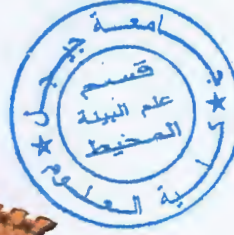


République Algérienne démocratique et populaire
Ministère de l'enseignement supérieur
Et de la recherche scientifique

Université de Jijel
Faculté des sciences
Département d'écologie végétale
& environnement

جامعة جيجل
كلية العلوم
قسم البيئة النباتية والمحيط



67.17/08



Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme des études supérieures
en biologie (D.E.S)

Option : Biophysiology végétale

Thème :

Comportement et devenir des pesticides dans le sol

Jury :

Président : M^r Roula. S
Examineur : M^{elle} Khaled khodja. S
Encadreur : M^r Krika. A

Présenté par :

Bousdar Zina
Boudjedir Nadia

Session : juin 2008.

Remerciements

*Avant toute chose, nous remercions dieu tout puissant
de avoir aidé et éclairé le chemin pour
la réalisation de ce travail.*

*Nous remercions notre encadreur MR Krika. A pour
Ses conseils et
Son aide tout au long de notre travail.*

*Nous exprimons notre remerciement au membres de jury
MR Roula. S et MELLE KHALED KHODJA.S qu'ils ont
bien accepte de juger notre travail.*

*Nous remercions nos professeurs de
tronc commun ou de spécialité
a tous leurs assistances et encouragements et éducations.*

*Nous remercions toute personne qui nous a aidé
de prés ou de loin pour terminer notre travail de fin d'étude.*

Merci a tous.

Liste des figures

Figure 01.	Schéma général montrant la place centrale du sol dans les problèmes D'environnement.....	04
Figure 02.	Les constituants organiques des sols.....	06
Figure 03.	Formule chimiques de quelques fongicides et herbicides (a) et insecticides (b).....	09
Figure 04.	Devenir des pesticides dans l'environnement.....	18
Figure 05.	Voies de dégradation du méthylparathion en milieu aqueux.....	22

Liste des tableaux

Tableau 1.	Classification des pesticides selon leur mode d'action.....	13
-------------------	---	----

Sommaire

Introduction.....	01
-------------------	----

Chapitre I. Le sol

1-1-Définition.....	03
1-2-Le sol, milieu a trois phases	04
1-3-Caractéristiques générales des phases du sol	04
1-3-1-La phase solide du sol	04
1-3-2-La phase liquide du sol.....	04
1-3-3-La phase gazeuse du sol	05
1-4-Les constituants du sol	05
1-4-1-Les constituants inorganiques	05
1-4-2-Les constituants organiques.....	05
1-5-Les types du sol.....	07
1-5-1-Sol sableux.....	07
1-5-2-Sol limoneux	08
1-5-3-Sol argileux.....	08

ChapitreII. Généralités sur les pesticides

1-pesticides.....	09
1-1-Généralités.....	09
1-2-Histoire des pesticides	10
1-3-Classification des pesticides.....	10
1-3-1-Classification chimique.....	10
1-3-1-1-Les pesticides inorganiques.....	11
1-3-1-2-Les pesticides organo-métalliques.....	11
1-3-1-3-Les pesticides organiques	11
1-3-2-Classification biologique.....	11
1-3-3-Classification selon l'usage.....	12
1-3-4-Classification selon leur mode d'action.....	13
1-4- Les formulations commerciales.....	15
1-5-Toxicité des pesticides	16
1-6-Réglementation.....	17

ChapitreIII. Devenir des pesticides dans le sol

1-Devenir des pesticides dans l'environnement.....	18
1-1-Contamination.....	19
1-2-Dégradation.....	19
1-2-1-La dégradation biotique.....	19
1-2-2-La dégradation abiotique.....	21
1-2-3-La photo décomposition.....	21
1-2-4-Oxydation.....	21
1-2-5-L'hydrolyse.....	22
1-3-Les mécanismes de fixation et de transfert.....	23
1-3-1-Volatilisation et transport atmosphérique.....	23

1-3-2-Transport et adsorption par les sols.....	24
1-3-2-1-Le transport dans les sols.....	24
1-3-2-2-Adsorption des pesticides par le sol.....	25
Conclusion.....	26
Références bibliographiques.....	27

Introduction

INTRODUCTION

Il existe un grand nombre d'organismes vivants nuisibles aux végétaux, aux animaux mais aussi à l'égard de l'homme et des bâtiments d'élevage et d'habitation. Beaucoup d'activités sont confrontées à ces organismes mais les activités agricoles sont probablement parmi les plus exposées et donc demandeuses de moyens de prévention et de lutte. Ces moyens sont très variés et vont des mesures prophylactiques aux traitements chimiques généralisés en passant par des interventions mécaniques, des interventions biologiques et à des traitements chimiques localisés (Séverin, 2002). Des substances chimiques sont utilisées, ce sont les pesticides. Leur composition et leur structures sont très variées, de sorte que leurs propriétés physiques, chimiques et biologiques le sont aussi, ce qui explique leurs multiples usages, leurs dangers, ainsi que les difficultés rencontrées pour décrire et prévoir leur devenir dans les sols. Ceux qui concernent la protection des plantes sont nombreux et constituent la plus grande partie des pesticides qui, dans ce cas sont désignés par l'expression « produits phytosanitaires ». Leur utilisation présente deux volets aux conséquences totalement opposées. Le premier concerne la nécessaire réduction des dégâts causés aux cultures par des organismes nuisibles animaux et végétaux dont les conséquences économiques peuvent parfois être très importantes pour une exploitation agricole, une région ou un pays. A cette fin, les pesticides sont souvent un moyen efficace d'intervention permettant de sauver des récoltes et donc de préserver les revenus de l'agriculture ou tout simplement d'éviter d'insuffisantes productions d'aliments et de fibres. Le deuxième volet concerne la pollution de l'air, des eaux, des aliments et des sols. Il est nécessaire que les problématiques soulevées par les pollutions potentielles soit très soigneusement étudiée pour les limiter voire les supprimer complètement. Les produits phytosanitaires, comme la plupart des pesticides, d'une façon générale, sont apportés dans les différents compartiments de l'environnement ou ils se dispersent et se dégradent plus ou moins complètement et plus ou moins rapidement. Quand ces apports concernent de grandes surfaces. Il peut résulter une pollution que l'on qualifie de pollution diffuse ; au contraire, quand il on lieu sur de petite surface, on parle de pollution localisée. Cependant, quelles que soient les modalités de leur introduction dans l'environnement, une grande partie des pesticides transite par le sol ou il sont apportés directement par les traitement ou indirectement par l'eau et les retombés atmosphériques. Cela explique que les conditions de leur utilisation et les conséquences qui en résultent dépendent beaucoup de leur devenir dans le sol. Ce devenir est un processus global faisant intervenir des phénomènes physiques, chimiques et biologiques. Sa connaissance est indispensable à la

maîtrise de leur utilisation, d'une bonne efficacité des traitements et aussi à la prévision et à la limitation de leur dispersion dans l'environnement. (**Calvet et al, 2005**).

Le présent travail s'articule sur trois chapitres : le premier chapitre est ce lui du sol, ses propriétés physiques ainsi que ses différents constituants. Le deuxième c'est historiques de ces derniers, leur classification ainsi la toxicité de ces éléments ainsi que les différents types de pesticides. Le troisième et le dernier chapitre était consacrés au devenir de ses substances dans le sol, ainsi leur dégradation.

Le travail sera clôturé par une conclusion générale.

Chapitre I

1-Le sol

1-1-Définition

Le sol est un milieu vivant très structuré (**Gobat et al, 1998**). La vie du sol est liée aux échanges entre le monde minéral, organique et vivant. Le sol est un milieu poreux constitué d'un ensemble de 5 fractions différentes : les minéraux solides, la matière organique, la fraction vivante, la phase gazeuse, et la phase liquide (**Morel, 1989**). Des transferts de matière et d'énergie ont lieu en permanence, non seulement entre ces divers compartiments, mais aussi entre chacun d'eux et le milieu extérieur : échanges gazeux, échanges de température, chutes de pluie, évaporation, drainage, apports de résidus animaux et végétaux... Ainsi, Le sol est, par son fonctionnement et son organisation, un véritable système écologique dynamique (**Lavelle, 1987**). Il est le milieu commun à l'ensemble des écosystèmes terrestres (forestiers, prairiaux, agricoles...) et participe activement à leur fonctionnement.

Dans un sol qui fonctionne correctement, les échanges sont abondants et aisés. Les problèmes actuels concernant l'utilisation des sols (pollutions diverses, perte de structure, érosion, désertification...) traduisent le plus souvent des dysfonctionnements du système dans son intégralité et leur résolution nécessite de ce fait une approche écologique. (**O'Neill et al. 1986**) considèrent que le bon fonctionnement d'un écosystème est caractérisé par l'intégrité des cycles des éléments et des flux d'énergie, par sa stabilité, et par la résilience des perturbations ou des stress. Les relations intimes que le sol crée avec les écosystèmes terrestres lui confèrent une grande importance dans la régulation des processus écologiques. Il est donc logique de considérer la "santé des sols" (soil health) comme une division essentielle de la "santé des écosystèmes" (ecosystem health) (**Rapport et al. 1997 ; Van Bruggen et Semenov, 1999**). La **Figure (01)** schématise la position du sol dans l'écosystème terrestre et son rôle dans les problèmes d'environnement.

