependant un peu de son ampleur.

L'orge de printemps (tableau 8) reçoit également les mêmes produits que ceux cités ci-dessus. Leur utilisation se situe néanmoins à un niveau plus bas.

### III - EXAMEN DES RESULTATS OBTENUS SUR LES QUANTITES

Les matières actives ont été regroupées en famille pour faciliter les comparaisons avec des données issues d'autres sources.

#### 31 - LES HERBICIDES (tableau 9)

##### LES ARYLOXYACIDES:

Les aryloxyacides sont également appelés phytohormones de synthèse. Utilisés pour la plupart sur les céréales à paille, ils représentent plus de 40% du tonnage estimé pour les herbicides. Le mécoprop trône à la première place, totalisant plus des deux tiers du tonnage. Le dichlorprop et le 2,4 MCPA s'emparent quant à eux des deux tiers du reste.

##### LES UREES SUBSTITUEES:

les urées substituées représentent également plus de 40% des herbicides utilisés sur les céréales, ceci résulte de l'emploi de doses à l'hectare plus fortes que celles employées pour les aryloxyacides. L'isoproturon assure plus de la moitié de ce tonnage et le chlortoluron un peu moins du quart. Le méthabenzthiazuron et le néburon se partagent l'essentiel du reste.

##### LES BENZONITRILES, LES COMPOSES PHENOLIQUES ET LES AUTRES:

Les benzonitriles et les composés phénoliques intéressent respectivement 3% et 10% de la quantité estimée. L'ioxynil pourvoit à l'essentiel du tonnage de la première famille, le bifénox à celui de la seconde. Les dérivés picoliniques et les toluidines restent en quantité très faible.

### 32 - LES FONGICIDES (tableau 10)

Hormis le soufre, la famille des carbamates est quantitativement la plus importante. Certaines matières actives peuvent cependant représenter à elles seules des tonnages conséquents. On notera l'importance des produits suivant que la comparaison s'effectue sur la superficie ou sur le tonnage. La carbendazime se retrouve ainsi au quatrième rang, loin derrière le soufre, le manèbe et le prochloraz.

Le soufre tient la première place car la dose préconisée à l'hectare culmine à 8000 grammes, celle pour la carbendazime approchant 200 grammes. Par ordre d'importance on trouve ainsi le soufre (40%), le manèbe (15%), le prochloraz (8%), la carbendazime (7%), le mancozèbe et le captafol (6%), le fenpropimorphe (4%) et l'anilazine (3%).

### 33 - LES INSECTICIDES (tableau 10)

L'edosulfan (72%), les organophosphorés (25%) et les pyrethrinoides (3%) totalisent 215 tonnes. Ce qui est, quantitativement parlant, peu par rapport aux autres produits phytosanitaires employés sur les céréales à paille.

## IV - COMPARAISON DES RESULTATS A D'AUTRES ESTIMATIONS

### 41 - EXAMEN DES RESULTATS

Les chiffres obtenus demandaient à être vérifiés, deux documents ont permis ce contrôle. L'Union des Industries de la Protection des Plantes (UIPP) a publié en 1985 et 1986, par famille, les tonnages de matières actives entrant dans la composition de spécialités utilisées en France en 1984 et 1985. L'Association de Coordination Technique Agricole (ACTA) a estimé en 1979 par famille, mais également par culture, les tonnages des matières actives utilisées en agriculture. Le tableau (11) reprend ces résultats.

En supposant que pour chaque matière active la part consacrée à chaque culture a peu évolué depuis 1979, notamment lorsque les quantités ont peu changé, des constatations peuvent être faites.

Pour les aryloxyacides, la quantité estimée (6706 tonnes) se situe entre deux résultats (7078 tonnes et 6587 tonnes) que l'on peut obtenir à partir des données de l'UIPP et du coefficient réducteur, issu des données de l'ACTA, et dû à la culture.

Une procédure semblable appliquée aux urées substituées, permet de constater que la quantité estimée (6940 tonnes) se retrouve également comprise entre les deux "prévisions" (6414 tonnes et 7146 tonnes).

Pour les composés phénoliques, l'estimation (1643 tonnes) reste pour une telle étude, du même ordre de grandeur que les résultats des opérations effectuées sur les données de l'UIPP (3048 tonnes et 2304 tonnes), mais elle s'avère néanmoins plus faible.

Pour les carbamates l'estimation resterait également plus faible, 3955 tonnes au lieu de 5601 tonnes et 5668 tonnes.

Enfin les hétérocycles divers se retrouvent en quantité plus élevée dans l'estimation (2186 tonnes) que l'ensemble du tonnage (1785 tonnes) annoncé par l'UIPP.

#### 42 - CRITIQUE

Les divergences qui subsistent peuvent provenir de multiples sources. Nous en citerons quelques unes.

- L'enquête porte sur quelques 5000 points par culture et tous les départements ne sont pas représentés. Un calcul d'erreur sur chaque produit ne devrait cependant pas, pour les matières actives les plus utilisées, dépasser quelques pourcents.

- Les doses prescrites à l'hectare peuvent varier énormément pour une même matière active, sur une même culture, mais employée pour combattre des maux différents. Ce calcul ignore également la dose réelle utilisée par l'exploitant. Dans le cas où l'agriculteur dépasserait la dose conseillée, les chiffres de l'étude sous-estimeraient les quantités réelles mises en jeu. Il semble que ce ne soit pas le cas.

- Tous les produits utilisés n'ont pu être déterminés et un certain nombre peu utilisés n'ont pas été pris en compte. Cela porte sur quelques pourcents.

- Les "familles" de l'étude représentent un nombre limité de matières actives.

- Les données de l'ACTA sont des estimations obtenues auprès des instituts techniques et datent de 1979. Les chiffres de l'UIPP proviennent de ses adhérents et datent de 1984 et 1985.

#### 43 - CONCLUSION

La convergence des résultats entre d'une part, une enquête au niveau de la parcelle et, d'autre part des données de source industrielle est à noter.

BLE TENDRE D'HIVER  
HERBICIDES  
MATIERES ACTIVES

TABLEAU 1  
1986

(S): superficie développée en milliers d'hectares  
(%):(S) sur la superficie en blé 4557 milliers d'hectares

	(S)	(%)
MECOPROP	4557	100%
ISOPROTURON	1879	41%
IOXYNIL	1104	24%
2 4 MCPA	1044	23%
BIFENOX	958	21%
2 4 D	589	13%
DICHLORPROP	497	11%
CHLORTOLURON	425	9%
NEBURON	305	7%
CLOPYRALID	200	4%
METHABENZTHIAZURON	189	4%
DINOTERBE	183	4%
PICLORAME	165	4%
BROMOXYNIL	150	3%
NITROFENE	143	3%
CHLORSULFURON	117	3%
BENZOYLPROP ETHYL	112	2%
LINURON	107	2%
DICAMBA	97	2%
METSULFURON METHYLE	89	2%
PENDIMETHALINE	87	2%
2 4 DB	70	2%
DICLOFOP METHYL	61	1%
TRIFLURALINE	56	1%
L FLAMPROPISOPROPYL	50	1%
BENTAZONE	42	1%
METOXURON	23	1%

**BLE TENDRE D'HIVER  
TRAITEMENTS PHYTOSANITAIRES:  
INSECTICIDES, FONGICIDES  
MATIERES ACTIVES**

**TABLEAU 2**

**1986**

(S): superficie développée en milliers d'hectares

(%):(S) sur la superficie en blé 4557 milliers d'hectares

	(S)	(%)
CARBENDAZIME	3950	87%
PROPICONAZOLE	1581	35%
PROCHLORAZ	1483	33%
MANEBE	1029	23%
FLUTRIAFOL	873	19%
CAPTAFOL	800	18%
FENPROPIMORPHE	658	14%
MANCOZEBE	585	13%
SOUFRE	571	13%
TRIADIMEFON	391	9%
THIOPHANATE METHYL	372	8%
CHLOROTHALONIL	345	8%
TRIADIMENOL	252	6%
DELTA METHRINE	200	4%
ENDOSULFAN	159	3%
THIOMETON	157	3%
FENVARELATE	148	3%
ANILAZINE	140	3%
DICLOBUTRAZOL	123	3%
DIMETHOATE	103	2%
BROMURE DE METHYLE	44	1%
MANCOPPER	30	1%
FENITROTHION	28	1%
PYRIMICARBE	27	1%
ZIRAME	27	1%
BENOMYL	26	1%

**BLE DUR D'HIVER  
HERBICIDES  
MATIERES ACTIVES**

**TABLEAU 3**

**1986**

(S): superficie développée en milliers d'hectares

(%): (S) sur la superficie en blé 217 milliers d'hectares

	(S)	(%)
MECOPROP	52	24%
2 4 MCPA	28	13%
CHLORTOLURON	19	9%
2 4 D	18	8%
DICLOFOP METHYL	17	8%
NITROFENE	16	7%
IOXYNIL	12	5%
DICHLOPROP	11	5%
BENZOYLPROP ETHYL	11	5%
BIFENOX	10	5%
CLOPYRALID	10	4%
L FLAMPROPISOPROPYL	6	3%
ISOPROTURON	4	2%
BROMOXYNIL	4	2%
METOXURON	3	1%
PICLORAME	2	1%
DICAMBA	1	1%

**BLE DUR D'HIVER  
TRAITEMENTS PHYTOSANITAIRES  
INSECTICIDES, FONGICIDES  
MATIERES ACTIVES**

**TABLEAU 4**

**1986**

(S): superficie développée en milliers d'hectares

(%): (S) sur la superficie en blé: 217 milliers d'hectares

	(S)	(%)
CARBENDAZIME	94	43%
PROPICONAZOLE	41	19%
PROCHLORAZ	34	16%
FLUTRIAFOL	19	9%
MANCOZEBE	17	8%
CAPTAFOL	16	8%
TRIADIMEFON	15	7%
FENPROPIMORPHE	13	6%
CHLOROTHALONIL	13	6%
MANEBE	13	6%
SOUFRE	11	5%
ANILAZINE	9	4%
FENVARELATE	8	4%
THIOPHANATE METHYL	6	3%
DELTAMETHRINE	5	2%
ENDOSULFAN	5	2%
THIOMETON	5	2%
DIMETHOATE	4	2%
DICHLOBUTRAZOL	4	2%
METHALDEHYDE	2	1%
FENITROTHION	2	1%
FORMOTHION	2	1%

**ORGE ET ESCOURGEON D'HIVER  
HERBICIDES  
MATIERES ACTIVES**

**TABLEAU 5**

**1986**

(S): superficie développée en milliers d'hectares

(%): (S) sur la superficie en orge: 1407 milliers d'hectares

	(S)	(%)
MECOPROP	686	49%
ISOPROTURON	421	30%
IOXYNIL	288	20%
BIFENOX	225	16%
2 4 MCPA	189	13%
CHLORTOLURON	181	13%
NEBURON	97	7%
2 4 D	77	5%
PENDIMETHALINE	72	5%
LINURON	67	5%
BROMOXYNIL	50	4%
CLOPYRALID	46	3%
ATRAZINE	44	3%
PICLORAME	42	3%
DINOTERBE	31	2%
DICAMBA	30	2%
2 4 5 T	24	2%
METSULFURON METHYLE	21	1%
DNOC	19	1%
BENZOYLPROP ETHYL	15	1%
DICLOFOP METHYL	12	1%
TRIALATE	12	1%
L FLAMPROPISOPROPYL	10	1%
BENTAZONE	8	1%

**ORGE ET ESCOURGEON D'HIVER  
TRAITEMENTS PHYTOSANITAIRES  
MATIERES ACTIVES 1986**

**TABLEAU 6**

(S): superficie développée en milliers d'hectares

(X): (S) sur la superficie en orge 1407 milliers d'hectares

	(S)	(%)
CARBEDAZIME	1032	73%
PROPICONAZOLE	639	45%
PROCHLORAZ	452	32%
MANEBE	159	11%
TRIADIMENOL	136	10%
MANCOZEBE	109	8%
FLUTRIAFOL	79	6%
ANILAZINE	72	5%
TRIADIMEFON	65	5%
SOUFRE	57	4%
THIOPHANATE METHYL	52	4%
DELTA METHRINE	39	3%
FENPROPIMORPHE	37	3%
CAPTAFOL	37	3%
FENVARELATE	36	3%
FENPROPIMORPHE	28	2%
CAPTAFOL	21	1%
CHLOROTHALONIL	15	1%
FENARIMOL	14	1%
VINCCHLOZOLINE	11	1%
MANCOPPER	9	1%
ENDOSULFAN	8	1%
THIOMETON	8	1%
BROMURE DE METHYLE	7	1%

ORGE ET ESCOURGEON DE PRINTEMPS  
HERBICIDES  
MATIERES ACTIVES

TABLEAU 7

1986

(S): superficie développée en milliers d'hectares  
(%): (S) sur la superficie en orge 683 milliers d'hectares

