



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
جامعة 20 أوت 1955 - سكيكدة  
UNIVERSITE 20 AOUT 1955- SKIKDA



Faculté des sciences  
Département des Sciences de la Nature et de la Vie  
Mémoire Présenté en Vue de l'obtention du Diplôme de Master  
Filière : Sciences Biologiques  
Option : Ecotoxicologie Animale  
Intitulé :

## Effets des Pesticides sur la santé humaine et l'environnement

Présenter par :

Esseid Assia

Adjimi Hana

Boubeggar Soumia

Karout Ahlem

Membre de jury :

|                |                      |            |
|----------------|----------------------|------------|
| Pr Zaidi       | Président            | Université |
| Dr Zaoui Lilia | Directeur de mémoire | Université |
| Dr Nadji       | Examinatrice         | Université |

Année universitaire 2021/2022

# SOMMAIRE

## Remerciements

## Liste des figures

## Liste des tableaux

## Liste des abréviations

## Introduction générale .....01

## CHAPITRE I : Généralités sur les pesticides

|   |    |
|---|----|
| 1_ introduction .....                       | 03 |
| 2_ Définition des pesticides .....          | 03 |
| 3_ Propriétés des pesticides .....          | 04 |
| 3_1 Propriétés physico-chimiques .....      | 04 |
| 3_2 Propriétés chimique .....               | 05 |
| 4_ Classification des pesticides.....       | 05 |
| 4_1 Classification par cible.....           | 05 |
| 4_2 Classification par groupe chimique..... | 06 |
| 5_ Composition des pesticides .....         | 07 |
| 6_ Toxicologie des pesticides .....         | 08 |
| 6_1 Toxicocénitique .....                   | 08 |
| 6_2 Toxicodynamique .....                   | 10 |
| 7_ Toxicités des pesticides.....            | 11 |
| 7_1 Toxicité aigüe.....                     | 11 |
| 7_2 Toxicité chronique .....                | 11 |

## CHAPITRE II : Les effets des pesticides sur la santé humaine

|   |    |
|---|----|
| 1_Effets des pesticides sur la santé humaine .....              | 13 |
| 1_1 Voies d'exposition .....                                    | 13 |
| A_ Voie cutanée.....  | 13 |
| B_ Voie respiratoire .....                                      | 13 |
| C_ Voie digestive (voie orale) .....                            | 13 |
| 1_2_ Toxicité des pesticides .....                              | 14 |
| A_ Toxicité aigüe.....  | 14 |
| B_ Toxicité chronique.....                                      | 15 |
| 1_3_ Anomalies consécutives dues à l'usage des pesticides ..... | 15 |
| A_ Effets sur la reproduction et le développement.....          | 15 |
| B_ Effets sur le système immunitaire .....                      | 16 |
| C_ Effets sur le système endocrinien .....                      | 16 |

|  |    |
|--|----|
| D_ Effets dermatologique .....                     | 16 |
| 1_3_4 Effets neurologiques et comportementaux..... | 16 |
| A_ Maladie de Parkinson .....                      | 17 |
| B_ Maladie d'Alzheimer.....                        | 18 |
| 1_3_5 les cancers .....                            | 19 |
| A_ cancer de la peau .....                         | 19 |
| B_ Cancer de l'estomac .....                       | 20 |
| C_ Cancer du cerveau .....                         | 20 |
| D_ cancer de la prostate .....                     | 20 |

## **CHAPITRE III : Les effets des pesticides sur l'environnement**

|   |           |
|---|-----------|
| Introduction .....  | 22        |
| 1 _ Effet des pesticides sur les milieux .....                      | 23        |
| 1_1 Contamination du sol .....                                      | 23        |
| 1_2 Contamination de l'air .....                                    | 25        |
| 1_3 Contamination l'eau.....  | 25        |
| 2 _ Devenir des produits phytosanitaires dans l'environnement ..... | 26        |
| 3 _ Effet des pesticides sur les espèces .....                      | 27        |
| 4_ Effets des pesticides sur les produits agricoles .....           | 27        |
| 5_ Action des pesticides sur les végétaux et les animaux.....       | 28        |
| 5_1 Action sur les végétaux .....                                   | 29        |
| 5_2 Action sur les animaux.....                                     | 29        |
| <b>Conclusion générale.....</b>                                     | <b>31</b> |
| <b>Références bibliographiques.....</b>                             | <b>33</b> |
| <b>Résumé</b>   |           |
| <b>ملخص</b>   |           |
| <b>Abstract</b>   |           |

## *Remerciement*

*Avant tout, nous tenons à remercier  
« Allah » le tous puissant, pour nous avoir  
donné la force et la patience.*

*Nos profonds remerciements à notre  
encadreur **Dr Zaoui Lilia**. De nous avoir  
suivie régulièrement pour la réalisation de  
ce travail et de tout ce qu'elle a fait pour  
nous permettre d'atteindre ces résultats.*

*Nous souhaiterons également remercier  
nos professeurs de la faculté des sciences de  
la Nature et de la vie pendant les Cinq  
années précédentes.*