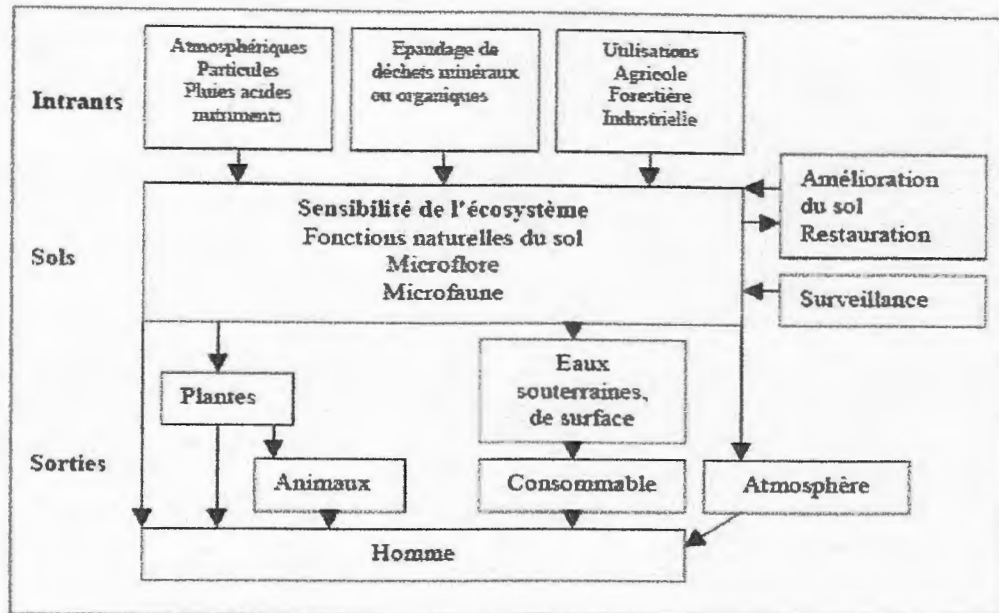


Figure (01) : schéma général montrant la place centrale du sol dans les problèmes D'environnement (Mathieu, 1996).

1-2-Le sol, milieu a trois phase

Les sols sont des milieux poreux .Ils sont constitués de trois phases ,solide,liquide et gazeuse dont les proportions sont variable en fonction ,notamment,de l'état hydrique des sols contraintes mécaniques qu'ils subissent .Toutefois ,le volume et la masse de la phase solide le sont beaucoup moins comparée aux deux autres phases .La phase solide occupe 40 à 70% du volume totale du sol ,la partie restante l'étant par les phases fluides .Cette proportion dépend à sa masse volumique apparente(Calvet, 2003).

1-3-Caractéristiques générales des phases du sol

1-3-1-la phase solide du sol

Elle est constituée par des minéraux et des matières organiques en proportions variables .On pourrait considérer que les organismes vivants du sol font partie de la phase solide puisqu'ils ne sont ni gazeux ni liquides (Calvet, 2003).

1-3-2-La phase liquide du sol

La phase liquide du sol n'est pas de l'eau pure mais est une solution dont la composition est complexe et très variable .On la désigne souvent par l'expression « solution du sol » .Elle

contient de très nombreuses substances dissoutes organiques et inorganiques, ionisées et non ionisées dont la nature et la concentration dépendent de plusieurs phénomènes (**Calvet, 2003**).

1-3-3-la phase gazeuse du sol

La phase gazeuse du sol est encore appelée l'atmosphère du sol. Elle dépend principalement de deux facteurs, la proximité de l'atmosphère, c'est-à-dire la profondeur dans le sol et l'activité biologique. L'air du sol contient en général les mêmes substances que l'air atmosphérique mais sa composition peut être très différente en raison, en particulier, de l'activité biologique (**Calvet, 2003**).

1-4-Les constituants du sol

1-4-1-Les constituants inorganiques

Les constituants inorganiques de la phase solide des sols sont des minéraux ; ils sont nombreux et leur nature dépend à la fois des roches sur lesquelles les sols se sont formés et des conditions de cette formation. Ils constituent l'essentiel de la masse de la majorité des sols, c'est à dire environ 90 à 99%, à l'exception des sols très organiques comme la tourbe.

Leur composition peut être dictée de trois manières différentes selon les caractéristiques utilisés :

- ✦ Les teneurs en éléments chimiques donnent la composition élémentaire;
- ✦ La nature et les teneurs en minéraux permettent définir la composition «Les proportions et les dimensions de particules minérales servent à définir la composition granulométrique.
- ✦ La troisième est très largement utilisée surtout dans les applications relatives aux sols et notamment en agronomie. Néanmoins, la composition minéralogique est souvent indispensable à la description et à la compréhension des processus pédologiques. (**Calvet, 2003**).

1-4-2-Les constituants organiques

Il existe plusieurs catégories de constituants organiques (**Oades, 1988 ; McCarty et al, 1990 ; Stevenon, 1994 ; Baldock et Nelson, 2000**) ; elles sont indiquées dans la figure (02).

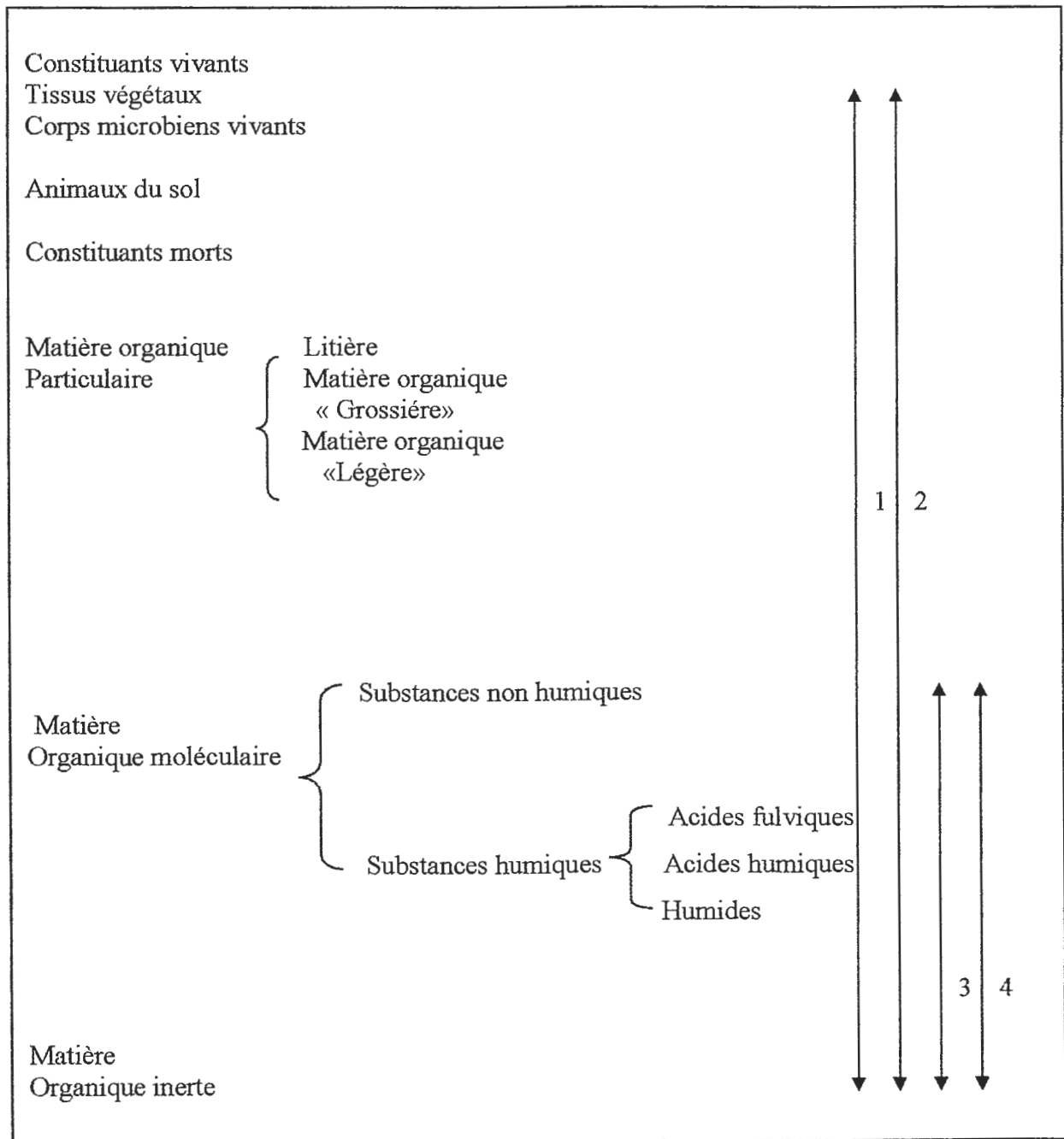


Figure (02) : les constituants organiques des sols (Mathieu, 1996).

1. Constituants vivants
2. Constituants morts
3. Matière organique moléculaire
4. Matière organique inerte

Une première distinction importante repose sur le caractère vivant ou non des constituants.

Constituant vivants ; ce sont :

- ↓ Les tissus végétaux, principalement les tissus vivants des plantes mais certains auteurs incluent également dans cette catégorie les tissus des végétaux morts restant debout à la surface du sol (arbres morts encore dressés).
- ↓ Les animaux du sol comprenant la microfaune, la mésofaune et la macrofaune.
- ↓ La biomasse microbienne qui correspond, quand à elle, à la microflore vivante du sol, c'est-à-dire les bactéries, les champignons, les actinomycètes et les algues.