	(S)	(%)
MECOPROP	261	38%
2 4 MCPA	172	25%
IOXYNIL	112	16%
2 4 D	90	13%
PICLORAME	49	7%
ISOPROTURON	42	6%
BROMOXYNIL	38	6%
BIFENOX	30	4%
CLOPYRALID	29	4%
DINOTERBE	23	3%
DICHLORPROP	20	3%
DICAMBA	17	2%
2 4 5 T	15	2%
DIALATE	13	2%
DINOSEBE	12	2%
L FLAMPROPISOPROPYL	11	2%
TRIALATE	11	2%
CHLORTOLURON	10	1%
DNOC	10	1%
BENZOYLPROP ETHYL	6	1%
METSULFURON METHYLE	5	1%
ATRAZINE	5	1%
BENTAZONE	4	1%
SIMAZINE	4	1%
NEBURON	4	1%

**ORGE ET ESCOURGEON DE PRINTEMPS  
TRAITEMENTS PHYTOSANITAIRES  
MATIERES ACTIVES 1986**

**TABLEAU 8**

(S): superficie développée en milliers d'hectares

(%): (S) sur la superficie en orge 683 milliers d'hectares

	(S)	(%)
CARBEDAZINE	185	27%
PROPICONAZOLE	118	17%
PROCHLORAZ	30	4%
FLUTRIAFOL	27	4%
TRIADIMENOL	27	4%
MANEBE	26	4%
TRIADIMEFON	23	3%
SOUFRE	22	3%
FENPROPIMORPHE	16	2%
DELTAMETHRINE	14	2%
ANILAZINE	14	2%
THIOPHANATE METHYL	13	2%
MANCOZEBE	11	2%
CAPTAFOL	10	2%
FENVARELATE	6	1%
PARATHION METHYL	4	1%

CEREALES A PAILLE  
 ( BLE ET ORGE )  
 HERBICIDES  
 QUANTITES DE MATIERE  
 ACTIVE EN TONNES  
 1986

TABLEAU 9

ARYLOXYACIDES 6706	MECOPROP	4576	68%
	DICHLORPROP	783	12%
	2 4 MCPA	664	10%
	2 4 D	382	6%
	2 4 DB	174	3%
	DICLOFOP METHYL	81	1%
	L FLAMPROPISOPROPYL	46	1%
UREES SUBSTITUEES 6940	ISOPROTURON	3895	56%
	CHLORTOLURON	1582	23%
	NEBURON	738	11%
	METHABENZTHIAZURON	530	8%
	METOXURON	104	2%
	LINURON	87	1%
BENZONITRILES 558	IOXYNIL	503	90%
	BROMOXYNIL	55	10%
COMPOSES PHENOLIQUE 1643	BIFENOX	991	60%
	DINOTERBE	311	19%
	NITROFENE	239	15%
	DNOC	87	5%
	DINOSEBE	16	1%
DERIVES PICOLINIQUES 22	CLOPYRALID	17	78%
	PICLORAME	4	20%
TOLUIDINES 75	PENDIMETHALINE	70	93%
	TRIFLURALINE	5	7%

**CEREALES A PAILLE  
( BLE ET ORGE )  
FONGICIDES  
INSECTICIDES  
QUANTITES DE MATIERE  
ACTIVE EN TONNES  
1986**

**TABLEAU 10**

<b>1- FONGICIDES:</b>			
<b>CARBAMATES 3955</b>	<b>MANEBE CARBENDAZINE MANCOZEBE THIOPHANATE METHYL</b>	<b>1957 890 775 333</b>	<b>49% 22% 20% 8%</b>
<b>HETEROCYCLES DIVERS 2186</b>	<b>PROCHLORAZ FENPROPIMORPHE PROPICONAZOLE FLUTRIAFOL TRIADIMEFON TRIADIMENOL DICLOBUTRAZOL</b>	<b>1073 563 298 106 80 51 15</b>	<b>49% 26% 14% 5% 4% 2% 1%</b>
<b>SOUFRE 5235</b>	<b>SOUFRE</b>	<b>5235</b>	<b>100%</b>
<b>PHTALIMIDES 785</b>	<b>CAPTAFOL</b>	<b>785</b>	<b>100%</b>
<b>TRIAZINES 450</b>	<b>ANILAZINE</b>	<b>450</b>	<b>100%</b>
<b>DERIVES PHTALIQUES 383</b>	<b>CHLOROTHALONIL</b>	<b>383</b>	<b>100%</b>
<b>2- INSECTICIDES:</b>			
<b>ORGANOHALOGENES 154</b>	<b>ENDOSULFAN</b>	<b>154</b>	<b>100%</b>
<b>ORGANOPHOSPHORES 53</b>	<b>DIMETHOATE THIOMETON</b>	<b>33 19</b>	<b>63% 37%</b>
<b>PYRETHRINOIDES 8</b>	<b>FENVARELATE DELTAMETHRINE</b>	<b>6 2</b>	<b>75% 24%</b>

**CEREALES A PAILLE  
( BLE ET ORGE )  
HERBICIDES  
QUANTITES DE MATIERE  
ACTIVE EN TONNES  
1986**

**TABLEAU 11**

	<b>ESTIMATION 1986 QUANTITE CEREALES</b>	<b>ACTA 1979 SUPERFICIE CEREALES</b>	<b>UIPP 1985 QUANTITE TOTALE</b>	<b>UIPP 1984 QUANTITE TOTALE</b>	<b>ACTA 1979 QUANTITE TOTALE</b>
<b>1- HERBICIDES</b>					
ARYLOXYACIDES	6706	92%	7694	7160	5200
UREES SUBSTITUEES	6940	95%	6752	7522	4800
BENZONITRILES	558		694	553	
COMPOSES PHENOLIQUES	1643	96%	3175	2401	3000
DERIVES PICOLINIQUES	22		116		
TOLUIDINES	75		1141	909	
<b>2- FONGICIDES</b>					
CARBAMATES	3955	44%	12730	12881	10270
HETEROCYCLES DIVERS	2186		1795	1457	
SOUFRE	5235		20462	24634	
DICARBOXIMIDES	785		4681	4268	
<b>3- INSECTICIDES</b>					
ORGANOHALOGENES	154		2331	1814	
ORGANOPHOSPHORES	53		1647	1962	
PYRETHRINOIDES	8		101		

SUPERFICIES DEVELOPPEES EN MAIS GRAIN  
SOUMISES A UN TRAITEMENT PHYTOSANITAIRE  
DURANT L'ANNEE 1986

tableau n°12

MATIERE ACTIVE	SUPERFICIE en hectares	TAUX DE RECOUVREMENT
LINDANE	186915	10%
CARBOFURAN	151915	8%
DELTA METHRINE	136806	8%
CHLORPYRIPHOS ETHYL	71992	4%
CHLORMEPHOS	42214	2%
TERBUPHOS	35923	2%
ALPHAMETHRINE	20119	1%
METALDEHYDE	18288	1%
BENFURACARBE	17289	1%
MERCAPTODIMETHUR	16415	1%
PHOXIME	14331	1%
FONOFOS	14178	1%
DIMETHOATE	13206	1%
ENDOSULFAN	12492	1%
THIOMETON	12492	1%
CYPERMETHRINE	12425	1%
FENVALERATE	12070	1%
FURATHIOCARBE	11647	1%
ALDICARBE	7282	0%
CARBOSULFAN	6984	0%
PARATHION ETHYL	5004	0%
ARSENITE DE SODIUM	3216	0%
FENITROTHION	2754	0%
PYRIMICARBE	2365	0%
FORMOTHION	1883	0%
PARATHION METHYL	1593	0%
DINOSEBE	1476	0%
CUIVRE	1353	0%
TETRADIFON	1164	0%
BROMOPHOS	1157	0%
SOUFRE POUR PULVERIS	1007	0%
ACEPHATE	980	0%
CARBENDAZIME	958	0%
CAPTANE	775	0%
MANCOZEBE	769	0%
AZINPHOS METHYL	764	0%
DNOC	704	0%
PYRETHRINES	625	0%
PROPICONAZOLE	576	0%
THIRAME	562	0%
ETHOPROPHOS	526	0%
CHLORTHIOPHOS	490	0%
DAZOMET	402	0%
HUILE MINERALE	382	0%
METHOMYL	382	0%
ANTHRAQUINONE	333	0%
ZINEBE	298	0%
FENPROPIMORPHE	144	0%
PROCHLORAZ	144	0%

SUPERFICIES DEVELOPPEES EN MAIS GRAIN  
SOUMISES A UN TRAITEMENT HERBICIDE  
EN 1986  
TABLEAU N°13

MATIERE ACTIVE	SUPERFICIE en 1000 Ha	TAUX DE RECOUVREMENT	DOSE en grammes	QUANTITE en tonnes
ATRAZINE	1327	73%	2500	3318
SIMAZINE	384	21%	2500	959
ALACHLORE	247	14%	2475	612
METOLACHLORE	203	11%	1250	253
PYRIDATE	121	7%	900	109
CYANAZINE	35	2%	1500	53
EPTC	13	1%	3600	46
BENTAZONE	32	2%	1440	46
2 4 D	117	6%	300	35
2 4 DB	14	1%	2500	35
DINOTERBE	34	2%	1000	34
2 4 MCPA	15	1%	1000	15
CLOPYRALID	25	1%	125	3
BROMOXYNIL	9	1%	337,5	3

**COLZA D'HIVER  
TRAITEMENTS FONGICIDES ET INSECTICIDES  
SUPERFICIE CONCERNEE PAR LES MATIERES ACTIVES  
TABLEAU N°14**

(S): superficie développée en milliers d'hectares

(%): (S) sur la superficie en colza 374 milliers d'hectares

	(S)	(%)
DELTAMETHRINE	315	84%
CARBENDAZIME	156	42%
PROCHLORAZ	93	25%
IPRODIONE	53	14%
CYPERMETHRINE	41	11%
CARBOFURAN	23	6%
PARATHION METHYL	20	5%
HANEBE	18	5%
THIOPHANATE METHYL	15	4%
FENVARELATE	13	3%
PARATHION ETHYL	12	3%
SOUFRE	12	3%
ALPHAMETHRINE	8	2%
METHALDEHYDE	6	2%
LINDANE	6	2%
MANCOZEBE	5	1%
CYFLUTHRINE	5	1%
BROMURE DE METHYLE	4	1%
MERCAPTODIMETHUR	3	1%
PROCYMIDONE	3	1%
PHOSALONE	3	1%
DIMETHOATE	2	0%
VINCHLOZOLINE	2	0%
ZIRAME	2	0%
BROMOPHOS	2	0%
CHLORFENVINPHOS	2	0%
FOLPEL	1	0%
BENOMYL	1	0%
MALATHION	1	0%
VANIDOTHION	1	0%
PYRIMICARBE	1	0%
ENDOSULFAN	1	0%
CHLOROPICRINE	1	0%
MANCOPPER	1	0%
CGA 64250	1	0%

**COLZA D'HIVER  
TRAITEMENTS HERBICIDES  
SUPERFICIE CONCERNEE PAR LES MATIERES ACTIVES  
TABLEAU N°15**

(S): superficie développée en milliers d'hectares

(%): (S) sur la superficie en colza 374 milliers d'hectares

	(S)	(%)
NAPROPAMIDE	110	29%
TRIFLURALINE	44	12%
METAZACHLORE	38	10%
TEBUTAM	23	6%
FLUAZIFOP P BUTYL	22	6%
CARBETAMIDE	17	4%
ALLOXIDIME-SODIUM	10	3%
PROPYZAMID	9	2%
QUIZALOFOP ETHYL	7	2%
DIMEFURON	5	1%
NITRALIN	3	1%
NITROFENE	2	1%
CLOPYRALID	2	0%
DIMETACHLORE	2	0%
DIURON	1	0%
LINURON	1	0%
SETHOXYDIME	1	0%
PARAQUAT	1	0%
DALAPON	1	0%
2 4 5 T	1	0%
MECOPROP	1	0%
ISOPROTURON	0,49	0%
2 4 D	0,43	0%
LINDANE	0,34	0%
BENTAZONE	0,29	0%
DICHLORPROP	0,29	0%
NEBURON	0,19	0%
DIALLATTE	0,18	0%
DICLOFOP METHYL	0,17	0%
AMINOTRIAZOLE	0,13	0%
BROMACIL	0,13	0%
PICLORAME	0,13	0%
2 4 DB	0,12	0%
DINOSEBE	0,12	0%

# Annexe G

BASSIN VERSANT DE LA MORCILLE  
TRAITEMENTS PHYTOSANITAIRES  
réalisés de mai 1986 à mai 1987

QUANTITES APORTEES AU BASSIN VERSANT

MATIERE ACTIVE	DOSE en grammes	QUANTITE en KG
SOUFRE	10000	9539
CUIVRE	5000	1593
MANCOZEBE	2800	1439
FOLPEL	1500	774
MANEBE	2800	720
AMINOTRIAZOLE	4800	599
SIMAZINE	3000	472
THIOCYANATE D AMONIUM	4300	350
NAPROPAMIDE	4050	249
DIURON	2500	136
THIOPHANATE METHYL	350	136
COLORANTS NITRES	6000	104
CAPTAFOL	1500	95
TRIFORINE	285	70
PROCYMIDONE	750	70
ARSENITE DE SODIUM	940	39
HUILE	1650	33
HUILE MINERALE	1650	33
MANEBE	2800	30
CYMONAXYL	120	28
LINDANE	1530	28
PHOSETHYL A	1500	25
PARAQUAT	800	25
METHOMYL	450	19
MANCOZEBE	2800	15
THIRAME	3200	13
FENBUTATIN OXYDE	500	13
FENITROTHION	500	12
THIOCARBE	400	10
PARATHION METHYL	450	10
MONOCROTOPHOS	300	9
VINCHLOZOLINE	750	8
PROTHOATE	250	8
HUILE MINERALE	1650	7
DICOFOL	500	6
CYHEXATIN	225	6
PHOSETHYL A	1500	5
METHIDATHION	300	5
BROMOPROPYLATE	500	5
TETRADIFON	120	5
DNOC	200	4
IPRODIONE	750	3
FENVALERATE	90	3