*Nous exprimons nos vifs remerciements  
aux membres de jury qui vont juger notre  
recherche : **Pr Zaïdi** qui nous a fait  
l'honneur de présider ce jury, ainsi que **Dr  
Nadji** qui ont bien voulu examiner ce  
travail.*

*Un remerciement A toutes et à tous qui, de  
loin ou de près, ont contribué à la  
réalisation de ce mémoire.*

*Merci....*

## LISTE DES FIGURES

| N° | Titre   | Page |
|----|---|------|
| 01 | Modes d'exposition de l'homme et des milieux par les pesticides                                   | 14   |
| 02 | Dispersion des pesticides dans l'environnement et voies de contamination                          | 22   |
| 03 | Comportement des pesticides dans le sol   | 24   |
| 04 | Mécanismes de transferts et de transformations des pesticides dans les milieux de l'environnement | 26   |
| 05 | L'accumulation des pesticides   | 28   |

## LISTE DES TABLEAUX

| <b>N°</b> | <b>Titre</b>   | <b>Page</b> |
|-----------|--|-------------|
| <b>01</b> | Produits chimiques agricoles y compris les pesticides (P) et leur activités Hackin (2005). | 07          |
| <b>02</b> | Mode d'action de trois grands groupes des pesticides.                                      | 10          |

## **LISTE DES ABREVIATIONS**

|              |   |
|--------------|---|
| <b>ADN</b>   | Acide désoxyribonucléique                   |
| <b>ARN</b>   | Acide Ribonucléique                         |
| <b>ATP</b>   | Adénosine triphosphate                      |
| <b>CL50</b>  | Concentration Létale 50                     |
| <b>CPP</b>   | Comité de la Prévention et de la Protection |
| <b>DDT</b>   | Dichlorodiphényltrichloroéthane             |
| <b>DES</b>   | Dose sans effet                             |
| <b>DJA</b>   | Dose journalière admissible                 |
| <b>DL50</b>  | Dose létale 50                              |
| <b>EPA</b>   | Agence de Protection de l'Environnement     |
| <b>FAO</b>   | Food and Agriculture Organization           |
| <b>IC</b>    | Intervalle de Confiance                     |
| <b>MA</b>    | Maladie d'Alzheimer                         |
| <b>MP</b>    | Maladie de Parkinson                        |
| <b>NOAEL</b> | No observed adverse effect level            |
| <b>OR</b>    | Odd ratio                                   |
| <b>PH</b>    | Potentiel hydrogène                         |
| <b>PPP</b>   | Produit phytopharmaceutique                 |
| <b>PV</b>    | pression de vapeur                          |
| <b>RR</b>    | Risque relatif                              |
| <b>SNC</b>   | Système Nerveux Central                     |
| <b>UV</b>    | Ultraviolet                                 |

## Résumé :

Les pesticides sont considérés comme des facteurs de risques pour la santé. Les études épidémiologiques montrent souvent une corrélation positive entre l'exposition professionnelle et le risque d'apparition de pathologies chez l'utilisateur ou sa descendance. L'exposition de la population générale est différente de l'exposition des utilisateurs. En effet, le consommateur est exposé via l'alimentation à des mélanges de pesticides à faibles doses et à long terme. Dans ce cadre, l'objectif principal de cette présente étude bibliographique est de mettre le point sur le contexte global de l'évaluation des risques des pesticides à différents niveaux à savoir la santé humaine et l'environnement. La science peut apporter une évaluation rationnelle des dangers, de leur hiérarchisation et, parfois, du niveau d'incertitude

Outre les aspects fondamentaux, il y a des implications réglementaires à des travaux de recherche, qui doivent tenir compte de l'équilibre entre les risques possibles, le degré d'incertitude et le bénéfice attendu dans un premier cas. En deuxième cas, il s'agit de déterminer si les interactions entre différents mécanismes d'action conduisent à des effets synergiques, additifs ou antagonistes. Beaucoup reste à faire dans ce domaine et c'est une problématique qui dépasse largement celle de la toxicité des pesticides.

**Mots clés :** pesticides, toxicité, environnement, santé humaine

## ملخص

تعتبر المبيدات من عوامل الخطر الصحية. غالبا ما تظهر الدراسات الوبائية ارتباطا إيجابيا بين التعرض المهني وخطر ظهور الامراض في المستخدم او نسله. يختلف التعرض العام للسكان عن تعرض المستخدم. في الواقع، يتعرض المستهلك عن طريق الغذاء لمزيج من مبيدات الآفات بجرعات منخفضة وعلى المدى الطويل. في هذا السياق، فان الهدف الرئيسي لهذه الدراسة البليوغرافية هو مراجعة السياق العام لتقييم مخاطر مبيدات الآفات على مستويات مختلفة، وهي صحة الانسان والبيئة. يمكن ان يوفر العلم تقييما عقلانيا للمخاطر، وتحديد أولوياتها، وأحيانا مستوى عدم اليقين بالإضافة الى الجوانب الأساسية، هناك اثار تنظيمية على العمل البحثي، والتي يجب ان تأخذ في الاعتبار التوازن بين المخاطر المحتملة، ودرجة عدم اليقين والفائدة المتوقعة في الحالة الأولى. في الحالة الثانية، يتعلق الامر بتحديد ما اذا كانت التفاعلات بين اليات العمل المختلفة تؤدي الى تأثيرات تآزرية او مضافة او معادية. لا يزال هناك الكثير مما يتعين القيام به في هذا المجال وهي مشكلة تتجاوز بكثير مشكلة سمية المبيدات.