«Constituant non vivants» :

Ils se répartissent en deux catégories d'importance très inégale selon leur stabilité dans les sols. L'une, dont la masse est la plus grande, comprend des constituants susceptibles de subir des transformations et d'être dégradés plus ou moins rapidement ; ce sont les matières organiques particulières. Dans l'autre, dont la masse est très souvent négligeable dans les sols, on trouve des constituants inertes (charbon de bois, graphitique) qui ne se transforment pas, et donc, n'évoluent pas.

Une deuxième distinction est faite pour la première catégorie. Elle repose sur l'existence d'une part, de structures cellulaires reconnaissables et d'autre part, molécules individualisées (**Calvet, 2003**).

1 5- les types du sol

La texture du sol fait référence à la taille et à la proportion des particules minérales qui le composent. Plus spécifiquement, elle réfère à la proportion de sable, de limon et d'argile contenus dans le sol.

Selon le pourcentage de chaque fraction minérale, il est possible de regrouper les sols en trois groupes : sols sableux, sols limoneux, sols argileux. Chacun de ces groupes possède des caractéristiques qui lui sont propres (**Montreal, 2004**).

1-5-1– Sol sableux

Les sols sableux sont principalement constitués de sables grossiers, ces sols se travaillent bien et se réchauffent rapidement au printemps.

Ils sont généralement pauvre en éléments nutritifs et ont tendance à être acide Ils ont une faible capacité d'échange anionique et cationique (**Montréal, 2004**).

Les particules d'un sol sableux sont relativement espacées, ce qui permet à l'eau de s'écouler rapidement. Les substances dissoutes dans l'eau qui s'infiltré pénètrent vite dans les profondeurs du sol et éventuellement dans les eaux souterraines.

Certaines activités agricoles comme le mélange des pesticides, le rinçage des cuves et l'entreposage du fumier, des engrais et des combustibles, peuvent être particulièrement dangereuses sur un sol sableux (**Gobat, 1998**).

1-5-2-Sol limoneux

Les sols limoneux sont surtout formés de sables fins et de limons. On dit de ces sols qu'ils sont «battants». C'est-à-dire qu'ils ont tendances à former une croûte en surface sous l'effet des pluies et des arrosages, ce qui le rend imperméables à l'eau et à l'air. Ils se colmatent aussi très facilement, ce qui a pour effet d'asphyxier les racines des végétaux et les organismes vivant du sol (**Montréal, 2004**).

1-5-3-Sol argileux

Les sols argileux contiennent plus de 25% d'argile. Sont généralement des sols riches qui retient bien l'eau et les éléments nutritifs, ils sont toutefois mal aérés, mal drainés et ils ont tendance à être alcalins. De plus, ils sont difficiles à travailler, ils se réchauffent longtement (**Montréal, 2004**).

Chapitre II

1-Les pesticides

1-1-Généralités

Le pesticide vient du mot anglais Pest qui signifie animal ou plante nuisible à la culture. Les pesticides ou produits phytosanitaires sont l'ensemble de substances chimiques, qui par leur effet peuvent détruire de façon totale ou partielle des espèces du milieu naturel. Ces substances chimiques sont diverses :

- minérales comme le soufre, le sulfate de cuivre (bouillie bordelaise) ;
- organiques naturelles comme la pyréthrine ;
- organiques de synthèses comme les organochlorés, les organophosphorés, les organométalliques, les tri azines, les dérivées de l'urée, les carbamates, etc....

Actuellement le nombre de ces composés est considérable pour cela les producteurs et utilisateurs les classent à partir de leur cible biologique (figure 03):

- les insecticides contre les insectes ;
- les herbicides contre les mauvaises herbes ;
- les fongicides contre les champignons ;
- les acaricides contre les acariens ;
- les nématicides contre nématodes, vers, etc. ;
- les rodenticides contre les rongeurs ;
- les molluscucides contre les mollusques ;
- les bactéricides contre les bactéries.

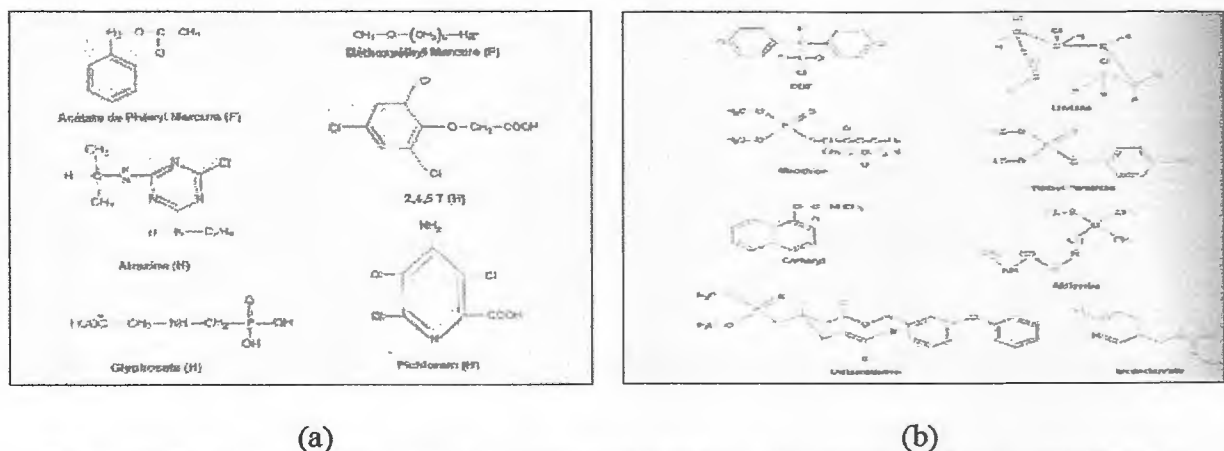


Figure (03) : Formule chimiques de quelques fongicides et herbicides (a) et insecticides (b).
(Calvet et al, 2005)

1-2. Histoire des pesticides

La lutte contre les organismes nuisible aux cultures a certainement été de tous temps une préoccupation de l'agriculture .Pendant longtemps, l'essentiel des moyens étai de nature physique : ramassage des larves, des œufs, des insectes adultes, destruction des plantes malades par le feu, désherbage manuel puis mécanique. (Calvet et al, 2005).

On date de 1930 les débuts de première utilisation des produits phytosanitaires.

C'est effet à cette époque qu'on a découvrir les propriétés insecticides des thiocynates d'alkyle et les propriétés antifongiques et l'anilides Salycilique (1931) et des dithiocarbamates (1934), famille qui représentait encore récemment un plus important tonnages des fongicides utilisés en agriculture.

En 1939, Muller découvre en Suisse les propriétés insecticides du DDT, ce dernier a donné le marché des insecticides plusieurs décennies presque jusqu'à son interaction en 1972.

La période 1950-1955 voit le développement aux Etats-Unis des herbicides de la famille des urées substituées tels que le Diuron et le Linuron.

Les fongicides de la famille des Benzimidazole et celle des Pyrimidine datent de 1966.

Les fongicides organiques développés durant cette période sont nombreux et appartiennent à divers familles chimiques l'exemple hétérocyclique (Calvet et al, 2005).

1-3-Classification des pesticides

Il existe trois façon de classer les pesticides : par leurs usages, par les organismes vivants visés et par leur caractéristiques chimiques.

1-3-1-Classification chimique

Il existe trois catégories de pesticides :

1-3-1-1- Les pesticides inorganiques

Ils sont peu nombreux mais certains sont utilisés en très grandes quantités comme le soufre et le cuivre. Ce sont aussi des pesticides très anciens dont l'emploi est apparu bien avant les débuts de la chimie organique de synthèse. Il n'existe plus d'insecticides inorganiques et un seul herbicide total, le chlorate de sodium. L'essentiel des pesticides inorganiques sont des fongicides à base de soufre et de cuivre sous diverses formes dont une des plus utilisées est la bouillie bordelaise ($\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot x\text{CaSO}_4$) employée pour traiter la vigne, les arbres fruitiers, la pomme de terre et de nombreuses cultures maraîchères (Calvet et al, 2005).

1-3-1-2-les pesticides organo-métalliques

Ce sont des fongicides dont la molécule est constituée par un complexe métallique tel que le zinc et le manganèse et d'un anion organique dithiocarbamates. Des exemples de ces pesticides sont le mancozèbe (avec le zinc) et le manèbe (avec le manganèse). (Calvet et al, 2005).

1-3-1-3-Les pesticides organiques

Il sont très nombreux et appartiennent à diverses familles chimiques. On appelle famille chimique, ou classe chimique selon le pesticides (Manual, 1995), l'ensemble des molécules dérivées d'un groupe d'atomes qui constituent une structure de base. Il existe actuellement plus de 80 familles ou classes chimiques. On peut distinguer trois catégories de familles chimiques : celles qui sont basées sur un groupe principal d'atome, celles qui reposent sur l'arrangement cyclique ou aliphatique des atomes et celles qui sont caractérisées par des atomes particuliers ou des groupes secondaires d'atomes (Calvet et al, 2005).

1-3-2-Classification biologique

Selon les organismes vivants visés, on distingue plusieurs catégories de pesticides dont les principales sont les insecticides-acaricides, les fongicides et les herbicides. La classification selon l'activité biologique et la classification selon les caractéristiques chimiques se recoupent évidemment.