# Annexe G

## QUANTITE DE MATIERE ACTIVE UTILISEE EN AGRICULTURE AUTOUR DU LAC MAEVA A HUAÏNE

MATIERE ACTIVE	SPECIALITES COMMERCIALES utilisées	QUANTITE de MATIERE ACTIVE en kg
<b>INSECTICIDES</b>		
<b>ORGANO-PHOSPHORES:</b>		
METHAMIDOPHOS	Tamaron, Monitor	295
DIMETHOATE	Roxion	16
PYRIMI PHOS METHYL	attack	4
DICHLORVOS	Dedevap SL 500	2
DIAZINON	Basudine	1
<b>CARBAMATE:</b>		
CARBOFURAN	Furadan	3
<b>PYRETHRINOIDES:</b>		
PERMETHRINE	Attack	3
FENVALERATE	Sumicidin	2
DELTAMETHRINE	Décis	1
<b>AUTRES:</b>		
BACILLUS THURINGIENSIS	Thuricide HP	9
<b>FONGICIDES</b>		
<b>CARBAMATES:</b>		
PROPINEBE	Cupro-antracol, antracol	60
CARBENDAZIME	Bavistine, Bayleton triple, Bayleton total, Ceretal	12
<b>AUTRES:</b>		
CUIVRE	Cupro-Antracol	38
CAPTAFOL	Bayleton triple, Ceretal	30
PHOSETHYL AL	Aliette	6
TRIADIMEFON	Bayleton triple, Bayleton total	3
<b>HERBICIDES</b>		
<b>PARAQUAT</b>		
	Gramoxone spécial,	78
	Gramoxone 2000	
2,4 D	Cloroxone	26

# Annexe H

## ESTIMATIONS DES QUANTITES DE MATIERES ACTIVES UTILISEES PAR GRANDS BASSINS-VERSANTS

	page
1 - Bassin-versant marin NORD.....	h 2
2 - Bassin-versant marin SEINE.....	h 3
3 - Bassin-versant marin BRETAGNE.....	h 4
4 - Bassin-versant marin LOIRE.....	h 5
5 - Bassin-versant marin POITOU-CHARENTES.....	h 6
6 - Bassin-versant marin GARONNE.....	h 7
7 - Bassin-versant marin AQUITAINE.....	h 8
8 - Bassin-versant marin LANGUEDOC-ROUSSILLON.....	h 9
9 - Bassin-versant marin RHONE.....	h 10
10 - Bassin-versant marin PROVENCE .....	h 11

ESTIMATION DES QUANTITES DE MATIERES ACTIVES PAR BASSIN MARIN  
BASSIN      NORD

CULTURES:	Céréales	Maïs	Colza	Tournesol	Betterave	Pommes de terre	Lin	Pois	Luzerne	Vigne	TOTAL
PRODUITS:											
INSECTICIDES.....											356
organohalogéné		52	5		31		2		0		91
organophosphoré	22	9	2		66		0	1	0	0	100
carbamate		16	1		124						141
pyréthroïde											
divers	14				10				0	0	24
HERBICIDES.....											2094
aryloxyacide	553	12					7		0		573
triazine		172		0	78	7		6		0	262
urée substituée	501			0		18		12	1	0	532
amide		66	10						1		76
carbamate		4			270						274
benzonitrile			8								8
composé phénolique	238	1					10		1		250
diazine					106		13				119
toluidine			9	0							9
herbicides divers					96				1	0	97
FONGICIDES.....											691
cuivre										0	0
soufre mouillable					63					0	63
carbamate	439					184		5		0	629
dicarboximide										0	0
amine amide											
hétérocycles divers											
inhibiteur de stérol											
fongicides divers											

Estimation donnée à seule fin indicative

En effet, ces chiffres s'appuient sur les hypothèses suivantes:

- distribution, uniforme suivant les cultures, des matières actives sur l'ensemble du territoire
- taux de répartition en 1986, des produits en fonction des cultures, semblable à celui de 1979

ESTIMATION DES QUANTITES DE MATIERES ACTIVES PAR BASSIN MARIN  
BASSIN SEINE

CULTURES:	Céréales	Maïs	Colza	Tournesol	Betterave	Pommes de terre	Lin	Pois	Luzerne	Vigne	TOTAL
PRODUITS:											
INSECTICIDES.....											1359
organohalogéné		243	134		81		1		7		465
organophosphoré	81	44	63		169		0	7	2	27	393
carbamate		75	20		319						414
pyréthroïde											
divers	53				26				2	6	87
HERBICIDES.....											8254
aryloxyacide	2068	58					4		4		2134
triazine		804		3	199	6		38		81	1130
urée substituée	1874			1		15		74	9	2	1975
amide		308	278						13		598
carbamate		16			694						710
benzonitrile			234								234
composé phénolique	891	3					6		15		915
diazine					273		7				279
toluidine			257	21							278
herbicides divers					246				19	169	434
FONGICIDES.....											3849
cuivre										322	322
soufre mouillable					162					997	1159
carbamate	1643					155		33		306	2137
dicarboximide										231	231
amine amide											
hétérocycles divers											
inhibiteur de stérol											
fongicides divers											

Estimation donnée à seule fin indicative

En effet, ces chiffres s'appuient sur les hypothèses suivantes:

- distribution, uniforme suivant les cultures, des matières actives sur l'ensemble du territoire
- taux de répartition en 1986, des produits en fonction des cultures, semblable à celui de 1979

ESTIMATION DES QUANTITES DE MATIERES ACTIVES PAR BASSIN MARIN  
BASSIN BRETAGNE

CULTURES:	Céréales	Maïs	Colza	Tournesol	Betterave	Pommes de terre	Lin	Pois	Luzerne	Vigne	TOTAL
PRODUITS:											
INSECTICIDES.....											485
organohalogéné		285	2		2		1		1		291
organophosphoré	21	52	1		5		0	1	0	0	80
carbamate		89	0		9						98
pyréthroïde											
divers	14				1				0	0	14
HERBICIDES.....											2728
aryloxyacide	529	68					2		0		599
triazine		946		0	6	5		5		0	962
urée substituée	479			0		12		11	1	0	503
amide		362	5						1		368
carbamate		19			20						40
benzonnitrile			4								4
composé phénolique	228	4					3		2		236
diazine					8		3				11
toluidine			5	0							5
herbicides divers					7				2	0	9
FONGICIDES.....											553
cuivre										0	0
soufre mouillable					5					0	5
carbamate	420					124		5		0	549
dicarboximide										0	0
amine amide											
hétérocycles divers											
inhibiteur de stérol											
fongicides divers											

Estimation donnée à seule fin indicative

En effet, ces chiffres s'appuient sur les hypothèses suivantes:

- distribution, uniforme suivant les cultures, des matières actives sur l'ensemble du territoire
- taux de répartition en 1986, des produits en fonction des cultures, semblable à celui de 1979

ESTIMATION DES QUANTITES DE MATIERES ACTIVES PAR BASSIN MARIN  
BASSIN LOIRE

CULTURES:	Céréales	Maïs	Colza	Tournesol	Betterave	Pommes de terre	Lin	Pois	Luzerne	Vigne	TOTAL
PRODUITS:											
INSECTICIDES.....											1110
organohalogéné		466	101		9		0		5		582
organophosphoré	71	85	47		19		0	3	2	43	272
carbamate		145	15		37						197
pyréthroïde											
divers	47				3				1	10	60
HERBICIDES.....											7652
aryloxyacide	1820	111					1		3		1935
triazine		1545		19	23	3		17		128	1734
urée substituée	1649			8		7		33	6	3	1706
amide		591	210						9		810
carbamate		32			80						111
benzonitrile			177								177
composé phénolique	784	7							11		802
diazine					31		1				32
toluidine			195	149							344
herbicides divers					28				13	267	309
FONGICIDES.....											4483
cuivre										510	510
soufre mouillable					19					1577	1596
carbamate	1446					67		15		484	2012
dicarboximide										366	366
amine amide											
hétérocycles divers											
inhibiteur de stérol											
fongicides divers											

Estimation donnée à seule fin indicative

En effet, ces chiffres s'appuient sur les hypothèses suivantes:

- distribution, uniforme suivant les cultures, des matières actives sur l'ensemble du territoire
- taux de répartition en 1986, des produits en fonction des cultures, semblable à celui de 1979

ESTIMATION DES QUANTITES DE MATIERES ACTIVES PAR BASSIN MARIN  
BASSIN POITOU

CULTURES:	Céréales	Maïs	Colza	Tournesol	Betterave	Pommes de terre	Lin	Pois	Luzerne	Vigne	TOTAL
PRODUITS:											
INSECTICIDES.....											276
organohalogéné		110	15		0		0		3		128
organophosphoré	11	20	7		0		0	0	1	52	92
carbamate		34	2		0						36
pyréthroïde											
divers	7				0				1	11	20
HERBICIDES.....											1552
aryloxyacide	289	26					0		2		317
triazine		364		8	0	0		0		154	526
urée substituée	262			3		1		1	4	3	274
amide		139	31						6		176
carbamate		7			0						7
benzonitrile			26								26
composé phénolique	125	2					0		7		133
diazine					0		0				0
toluidine			29	62							91
herbicides divers					0				9	321	330
FONGICIDES.....											3769
cuivre										612	612
soufre mouillable					0					1895	1895
carbamate	230					10		0		582	822
dicarboximide										439	439
amine amide											
hétérocycles divers											
inhibiteur de stérol											
fongicides divers											

Estimation donnée à seule fin indicative

En effet, ces chiffres s'appuient sur les hypothèses suivantes:

- distribution, uniforme suivant les cultures, des matières actives sur l'ensemble du territoire
- taux de répartition en 1986, des produits en fonction des cultures, semblable à celui de 1979

ESTIMATION DES QUANTITES DE MATIERES ACTIVES PAR BASSIN MARIN  
BASSIN GARONNE

CULTURES: PRODUITS:	Céréales	Maïs	Colza	Tournesol	Betterave	Pommes de terre	Lin	Pois	Luzerne	Vigne	TOTAL
INSECTICIDES.....											633
organohalogéné		262	41		0		0		5		307
organophosphoré	26	48	19		0		0	0	2	103	197
carbamate		81	6		0						88
pyréthroïde											
divers	17				0				1	22	41
HERBICIDES.....											3566
aryloxyacide	667	63					0		3		732
triazine		868		15	0	2		1		302	1189
urée substituée	604			6		5		2	6	6	630
amide		332	84						9		425
carbamate		18			0						18
benzonitrile			71								71
composé phénolique	287	4					0		11		302
diazine					0		0				0
toluidine			78	121							199
herbicides divers					0				13	631	644
FONGICIDES.....											7514
cuivre										1203	1203
soufre mouillable					0					3723	3723
carbamate	530					52		1		1143	1725
dicarboximide										863	863
amine amide											
hétérocycles divers											
inhibiteur de stérol											
fongicides divers											

Estimation donnée à seule fin indicative

En effet, ces chiffres s'appuient sur les hypothèses suivantes:

- distribution, uniforme suivant les cultures, des matières actives sur l'ensemble du territoire
- taux de répartition en 1986, des produits en fonction des cultures, semblable à celui de 1979

ESTIMATION DES QUANTITES DE MATIERES ACTIVES PAR BASSIN MARIN  
BASSIN AQUITAINE

CULTURES:	Céréales	Maïs	Colza	Tournesol	Betterave	Pommes de terre	Lin	Pois	Luzerne	Vigne	TOTAL
PRODUITS:											
INSECTICIDES.....											226
organohalogéné		143	1		0		0		0		145
organophosphoré	2	26	1		0		0	0	0	5	34
carbamate		45	0		0						45
pyréthroïde											
divers	2				0				0	1	3
HERBICIDES.....											864
aryloxyacide	59	34					0		0		93
triazine		474		0	0	0		0		14	488
urée substituée	54			0		1		0		0	55
amide		181	3								185
carbamate		10			0						10
benzonitrile			3								3
composé phénolique	25	2					0		0		28
diazine					0		0				0
toluidine			3	0							3
herbicides divers					0				0	28	29
FONGICIDES.....											368
cuivre										54	54
soufre mouillable					0					167	167
carbamate	47					10		0		51	108
dicarboximide										39	39
amine amide											
hétérocycles divers											
inhibiteur de stérol											
fongicides divers											

Estimation donnée à seule fin indicative, ces chiffres s'appuient, en effet, sur les hypothèses suivantes:

- distribution, uniforme suivant les cultures, des matières actives sur l'ensemble du territoire
- taux de répartition en 1986, des produits en fonction des cultures, semblable à celui de 1979