## Abstract :

Pesticides are considered health risk factors. Epidemiological studies often show a positive correlation between occupational exposure and the risk of the appearance of pathologies in the user or his offspring. General population exposure is different from user exposure. Indeed , the consumer is exposed via food to mixtures of pesticides at low doses and in the long term. In this context, the main objective of this bibliographic study is to review the overall context of pesticide risk assessment at different levels, namely human health and the environment. Science can provide a rational assessment of hazards, their prioritization and, sometimes, the level of uncertainty. In addition to the fundamental aspects, there are regulatory implications for research work, which must take into account the balance between the possible risks, the degree of uncertainty and the expected benefit in a first case. In the second case, it is a question of determining whether the interactions between diffrent mechanisms of action lead to synergistic, additive or antagonistic effects. Much remains to be done in this area and it is a problem that goes far beyond that of the toxicity of pesticides.

## *Dédicace*

*Loué Soit Dieu, qui nous a permis d'apprécier cette étape de notre cheminement académique avec notre mémoire, le Fruit de l'effort et du succès, par sa grâce, est dédié aux honorables parents : à ma mère bien-aimée, que Dieu ait pitié d'elle, et à mon cher père, que Dieu le préserve, et le perpétue comme une lumière sur mon chemin. Et à mon cher mari Saïd, aux compagnons de voyage : Zehor, Ghada, Warda, Soumia, Ahlem, Amira, Hana, Chaïma, Fatima, Souheyla.*



*ASSIA*

## *Dédicace*

*Je remercie Dieu Tout-puissant pour son succès dans ma carrière universitaire, et je dédie ce succès à mon cher père, à ma mère bien aimée et à toute ma Famille : Bilal, Fares, Aymen, Khair Eddin, Samira, Maïssa, Roumaïssa. Et mon mari bien-aimé Imad, Et ma petite Fille Aridj.*

*Je voudrais également remercier les compagnons de voyage : Assia, Zehor, Gada, Warda, Bouchra, Soumia.*



*AHLEM*

## *Dédicace*

*Je dédie cet humble carnet, avec amour et sincérité, aux afflications de mon cœur, mon père, ma main d'riote, source d'amour et de tendresse. Ames chers frères, lazher et saberi, à ma jeune sœurs Sawssen et Farida, et surtout à ma jeune seour loubena, et à mes belles-seours, abed al-razzaq et hichem Et à mes amies Assia, Amira, Hana, et Meriem, et surtout à mes amies dont je ne me souvenais pas, et à tout ma famille élargie. Et enfin, je le dédie à tous ceux qui me connaissent et à tous ceux que j'aime.*



**SOUMIA**

## *Dédicace*

*Louange à dieu m'a donné la force pour accomplir ce modeste travail que je dédie :*

*A mon père et ma mère, cause de mon existence et qui m'ont entouré de leurs amours pour que je me rende joyeuse et comblée et que je puisse m'épanouir dans un bonheur ordent.*

*Ainsi qu'à mes sœurs ilhem, samiha, nadia A mon frère saïf, A mes chères amies Bouthaina, iness, chahinez. A ma deuxième famille, Remmache, et surtout Amer, qui a été mon soutien tout au long de ma carrière.*

*A mon trinôme Assia, Soumia et Ahlem et à tous ceux qui m'ont aidé de loin ou de près tout au long de mes études.*



*HANA*

## Introduction Générale

---

### Introduction générale :

Plusieurs organismes nuisibles ont une incidence néfaste sur nos vies quotidiennes. Les maladies, les insectes et plantes nuisibles s'attaquent aux cultures, aux forêts et aux plantes d'ornement... Depuis la Grèce antique, des pesticides ont été mis au point comme un moyen de lutte qui a contribué, dans un sens, à l'amélioration de la santé publique, cela en éradiquant ou en limitant la propagation des maladies parasitaires très meurtrières et en garantissant une meilleure production alimentaire. **(Gagaoua et al., 2012)**.

La consommation mondiale de pesticides est en constante augmentation depuis les années 40, passant de 0,49 kg/ha en 1961 à 2 kg/ha en 2004. A ce jour, la tendance est à l'augmentation (Site 1).

L'Amérique du nord est considérée comme le premier utilisateur de produits phytosanitaires dans le monde. Elle représente 29% des ventes mondiales, suivie de l'Europe de l'Ouest (24%), de l'Asie (22%), de l'Amérique Latine (16%), le reste du monde (5%), l'Europe de l'Est (4%) **(Calvet R., Barruiso E, Bedos C., Benoit P., Charnay M-P et Coquite Y., 2005)**. D'après l'Institut Français de l'Environnement, après les Etat Unis (600 000 tonnes/an) et le Japon, la France (avec 100 000 tonnes/an) est le troisième utilisateur et producteur mondial de produits phytosanitaires. Mais il reste le premier pays européen. **(Marliere, 2000)**.