Il n'est pas possible d'établir de règles générales de correspondance entre la nature chimique des pesticides et leur activité biologique, mais on peut faire quelques remarques intéressantes pour une grande partie d'entre eux :

- ✚ les acides, les chloracétanilides, les nitriles, les urées substituées, les uraciles et les ammoniums quaternaires sont des herbicides.
- ✚ les dérivés organophosphorés sont pour la plupart, des insecticides mais certains sont des fongicides.
- ✚ les pyréthrinoides sont des insecticides.
- ✚ des familles comme les 1, 3,5-triazines et les thiocarbamates comprennent surtout des herbicides mais aussi quelques fongicides.
- ✚ les carbamates constituent famille polyvalente puisqu'on y trouve aussi bien des herbicides que des fongicides ou des insecticides.
- ✚ les azoles sont des fongicides (Calvet et al, 2005).

1-3-3-Classification selon l'usage

Les pesticides sont utilisés dans plusieurs domaines d'activités pour lutter contre des organismes vivants nuisibles, d'où des usages différents.

Il existe six catégories de pesticides classés selon leurs usages, c'est à dire, selon la destination des traitements :

- ✚ les cultures ; ce sont les pesticides utilisée en agriculture pour maintenir un bon état sanitaire des sols et des végétaux .Ils sont les plus nombreux ,principalement des insecticides acaricides ,des fongicides et des herbicides .
- ✚ les bâtiment d'élevage ; il s'agit surtout d'insecticides et de bactéricides.
- ✚ les bocal de stockage des produits végétaux ; ce sont des insecticides et des fongicides.
- ✚ les zones non agricole ; il s'agit principalement d'herpétiques utilisés pour désherber les voies de circulation routiers et ferrées, les aires d'aéroport les aires indisciplines.
- ✚ les bâtiment d'habitation ; ce sont des insecticides, des redevanciers, des bactéricide set des fongicides.
- ✚ l'homme et les animaux ; il s'agit d'insecticides et de fongicides utilisés pour l'hygiène humaine et vétérinaire (Calvet et al, 2005).

1-3-4- Classification selon leur mode d'action (Calvet et al, 2005).

Herbicides		
	Mode d'action	Famille chimique
herbicides affectant la photosynthèse proprement dite	Herbicides agissant par blocage de la protéine D1 du photosystème II	Amides, carbamates benzothiadiazone pyndazinone hydroxybenzonnitriles 1, 3,5-triazines urées substituées
	inhibiteurs de la photosynthèse par détournement d'électrons a la sortis de photosystème I	bipyridiniums (ammoniums quaternaires)
Herbicides inhibiteurs de la synthèse des lipides	Inhibiteurs de l'enzyme ACCase	acide arylphénxy-propioniques
	Inhibition des élongases et des enzymes conduisant aux gibbérellines	acétamides, oxyacétamines chlraacétanilides
Herbicides inhibiteurs de la division cellulaires à la métaphase	Herbicides bloquant la formation des microtubules du fuseau achromatique par absence de la formation de la tubuline	benzamides 2,6-dinitromilines
Herbicides dérégulant Le pH des différents compartiment cellulaire		hydroxybenzonnitriles
Herbicides perturbant la croissance	Inhibiteurs du transport auxinique et inversion du géotropisme	acides phtaliques
	Inhibiteurs de la synthèse de la cellulose De la paroi pecto-cellulsique	acide quinolène carbxyliques benzamides benzonnitriles

Fongicides		
Mode d'action		Famille chimique
Fongicides affectant les processus respiratoires	Multi-site	cuivre, soufre dérivée de benzène dithiocarbamates chlorométhyl- mercaptans guanidines quinones hétérocycles azotés quinoléines triazines
	Action sur la chaîne respiratoire, inhibition du complexe II	amines, amides
	Action sur la chaîne respiratoire, inhibition du complexe III	Hétérocycles azotés Oxazolinediones strobilurines
Fongicides agissant sur les microtébiles	Combinaison avec la tubuline	carbamates (phénylcarbamates) Hytérocyclesazotés (benzidiazles)
Fongicides stimulateurs de défenses naturelles		Hétérocycles soufrés (benzthiadiazles)
Fongicides affectant des biosynthèses	Inhibition de biosynthèse des stérols du groupe I	Amines, amides, azoles, pyridines, pyrimidines Hétérocycles azotés
	Inhibition de biosynthèse des stérols du groupe II	Amines, amides Hétérocycles azotés Morpholines, pipéridines
	Effet sur la biosynthèse de l'ARN, Inhibition de l'ARN polymérase	Amines, amides
	Effet sur la biosynthèse de l'ARN, Inhibition de l'adinosine désaminase	Hétérocycles azotés (hydroxy- pyrimidines)

Insecticides-acarides		
Mode d'action		Famille chimique
Pesticides agissant sur le système nerveux	Action sur la synapse agissant et les neurimédiateurs	Avermectines Carbamates organophosphorés
	Action sur la transmission axonale	carbinols pyréthrinoides
	Action inhibitrice sur la prise de nourriture	Pyridine-azméthrine
Pesticides agissant sur la respiration	Inhibition du transport des électrons dans la mitochondrie	Roténone Phénoxy-pyrazoles Pyrazole-carboxamides Pyridazinone Quinazolines amidiohydrazone
	Inhibition sur la phosphorylation oxydative	Dérivés stanniques Sulfones et sulfonates

1-4- Les formulations commerciales

Les molécules biocides (matières actives) sont très rarement employées à l'état pur pour des raisons de sécurité principalement (Giry, 1998), mais elles le sont sous formes diluées dans des préparations liquides ou sèches. Les différents produits entrant dans ces compositions, sont des adjuvants de formulation. Les adjuvants (tensioactifs, mouillants, huiles, etc.) ont pour rôle d'optimiser l'activité biocide de la matière active, de réduire les pertes par lessivage (épaississant, moussant, solvant,...), de faciliter la manipulation (antimoussants, émulsionnants, dispersants, colorants ...) (Fournier, 1988). La matière active formulée mise en vente sur le marché s'appelle une spécialité commerciale. Les caractéristiques des molécules qui entrent dans la composition d'une formulation sont :

- agents tensioactifs anioniques : ce sont des molécules comportant un groupement hydrophile chargé négativement. On retrouve parmi ces molécules des carboxylates d'acides gras, des sulfonates et des sulfates ;
- agents tensioactifs cationiques : ce sont des molécules comportant un groupement hydrophile chargé positivement. On rencontre parmi ces molécules principalement des sels d'ammonium quaternaire et de pyridinium ;
- agents neutres ces molécules contiennent des fonctions polaires, esters, alcools, phénols ou amides ;
- agents amphotères, ce sont des molécules aux propriétés acido-basiques selon les conditions du milieu dans lequel elles se trouvent.

La formulation de la matière active peut lui conférer des comportements très différents de celle de la matière active prise à part, ainsi **Sanderson et al, (1997)** notaient une différence importante entre le comportement du propanil seul et du propanil dans différentes formulations. **Adhya et al, (1981a)** notaient la stabilité constatée du méthylparathion et d'autres organophosphorés dans leur formulation commerciale lors de l'épandage sur les sols.

De cette formulation dépendra le comportement dans l'environnement mais aussi la toxicité de la matière active.

1-5- Toxicité des pesticides

L'utilisation des pesticides et la contamination qu'ils peuvent engendrer ne sont pas sans conséquence. En effet l'exposition aux produits phytosanitaires peut occasionner deux types de dangers sur la santé de la victime ; effets aigus à court terme ou des effets chroniques (**Gupta, 2004**). Les effets aigus sont connus sous le nom d'intoxication et leurs conséquences

Sont le plus souvent immédiates alors que les effets chroniques se développent sur une période plus longue et peuvent persister longtemps après le fait. Ces effets peuvent résulter soit d'une exposition à long terme ou répétée à un pesticide à faible dose, soit une dose plus conséquente pendant un court laps de temps. Dans les deux cas les conséquences sont malheureuses ou même désastreuses pour la victime. Les conséquences les plus redoutables pour les produits phytosanitaires sont leurs potentialités cancérigènes à long terme en grande partie. Les métabolites des pesticides peuvent être plus dangereux que la matière active elle-même. La synergie des matières actives ou de la matière active dans sa formulation et certaines

composantes du milieu récepteur, peut avoir des effets néfastes sur la vie humaine et l'environnement ; c'est pourquoi une réglementation tenant compte de la durée de séjour du pesticide dans le milieu naturel s'impose.

1-6- Réglementation

La réglementation des micros- polluants sous-entend une concentration limite au-delà de laquelle le sol ou l'eau est considéré comme pollué donc non conforme à l'usage en question dans son état actuel. En France, le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement préconise le Logiciel SeQ-Eau comme mode de quantification de la qualité des eaux de superficielles et souterraines. Les eaux sont classées en trois groupes définis selon leur réponse aux critères déjà établis auparavant. Le traitement préconisé qu'il soit physique et/ou chimique est déterminé en fonction de la qualité de l'eau et de la fin à laquelle elle sera destinée. Le décret numéro 2001-1220 du 22 décembre 2001 relatif aux eaux destinées à la consommation humaine à l'exception des eaux minérales naturelles impose la concentration limite supérieure de $0,1 \mu\text{g.L}^{-1}$ pour chaque pesticide et ses métabolites et $0,5 \mu\text{g.L}^{-1}$ pour l'ensemble de pesticides et dérivés.

La réglementation française fixe la limite d'utilisation des pesticides par l'hectare du sol en fonction de son état et interdit l'usage de ceux qui sont jugés dangereux. Elle se conforme à la réglementation européenne comme d'ailleurs tous les autres pays de l'Union.