ESTIMATION DES QUANTITES DE MATIERES ACTIVES PAR BASSIN MARIN  
BASSIN LANGUEDOC

CULTURES:	Céréales	Maïs	Colza	Tournesol	Betterave	Pommes de terre	Lin	Pois	Luzerne	Vigne	TOTAL
PRODUITS:											
INSECTICIDES.....											209
organohalogéné		3	2		0		0		1		6
organophosphoré	2	1	1		0		0	0	0	161	165
carbamate		1	0		0						1
pyréthroïde											
divers	1				0				0	35	37
HERBICIDES.....											656
aryloxyacide	52	1					0		0		53
triazine		11		2	0	0		1		473	486
urée substituée	47			1		0		2	1	10	60
amide		4	5						1		10
carbamate		0			0						0
benzonitrile			4								4
composé phénolique	22	0					0		2		24
diazine					0		0				0
toluidine			4	13							18
herbicides divers					0				2	989	990
FONGICIDES.....											10905
cuivre										1885	1885
soufre mouillable					0					5834	5834
carbamate	41					1		1		1791	1834
dicarboximide										1352	1352
amine amide											
hétérocycles divers											
inhibiteur de stérol											
fongicides divers											

Estimation donnée à seule fin indicative, ces chiffres s'appuient, en effet, sur les hypothèses suivantes:

- distribution, uniforme suivant les cultures, des matières actives sur l'ensemble du territoire
- taux de répartition en 1986, des produits en fonction des cultures, semblable à celui de 1979

ESTIMATION DES QUANTITES DE MATIERES ACTIVES PAR BASSIN MARIN  
BASSIN RHONE

CULTURES:	Céréales	Maïs	Colza	Tournesol	Betterave	Pommes de terre	Lin	Pois	Luzerne	Vigne	TOTAL
PRODUITS:											
INSECTICIDES.....											412
organohalogéné		109	47		0		0		3		159
organophosphoré	18	20	22		1		0	0	1	111	173
carbamate		34	7		2						42
pyréthroïde											
divers	12				0				1	24	37
HERBICIDES.....											2285
aryloxyacide	471	26					0		2		499
triazine		361		1	1	3		0		326	692
urée substituée	426			1		7		1	4	7	445
amide		138	97						6		241
carbamate		7			3						11
benzonitrile			82								82
composé phénolique	203	2					0		8		212
diazine					1		0				1
toluidine			90	12							101
herbicides divers					1				9	680	691
FONGICIDES.....											7915
cuivre										1297	1297
soufre mouillable					1					4014	4014
carbamate	374					68		0		1232	1674
dicarboximide										930	930
amine amide											
hétérocycles divers											
inhibiteur de stérol											
fongicides divers											

Estimation donnée à seule fin indicative, ces chiffres s'appuient, en effet, sur les hypothèses suivantes:  
 - distribution, uniforme suivant les cultures, des matières actives sur l'ensemble du territoire  
 - taux de répartition en 1986, des produits en fonction des cultures, semblable à celui de 1979

ESTIMATION DES QUANTITES DE MATIERES ACTIVES PAR BASSIN MARIN  
BASSIN PROVENCE

CULTURES:	Céréales	Maïs	Colza	Tournesol	Betterave	Pommes de terre	Lin	Pois	Luzerne	Vigne	TOTAL
<b>INSECTICIDES.....</b>											47
organohalogéné		3	1		0		0		0		4
organophosphoré	2	1	0		0		0	0	0	31	34
carbamate		1	0		0						1
pyréthroïde											
divers	1				0				0	7	8
<b>HERBICIDES.....</b>											233
aryloxyacide	48	1					0		0		49
triazine		10		0	0	0		0		92	103
urée substituée	44			0		1		1	0	2	48
amide		4	1						1		6
carbamate		0			0						0
benzotrile			1								1
composé phénolique	21	0					0		1		22
diazine					0		0				0
toluidine			1	3							4
herbicides divers					0				1	192	193
<b>FONGICIDES.....</b>											2165
cuiivre										367	367
soufre mouillable					0					1136	1136
carbamate	38					12		0		349	399
dicarboximide										263	263
amine amide											
hétérocycles divers											
inhibiteur de stérol											
fongicides divers											

Estimation donnée à seule fin indicative, ces chiffres s'appuient, en effet, sur les hypothèses suivantes:

- distribution, uniforme suivant les cultures, des matières actives sur l'ensemble du territoire
- taux de répartition en 1986, des produits en fonction des cultures, semblable à celui de 1979

# Annexe I

**ETUDE MULTICRITERE  
RELATIVE AUX PROPRIETES DES HERBICIDES  
CEREALES A PAILLE**

**TABLEAU N°1**

	QUANTITE en tonnes	TOXICITE DL 50 rat mg/kg	TOXICITE POISSON (* )	SOLUBILITE dans l'eau mg/l à x°C	
<b>Aryloxyacides</b>					
2,4 D	382	375	2	600	20
2,4 DB	174	535	1	46	25
2,4 DP (dichloprop)	783	800	1	350	20
2,4 MCPA	664	700	1	825	25
diclofop-methyl	81	570	3	50	22
L flampropisopropyl	46	3000	2	18	20
MCPP (mécoprop)	4576	930	1	620	
<b>Urées substituées</b>					
chlortoluron	1582	10000	1	70	20
isoproturon	3895	1800	1	70	20
linuron	87	4000	1	75	25
méthabenzthiazuron	530	3343	1	59	20
metoxuron	104	2020	1	678	24
néburon	738	11000	2	5	25
<b>Benzonitriles</b>					
bromoxynil	55	350	4	130	20
ioxynil	503	110	2	50	25
<b>Composés phénoliques</b>					
bifénox	991	190	3	0,35	25
DNOC	87	30	2	0,13	15
dinosèbe	16	55	2	50	20
dinoterbe	311	62	2	0,45	20
nitrofène	239	630	0	1	
<b>Toluidines</b>					
pendimethaline	70	1250	3	0,3	20
trifluraline	5	10000	4	1	27
<b>Dérivés picoliniques</b>					
clopyralid	17	4650	1	9000	25
piclorame	4	8200	1	430	25

(\*) échelle de toxicité: (1) signifie pratiquement non toxique,  
(4) hautement toxique: DL50 en 24 heures inférieure à 0,1 mg/l

ETUDE MULTICRITERE  
RELATIVE AUX PROPRIETES DES HERBICIDES  
ARYLOXIACIDES

TABLEAU N°2

	QUANTITE en tonnes	TOXICITE DL 50 rat mg/kg	TOXICITE POISSON	SOLUBILITE dans l'eau mg/l à x°C	VOLATILITE tension de vapeur millibars à x°C			PERSISTANCE en semaines		
2,4 D	382	375	2	600	20	1	10	-7	20	6
2,4 DB	174	535	1	46	25	varie sel ou ester			6	
2,4 DP (dichloprop)	783	800	1	350	20	1	10	-7	20	
2,4 MCPA	664	700	1	825	25	peu volatil			4	
diclofop-methyl	81	570	3	50	22	3,4	10	-7	20	
L flampropisopropyl	46	3000	2	18	20	2,7	10	-6	20	faible
MCPP (mécoprop)	4576	930	1	620		1	10	-7	20	8

Persistence: durée pendant laquelle la substance ou la préparation est détectable dans le sol elle est donnée à titre indicatif car elle varie avec les conditions locales.

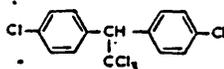
# Annexe J

## MONOGRAPHIE DE CERTAINES MATIERES ACTIVES

DDT et Lindane.....	j 2
Deltamethrine et endosulfan.....	j 3
Mecoprop (MCP) et 2,4 D.....	j 4
Atrazine et simazine.....	j 5
Neburon et isoproturon.....	j 6
Bifenox et dinoterbe.....	j 7
Mancozèbe et manèbe.....	j 8
Parathion éthyl, parathion méthyl.....	j 9

## Insecticide

## DDT



**Common name:** DDT (BSI)

**Chemical names:**

1,1,1-trichloro-2,2-bis(4-chlorophenyl)ethane (IUPAC)  
1,1'-4,2,2'-trichloroethyldenebis[4-chlorobenzene] (CA)  
*p,p'*-DDT  
dichlorodiphenyltrichloroethane  
1,1,1-trichloro-2,2-bis(*p*-chlorophenyl)ethane

**Trade names:** Gesapon (formerly); Gesarol (formerly); Neocid; Didimac; Dedetane.

**Molecular formula:** C<sub>14</sub>H<sub>9</sub>Cl<sub>5</sub>

**Molecular weight:** 354.51

**CAS Registry Number:** 50-29-3

**Manufacturers:** (various).

**Physical form:** Colourless crystals (technical: waxy solid).

**Melting point:** 108.5-109°C (pure).

**Boiling point:** 185-187°C at 0.07 mbar (with decomposition).

**Vapour pressure:** 1.7 x 10<sup>-7</sup> mbar at 20°C.

**Density:** 1.54.

**Stability:** Loses hydrogen chloride in solutions of alkalis and organic bases. Iron, aluminium and UV light promote the decomposition.

**Corrosiveness:** Under storage conditions, slightly corrosive to iron and aluminium.

**Solubility:** In water 1.2 x 10<sup>-3</sup> mg/l. In acetone 50, ether 27, ethanol 6, benzene 77, chloroform 31, cyclohexanone 100, dioxane 100, methanol 4, methylene chloride 85, trichloroethylene 72, xylene 60 (all in g/100 ml at 27°C).

**Analysis of products:** Conversion with a nitrating acid mixture into a polynitro compound which forms a blue-coloured complex in ethanolic potassium hydroxide. This can be determined colorimetrically (as in residue analysis below; see *Methodensammlung Ruckstandsanalytik*, 30).  
Elemental analysis: Calcd. 50.01% Cl.

**Analysis of residues:** Colorimetric determination after nitration and reaction with isopropylamine by the method of F. A. Gunther et al. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 1962, 45, 359-363. For gas-chromatographic determination with electron-capture detection see N. Ahmed (*ibid.* 1979, 62, 1150).

**Mode of action:** Persistent insecticide with contact and stomach action.

A118/Jun 84

## DDT

**Uses:** Control of cutworms (carrots, potatoes, ornamentals, strawberries, and sugar beet), chafer grubs (sugar beet, potatoes, ornamentals, and sports turf), and leatherjackets in cereals. Also mosquito vector control.

**Crop tolerance:** Good, in general (with the exception of cucurbits).

**Formulation types:** Emulsifiable concentrate; wettable powder; granules; dust; solution; aerosol.

**Mixed formulations:** (DDT +) lindane; endosulfan; malathion; methidathion; monocrotophos; phosalone.

**Compatibility with other products:** Good, in general.

**Toxicity to mammals:** Acute oral LD50 for rats ca. 250-300, mice 150-300, rabbits 300, dogs 500-750, sheep and goats > 1000 mg/kg. Acute dermal LD50 for rats 2510 mg/kg. Temporary accumulation in body fat and fat-containing tissue and excretion in the milk. Maximum acceptable concentration in work-place atmosphere over a 7-8-hours working period 1 mg/m<sup>3</sup>.

**Toxicity to fish:** Toxic to fish and to animals of fish diet.

**Toxicity to bees:** Less toxic to bees.

**Degradation and metabolism:** In warm-blooded animals and to some extent in insects, di-(*p*-chlorophenyl)dichloroethylene (DDE), di-(*p*-chlorophenyl)dichloroethane (DDD), *p,p'*-dichlorobenzophenone, 1,1,1-trichloro-2,2-di-(*p*-chlorophenyl)ethanol, and di-(*p*-chlorophenyl)acetic acid (DDA) are formed.

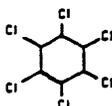
**Precautions:** Avoid skin contact with oil-containing solutions and inhalation of spray and aerosol mists and dusts.

**Antidotes and medical treatment:** No specific antidote known. Gastric and intestinal lavage, adsorption therapy (carbon, oatmeal gruel), symptomatic treatment.

**Additional information:** Technical DDT consists of ca. 30% *o,p* and ca. 70% *p,p* isomers.

## Insecticide

## lindane



**Common name:** lindane (ISO, for  $\gamma$  isomer minimum 99%)

**Chemical names:**

1 $\alpha$ ,2 $\alpha$ ,3 $\beta$ ,4 $\alpha$ ,5 $\alpha$ ,6 $\beta$ -hexachlorocyclohexane (IUPAC, CA)  
 $\gamma$ -1,2,3,4,5,6-hexachlorocyclohexane

**Other names:** gamma-HCH (ISO, BSI); gamma-BHC (ISO); HCH; BHC; benzene hexachloride.

**Trade names:** Gammaxane; Gammaxin; Inxist; Exagama; Gallogama; Lindafor; Lindgranox; Lindaterra; Lindamul.

**Molecular formula:** C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>Cl<sub>6</sub>

**Molecular weight:** 290.85

**CAS Registry Number:** 58-89-9

**Manufacturers:** ICI Plant Protection; Rhone-Poulenc; Boehringer; E. Merck.

**Physical form:** Colourless crystals.

**Melting point:** 112.5-113.5°C.

**Vapour pressure:** 1.2 x 10<sup>-9</sup> mbar at 20°C.

**Density:** 1.85

**Stability:** Extremely stable to light, air and acids. Sensitive to alkalis.

**Corrosiveness:** Corrosive to metals.

**Solubility:** In water at 20°C, 10 mg/l. In acetone 43.5%, methanol 7.4%, ethanol 8.4%, benzene 28.9%, toluene 27.6%, xylene 24.7%, ether 20.8%, petroleum ether 2.9%, ethyl acetate 35.7%, benzene 28.9%, chloroform 24.0%, carbon tetrachloride 6.7%, cyclohexanone 36.7%, dioxane 31.4%, acetic acid 12.8% (all at 20°C).