L'Algérie est classée parmi les pays africains qui utilisent la plus grande quantité de pesticides. Récemment dans notre pays, avec l'intensification agricole, l'usage des pesticides ne cesse de se multiplier dans de nombreux domaines et en grandes quantités. Ainsi environ 400 produits phytosanitaires sont homologués en Algérie dont une quarantaine de variétés sont largement utilisées par les agriculteurs **(Bordjiba & Ketif, 2009 in Bouziani, 2007)**. La question des risques pour l'homme est donc posée tant au niveau professionnel qu'à celui du consommateur.

Les divers types de traitements par les pesticides se font généralement pour parer à l'urgence, mais sans souci aucun des conséquences environnementales directes et des conséquences sanitaires sur le long terme lié aux infiltrations de ces substances non dégradables dans les sols, dans les sources et les nappes, puis vers les écosystèmes : les végétaux, les animaux et nécessairement l'homme **(Bouziani, 2007)**. Dans ce cadre, l'objectif principal de cette présente étude bibliographique est de mettre le point sur le contexte global de l'évaluation des risques des pesticides à différents niveaux à savoir la santé humaine et l'environnement.

Nous avons structuré ce manuscrit en 03 chapitres :

## Introduction Générale

---

- **Le premier chapitre** : consacré aux généralités sur les pesticides, à savoir la définition, la classification, la composition et la toxicité des pesticides.
- **Le deuxième chapitre** : qui présente les effets des pesticides sur la santé humaine, les voies d'expositions (cutanées, respiratoires, digestives), ce dernier met l'accent sur la toxicité des pesticides (aiguë et chronique), anomalies consécutives dues à l'usage des pesticides et les effets sur le système (immunitaire, endocrinien) ainsi que les effets dermatologiques et les maladies causés par l'exposition aux pesticides.
- **Le troisième chapitre** : synthétise les effets des pesticides sur l'environnement, il démontre les facteurs affectés par les pesticides tel que le sol, l'eau, l'air, les espèces, Devenir des produits phytosanitaires et les effets sur les produits agricoles, en fin l'action des pesticides sur les végétaux et les animaux.

Nous terminons ce document par une conclusion générale.

# Chapitre I : Généralité sur les pesticides

---

## I.1. Introduction

Les pesticides, encore appelés produits phytosanitaires, sont des composés chimiques dotés de propriétés toxicologiques, utilisés par les agriculteurs pour lutter contre les animaux ou les plantes jugés nuisibles aux plantations, ces substances sont considérées comme la troisième cause de pollution dans le monde (**Multinger, 2005**). Il est regroupé en trois grandes familles, les herbicides, les insecticides et enfin les fongicides (**Ehrmann, 2012**).

L'usage des pesticides a considérablement augmenté au cours des dernières décennies créant un danger croissant pour la santé des populations, puisque même une exposition de faible intensité a un risque à long terme qui est plus difficile à apprécier, ceux-ci sans parler des effets à court terme qui sont de mieux en mieux connus (effets neurologiques, cancers, malformations congénitales, système immunitaire affaibli et troubles de la reproduction) (**Baldi et al., 1996 ; Tron et al., 2001**).

Après les dégâts environnementaux de 1970 provoqués par quelques groupes de pesticides ; trois grandes familles d'insecticides ont dominé le marché : les organophosphorés, les organochlorés, les carbamates, Néanmoins, la résistance aux ravageurs a limité leur utilisation ce qui a poussé les fabricants à se retourner vers la synthèse chimique de nouveaux groupes de pesticides qui seraient plus efficaces et moins toxiques pour l'environnement et les mammifères (**Gasmi, 2018**). En effet les industries chimiques ont développé d'autres familles d'insecticides dont le principe actif est différent, quoiqu'il s'agisse toujours de neurotoxiques. Ces familles sont les pyréthroides et les nicoténoïdes (**Costa et al., 2004 ; Colborn, 2006**).

Les pyréthriinoïdes furent parmi les molécules synthétiques analogues aux pyréthrines naturelle dont la structure chimique a été modifiée afin d'augmenter leur activité (**Housset et Dickmann, 2009**). Parmi les Pyréthriinoïdes de synthèse de type II, la deltaméthrine qui est un composé fortement lipophile utilisé comme insecticide bloquent la fermeture des canaux sodium voltage- dépendants (**Rodríguez et al., 2016**). Elle est considérée comme la plus toxique parmi les autres pyréthriinoïdes, car elle n'est ni pas complètement dégradé ni rapidement métabolisée s'accumule dans les lipides (**Sayeed et al., 2003**).