En Amérique EPA (Agence de Protection de Environnement) fixe aussi ses limites admises. On peut être tenté de penser que toutes les réglementations adoptées par l'ensemble de ces pays sont plus des principes de précaution pour mieux éviter une catastrophe en les comparant avec les normes guides de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) qui sont moins exigeantes en terme de concentration limite admise pour tous les polluants. On notera que les normes OMS sont basées sur des études toxicologiques des polluants.

Le problème de l'Afrique et particulièrement de la Mauritanie n'est pas de mettre en place telles concentrations limites mais c'est de pouvoir quantifier la limite souhaitée. Il est clair que les normes de L'OMS restent les limites au-delà desquelles la santé humaine est menacée mais faut-il le savoir car la sonnette d'alarme de la pollution est incontestablement la perte de vie humaine. Il est évident que les eaux de surface aujourd'hui ne peuvent être prises comme eau de boisson que si elles sont traitées et/ou soumises à un contrôle rigoureux à cause de leur vulnérabilité et leur exposition à différents types de pollution du milieu naturel dans sa globalité.

Chapitre III

1-Devenir des pesticides dans l'environnement

Dès lors que les pesticides sont introduits dans l'environnement, ils subissent une multitude d'actions qui peuvent être d'ordre physique, chimique, biologique ou physicochimique (Calvet *et al*, (1980), Cornejo et Jamet., (2000)) (figure 04).

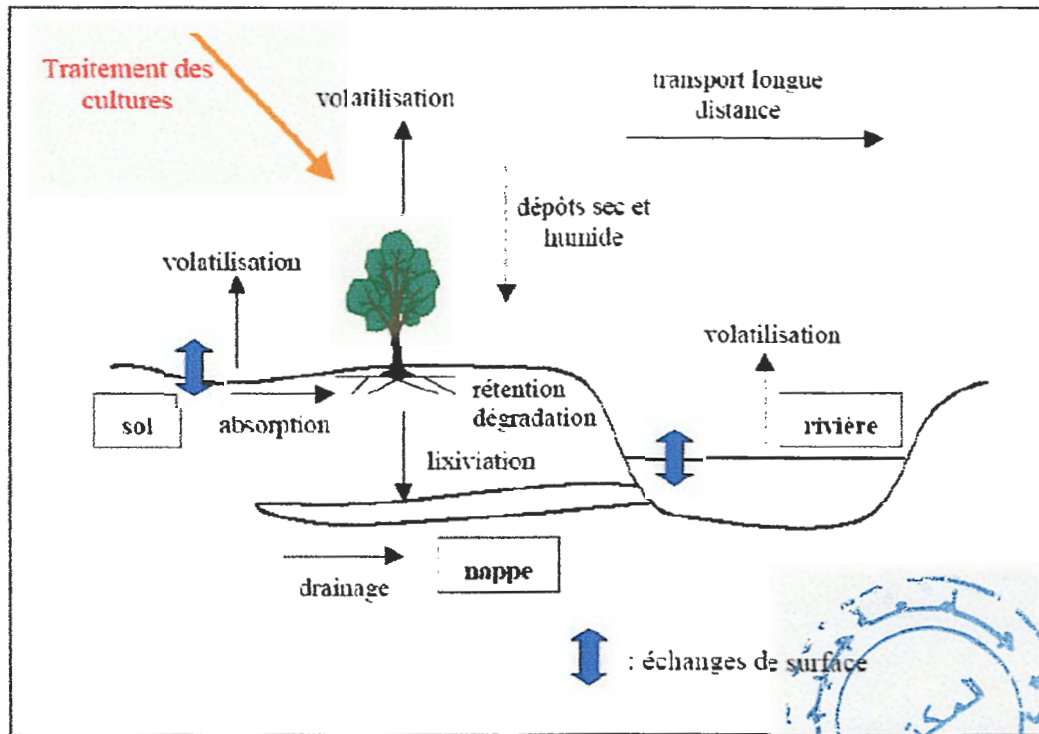


Figure (04). Devenir des pesticides dans l'environnement

L'étude du comportement des produits phytosanitaires dans l'environnement concerne leurs mouvements (mobilité et dispersion) mais aussi leurs vitesses de dégradation qui rend compte de leur persistance dans le sol ou l'eau. Cette durée de persistance est déterminée en calculant la durée de demi-vie ($DT_{1/2}$ ou DT_{50}) qui représente la période au bout de laquelle 50% de la quantité initiale du produit ont disparu. Les travaux menés sur la dégradation des molécules pesticides ont pour buts :

- de déterminer la persistance de ces molécules dans l'environnement ;
- d'identifier les métabolites (sous-produits de la molécule mère) et d'en évaluer leur toxicité sur l'environnement donc l'impact de cette contamination.

1-1-Contamination

La contamination par les pesticides résulte de leurs utilisations dans divers usages de la vie. L'agriculture reste de loin le plus grand pollueur par les pesticides surtout dans les pays développés : épandage sur les cultures (**Cerejeira et al, 2001**). L'usage domestique de certaines formulations expose une frange plus importante des populations sédentarisées (**Cann et al, 2002**). Au Sahel la lutte anti-acridienne et contre les sauterelles, constitue la deuxième source de pollution par les pesticides car d'importantes quantités sont utilisées sur l'ensemble des pays ; les récentes invasions des criquets pèlerins en 2004 dans toute l'Afrique du Nord en témoignent. De plus en plus des luttes aériennes sont organisées mais l'efficacité de cette utilisation laisse à désirer surtout dans le cas où les produits seraient épandus sous conditions climatiques rudes qui rendraient capables de beaucoup de transformations ultérieures.

1-2-Dégradation

La dégradation des pesticides résulte de l'action du milieu naturel sur la matière active de la formulation chimique.

1-2-1-La dégradation biotique

Les produits phytosanitaires se trouvent parfois éparpillés dans la nature par différents modes d'épandage. Par la suite, ils seront exposés aux actions des composants du milieu naturel. La dégradation biotique résulte de l'action des microorganismes contenus dans le sol. La grande partie des pesticides est dégradée au niveau du sol par voie microbienne. Le sol offre de grandes potentialités en matières de diversité génotypiques et phénotypiques des populations microbiennes capables de dégrader des molécules xénobiotiques. La dégradation d'une molécule peut résulter de l'action, à des moments différents, de plusieurs souches microbiennes (**Mallick et al; 1999**). La dégradation du 3,4-dichloropropionanilide en 3,4 dichloroaniline sur les sols est attribuée aux micro-organismes du sol selon **Tixier et al, (2000)**. En effet la couche arable d'un sol cultivé à l'équilibre peut contenir de 1 à 2 tonnes de microorganismes vivants par hectare. Cette microflore survit grâce à la matière organique du sol mais aussi aux autres matières organiques entrant dans ce même sol avant ou après action du milieu sur elles. Ces microorganismes peuvent libérer des protéines enzymatiques qui agissent sur les pesticides dans des proportions moins importantes.

Les études menées par **Bichat et al. (1999)** démontrent qu'avec un certain rapport C/N des microorganismes sont capables de se servir de l'azote des groupes aminés puis directement de

l'hétérocycle. La dégradation du propanil en 3,4-dichloroaniline et l'acide propanoïque sur le sol, a été étudiée par **Correa et Steen (1995)**. Cette étude révèle que la dégradation du pesticide est attribuée en grandes parties aux microorganismes du sol et indique d'autre part, la condensation du dérivé de l'aniline et la transformation ultérieure de l'acide en dioxyde de carbone. **Perera et al, (1999)** notaient la dégradation du propanil dans les eaux et sols au Sri-lanka mais ils ont constaté qu'il s'accumulait dans une plante de la région. La dichloroaniline (DCA) se dégrade aussi sur les sols sous l'effet des micro-organismes, ainsi **Goody et al. (2002)** ont suivi la dégradation et le transport du diuron et son métabolite la DCA sur un sol calcaire et la formation de la DCA et sa dégradation ultérieure, ont été établies. **Dejonghe et al, (2002)** ont extrait une bactérie de trois sols différents capable de dégrader la 3-chloroaniline et la 3,4- DCA. **Adhya et al, (1981b)** ont montré la décomposition du méthylparathion en aminométhylparathion sous influence des sols acides contenant du soufre. Par contre, **Holm et al, (1983)** rapportaient que la composition du sol n'a pas de fait sur la transformation du méthylparathion et que cette dégradation est due principalement à la population microbienne.

Dans les systèmes aérobies, l'hydrolyse biologique est la plus ancienne forme de dégradation citée par **Bourquin et al, (1979)**. **Lassiter et al, (1986)** notaient la décomposition du méthylparathion sous l'effet des micro-organismes planctoniques en métabolites dont le paranitrophénol. **David et al, (2000)** notaient que le méthylparathion subissait une désulfuration et déarylation. **Yu-Huan et al, (2004)** déclaraient avoir extrait et caractérisé l'enzyme fongique qui est responsable de l'hydrolyse de certains organophosphorés dont le méthylparathion, le parathion et le paraoxon. **Kam et al, (1999)** ont montré la dégradation du Paranitrophénol sous l'influence d'enzymes. Il est important de remarquer que l'action des microorganismes sur les pesticides reste en étroite compétition avec des constituants de la matière organique, ainsi **Wander et al, (2002)** ont montré que l'hydrolyse du méthylparathion par une bactérie a été sensiblement affectée par l'ajout du 2-isopropyl-6-méthyl-4-pyrimidino qui est une source de carbone et d'azote pour cette bactérie. **Mellick (2004)** notait que la bactérie *balusttinum de flavobactérie* qui a été isolée des sols agricoles en Inde Méridionale utilisait le méthylparathion comme source de carbone. Le paranitrophénol est retenu par les acides humiques mais sa dégradation n'est pas signalée selon **Yu-Hui Yang et Koopae (1999)**.