**Analysis of products:** For determination of the  $\gamma$ -isomer content in the a.i. by melting-point depression see *WHO Specifications for Pesticides*, Geneva 1967, 25-28, or *CIPAC-Handbook* 1970, I, 71-78. This also gives determination of the hydrolysable chlorine and analysis of mixtures with other insecticides and fungicides.  
Elemental analysis: Calcd. 73.14% Cl.

**Analysis of residues:** Extraction with methylene chloride, clean-up by column chromatography, dechlorination with zinc/glacial acetic acid, nitration, and colorimetric determination of the coloured complex with ethyl methyl ketone at 565 nm (*Methodensammlung Ruckstandsanalytik*, 70). For gas-chromatographic determination see J. Burke et al. (*J. Assoc. Off. Agr. Chem.* 1964, 47, 326, 845).

A247/Jun 84

## lindane

**Mode of action:** Stomach, respiratory, and contact action.

**Uses:** Foliar spray and soil application for insecticidal control of a broad spectrum of phytophagous and soil-dwelling insects, animal ectoparasites, and public-health pests. Used on ornamentals, fruit trees, nut trees, vegetables, tobacco, and timber. Used in baits and seed treatments for rodent control.

**Crop tolerance:** Good, in general (with the exception of some susceptible flower and ornamental crops).

**Formulation types:** Suspension concentrate; emulsifiable concentrate; smoke pellets; liquid seed treatment; wettable powder; granules; dust; flowable; aerosol; oil-based spray.  
Mixtures: Dry seed treatment.

**Mixed formulations:** (lindane +) many fungicides and other insecticides, e.g. carboxin, tecnazene, captan, organomercury compounds, diazinon, malathion, thiram, dimethoate and methoxychlor.

**Compatibility with other products:** Good, in general. Not miscible with alkaline preparations and formulating materials.

**Toxicity to mammals:** Acute oral LD50 for rats 88-125 mg/kg. Acute dermal LD50 for rats 900-1000 mg/kg. Young animals are especially sensitive. It has no injurious effects when fed to rats at 50 mg/kg diet for 2 years. No accumulation. Strong skin and eye irritant. Highly toxic by ingestion; moderately toxic by inhalation and dermal exposure.

**Toxicity to fish:** Toxic to fish and other aquatic life.

**Toxicity to bees:** Toxic to bees.

**Degradation and metabolism:** In insects, less-chlorinated, unsaturated metabolites, such as pentachlorocyclohexane (PCCH) are formed. In rats, as well as PCCH, 1,2,4-trichlorobenzene and isomeric trichlorophenols are found; they are excreted as the glucuronic acid derivatives. After feeding to warm-blooded animals, lindane is found in the milk, body fat, and kidney, but is subsequently excreted rapidly.

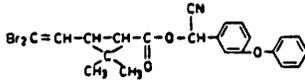
**Precautions:** Usual precautions. Avoid inhalation of dust and spray mists. Store away from food and feedstuffs.

**Antidotes and medical treatment:** No specific antidote known. Symptomatic treatment. Gastric lavage, adsorption therapy, acceleration of intestinal passage, barbiturates.

**Additional information:** Lindane is less stable than other chlorinated hydrocarbons and does not accumulate. It therefore does not constitute a particular danger to the environment.

## Insecticide

## deltamethrin



**Common name:** deltamethrin

**Chemical names:**  
 cyano[3-phenoxyphenyl]methyl 3-(2,2-dibromoethyl)-2,2-dimethyl-cyclopropanecarboxylate (CA)  
 $\alpha$ -cyano-*m*-phenoxybenzyl (1*R*,3*R*)-3-(2,2-dibromovinyl)-2,2-dimethyl-cyclopropan-1-carboxylate  
 (S)- $\alpha$ -cyano-3-phenoxybenzyl (1*R*)-*cis*-3-(2,2-dibromovinyl)-2,2-dimethyl-cyclopropanecarboxylate (IUPAC)

**Other names:** decamethrin (former).

**Trade names:** Decis; K-othrin; Butofin; Butox.

**Molecular formula:** C<sub>22</sub>H<sub>19</sub>Br<sub>2</sub>NO<sub>2</sub>

**Molecular weight:** 505.21

**CAS Registry Number:** 52918-63-5

**Manufacturers:** Roussel-Uclaf.

**Physical form:** Colourless, odourless crystals.

**Melting point:** 98-101°C.

**Boiling point:** Decomposes on distillation.

**Vapour pressure:** 2 × 10<sup>-9</sup> mbar at 25°C.

**Stability:** No degradation on storing for 6 months at 40°C. Extremely stable to atmospheric oxygen. Under UV irradiation and in sunlight, a *cis-trans* isomerization, splitting of the ester bond, and loss of bromine occur.

**Corrosiveness:** Non-corrosive to metals.

**Solubility:** In water, less than 0.1 mg/l. In kerosene and isoalkanes, less than 0.5, isopropanol 0.6, ethanol 1.5, xylene 25, methylene chloride 70 (all in g/100 g at 20°C).

**Analysis of products:** Determination by high-performance liquid chromatography (D. Mourot et al. *J. Chromatogr.* 1979, 173(2) 412-414; also C. Mainrad et al. *ibid.* 1979, 178(1), 140-144).  
 Elemental analysis: Calcd. 31.63% Br; 2.77% N.

**Analysis of residues:** Usual clean-up and gas-chromatographic determination with a glass column packed with 3% Dexsil on Varaport 30 (80-100 mesh), operated with temperature-programming from 120 to 130°C and electron-capture detection (L. O. Ruzo et al. *J. Agric. Food Chem.* 1977, 25, 1385-1394; determination of the photolytic metabolites is also given).

A122/Oct 83

## deltamethrin

See also R. Mestres et al. (*Trav. Soc. Pharm. Montpellier* 1978, 38(2), 183-191).

**Mode of action:** Pyrethroid insecticide with stomach and contact action.

**Uses:** Control of apple and pear suckers, plum fruit moth, caterpillars on brassicas, pea moth, aphids (apples, plums, hops), winter moth (apples and plums), codling and tortrix moths (apples). Control of aphids, mealy bugs, scale insects, and whitefly on glasshouse cucumbers, tomatoes, peppers, pot plants, and ornamentals.

**Crop tolerance:** No phytotoxicity known.

**Formulation types:** Emulsifiable concentrate; wettable powder; ULV; flowable.

**Compatibility with other products:** No incompatibility known with common insecticides and fungicides.

**Toxicity to mammals:** Acute oral LD50 for male rats 128, female rats 139 mg/kg. Acute dermal LD50 for rabbits >2000 mg/kg. No skin irritation, slight eye irritation. Dose without activity in rats over 90 days 10 mg/kg/day. No mutagenic or teratogenic effects (mouse, rat, rabbit).

**Toxicity to fish:** Strongly toxic to fish and animals of fish diet.

**Toxicity to bees:** Toxic to bees. Repellent effect.

**Degradation and metabolism:** About 10 days after use, there are no residues observed on plants. In soil, degradation occurs within 1-2 weeks. Elimination from the rat occurs within 2-4 days of administration. Metabolites are hydroxylated in the phenyl ring. After hydrolysis of the ester bond, the acid moiety is eliminated as the glucuronide and glycine conjugate.

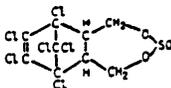
**Precautions:** Usual precautions. Keep away from food and feedstuffs and make inaccessible to children. Avoid contact with mouth, eyes, and skin. Do not use in the immediate vicinity of waters.

**Antidotes and medical treatment:** No specific antidote. Symptomatic treatment.

**Additional information:** Contains only one of eight possible isomers.

## Insecticide/Acaricide

## endosulfan



**Common name:** endosulfan (BSI, ISO, ANSI)

**Chemical names:**  
 1,4,5,6,7,7-hexachloro-8,9,10-trinorborn-5-en-2,3-ylenedimethyl sulphite (IUPAC)  
 6,7,8,9,10,10-hexachloro-1,5,5a,6,9,9a-hexahydro-6,9-methano-2,4,3-benzodioxathiepan 3-oxide (CA)

**Other names:** thiodan (USSR, Iran); benzoepin. ..

**Trade names:** Thiodan; Beosit; Cycloclan; Malix; Thimul; Thifor; Thionex; Chlorthiepin; Tiovel.

**Molecular formula:** C<sub>8</sub>H<sub>4</sub>Cl<sub>6</sub>O<sub>3</sub>S

**Molecular weight:** 406.96

**CAS Registry Number:** 115-29-7

**Manufacturers:** Hoechst; FMC; Velsicol; Makhteshim-Agan; I.Pi.Cl.

**Physical form:** Colourless crystals (technical 90-95%; yellow-brown).

**Melting point:** 108-109°C (pure  $\alpha$ -endosulfan, comprising approximately 80% of the isomeric mixture); 206-208°C (pure  $\beta$ -endosulfan, comprising approximately 20% of the isomeric mixture); 70-100°C (technical).

**Boiling point:** 106°C at 0.9 mbar (partial decomposition).

**Vapour pressure:** 1.2 × 10<sup>-2</sup> mbar at 80°C. Not determinable at room temperature.

**Density:** 1.745 at 20°C.

**Stability:** Slowly hydrolyzed in aqueous acids and bases.

**Corrosiveness:** Non-corrosive.

**Solubility:** Practically insoluble in water. Variable solubility in organic solvents: mostly readily soluble in, e.g. xylene 45%, chloroform 50%, ethanol 5%, mineral oils 15-25%.

**Analysis of products:** Alkaline hydrolysis with liberation of sodium sulphite, acidification, and titration of the sulphurous acid with iodine solution (Zweig, B, 509). For a summary on macro- and microanalytical procedures see H. Maierbode (*Residue Reviews* 1968, 22). For gas-chromatographic determination with thermal-conductivity detection see Zweig 1972, VI, 511-513.  
 Elemental analysis: Calcd. 52.58% Cl; 7.88% S.

**Analysis of residues:** Extraction with acetonitrile, transfer into hexane, column-chromatographic clean-up and determination by gas chromatography with

## endosulfan

electron-capture detection see *Methodensammlung Rueckstandsanalytik*, 50.

**Mode of action:** Stomach and contact action.

**Uses:** Insecticidal control of aphids, thrips, beetles, cutworms, bollworms, foliage-feeding larvae, mites, bugs, borers, whiteflies, slugs, and leafhoppers in citrus, deciduous, and small fruit, fibre crops, forage crops, oil crops, grains, coffee, tea, forestry, tobacco, and ornamentals. Controls termites and tsatse flies. Also used in rice and legumes.

**Crop tolerance:** Good, in general.

**Formulation types:** Emulsifiable concentrate; wettable powder; ULV; granules; dust.

**Mixed formulations:** (endosulfan +) binapacryl; DDT; dimethoate; malathion; methomyl; monocrotophos; pirimicarb; triazophos; fenopropr; parathion-methyl.

**Compatibility with other products:** Incompatible with alkaline preparations. Miscible with most fungicides.

**Toxicity to mammals:** Acute oral LD50 for rats between 40-50 and 110 mg/kg. Acute dermal LD50 for rabbits 360 mg/kg. In dogs fed 30 mg/kg daily diet for 12 months and in rats fed 30 mg/kg for 2 years, there is no substantial accumulation in tissues and no great excretion in the milk. Central nervous system stimulant.

**Toxicity to fish:** Extremely toxic to fish. LC50 in some species 0.001 mg/l. LC50 for trout fry 0.01 mg/l, mirror carp 0.011 mg/l (48 hours).

**Toxicity to bees:** Not toxic to bees.

**Degradation and metabolism:** In rats, endosulfan is excreted in the urine as  $\alpha$ -hydroxyendosulfan and endosulfandiol. In insects (locust), endosulfan sulphate,  $\alpha$ -hydroxyendosulfan ether, and  $\alpha$ -ketoendosulfan have been found as metabolites.

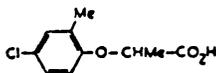
**Precautions:** Avoid contact with skin, eyes, and respiratory mucous membranes. In other respects, observe precautions commonly associated with chlorinated hydrocarbons.

**Antidotes and medical treatment:** No specific antidote. Symptomatic treatment. Short-acting barbiturates for alleviation of symptoms. Diazepam for convulsions. If ingested, induce vomiting, then administer magnesium sulphate.