## I. 2. Définition des Pesticides :

L'étymologie du mot pesticide s'est construite à partir du suffixe « -cide » qui signifie « tuer » et de la racine anglaise Pest (animal, insecte ou plante nuisible) provenant du latin Pestis (peste) qui désignait le fléau en général. Donc les pesticides sont des composés chimiques dotés

## Chapitre I : Généralité sur les pesticides

---

de propriétés toxicologiques, utilisés par les agriculteurs pour lutter contre les animaux ou les plantes jugés nuisibles aux plantations (**El habib, 2013**).

Les pesticides sont, par définition, des produits dangereux. En effet, ce terme désigne l'ensemble des produits chimiques, naturels ou de synthèse, ayant pour but de repousser ou détruire les nuisibles, qu'il s'agisse de microbes, d'animaux ou de végétaux, durant la production, le stockage ou la commercialisation de produits agricoles, de denrées alimentaires, ou de bois. Ils servent également à combattre les différents vecteurs de maladies humaines ou animales (**Bonnefoy, 2013**).

La FAO « Food and Agriculture Organization » définit ainsi les pesticides « toute substance ou association de substances qui est destinée à repousser, détruire ou combattre les ravageurs, y compris les vecteurs de maladies humaines ou animales, les espèces indésirables de plantes ou d'animaux causant des dommages ou se montrant autrement nuisibles durant la production, la transformation, le stockage, le transport ou la commercialisation des denrées alimentaires, des produits agricoles, du bois et des produits ligneux, des aliments pour animaux, ou qui peut être administrée aux animaux pour combattre les insectes et les arachnides (**Mairif, 2015**). Les pesticides appelés aussi produits phytosanitaires, produits agropharmaceutiques ou bien même produits antiparasitaires (**Periquet, 2004**).

### I.3. Propriétés des pesticides :

C'est-à-dire, leur rétention, leur transport et leur dégradation - dépend de leurs propriétés ainsi que de celles des différents compartiments concernés, le sol, l'eau et l'atmosphère (**Calvet, 2005**). Parmi les propriétés il y a les propriétés physico-chimiques et chimiques.

#### I.3. 1 Propriétés physico-chimiques

Placées dans un milieu comme le sol, les molécules d'une substance peuvent être soumises à des phénomènes qui modifient leur état physique sans altérer leur composition et leur structure. Les propriétés correspondant à ces changements d'état concernent soit les substances pures, liquides ou solides (**Bouguerra et al., 2010**).

- La tension de vapeur et volatilisation : La tension de vapeur d'une substance est la pression de vapeur (PV) saturante à l'équilibre thermodynamique des phases solides et liquides de cette substance  $10^{-2}$  Pa est la valeur minimale de (PV) qui permet aux pesticides de s'évaporer. Nous citons les organochlorés et le 2,6-dinitroanile qui ont les (PV) les plus élevées. Les azotes, les Thio carbamates ont les valeurs les plus basses (**Boukrou et al., 2018**).

## Chapitre I : Généralité sur les pesticides

---

- La solubilité dans l'eau : La solubilité d'un pesticide dans l'eau constitue sa concentration à l'équilibre d'une solution saturée à une température donnée (**Boukrou et al, 2018**). Elle s'exprime en mg/l (**Calvet et al., 2005**).

- Hydrolyse : L'hydrolyse est évaluée par le temps nécessaire à la dégradation de 50% de la substance active dans l'eau, exprimé en jours ou en heures à un pH données (**Calvet, 2005**).

- Mobilité : Il s'agit du potentiel de déplacement d'un pesticide dans le sol, Elle désigne aussi le temps nécessaire pour qu'un pesticide se décompose dans le sol (dégradation biologique ou abiotique) (**Barret, 2006**).

### I.3.2. Les propriétés chimiques :

Les pesticides peuvent participer à des réactions chimiques qui modifient leur composition et conduisent à leur transformation en composés inorganiques lors de leur minéralisation. Ces réactions sont possibles parce que les molécules contiennent des groupes fonctionnels pouvant subir des transformations chimiques sans l'action du rayonnement ultraviolet (**Calvet, 2005**).

**I.4. Classification des Pesticides :** sont classés par grandes familles selon un double classement

**I.4.1 Classement par cible :** On distingue e les trois familles les plus utilisés qui sont :

#### ➤ Les insecticides

Ils sont destinés à lutter contre les insectes. Ils interviennent en tuant ou en empêchant la reproduction des insectes, ce sont souvent les plus toxique. Selon **Batch (2011)**, ce sont des substances actives ayant la propriété de tuer les insectes, leurs larves et/ou leurs œufs. Les insecticides actuels se répartissent en cinq familles principales qui sont les organochlorés, les organophosphorés, les carbamates, pyréthriinoïdes et les nicotiniques (**Ramade, 2005**).

#### ➤ Les fongicides

Ils sont destinés à éliminer les moisissures et parasites des plantes (champignons). Les fongicides les plus anciens sont le soufre, le cuivre et ses dérivés organiques comme la bouillie bordelaise (mélange de sulfate de cuivre et d'hydroxyde de calcium), (**Foubert, 2012**).

#### ➤ Les herbicides

Ils sont destinés à lutter contre certains végétaux « mauvaise herbes, plantes indésirables » (plantes adventices). L'herbicide le plus connu est le glyphosate (Roundup) qui inhibe la

## Chapitre I : Généralité sur les pesticides

---

synthèse des acides aminés dans les plantes jugées « indésirables » pour les cultures (**Foubert, 2012**).