L'impact des plantes sur la dégradation des pesticides reste mal étudié de nos jours (**Piutti et al, 1999**). A l'intérieur de la plante les produits phytosanitaires peuvent être dégradés sous

l'action d'enzymes ou de réactions simples. Cependant la persistance de certaines molécules dans des plantes peut être observée, en effet **Francisco et al, (1999)** soulignaient la persistance du méthylparathion et parathion dans des plantes. La dégradation du propanil dans les plantes a été étudiée par **Lamoureux et Frear (1979)** qui notaient la présence de la dichloroaniline et de certains de ses complexes avec des constituants organiques des plantes parmi les métabolites du propanil. La présence de la végétation favorise l'infiltration des pesticides ; ainsi **Souiller (2000)** estimait que la perte des pesticides par infiltration pouvait atteindre jusqu'à 99% si la zone traitée était herbacée.

Les conditions du sol (pH, température, ensoleillement, aération et humidité) peuvent influencer les mécanismes de biodégradation des pesticides. La même dégradation peut se produire dans l'eau sous l'action des organismes qui y vivent.

1-2-2-La dégradation abiotique

Elle s'effectue sur le sol sous l'effet des rayons solaires (réactions photochimiques) ou dans le sol par des réactions chimiques sous les effets des matières organiques ou d'argiles.

1-2-3-La photo décomposition

Elle se produit sous l'effet des rayons ultraviolets de longueurs d'ondes comprises entre 100 et 450 nm entre le visible et les rayons X. Les réactions photochimiques englobent différents types de réactions telles que des oxydations, des hydroxylations, des polymérisations, des déchlorinations, etc ... Les réactions se produisent soit directement par l'excitation de la molécule, soit par l'intermédiaire d'un autre composé susceptible lui-même d'être excité facilement. **Holm et al, (1983)** estimaient les pertes du méthylparathion par photolyse à 7%. **Konstantinou et al, (2001b)** ont étudié la dégradation photocatalytique du propanil et le molinate dans une suspension aqueuse d'oxyde de titane TiO_2 et ont pu identifier tous les intermédiaires réactionnels.

1-2-4- Oxydation

Elle est généralement utilisée pour éliminer les résidus des pesticides dans les eaux. **Sauvegrain (1980)** notait que le méthylparathion semblait être oxydé par l'ozone et le chlore. Beaucoup de travaux traitent de l'oxydation des produits phytosanitaires et proposent de plus en plus des modèles de dissipation des produits phytosanitaires, ainsi **Armbrust (2000)** utilisait le Logiciel EXAMS pour prédire le comportement des pesticides dans le milieu

aquatique en prenant en compte l'influence des radicaux hydroxyles mais aussi des sédiments et les conditions physico- chimiques comme le pH du milieu. D'autres modèles sont proposés pour l'oxydation de certains pesticides par de **Laat et Gallard., (2000)**, **Guo et al., (2000)**, et **Takagi et Watanabe, (2000)**.

1-2-5-L'hydrolyse

Elle concerne la transformation du pesticide (composé soluble dans l'eau) sous l'influence de l'eau. La dégradation du méthylparathion semble être affectée par le pH et la salinité du milieu, ainsi **Badawy et El-Dib, (1984)** concluaient que la disparition du méthylparathion est plus rapide en milieu basique qu'en milieu acide. **Noblet et al., (1996)** mettaient en évidence l'hydrolyse abiotique du méthylparathion avec d'autres organophosphorés et des tris azines. L'influence de la température et du pH est mise en exergue dans cette étude. L'hydrolyse du propanil a été étudiée par **Hsu et Bartha (1976)** qui notaient la formation de plusieurs métabolites dont la dichloroaniline, la 3-chloroaniline et la propanamide. Les différentes transformations du méthyle parathion sont regroupées dans la figure (05). Elles indiquent la formation des métabolites primaires du méthylparathion mais aussi les transformations ultérieures de ses métabolites.

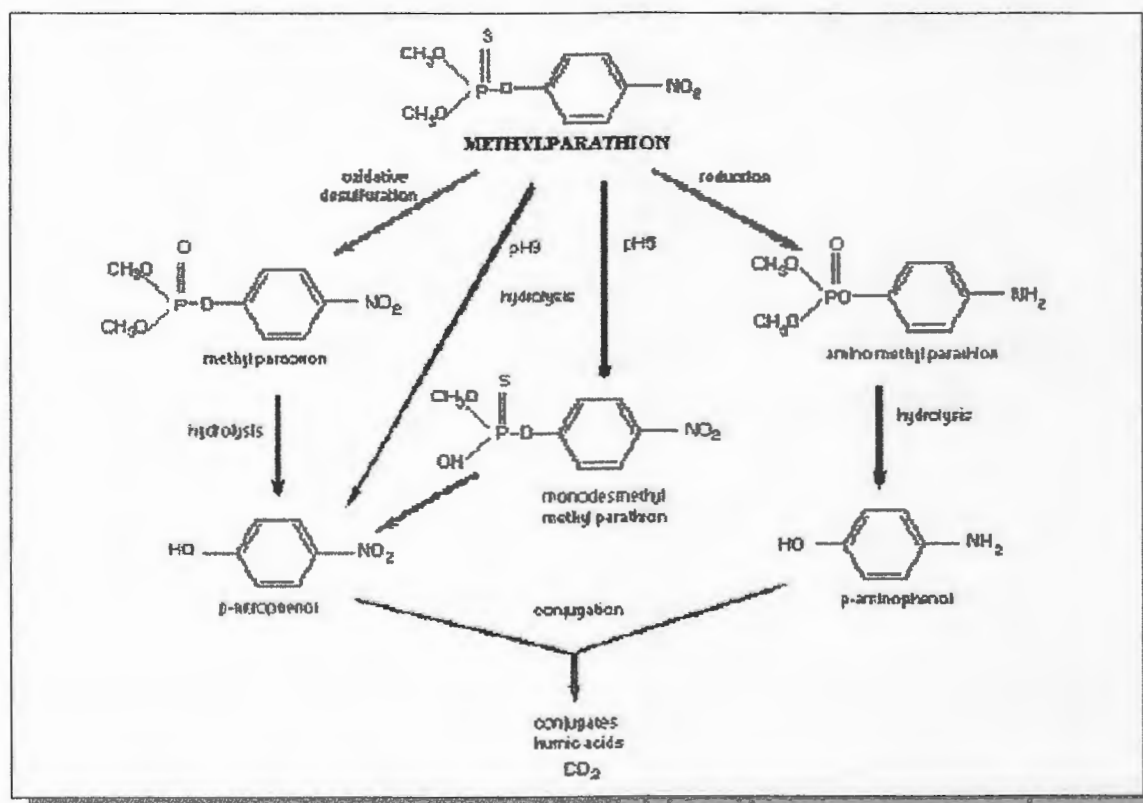


Figure (05). Voies de dégradation du méthylparathion en milieu aqueux (**Bourquin et al., 1979**).

Le processus engendré par ces réactions est important aussi bien dans l'air et l'eau qu'à la surface des sols et du milieu végétal. Les transformations chimiques, les réactions les plus rencontrées dans ce cas, sont les réactions d'hydrolyse qui sont catalysées par des systèmes rédox dans les sols :

- La dégradation par les matières organiques : la présence des groupements fonctionnels particulièrement la fonction acide donnent aux matières organiques une réactivité très importante. L'activité dans ce cas peut être liée au pH et la température ;
- La dégradation par les argiles est due aux propriétés catalytiques que peut avoir un sol ; en effet certains sont des donneurs de protons qui résultent de la dissociation des molécules d'hydratation.

Les principaux phénomènes mis en jeu par les pesticides au niveau d'un sol sont : la volatilisation, la solubilisation, la précipitation et la coprécipitation, l'adsorption, la complexation, la biodégradation, l'hydrolyse, la photolyse, l'oxydation et la réduction.

Dans l'environnement ces transformations provoquent les incidences suivantes : la migration (pollution diffuse), la rétention (pollution ponctuelle et diffuse) et les transformations (formation des métabolites). Un seul et même produit pourra être soumis à plusieurs phénomènes compétitifs et avoir plusieurs incidences en même temps.

1-3 Les mécanismes de fixation et de transfert

Dès qu'un pesticide est déposé, il se répartit entre l'air, l'eau et le sol avec de nombreux mécanismes d'échanges qui dépendent de divers facteurs : la nature physico-chimique du pesticide, de sa formulation, des conditions climatiques, de la pédologie, de l'hydrogéologie du sol, etc.

1-3-1 Volatilisation et transport atmosphérique

La volatilisation des produits phytosanitaires dépend de plusieurs paramètres dont ceux qui sont liés aux propriétés de la matière active ou de l'effet de sa formulation (l'état physique, la tension de vapeur, etc...) d'autres sont liés à l'environnement et aux techniques de travail (humidité du sol, température ambiante, façon d'épandage du pesticide, etc...). En fonction d'un choix judicieux et surtout optimal les pertes peuvent passer de 50 à quelque pourcents; ainsi les pertes sur un sol sec sont toujours plus importantes que celles engendrées sur le même sol humide. Par exemple d'après **Jury et al, (1984)**, Les pertes de la trifluraline sur un sol sec sont de 50% alors qu'elles sont simplement de quelque pour cents sur le même sol humide. D'ailleurs, la pollution de certains endroits de notre planète par des produits

phytosanitaires ne s'explique que par la volatilisation de ces derniers (Harner, 1997). Coupe et al, (2000) soulignaient dans une étude menée depuis 1995 la présence de 49 pesticides et métabolites dans l'air et les eaux de pluies dans le bassin du fleuve Mississippi. La répartition de ces produits restait très liée aux zones d'échantillonnage ; en effet ils affirmaient que les zones agricoles étaient plus touchées que les endroits urbains et que la concentration du méthylparathion était la plus importante dans toutes les analyses effectuées. La volatilisation du propanil ne semble être mise en avant comme processus de dissipation des sols.