A175/Oct 83

## Herbicide

## mecoprop



**Common name:** mecoprop (BSI, ISO, WSSA)

**Chemical names:**

±-2-(4-chloro-*o*-tolyl)oxypropionic acid (IUPAC)  
±-2-(4-chloro-2-methylphenoxy)propionic acid (CA)  
2-(4-chloro-2-methylphenoxy)propionic acid

**Other names:** MCPP (JMAF); CMPP.

**Trade names:** Iso-Cornox; Mecopex (potassium salt); Propal; Mepro; Methoxone; Kilprop.

**Molecular formula:** C<sub>10</sub>H<sub>11</sub>ClO<sub>2</sub>

**Molecular weight:** 214.65

**CAS Registry Number:** 7085-19-0

**Manufacturers:** FBC; BASF; Bayer; Akzo Zout; Diamond Shamrock; A. H. Marks; Rhone-Poulenc; Universal Crop Protection.

**Physical form:** Colourless crystals.

**Melting point:** 94-95°C.

**Vapour pressure:** Less than 10<sup>-7</sup> mbar at 20°C (acid); 1.3 x 10<sup>-4</sup> mbar at 20°C (butoxyethyl ester).

**Stability:** Stable up to 50°C for at least 2 years.

**Corrosiveness:** Solutions of the salts are non-corrosive to metals.

**Solubility:** In water 0.062 g/100 g. In acetone > 100, chloroform 33.9, ether > 100, ethanol > 100, ethyl acetate 82.5 (all in g/100 g). The alkali metal and amine salts are readily soluble in water.

Sodium salt: In water at 15°C, 46%.

Potassium salt: In water at 0°C, 79%.

Diethanolamine salt: In water at 20°C, 58%.

Dimethylamine salt: In water 68 g/100 ml.

**Analysis of products:** Determination of total chlorine after disintegration in a Parr bomb or after the Stepanov-process. Or titration of the acid which is extracted with ether, as described for 2,4-D (Zweig, V, 371-372, or Official Methods of Analysis AOAC, 10th edition, 1965, 55).  
Elemental analysis: Calcd. 16.51% Cl.

**Analysis of residues:** Extraction from acid media with ether, methylation of the acid with diazomethane, and determination by gas chromatography. Determination in the presence of other herbicidal phenoxycarboxylic acids is also described (F. Dubosq and M. Dedde Chim. Anal. (Paris) 1968, 60, 40-49).

A255/Jan 84

## mecoprop

**Mode of action:** Selective, systemic, hormone-type herbicide. Absorption via the leaves.

**Uses:** Selective post-emergence control of broad-leaf weeds, such as common chickweed, cleavers, red and white clovers, knotweed, plantain, ground ivy, and dandelion. Used on apples, pears, cereals, grass-seed crops, and turf.

**Formulation types:** Solution; emulsifiable concentrate.

Mixtures: Solution; suspension concentrate; emulsifiable concentrate.

**Mixed formulations:** (mecoprop +) many other herbicides, e.g. dichlorprop, dicamba, MCPA, ioxylin, bromoxynil, 2,4-D, isoproturon, and 2,3,6-TBA.

**Compatibility with other products:** Compatible with similar formulations of other herbicides.

**Toxicity to mammals:** Acute oral LD50 for rats 700-1500 mg/kg (acid), mice 650 mg/kg (sodium salt). Dietary feeding to rats at 50 ppm for 3 months produces no symptoms of illness. The highest tolerable dose for feeding over 10 days is 100 mg/kg (diethanolamine salt) for cattle and 175 mg/kg for sheep.

**Toxicity to fish:** Low toxicity to fish. Mean lethal concentration about 250 mg/l (24 and 48 hours).

**Toxicity to bees:** Not toxic to bees.

**Degradation and metabolites:** In soil and plants, degradation of the side-chain to 2-methyl-4-chlorophenol; ring hydroxylation (presumably at position 6), and ring opening. Duration of residual activity in soil 2 months (at 4 kg/ha).

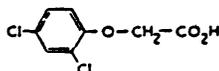
**Precautions:** Avoid contact with eyes, skin, and respiratory tract. When using, avoid drifting of spray mist. Keep away from food, feedstuffs and water. Wash after use.

**Antidotes and medical treatment:** No specific antidote known. Symptomatic treatment. Induce vomiting.

**Additional information:** Mecoprop is a mixture of two optically-active isomers (racemate), of which the dextrorotatory component is herbicidally active.

## Herbicide

## 2,4-D



**Common name:** 2,4-D (BSI, WSSA)

**Chemical names:**

(2,4-dichlorophenoxy)acetic acid (IUPAC, CA)

**Molecular formula:** C<sub>8</sub>H<sub>6</sub>Cl<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

**Molecular weight:** 221.04

**CAS Registry Number:** 94-75-7

**Manufacturers:** Union Carbide; ICI Plant Protection; BASF; Bayer; Akzo Zout; Dow; Diamond Shamrock; Rhone-Poulenc; Ugmica.

**Physical form:** Colourless crystals.

**Melting point:** 140.5°C (acid); 179-180°C (ammonium salt); 85-87°C (dimethylamine salt); 157-159°C (methylamine salt); 145-147°C (ethanolamine salt); 142-144°C (triethanolamine salt).

**Vapour pressure:** Less than 10<sup>-7</sup> mbar at 20°C.

**Density:** 1.565 at 30°C.

**Stability:** Stable up to 50°C for at least 2 years.

**Corrosiveness:** The acid is corrosive to metals.

**Solubility:** In water at 20°C, 0.06 g/100 g. In ethanol 125, diethyl ether 24.3, *n*-heptane 0.11, toluene 0.67, xylene 0.58 (all in g/100 g).  
Mono-*n*-butylamine salt: In water at 30°C, 1.8 g/100 g.  
Triethanolamine salt: In water at 30°C, 440 g/100 g.

**Analysis of products:** Titration of the 2,4-D acid extracted with ether (Zweig, V, 371-372 or Official Methods of Analysis AOAC, 10th edition, 1965, 55). Gas-chromatographic determination as the trimethylsilyl ester (Zweig 1972, VI, 630-635).  
Elemental analysis: Calcd. 32.08% Cl (acid).

**Analysis of residues:** Extraction with chloroform, clean-up, splitting with pyridine-hydrochloride to 2,4-dichlorophenol, which is determined spectrophotometrically at 515 nm (Zweig, IV, 97). Alternatively, cleavage with pyridine-hydrochloride to the phenol, bromination, etherification with diazomethane and gas-chromatographic determination (Methodensammlung Rückstandsanalytik, 27), or extraction with methanol, esterification with methanolic sulphuric acid, and determination by gas chromatography with electron-capture detection.

**Mode of action:** Selective herbicide, translocatable, with the properties of a growth-substance.

**Uses:** Post-emergence control of annual and perennial broad-leaf weeds in cereals, sugar cane, and grass-seed crops. Ester formulations are normally used

## 2,4-D

on turf, grassland and cereals. Also used on non-crop areas, including areas in or adjacent to water (in the latter case, only amine formulations should be used) and in forestry, nurseries, and plantations (control of heather and woody weeds).

**Crop tolerance:** It is essential to avoid spray drift. Vines, rape and beet are particularly susceptible. A large drop size should be used during application.

**Formulation types:** Solution; emulsifiable concentrate; ULV.

Mixtures: Wettable powder; solution; emulsifiable concentrate; spray; granules.

**Mixed formulations:** (2,4-D +) many other herbicides, e.g. aminotriazole, 2,4-DB, dichlorprop, MCPA, diuron, mecoprop, dalapon, ioxylin, and bromoxynil.

**Toxicity to mammals:** Acute oral LD50 for rats 375 mg/kg (sodium salt) 666-805 mg/kg; isopropyl ester, 700 mg/kg). Maximum tolerable concentration in room air for a 7-8 hour work period 10 mg/g<sup>3</sup>. Highest doses without effect in 2-year feeding experiments in rats and mice 625 and 500 mg/kg feed, respectively.

**Toxicity to fish:** Not toxic to fish. Average lethal concentration of sodium salt 1160 mg/l (24 hours) and of triethanolamine salt with 50% acid equivalent 250 mg/l (24 hours) and 210 mg/l (48 hours).

**Toxicity to bees:** Not toxic to bees.

**Degradation and metabolites:** In soil and plants, degradation of the side-chain, i.e. the acetic acid ester, with the formation of 2,4-dichlorophenol. Ring hydroxylation at position 6 and ring opening. Duration of residual activity in soil about 6 weeks (at 1 kg/ha).

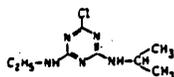
**Precautions:** Reaction with skin, eyes, and respiratory tract. Avoid continuous long-distance exposure to small amounts. Prevent drifting. Do not contaminate water.

**Antidotes and medical treatment:** No specific antidote known. Symptomatic treatment. Induce vomiting. Adsorptive therapy. Possibly diuresis. Liver protection therapy and control of heart and circulation are suggested.

A111/Jan 84

## Herbicide

## atrazine



**Common name:** atrazine (ANSI, BSI, WSSA, ISO)

**Chemical names:**

2-chloro-4-ethylamino-6-isopropylamino-1,3,5-triazine (IUPAC)  
6-chloro-N-ethyl-N'-1-methylethyl-1,3,5-triazine-2,4-diamine (CA)  
2-chloro-4-ethylamino-6-isopropylamino-s-triazine

**Trade names:** Gesaprim; Primatol; AAtrex; Atranax; Atred; Vectal.

**Molecular formula:** C<sub>8</sub>H<sub>14</sub>ClN<sub>3</sub>

**Molecular weight:** 215.69

**CAS Registry Number:** 1912-24-9

**Manufacturers:** Ciba-Geigy; FBC; Schering; Shell; Makhteshim-Agan; Farmplant (Montedison).

**Physical form:** Colourless crystals.

**Melting point:** 176°C.

**Vapour pressure:** 7.6 × 10<sup>-6</sup> mbar at 10°C; 4 × 10<sup>-7</sup> mbar at 20°C; 1.9 × 10<sup>-6</sup> mbar at 30°C; 3.1 × 10<sup>-6</sup> mbar at 50°C.

**Stability:** Stable in neutral, weakly acidic and weakly alkaline media. Hydrolyzed to the inactive hydroxy derivative in acids and bases at higher temperatures. Very stable over several years in storage.

**Corrosiveness:** Non-corrosive under normal application conditions.

**Solubility:** In water at 20°C, 33 mg/l. In diethyl ether 1.2%, methanol 1.8%, n-pentane 0.036%, chloroform 5.2%, ethyl acetate 2.8%, dimethyl sulphoxide 18.3% (all at 20°C).

**Analysis of products:** Cleavage of the chlorine atom by reaction with excess morpholine and potentiometric titration of one amino group with perchloric acid (E. Knuesli et al. *Anal. Methods Pestic. Plant Growth Regul.* 1964, 4, 213). For gas-chromatographic determination see Murphy et al. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 1971, 54, 697-699).

**Analysis of residues:** Thin-layer chromatographic and spectrophotometric determination (DFG, *Methodensammlung Ruckstandsanalytik* 1969, 1, 6). Gas-chromatographic determination (*Anal. Methods Pestic. Plant Growth Regul.* 1972, 8, 800). High-pressure liquid chromatographic determinations in water and soil are described in *Anal. Methods Pestic. Plant Growth Regul.* 1982, 12, 144. Spectrophotometric determination in plant material after extraction, column clean-up and conversion into hydroxytriazine (*Pestic. Anal. Manual II*, 180, 220). A multi-residue gas-chromatographic method for determination at the ng/l level in natural water is described

A023/Dec 88

## atrazine

by H. B. Lee et al. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 1983, 66, 651. Another multi-residue gas-chromatographic method for plant material is in DFG, *Methodensammlung Ruckstandsanalytik* 1974, 3, 7 and 1982, 6, 8.

**Mode of action:** Soil and leaf herbicide. Absorbed principally through the roots, but also through the foliage, with translocation acropetally in the xylem and accumulation in the apical meristems and leaves. Interferes with photosynthesis and other enzymic processes in the plant.

**Uses:** Pre- and post-emergence control of germinating weeds in maize, asparagus and sweet corn. Control of grass under young forest trees, fruit trees and vines; and annual weeds in raspberries and roses. Used at high application rates to control weeds non-selectively in non-cropped areas such as paths and driveways.

**Formulation types:** Granules; suspension concentrate; wettable powder; water-dispersible granules; liquid (solution); flowable.

**Mixtures:** Suspension concentrate; wettable powder; dust; spray; liquid.

**Mixed formulations:** (atrazine +) bentazone; bromofenoxim; bromoxynil; cyanazine; alachlor; aminotriazole; aminotriazole + 2,4-D; aminotriazole + simazine; dichlobenil; diuron; mecoprop + 2,4,5-T; metolachlor; pendimethalin; simazine; and many others.

**Compatibility with other products:** Compatible with most other pesticides and fertilizers at the normal application rates.

**Toxicity to mammals:** Acute oral LD50 for rats 3080, mice 1750, rabbits 600 mg/kg. Acute dermal LD50 for rabbits 7500 mg/kg. Inhalation LC50 for rats >710 mg/m<sup>3</sup> air (1 hour). Highest dietary dose without effect in rats 10 ppm, in dogs 150 ppm (2 years). Slight skin and eye irritant.

**Toxicity to birds:** Eight-day dietary LC50 for bobwhite quail 5760, mallard duck 19,650 ppm (80% wettable powder).

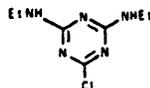
**Toxicity to fish:** LC50 for rainbow trout 8.8, carp 76, catfish 7.6, perch 16, guppy 4.3 mg/l (96 hours).