On distingue en outre :

- Les rodenticides (contre les rongeurs) ;
- Les acaricides (contre les acariens) ;
- Les molluscicides (contre les escargots et les limaces)
- Les nématicides (contre les nématodes) ;
- Les corvifuges (contre les corbeaux).

### I.4.2 Classement par groupe chimique :

Les pesticides regroupent plus de 1000 substances appartenant à plus de 150 familles chimiques différentes, une famille chimique regroupe l'ensemble de molécules dérivées d'un groupe d'atomes constituant une structure de base (**Clive, 2006**), il s'agit d'un classement technique à partir de la molécule principale utilisée ; en voici quelques-uns :

#### ❖ Les organochlorés

Ils sont parmi les plus anciens et les plus persistants, dont le DDT, ils sont surtout utilisés comme insecticides en agriculture et dans les métiers de bois, comme les aldrine, les dieldrine, les endrine et le lindane qui a été abondamment utilisé en France par les agriculteurs jusqu'en 1998 où il a été interdit en raison de sa toxicité et de son accumulation dans l'organisme. (**EPA, 2019**).

#### ❖ Les organophosphorés

Ils sont également utilisés comme insecticides, ils contrôlent les organismes vivants en agissant sur les systèmes nerveux, ils sont moins persistants, comme les fenthion, les malathion...etc. (**EPA, 2019**).

#### ❖ Les carbamates

Ils sont issus de l'acide carbamique, ils comprennent les insecticides, les fongicides, les herbicides, comme les carbaryl, les carbofuran, les thiodicarbe...etc. (Agence de protection de l'environnement des États-Unis (**EPA, 2019**)).

## Chapitre I : Généralité sur les pesticides

---

### ❖ Les pyréthroides de synthèse

Ils perturbent la transmission des impulsions nerveuses, ils sont stables sous le rayonnement solaire, comme les cyhalothrines, les cyperméthrines, les deltaméthrines...etc. (EPA, 2019).

Centaines de pesticides agricoles chimiques peuvent être classés selon le type de ravageur ou de maladie qui ils combattent.

**Tableau 01** : Produits chimiques agricoles y compris les pesticides (P) et leurs activités Hackin (2005).

| Catégorie                           | Activité   |
|-------------------------------------|--|
| Algicide                            | Tue les algues, sur le bois par ex.  |
| Anorexigène                         | Prévient que les animaux se nourrissent de la culture ou du produit stocké     |
| Appât                               | Attire les animaux provoquant des fléaux                                       |
| Bactéricide (P)                     | Tue ou inhibe la croissance des bactéries                                      |
| Fongicide (P)                       | Désinfectant pour moisissures et champignons                                   |
| Fumigant (P)                        | Gaz ou fumée contre les ravageurs ou les moisissures dans les produits stockés |
| Herbicide                           | Tue ou inhibe la croissance des mauvaises herbes                               |
| Régulateur de croissance d'insectes | Modifie les phases de développement ou de croissance des insectes              |
| Insecticide (par ex. aphicide) (P)  | Tue ou nuit aux insectes (par ex. aux pucerons)                                |
| Miticide / acaricide (P)            | Tue ou nuit aux acariens (ou araignées)  |
| Molluscicide                        | Tue les escargots et les limaces   |
| Nématicide (P)                      | Tue les nématodes  |
| Repousseur d'indésirables           | Eloigne les animaux causant des fléaux   |
| Rodenticide                         | Tue les rats, les souris, les rongeurs   |
| Stérilisant                         | Stérilise les insectes par voie chimique                                       |
| Termiticide (P)                     | Tue ou nuit aux termites   |

### I.5.Composition des pesticides :

Les pesticides comprennent à la fois des ingrédients actifs et d'autres ingrédients qui

Sont inertes ou produit de formulation. Les ingrédients actifs sont utilisés pour tuer, contrôler ou repousser le ravageur. Les autres ingrédients peuvent faire une variété de tâches comme attirer le ravageur.

**I.5.1 Ingrédients actifs** : qui sont les produits chimiques contenus dans un pesticide qui agissent pour lutter contre les ravageurs. Les ingrédients actifs doivent être identifiés par leur

## Chapitre I : Généralité sur les pesticides

---

nom sur l'étiquette du produit antiparasitaire avec son pourcentage en poids. Souvent, les ingrédients actifs constituent une petite partie du produit entier. Il existe plusieurs catégories d'ingrédients actifs :

- **Conventionnels** : qui sont tous des ingrédients autres que les pesticides biologiques et les pesticides antimicrobiens.
- **Antimicrobiens** : qui sont des substances ou des mélanges de substances utilisés pour détruire ou supprimer la croissance de micro-organisme nocifs.
- **Les bios pesticides** : qui sont des types d'ingrédients dérivés de certains matériaux naturels (EPA, 2019).