Néanmoins la volatilisation et le transport atmosphérique des produits phytosanitaires seront incontestablement les moyens majeurs de dissipation des pesticides dans les pays désertiques à cause des températures très élevées et des vents de sable capables d'arracher une grande partie du sol déjà très fragilisé et asséché par une évaporation considérable. Pour les mêmes raisons, le lessivage des produits phytosanitaires devra être important en temps de pluies à cause du transport des matières actives avec la partie du sol qui subit une érosion considérable.

1.3.2 Transport et adsorption par les sols

La compréhension du transport des pesticides dans le sol présente un intérêt essentiel notamment pour l'évaluation des risques de la contamination des nappes phréatiques.

1-3-2-1- Le transport dans les sols

La plupart des composés contenus dans les sols sont véhiculée par l'eau qui est contenue dans le sol par diffusion ou convection. Ces mécanismes sont très complexes et font intervenir différents paramètres qui sont liés en grandes parties au sol en question :

- la porosité du sol : texture du sol ;
- le régime hydrique : il est fonction des pluies, de la présence des nappes et des pratiques culturales ;
- la teneur en eau ;
- les propriétés physico-chimiques des constituants du sol ;
- la présence des matières organiques ;
- les interactions biologiques ;
- les propriétés physico-chimiques des composés ;
- les pratiques culturales qui modifient la structure du sol et les mouvements de l'eau.

Les études de **Clerment et al, (2000)** attribuaient l'infiltration de l'atrazine et du lindane au profit de leur ruissellement ou déplacement sur la surface aux facteurs suivants :

- les pratiques culturales pèsent un poids important car elles conditionnent l'état de surface du sol ;
- l'humidité du sol occupe la deuxième place car elle favorise la descente de la fraction dissoute des composés ;
- les propriétés physico-chimiques des matières actives car elles déterminent leur mobilité.

1-3-2-2 Adsorption des pesticides par le sol

Parmi ces paramètres, l'adsorption des produits phytosanitaires constitue un mécanisme important dans la rétention d'une quantité plus ou moins significative des produits. L'adsorption représente le phénomène majeur d'immobilisation des composés dans le sol, il se réalise par la fixation d'un certain nombre de molécules ou d'ions sur des composés insolubles. On distingue deux types d'adsorptions :

- l'adsorption physique dont l'énergie est faible ($<50 \text{ kJ.mol}^{-1}$); les liaisons mises en jeu sont de types liaisons d'hydrogène ou de Van der Waals; Le phénomène observé dans ce cas est réversible ;
- l'adsorption chimique qui a une énergie d'adsorption élevée ($>80 \text{ kJ.mol}^{-1}$), dans ce cas les liaisons chimiques les plus citées sont les liaisons ioniques et celles de coordination (**Piccolo et al, 1992**); cette adsorption est irréversible.

Le phénomène d'adsorption se réalise entre les produits phytosanitaires et les constituants du sol, tels que la matière organique dissoute ou solide, les colloïdes, les argiles... **Abdoul-Kassim et Simoniaque (2001)** estimaient que l'adsorption se manifeste aussi bien sur la fraction organique que sur la fraction minérale du sol. Une adsorption des pesticides non spécifique sur le sol peut être mise en jeu. Le phénomène caractéristique de cette adsorption est la répartition physique de la molécule du pesticide qui est attribuée à son hydrophobicité. Dans ce cas, aucune affinité chimique n'existe entre le produit et le sol ; car dès qu'une affinité existe entre le pesticide et un constituant du sol, les interactions sont mises en oeuvre dès leur contact. Les principaux adsorbants dans le sol sont la fraction minérale ou la fraction organique en fonction du type de pesticide adsorbé.

Conclusion

Conclusion

Le devenir des pesticides dans le sol et leur dispersion vers d'autres compartiments de l'environnement sont à l'origine des risques de contamination. La connaissance de devenir de ces substances dans le sol est nécessaire pour avoir la meilleure maîtrise possible de leur utilisation.

Comme il a été déjà indiqué dans les chapitres précédents, ce devenir global est en grande partie déterminé par le processus qui se déroulent dans le sol où la rétention, la dégradation et le transport de ces pesticides conditionnent notablement leurs biodisponibilité et leurs transferts dans les différents compartiments de l'environnement.

L'utilisation des pesticides présente un certain nombre de risques à l'air, l'eau et les sols qui se traduisent par des pollutions dont les conséquences toxicologiques et écotoxicologiques.

C'est pour ça que les recherches ponctuelles préfèrent l'utilisation des lutttes biologiques qui sont efficaces pour la protection de l'environnement.

Références bibliographiques

Abdoul-Kassim T.A.T. et Simoneit.B.R.T., (2001)- Interaction mechanisms between organic pollutants and solid phase systems- *The Handbook of Environmental Chemistry*, 5,Partie.E.

Adhya T.K., Sudkaber-Barik et Sethunathan N., (1981a)- Stability of commercial formulation of fenitrothion, methyl parathion and parathion in anaerobic soils- *Journal Agriculture Food Chemistry*, 29, pp. 90-93.

Adhya T.K., Sudkaber-Barik et Sethunathan N., (1981b)- Fate of Fenitrothion methyl parathion and parathion in anoxic sulfur-containing soil systems- *Pesticides Biochemistry Physiol.*, 16, pp. 14-20.

Armbrust K.L., (2000)- Pesticide hydroxyl radical rate constants : Measurements and their importance in aquatic environments- *Environmental Toxicology and Chemistry*, 9, 19, pp. 2175- 2193.

Badawy M.L et El-Dib M.A ,(1984)-Persistence and fate of methyl parathion in sea water – *Bulletin Environ .Contam.Toxicol*,33,pp.40-49.

Baldock GR, Nelson KH (2000) Particle density. In : *Methods of soil analysis. Part 1, 2nd edn* (ed A Klute), pp. 377-382. Agronomy Monograph 9. ASA and SSSA, Madison, WI.

Bartha F (1976) Structure and self-similarity in silty and sandy soils : the fractal approach. *Journal of Soil Science* 42:167-185.

Bichat F., Sims G.K. et Mulvaney R., (1999)- Microbial utilisation of nitrogen heterocyclic from atrazine- *Soil Sciences Society of Amer. Journal*, 63, pp. 100-110.

Bourquin A.W., Garnas R.L., Pritchard P.H., Wilkes F.G., Cripe C.R. et Rubinstein N.I., (1979)- Interdependent microcosms for the assessment of pollutants in the marine environment- *International Journal Environment Stud.*, 13, pp.131-140.

Calvet R., Terce M. et Arvieu J.L., (1980)- Mise au point bibliographique. Adsorption des pesticides par les sols et leurs constituants- *Ann. Agronomique*, pp.427.

Calvet R, (2003) Le sol. Propriétés et composition.Tom (I) constitution et structure, phénomène aux interfaces.Edition France agricole pp : 6-28

Calvet R, Barriuse E, Bedos C, Bendoit P, Charnay MP, Coquet Y, (2005) - les pesticides dans le sol. Edition France agricole p. 21-22-49-52

Cann M., Kenneth G., Michael C., Runkle, Kenny D., Hryhorczuk, Daniel O., Milton J. et Dana.B., (2002)- Chicago area methylparathion response- *Environment Health Perspectives*, 110, suppl.6, pp. 1075-1078.

Cerejeira m.J, Viana P., Batista S., Pereira T., Silva E., Valério M.J., Silvia A., Ferreira M. et Silvia-Fernades A.M., (2001)- Pesticides in Portuguese surface and ground waters- *Water Research*, 37, pp.1055-1063.

Clerment M., Seux R., et Orhon L., (2000) –Influence de la distance par ruissellement de quelques substances phytosanitaires – *Revue des Sciences de l'Eau*, 13, 1, pp 55-73.

Cornejo J. et Jamet P., (2000)- Pesticide/Soils interactions : some current research methods- Editions INRA, Paris, pp.479.

Correa I.E. et Steen S.W., (1995)- Degradation of propanil by bacterial isolated and mixed populations from a pristine lake- *Chemosphere*, 30, pp. 103- 116.

Coupe R.H., Manning M.A., Foreman W.T., Goolsby D.A. et Majewski M.S., (2000)- Occurrence of pesticides in rain and air in urban and agricultural areas of Mississippi, April-September 1995- *The Science of the Total Environment*, 248, pp. 227-240.

David L.S., Daniel S. et Janice E.C., (2000)- Hepatic microsomal desulfuration and dearylation of chlorpyrifos and parathion in fingerling channel catfish: lack of effect from Aroclor 1264- *Aquatic Toxicology*, 50, pp. 141-149.

Dejonghe W., Goris J., Dierickx A., Dobbeleer V.D., Crul K., Pau De Vos Verstraete W. et Top M.E., (2002)- Diversity of 3-chloroaniline and 3,4-dichloroaniline degrading bacteria isolated from three different soils and involvement of their plasmids in chloroaniline degradation- *FEMS Microbiology Ecology*, 42, pp. 315-325.