**Toxicity to bees:** Not toxic to bees.

**Degradation and metabolism:** In tolerant plants, metabolized readily to hydroxyatrazine and amino acid conjugates, with further decomposition of hydroxyatrazine by degradation of the side-chains and hydrolysis of the resulting amino groups on the ring, and some production of carbon dioxide. In sensitive plants, unaltered atrazine accumulates, leading to chlorosis and death. In soil, microbial degradation occurs, with a half-life of approximately 6-10 weeks. Duration of residual activity in soil 5-7 months (at 3 kg/ha). In mammals, atrazine is rapidly absorbed after oral administration. Within 24 hours, more than 50% is excreted mainly via the kidneys, and about one-third in the faeces. During passage, atrazine is completely metabolized, primarily by oxidative desalkylation of the amino groups and by reaction of the chlorine with endogenous thiol reagents.

## Herbicide

## simazine



**Common name:** simazine (ISO, BSI, ANSI, WSSA)

**Chemical names:**

2-chloro-4,6-bis(ethylamino)-1,3,5-triazine (IUPAC)  
6-chloro-N,N'-diethyl-1,3,5-triazine-2,4-diamine (CA)  
2-chloro-4,6-bis(ethylamino)-s-triazine

**Other names:** CAT (JMFA).

**Trade names:** Gesatop; Primatol S; Aquazine; Princip; Framed; Simanax; Simadex.

**Molecular formula:** C<sub>8</sub>H<sub>12</sub>ClN<sub>3</sub>

**Molecular weight:** 201.68

**CAS Registry Number:** 122-34-9

**Manufacturers:** Ciba-Geigy; FBC; CIFA; Makhteshim-Agan; Farmplant (Montedison); I.Pi.Cl.

**Physical form:** Colourless crystals (technical min. 97%).

**Melting point:** 225-227°C.

**Vapour pressure:** 8.1 × 10<sup>-6</sup> mbar at 20°C.

**Stability:** Stable in neutral, weakly acidic and weakly alkaline media. Hydrolyzed by stronger acids and bases.

**Corrosiveness:** Non-corrosive.

**Solubility:** In water at 20°C, 5 mg/l. In methanol 400, chloroform 900 (both in mg/l at 20°C). In diethyl ether 300, n-pentane 3 (both in mg/l at 25°C).

**Analysis of products:** Cleavage of the chlorine atom by reaction with morpholine and potentiometric titration of the chloride ion (Zweg, IV, 216). For gas-chromatographic determination with flame-ionization detection after extraction with dimethylformamide and with dioctyl phthalate as internal standard see A. H. Hofberg et al. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 1976, 59, 758-760.

**Elemental analysis:** Calcd. 34.73% N; 17.58% Cl.

**Analysis of residues:** Extraction with chloroform, acid hydrolysis, and spectrophotometric determination of the hydroxytriazine by measurement of the absorption at 240 nm. For other thin-layer and gas-chromatographic methods see *Methodensammlung Ruckstandsanalytik*, 101.

**Mode of action:** Absorption via the roots. Inhibits photosynthesis.

A369/Jan 84

## simazine

**Uses:** Herbicidal control of germinating broad-leaf and grass weeds in apples, pears, peaches, citrus, grapes, cherries, bush and cane fruit, nuts, broad and field beans, maize, sweet corn, asparagus, hops, rhubarb, strawberries, forest nurseries, trees, shrubs, roses, and ornamentals. Also used for total weed control on non-cropped land.

**Formulation types:** Granules; suspension concentrate; wettable powder; water-dispersible granules; flowable.

**Mixtures:** Suspension concentrate; wettable powder.

**Mixed formulations:** (simazine +) aminotriazole; 2,4-DES; metoxuron; trietazine; methazole; defenuron; dichlobenil; methoprotrolyne; paraquat; ametryn; secbumeton; aminotriazole + MCPA; diquat + paraquat; methoprotrolyne + mecoprop; propazine + atrazine + 2,4-D.

**Compatibility with other products:** Compatible with other powder herbicides.

**Toxicity to mammals:** Acute oral LD50 for rats, mice, and rabbits >5000 mg/kg. Acute dermal LD50 of 80% wettable powder for rabbits >10,200 mg/kg. In 2-year feeding experiments on rats and dogs, the highest doses without activity are 100 and 120 ppm respectively. Slight skin and eye irritation.

**Toxicity to birds:** Acute oral LD50 for hens and pigeons >5000 mg/kg.

**Toxicity to fish:** Low toxicity to fish. LC50 for rainbow trout 2-8, carp 180, goldfish >32 ppm (96 hours).

**Toxicity to bees:** Not toxic to bees.

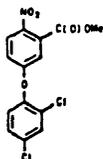
**Degradation and metabolism:** In plants and soil, hydrolysis of the chloro substituents to give 'hydroxysimazine', and desalkylation of the substituted amine groups, presumably followed by ring opening and degradation. Half-life in soil approximately 2-3 months at rates up to 22.4 kg/ha. Duration of residual activity in soil about 5-7 months (at 4 kg wettable powder/ha). Elimination of 65-97% within 24 hours in the metabolized form.

**Precautions:** Wash after use. Avoid contact with eyes and skin. Prevent drifting.

**Antidotes and medical treatment:** No specific antidote known. Symptomatic treatment.

## Herbicide

## bifenox



**Common name:** bifenox (BSI, ANSI, WSSA, proposed ISO)  
**Chemical names:**  
 methyl 5-(2,4-dichlorophenoxy)-2-nitrobenzoate (IUPAC, CA)  
**Trade names:** Modown.  
**Molecular formula:** C<sub>14</sub>H<sub>9</sub>Cl<sub>2</sub>NO<sub>3</sub>  
**Molecular weight:** 342.1  
**CAS Registry Number:** 42576-02-3  
**Manufacturers:** Rhone-Poulenc.  
**Physical form:** Yellow crystals with a slightly aromatic odour.  
**Melting point:** 84-89°C.  
**Vapour pressure:** 3.2 × 10<sup>-6</sup> mbar at 30°C.  
**Stability:** Relatively stable in UV light. Stable in slightly acidic or slightly alkaline media.  
**Corrosiveness:** Slightly corrosive to aluminium.  
**Solubility:** In water at 25°C, 35 mg/l. Moderately soluble in organic solvents, e.g. in acetone 40%, xylene 30%, chlorobenzene 40%, ethanol <5%. Very slightly soluble in petroleum (1%).  
**Analysis of products:** Gas-liquid chromatography with an internal standard.  
**Analysis of residues:** Gas-liquid chromatography using halogen-specific micro-coulometric detection.  
**Mode of action:** Soil and leaf herbicide. Photosynthesis inhibitor.  
**Uses:** Herbicidal control of annual broad-leaf weeds and meadow grasses pre-emergence in sorghum, soya beans, maize, and winter wheat, and post-emergence in rice and winter cereals.  
**Formulation types:** Suspension concentrate; wettable powder.  
**Mixtures:** Suspension concentrate.  
**Mixed formulations:** (bifenox +) mecoprop; linuron; chlortoluron; clopyralid + mecoprop; isoproturon + mecoprop; ioxyral + mecoprop; isoproturon + neburon.  
**Toxicity to mammals:** Technical product: Acute oral LD50 for rats > 6400, mice 4566 mg/kg. Acute dermal LD50 for rabbits > 20,000 mg/kg. Inhalation

A427/Jun 86

## bifenox

LC50 for rats > 200 mg/l. No irritation of skin or eyes. Feeding to dogs and rats at 500 ppm for 90 days or to dogs at 600 ppm for 2 years has no adverse effects on health. Non-mutagenic in mouse lymphoma assay and Ames test. Non-teratogenic when administered orally to rabbits at 12.5-25 and 50 mg/kg/day on days 6-19 of gestation or when administered orally to rats at 50-100 mg/kg/day on days 6-15 of gestation.

**Toxicity to birds:** LD50 for duck and pheasant > 5000 ppm (8 days).  
**Toxicity to fish:** LC50 for trout 0.87, bluegill 0.84 ppm (96 hours).

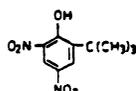
**Degradation and metabolites:** Half-life in soil 5-7 days. Small quantities of bifenox are bound by the roots of soya bean plants. Duration of activity in field 7-8 weeks. Degradation is mainly chemical and microbial. The two major metabolites are 5-(2',4'-dichlorophenoxy)-2-nitrobenzoic acid and methyl 5-(2,4-dichlorophenoxy)anthranilate. Residue levels are undetectable in soya beans, wheat, sorghum, sunflower, oats, rice, and barley following application of 4 times the normal amount.

**Precautions:** Keep away from waters, food, and feedstuffs. Avoid inhalation and skin and eye contact.

**Antidotes and medical treatment:** If contact with eyes occurs, wash with large quantities of water for at least 15 minutes and get medical help. If on skin, wash thoroughly with soap and hot water.

## Herbicide

## dinoterb



**Common name:** dinoterb (BSI, ISO-E)  
**Chemical names:**  
 2-tert-butyl-4,6-dinitrophenol (IUPAC)  
 2-(1,1-dimethylethyl)-4,6-dinitrophenol (CA)  
**Other names:** DNTBP; dinoterbe (ISO-F).  
**Trade names:** Herbolig.  
**Molecular formula:** C<sub>16</sub>H<sub>17</sub>N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>  
**Molecular weight:** 240.22  
**CAS Registry Number:** 1420-07-1  
**Manufacturers:** Rhone-Poulenc.  
**Physical form:** Pale yellow crystals with a phenol-like odour.  
**Melting point:** 125-126°C.  
**Vapour pressure:** 1.5 × 10<sup>-6</sup> mbar at 20°C.  
**Stability:** Stable in neutral, acidic and alkaline media.  
**Corrosiveness:** Corrosive to metals.  
**Solubility:** In water at 20°C and pH 5, 0.45 mg/l. In ethanol 10, cyclohexane 20, ethyl acetate 20 (all in g/100 g). Soluble (with the formation of salts) in aqueous alkalis.  
**Analysis of products:** As for dinoseb. Reduction of nitro groups to amino groups with titanium chloride solution and back-titration of the excess titanium chloride with ferric ammonium sulphate (Zweig, V, 387).  
**Elemental analysis:** Calcd. 11.66% N.  
**Analysis of residues:** Extraction (from soil) with ethanol, clean-up, transfer into hexane, methylation with diazomethane, and determination by gas chromatography with electron-capture detection (W. H. Dekker and H. A. Salling J. Agric. Food Chem. 1975, 23, 1013). See also *Methodensammlung Rückstandsanalytik*, 431.  
**Mode of action:** Contact action. Caustic agent.  
**Uses:** Herbicidal control of dicotyledonous weeds in spring cereals (except rye) and winter cereals, maize, Leguminosae, and cotton.  
**Formulation types:** Aqueous suspension; water-soluble concentrate.  
**Mixtures:** Suspension concentrate; emulsifiable concentrate; wettable powder.  
**Mixed formulations:** (dinoterb +) mecoprop; isoproturon; nitrofen.

A161/Jun 86

## dinoterb

**Compatibility with other products:** As far as is known, compatible with other preparations.

**Toxicity to mammals:** Acute oral LD50 for rats 26, mice 19.5, rabbits 28.3 mg/kg. Acute dermal LD50 for guinea pigs 150 mg/kg. Dinitrophenols are metabolic poisons.

**Toxicity to fish:** Toxic to fish (order of magnitude as for dinoseb).

**Toxicity to bees:** Toxic to bees.

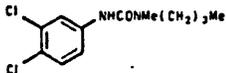
**Degradation and metabolites:** In rats given <sup>14</sup>C-labelled dinoterb, 98% of the radioactivity is excreted via the faeces and urine within 168 hours.

**Precautions:** Carefully protect the skin and respiratory tract against contact. Keep out of the reach of children and away from food and feedstuffs. Keep residues out of waters carrying fish.

**Antidotes and medical treatment:** As with all poisoning by dinitrophenol compounds, prompt medical treatment is necessary. Acidosis-, adsorption-, and symptomatic therapy.

## Herbicide

## neburon



**Common name:** neburon (ISO, BSI, ANSI, WSSA)

**Chemical names:**

1-butyl-3-(3,4-dichlorophenyl)-1-methylurea (IUPAC)

N-butyl-N'-(3,4-dichlorophenyl)-N-methylurea (CA)

**Other names:** neburea (South Africa).

**Trade names:** Kloben; Neburea; Granulax.

**Molecular formula:** C<sub>12</sub>H<sub>19</sub>Cl<sub>2</sub>N<sub>2</sub>O

**Molecular weight:** 275.18

**CAS Registry Number:** 555-37-3

**Manufacturers:** Du Pont; Rhone-Poulenc; Makhteshim-Agan; Crewe Chemicals; Staveley Chemicals.

**Physical form:** Colourless crystals.

**Melting point:** 101.5-103°C.

**Stability:** Very stable to moisture and atmospheric oxidation in neutral media. Hydrolyzed by acids and alkalis.

**Corrosiveness:** Non-corrosive.

**Solubility:** In water at 25°C, 5 mg/l. Slightly soluble in hydrocarbons.

**Analysis of products:** Acid hydrolysis followed by titration of the butylamine distilled off or determination of the 3,4-dichloroaniline by titration with perchloric acid (Zweig, IV, 158).  
Elemental analysis: Calcd. 25.77% Cl; 10.18% N.