### I.5.2 Ingrédients inertes (de formulation) :

Composant d'un pesticide qui y est ajouté intentionnellement et qui n'est pas un ingrédient actif, il améliore les propriétés physiques du pesticide. Exemple de produit inerte : le Kérosène, l'éthanol, la gélatine et l'huile de soja...etc. (EPA, 2019). Contrairement aux ingrédients actifs les produits de formulation (adjuvants) ne sont pas inscrits sur l'étiquette du pesticide.

## I.6.Toxicologie des pesticides :

### I.6.1 Toxicocénétique :

**I.6.1.1 Absorption** : Les pesticides pénètrent aisément par toutes les voies de pénétration : cutanée, respiratoire et digestive.

- **Voie respiratoire** : Dans ce cas les pesticides peuvent être absorbés sous forme d'aérosols ou de poussières, en effet, les produits toxiques vont passer directement dans la circulation en raison du contact étroit entre le sang et l'air alvéolaire (Bouguerra et al., 2010).
- **Voie cutanée** : Ce mode de pénétration dépend de la nature du produit et son affinité pour la peau et de l'état de la peau. La pénétration est d'autant plus aisée que le produit est lipophile ; c'est le cas des organochlorés (Calvet, 2005).
- **Voie digestive** : Ce mode de pénétration s'observe la plupart du temps lors de la consommation des produits traités par les pesticides. Il dépend du degré de solubilité du produit considéré et des réactions de défense de l'organisme, en particulier le rôle du foie dans la détoxification de ces substances avant leur introduction dans la circulation générale (Bougueraa et al., 2010).

L'absorption des pesticides par les organismes vivants surtout chez l'animal est très bonne quel que soit la voie de contamination. Elle est favorisée par la liposolubilité du produit

## Chapitre I : Généralité sur les pesticides

---

mais une partie de l'hydrosolubilité doit être conservée pour assurer la dissolution du produit dans la phase aqueuse intracellulaire. Le transport sanguin se fait de façon multi-compartimentale, les pesticides se fixent dans les hématies ou sur les protéines plasmatiques avant d'être distribués vers les compartiments de l'organisme. Certains pesticides comme les organochlorés se fixent à la fois sur les hématies et les protéines plasmatiques (**Bouvier, 2005**).

### I.6.1.2 La distribution :

La distribution des pesticides est en fonction de la voie d'administration. Ainsi un composé administré oralement pourrait subir des dégradations au niveau de l'intestin et être éliminé sans pénétrer dans le courant sanguin, un composé administré par voie orale et/ou intra péritonéale peut être absorbé par la circulation porte et aboutit directement dans le foie, site de son métabolisme (**Chorfi, 1982**). Les pesticides ont tendance à se répartir à tous les niveaux de l'organisme intoxiqué, néanmoins pour certains d'entre eux la distribution se fait de manière préférentielle, ainsi le tissu adipeux représente le site de stockage privilégié de la plupart des organochlorés. Il faut toutefois noter que la rétention, de ces pesticides par le tissu adipeux est limitée, elle représente un mécanisme de protection éloignant la substance toxique de ces organes ciblés (**Chorfi, 1982**).

### I.6.1.3 Métabolisme :

Tous les pesticides toxiques introduits dans l'organisme provoquent des altérations plus ou moins marquées des fonctions physiologiques, mais il faut noter que réciproquement l'organisme agit sur ces substances toxiques et les transforme en d'autres produits par des réactions diverses faisant intervenir des systèmes enzymatiques (**Hayes, 1982**). L'organe principal impliqué dans ces processus de transformation des pesticides et le foie grâce à son équipement enzymatique important contenu essentiellement au niveau des microsomes hépatiques, il représente le siège du catabolisme des pesticides (**Hayes, 1982**). La transformation des pesticides comprend en général des réactions d'hydroxylation, d'oxydation d'hydrolyse et de conjugaison (**Bouvier, 2005**).

### I.6.1.4 Elimination :

Les pesticides sont éliminés quand ils ne sont pas stockés par les principales voies suivantes (**Bouguerra et al., 2010**) :

- Elimination par voie rénale.
- Elimination par voie digestive.

## Chapitre I : Généralité sur les pesticides

- □ Elimination par voie respiratoire.

D'autres voies telles que l'élimination par les glandes mammaires, l'élimination par la bile et l'élimination dans le jaune d'œufs participent aussi aux processus d'élimination (**Bouguerra et al., 2010**).

### I.6. 2 Toxicodynamique des pesticides :

Les pesticides sont conçus pour avoir un effet toxique sur des organismes vivants cibles. Ainsi, dans la liste des biocides on relèvera principalement trois grandes familles : les insecticides, les fongicides et les herbicides. Les insecticides peuvent avoir une action sur le système nerveux (neurotransmission), la respiration ou sur la mue. Les fongicides agissent sélectivement sur la respiration, la biosynthèse (stéroïdes, ARN), la croissance ou la perméabilité cellulaire. Enfin les herbicides peuvent avoir un effet perturbateur sur la photosynthèse, sur la synthèse des lipides et des acides aminés, sur la division cellulaire ou sur la croissance. Les substances actives interviennent donc sur des processus métaboliques fondamentaux, et leur potentiel toxique est donc effectif à la fois sur les espèces ciblées et sur les autres espèces présentes dans les écosystèmes contaminés par leur transfert (**Fauvelle, 2012**).