Fournier J., (1988)- Chimie des pesticides, Agence de Coopération Culturelle et Technique, Paris, pp.91-113.

Francisco S.B., Ward R. et Beasley H., (1999)- A new technique to measure bird's dietary exposure to pesticides- *Analytica Chimica Acta*, 399, pp. 173-183.

Giry G., (1998)- Sorption de trois herbicides sur un sol limousin. Influence de coadsorbats organiques- *Thèse de l'Université de Limoges*, n 45

Gobat JM, Aragno M, Matthey W (1998) Le sol vivant. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne.

Gooddy C.D., Chilton J.P. et Harrison I., (2002)- Afield study to assess the degradation and transport of diuron and its metabolites in a calcareous soil- *The Science of the Total Environment*, 297, pp- 67-83.

Guo L., Jury W.A et Wagenet R.J., (2000)- Dependence degradation on sorption; nonequilibrium model and application to soil reactors- *Journal of Contaminant Hydrology*, 1, 43, pp.45-62.

- Gupta P.K., (2004)**- Pesticide exposure- *Indian Scene Toxicology*, 198, 1-3, pp. 83-90.
- Harner T., (1997)**- Orgachlorine contamination of the Canadian Arctic, and speculation on future trends- *International Journal of Environment an Pollution*, 8, pp.51-73.
- Holm H.W., Kollig H.P. et Payne W.R., (1983)**- Fate of methyl parathion in aquatic channel microcosms- *Environment Toxicology Chemistry*, 2, pp. 169-176.
- Jury W.A., Spencer W.F. et Farmer W.J., (1984)**- Behavior assesment model for trace organics in soil: Application of screening model- *Journal Environ. Quality*, 13, pp. 573-579.
- Kam Tin Leung., Steve C., Yingdong G., David C.W., Huang Lee. et Trevors J.T., (1999)**- The role of the Sphingomonas species UG30 pentachlorophenol-4- monoogygenase in p-nitrophenol degradation- *FEMS Microbiology Letters*, 173, pp. 247-253.
- Konstantinu K. I., Sakkas A.V. et Albanis A.T., (2001b)**- Photocatalytic degradation of the herbicides propanil and molinate over aqueous TiO₂ suspensions identification of intermediates and the reactions pathway- *Applied catalysis B. Environment*, 34, pp. 227-239.
- Laat WE, Gallard FJ (2000)** The dynamique of soil quality as a measure of a sustainable management. In : Defining soil quality for a sustainable environment. (ed Doran JW et al.), pp. 37-52. SSSA Spec. Publ. 35, Madison, WI.
- Lamoureux G.I. et Frear D.S., (1979)** - in ACS Symposium Series N°97: Xenobiotic metabolism: in vitro methods- American Chemical Society, Washington DC, pp. 77-128.
- Lassiter R.R., Parrish R.S. et Burns L.A., (1986)**- Décomposition by planktonic and attached microorganisms improves chemicals fate models- *Environment Tox. Chemistry*, 5, pp. 29-39.
- Lavelle P (1987)** Interactions, hiérarchies et régulation dans le sol : à la recherche d'une nouvelle approche conceptuelle. *Revue d'Ecologie et de Biologie du Sol* 24:219-229.
- Mallick K., Bhurati A., Banerji N., Shakil A. et Sethunathan A., (1999)**- Bacterial degradation of chlorpyrifos in pure cultures and in soil- *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 62, pp. 48-54
- .Manuel S (1995)**-Determination of organophosphorus pesticides.
- Mathieu C (1996)** Structure et programme de la normalisation "qualité des sols". *Etude et Gestion des Sols* 3:125-134.
- McGrady-Steed J, Harris PM, Morin PJ (1990)** Biodiversity regulates ecosystem predictability. *Nature* 390:162-165.

Takagi K. et Watanabe H., (2000)- A Simulation Model for predicting pesticide concentrations in and surface soil. I Model developpement. II. Model validation and area-
Environmental Technology, 12, 21, pp. 1379-1404.

Tixier C., Bogaerts P., Sancelme M., Bronnemoy F., Twagilimana L., Cuer A., Bohatier J. et Veschambre H., (2000)- Fungal biodegradation of a phenulurea herbicide diuron: structure and toxicity of metabolites- *Pesticides Management Sciences*, 56, pp.455-462.

van Bruggen AHC, Semenov AM (1999) In search of biological indicators for soil health and disease suppression. *Applied Soil Ecology* 15:13-24.

Wander W.S., Dijkstra A., Gabriel J.M., Agterveld P.M., Noort P.C. et Parson R.J., (2002)- Competition of a parathion -hydrolyzing Flavobacterium with bacteria from ditch water in carbon-, nitrate- and phosphate- limited continuous cultures- *FEMS Microbiology Ecology*, 43, pp. 45-53.

Yu-Huan L, Yang L., Zhi-Shi C., Jie L., Xiao H. et Ying-Cheng C., (2004)- Purification and characterisation of a novel organophosphorus pesticide hydrolase from penicillium lilacinum BP303- *Enzyme and microbial Technology*, 34, pp. 297-303.

Yu-Hui Yang et Koopal K.L., (1999)- Immobilisation of humic acids and binding of paranitrophenol to immobilised humics- *Colloids and Surfaces A Physicochemical and Engineering Aspects*, 151, pp. 201-212.



- Mellick M., (2004)**- Dégradations bactériennes des pesticides d'organophosphorés- <URL : <http://www.jic.bbsrc.ac.uk/syaffe/mike>
- Montréal, (2004)** Jardin botanique, ville de botanique.
- Morel R (1989)** Les sols cultivés. Lavoisier, Paris.
- Noblet J.A., Smith L.A. et Suffet L.M., (1996)**- Influence of naturel dissolved organic matter, temperature, and mixing on the abiotic hydrolysis of triazine and organophosphate pesticides- *Journal of Agricultural & Food chemistry*, 44, 11, pp.3685-3693.
- Oades JM (1988)** The role of biology in the formation, stabilization and degradation of soil structure. *Geoderma* 56:377-400
- O'Neill RV, Angeles DE, Waide DL, Allen JB (1986)** A hierarchical concept of ecosystems. Princeton University Press, Princeton.
- Perera A., Burleigh R.J. et Davis B.C., (1999)**- Movement and retention N-(3,4-dichlorophenyl) propanamide in a paddy-riverine wetland system in Sri Lanka- *Agriculture, Ecosystems & environment*, 72, pp. 255-263.
- Piccolo A., Celano G. et De Simone C., (1992)**- Interaction of atrazine with humic substances of different origins and their hydrolysed products- *Sciences of The Total Environment*, 117, pp. 403-412.
- Rapport DJ, McCullum J, Miller MH (1997)** Soil health : its relationship to ecosystem health. In : Biological indicators of soil health. (eds Pankhurst et al.), pp. 29-48. CAB International, NY.
- Sanderson R., Hewitt A.J., Huddelson E.W. et Roos B.J., (1997)**- Relative drift potential and droplet size spectra of aerially applied propanil formulations- *Crop Protection*, 16, 8, pp.717-721.
- Sauvegrain P., (1980)**- Les micropolluants organiques dans les eaux superficielles continentales. Rapport n°1: les pesticides organophosphorés- Paris, Bureau National de l'Information Scientifique et Technique.
- Stevenon S, (1994)** Evolution des propriétés physiques et physico-chimiques des sols salés de la basse vallée de l'Euphrate (Syrie). *Etude et Gestion des Sols* 5:277-288.
- Séverin F, (2002)** panorama des différents moyens de protection pp 213-236. In pesticides et protection phytosanitaire dans une agriculture en mouvement. Ministère de l'écologie et du développement durable, Paris.

Thème :

Comportement et devenir des pesticides dans le sol

Nom et prénoms des étudiants :

Melle Bousdar Zina

Melle Boudjedir Nadia

Date de soutenance :

Le : 28 /06/2008

Résumé

Un pesticide a un objectif précis : protéger les plantes. Ce qui veut dire qu'il entre en contact avec l'environnement. Il faut donc évaluer et limiter au maximum le risque de présence et d'effets non désirés à l'extérieur des parcelles cultivées.

Le devenir global de ces substances est en grande partie déterminé par le processus qui se déroulent dans le sol où la rétention, la dégradation et le transport de ces pesticides conditionnent notablement leurs biodisponibilité et leurs transfert dans les différents compartiments de l'environnement

Mots clés : Pesticides- comportement- devenir- sol.

Abstract

A pesticide has a specific goal: to protect the plants. That means it comes into contact with the environment. We must therefore assess and minimise the risk of presence and unwanted effects outside of the plots.

The fate of these substances overall is largely determined by the processes taking place in the ground where retention, degradation and transport of these pesticides significantly affect their bioavailability and their transfer to the various environmental compartments.

Keywords: Pesticides-behavior-become-ground-soil.

ملخص

المبيد له هدف دقيق هو حماية النباتات. ما يعني انه يدخل في اتصال مع المحيط يجب ادن تقدير و تحديد الى حد اقصى خطر الحضور و التأثير الغير مرغوب فيه خارج القطع المزروعة. التغيير الكامل لهذه المواد هو جزء كبير يعرف بالعملية التي تحدث في التربة او الحجز. التحلل ونقل هذه المبيدات مشروط كثيرا انتشارها الحر و نقلها في مختلف قطع المحيط.

الكلمات المفتاحية: مبيدات- سلوك - تغيير - تربة.