**Analysis of residues:** Alkaline hydrolysis, distilling off the dichloroaniline, diazotization, coupling with N-(1-naphthyl)ethylenediamine, and spectrophotometric determination of the absorption at 560 nm (Zweig, IV, 162; gas-chromatographic determination is also given).

**Mode of action:** Absorbed through the roots. Inhibits photosynthesis.

**Uses:** Selective pre-emergence herbicidal control of annual weeds and grasses in nursery planting of certain woody ornamentals and in dichondra, garlic, lucerne, strawberries, and wheat.

**Formulation types:** Wettable powder.

**Mixed formulations:** (neburon +) isoproturon; nitrofen; pendimethalin.

**Compatibility with other products:** In general, good compatibility.

**Toxicity to mammals:** Acute oral LD50 for rats 11,000 mg/kg. A 15% suspension in dimethyl phthalate is a weak skin irritant.

**Toxicity to fish:** Mortality of four fish species, 90% at 0.8-0.9 mg/l (96 hours).

A296/Oct 83

## neburon

**Toxicity to bees:** Low toxicity to bees.

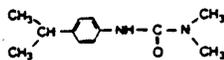
**Degradation and metabolism:** As with other phenylurea herbicides, dealkylation of the terminal nitrogen atom, ring hydroxylation, degradation to dichlorohydroxyaniline, presumably followed by ring opening. Duration of residual activity in soil 3-4 months (at 8 kg/ha).

**Precautions:** Avoid skin and eye contact. Prevent drifting.

**Antidotes and medical treatment:** No specific antidote known. Symptomatic treatment.

## Herbicide

## isoproturon



**Common name:** isoproturon (BSI, ISO)

**Chemical names:**

3-(4-isopropylphenyl)-1,1-dimethylurea (IUPAC)

N,N-dimethyl-N'-(4-(1-methylethyl)phenyl)urea (CA)

N-(4-isopropylphenyl)-N',N'-dimethylurea

**Trade names:** Arlon; Graminon; Toltan.

**Molecular formula:** C<sub>12</sub>H<sub>19</sub>N<sub>2</sub>O

**Molecular weight:** 206.29

**CAS Registry Number:** 34123-59-6

**Manufacturers:** Hoechst; Ciba-Geigy; Rhone-Poulenc; Crewe Chemicals.

**Physical form:** Colourless crystals.

**Melting point:** 151-153°C.

**Vapour pressure:** 3.15 x 10<sup>-4</sup> mbar at 77°C; 1.72 x 10<sup>-3</sup> mbar at 90°C.

**Density:** 1.16 at 20°C.

**Stability:** Very stable to light and to acids. Hydrolytically cleaved by strong alkalis on heating.

**Corrosiveness:** Non-corrosive.

**Solubility:** In water at 20°C, 70 mg/l. Readily soluble in common organic solvents, e.g. alcohols, ketones, esters, aromatic hydrocarbons, chlorinated hydrocarbons. In methanol 5.6%, dichloromethane 6.3%, benzene 0.5%, hexane ca. 0.01% (all at 20°C).

**Analysis of products:** Alkaline hydrolysis and titration of the 4-isopropylaniline distilled off with perchloric acid, as for monolinuron in Zweig, IV, 158. For liquid-chromatographic determination see J. H. A. Ruzicka and J. A. Sidwell (Med. Fac. Landbouw. Rijksuniv. Ghent 1976, 41, 1449).  
Elemental analysis: Calcd. 13.58% N.

**Analysis of residues:** Alkaline hydrolysis, steam distillation and extraction of the resulting 4-isopropylaniline, back-extraction with acid, diazotization, coupling with N-(1-naphthyl)ethylenediamine dihydrochloride, clean-up by chromatography and colorimetric determination at 560 nm (Hoechst). For gas-chromatographic determination of the 4-isopropylaniline after derivatization see G. Voss (Methodensammlung Ruckstandsanalytik, S6).

**Mode of action:** Selective pre- and post-emergence herbicide, absorbed via the roots and leaves.

**Uses:** Pre- and post-emergence control of blackgrass, silky bent grass, wild oats, annual meadow grass and many broad-leaf weeds in winter wheat, spring and winter barley, and winter rye.

A238/Oct 83

## isoproturon

**Formulation types:** Suspension concentrate; wettable powder; flowable; dispersion.

Mixtures: Suspension concentrate; granules.

**Mixed formulations:** (isoproturon +) dinoterb; neburon; mecoprop; tri-allate; bromoxynil + ioxyml; bentazone + dichlorprop; ioxyml + mecoprop.

**Compatibility with other products:** As far as is known, wide compatibility with other herbicides.

**Toxicity to mammals:** Acute oral LD50 for female rats 2417, male rats 1826 mg/kg. Dermal LD50 for rats >2000 mg/kg. Dose without effect on feeding to rats for 90 days 400 mg/kg body wt. Inhalation LC50 for female rats >0.87 mg/l air (4 hours).

**Toxicity to fish:** LC50 (96 hours) for *Carassius auratus* 100, *Labistes reticulatus* 90 mg technical product/ml.

**Toxicity to bees:** Not toxic to bees.

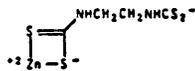
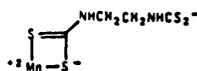
**Degradation and metabolism:** Enzymic and microbial demethylation at the nitrogen; hydrolysis of the phenylurea to 4-isopropylaniline. After oral administration, 50% is eliminated within the first 8 hours, predominantly in the urine.

**Precautions:** Usual precautions. Keep out of the reach of children and away from food and feedstuffs. Prevent drifting.

**Antidotes and medical treatment:** No specific antidote known. Symptomatic treatment.

## Fungicide

## mancozeb



**Common name:** mancozeb (BSI, ISO-E)

**Chemical names:**

[[1,2-ethanedithiolbis(carbamodithioato)](2-)]manganese mixture with [[1,2-ethanedithiolbis(carbamodithioato)](2-)]zinc (CA) manganese-zinc ethylenebis(dithiocarbamate)

**Other names:** manzeb (JMAF); mancozebe (ISO-F).

**Trade names:** Dithane ultra; Dithane M-46; Manzate 200; Nemispor; Penncozeb.

**CAS Registry Number:** 8018-01-7

**Manufacturers:** Rohm and Haas; Farmoplant (Montedison); Akzo Chemie; Du Pont; Pennwalt Holland.

**Physical form:** Greyish-yellow powder.

**Melting point:** Decomposes, without melting, at 192-194°C.

**Vapour pressure:** Less than  $10^{-6}$  mbar at 20°C.

**Flash point:** ca. 138°C.

**Stability:** Stable under normal, dry storage conditions. Slowly decomposed by heat and moisture. Unstable in acidic media.

**Corrosiveness:** Non-corrosive in the dry state.

**Solubility:** Very slightly soluble in water. Insoluble in common organic solvents.

**Analysis of products:** Decomposition with acid and determination of the liberated carbon disulphide as xanthate. Same method as for other fungicidal dithiocarbamates (FAO Plant Prot. Bull. 1968, 14, 31-34, 63-64).

**Analysis of residues:** Cleavage of the carbon disulphide with sulphuric acid as above, distillation and determination colorimetrically as the copper *N,N*-bis(2-hydroxyethyl)dithiocarbamate complex at 420-435 nm (Methodensammlung Ruckstandsanalytik, 116). For gas-chromatographic determination of the carbon disulphide see Zweig, VI, 581-583 and *ibid.* 1980, XI, 203-206.

**Mode of action:** Protectant leaf-fungicide.

**Uses:** Control of a broad range of plant diseases, including potato blight, leaf spot, scab (apple, pear), and rust (rose). Used on apples, cereals, cotton, flax, hops, lettuce, maize, peanuts, pears, potatoes, safflowers, small fruits, sorghum, ornamentals, vines, tobacco, mushrooms, and in forestry. Also used as a seed treatment. Secondary control of spider mites on fruit and vines.

**Crop tolerance:** Non-phytotoxic, when used as directed.

A251/Jun 88

## mancozeb

**Formulation types:** Wettable powder; dustable powder; suspension concentrate.

**Mixtures:** Wettable powder.

**Mixed formulations:** (mancozeb +) metalaxyl; cymoxanil; maneb; carbendazim; captan; aluminum phosphethyl; zineb; copper oxychloride; sulphur; dinocap; folpet; thiophanate-methyl; and many others.

**Compatibility with other products:** Good compatibility with most powder-formulated plant-protection products.

**Toxicity to mammals:** Acute oral LD50 for rats 5000 mg/kg. Acute dermal LD50 for rats >10,000 mg/kg. Repeated skin contact can result in irritation.

**Toxicity to fish:** Toxic to fish.

**Toxicity to bees:** Not toxic to bees.

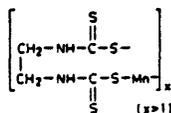
**Degradation and metabolism:** The major metabolite in plants is ethylene thiourea; also formed are ethylene thiuram monosulphide and presumably also ethylene thiuram disulphide and sulphur.

**Precautions:** Avoid contact with the skin, eyes, and respiratory tract mucous membranes, as well as long-term exposure to small quantities. Keep away from flames and sparks, as well as from food, feedstuffs and water.

**Antidotes and medical treatment:** No specific antidote known. Symptomatic treatment. If swallowed, induce vomiting, apply stomach lavage, administer saline laxatives, provide circulatory support, etc.

## Fungicide

## maneb



**Common name:** maneb (ISO, BSI)

**Chemical names:**

manganese ethylenebis(dithiocarbamate) (IUPAC)  
[[1,2-ethanedithiolbis(carbamodithioato)](2-)]manganese (CA)

**Trade names:** Manzate; Trimangol; Dithane M-22; Nespore; Manesan.

**Molecular formula:** C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>MnN<sub>2</sub>S<sub>4</sub>

**Molecular weight:** 266.29

**CAS Registry Number:** 12427-38-2

**Manufacturers:** Du Pont; Rohm and Haas; Farmoplant (Montedison); BASF; Rhone-Poulenc; Akzo Chemie; Universal Crop Protection; Procidia (Roussel Uclaf); Pennwalt Holland.

**Physical form:** Yellow amorphous powder.

**Melting point:** Decomposes on heating, without melting.

**Vapour pressure:** Less than  $10^{-7}$  mbar at 20°C.

**Stability:** Loses activity under the prolonged influences of air, heat and moisture. Decomposed on heating over 135°C, to give flammable products. Decomposed also in acidic media.

**Solubility:** Barely soluble in water. Almost insoluble in organic solvents. Soluble in chelating agents with the formation of complexes, e.g. the sodium salt of ethylenediaminetetraacetic acid.

**Analysis of products:** Decomposition in boiling, dilute sulphuric acid, and determination of the liberated carbon disulphide as xanthate by titration with iodine solution (Zweig, III, 711). For an FAO method, almost the same, see FAO Plant Prot. Bull. 1968, 14, 31-34.  
**Elemental analysis:** Calcd. 10.56% N; 48.35% S; 20.70% Mn.

**Analysis of residues:** Reaction with alcoholic potassium hydroxide and determination of the xanthate formed photometrically at 302 nm. For gas-chromatographic determination of the carbon disulphide see Zweig, VI, 581-583 and *ibid.* 1980, XI, 203-206.

**Mode of action:** Leaf-fungicide.

**Uses:** As spray, dust, or seed treatment for control of blight on potato and tomato, leaf mould on tomato, black spot on rose, and many other diseases of field crops, fruit, and vegetables. Also used as a turf fungicide.

A252/Oct 83

## maneb

**Crop tolerance:** Some varieties of apple, morello cherry and pumpkin are susceptible.

**Formulation types:** Wettable powder; flowable suspension.  
**Mixtures:** Wettable powder; dry seed dressing.

**Mixed formulations:** (maneb +) zinc oxide; carbendazim; lindane; tridemorph; fenitro acetate; zineb; mancozeb; captan; chlorothalonil; thiophanate-methyl; cymoxanil; metalaxyl; carbendazim + tridemorph; carbendazim + sulphur.

**Compatibility with other products:** Good compatibility with most powder-formulated plant-protection products.

**Toxicity to mammals:** Acute oral LD50 for rats and guinea pigs 7500 mg/kg. Feeding to rats at 250 mg/kg diet for 2 years has no injurious effect on health. Acute dermal LD50 for rats >5000 mg/kg. Can cause irritation of eyes, nose, and throat.

**Toxicity to fish:** Toxic to fish.

**Toxicity to bees:** Not toxic to bees.

**Degradation and metabolism:** The principal metabolites in plants is ethylene thiourea, which is further metabolized rapidly. Ethylene thiuram monosulphide and presumably also ethylene thiuram disulphide and sulphur are formed.

**Precautions:** Avoid action on the skin, eyes, and respiratory-tract mucous membranes as well as long-term exposure to small quantities. Keep away from flames and sparks, as well as from food, feedstuffs, and water.

**Antidotes and medical treatment:** No specific antidote known. Symptomatic treatment. After swallowing, induce vomiting, wash out the stomach administer saline laxatives, provide circulatory support, etc.