**Tableau 02** : Mode d'action de trois grands groupes des pesticides (**El\_Mrabet et al., 2007**).

| Insecticides  | Fongicides   | Herbicides   |
|---|--|--|
| Interviennent en éliminant les insectes ou en empêchant leur reproduction.<br>Différents types existent :<br>_ Les neurotoxiques.<br>_ Les régulateurs de croissance.<br>_ Ceux agissant sur la respiration cellulaire. | Peuvent agir différemment :<br>- Soit en inhibant le système respiratoire ou la division cellulaire.<br>- Soit en perturbant la biosynthèse des acides aminés, des protéines ou le métabolisme des glucides. | Possèdent différents modes d'action sur les plantes, ils peuvent être :<br>- des perturbateurs de la régulation d'une hormone « auxine » (principale hormone agissant sur l'augmentation de la taille des cellules). |

## Chapitre I : Généralité sur les pesticides

---

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  | - des inhibiteurs de la division cellulaire, de la synthèse des lipides, de cellulose ou des acides aminés |
|--|--|--|

**I.7 Toxicité des pesticides :** Les voies de contamination de l'homme par les pesticides sont diverses : consommation d'aliments, d'eau, inhalation ou contact avec la peau. Les effets sur l'homme sont différents en raison du grand nombre de molécules de pesticides, Certains produits présentent une toxicité aigüe importante, d'autres par contre, présentent une toxicité moindre et sont capables de s'accumuler dans l'organisme tout en induisant des effets à long terme (**Samba, 2020**).

### **I.7. 1 Toxicité aigüe :**

Les principales connaissances sur les effets aigus des pesticides sur les hommes c'est 'à dire se manifestant rapidement après exposition sont issus d'observations rapportées en milieu professionnel et des cas d'intoxications documentées par les centres antipoison. Seuls les effets aigus des pesticides sont bien répertoriés (**Cherin et al., 2012**). Les pesticides peuvent pénétrer dans le corps, par contact cutané, par ingestion et par inhalation. Les manifestations peuvent se limiter à des signes locaux : irritation de la peau, des muqueuses, réactions allergiques cutanées ou oculaires, vomissement, toux, gêne respiratoire ou bien traduire l'atteinte d'un ou plusieurs organes ou systèmes : foie, rein, système nerveux centrale...etc, en cas d'effets systémiques. L'intoxication massive par un pesticide peut avoir des complications graves parfois mortelles (**Cherin et al., 2012**).

La toxicité aigüe est mesurée de façon normalisée par expérimentation sur des animaux de laboratoire, c'est l'indice de mortalité (DL50) correspondant à la quantité de matière active provoquant le mort (50%) des sujets d'un échantillon exposé au pesticide, une seule fois par ingestion ou voie cutanée (**Mosbah, 2008**).

### **I.7. 2 Toxicité chronique :**

La toxicité chronique survient après des expositions répétées à faibles doses de pesticides. Le délai avant l'apparition des symptômes peut être parfois très long, dans certains cas il s'agit de plusieurs dizaines d'années (**Bettiche, 2017**). L'exposition chronique aux pesticides est liée aux

## Chapitre I : Généralité sur les pesticides

---

divers troubles neuro- comportementaux et neuro-dégénératifs (tels que la maladie de Parkinson et la maladie d'Alzheimer) mais également aux troubles du système nerveux périphérique (troubles neuro-moteurs et neuro- sensoriels) (**Mebouda, 2017**).

A la différence de la toxicité aigüe, la toxicité chronique ne se propose pas de déterminer un seuil de mortalité mais plutôt la dose quotidienne administrée e dessous de laquelle n'apparaissent pas d'effets sur la santé, c'est-à-dire la dose sans effets (DES, ou en anglais : NOAEL, non observable adverse Effect level), elle est évaluée de façon normalisée par expérimentation sur des animaux de laboratoire. Ces expérimentations permettent d'étudier le potentiel cancérigène, la neurotoxicité et l'effet sur la reproduction (trouble de la fertilité et effets tératogènes) d'une substance donné (**Botsch, 2011**).

## **Chapitre II : Effets des pesticides sur la Santé humaine**

---

### **1\_ effets des pesticides sur la santé :**

Les pesticides sont plus ou moins toxiques à l'égard de l'homme qui peut les absorber par contact (voie cutanée et voie oculaire), inhalation (voie respiratoire) ou ingestion (voie digestive) (Calvet et al., 2005). L'importance des dangers dépend de deux facteurs : la toxicité du pesticide et le degré d'exposition au produit (Piche, 2008).

#### **1.1. Voies d'exposition :**

Les risques d'exposition aux pesticides sont multiples et plusieurs facteurs peuvent en être responsables. Ils apparaissent dès qu'une personne manipule des pesticides sans tenir compte des règles de base en matière de sécurité et ce, à l'étape de la préparation des mélanges, en cours d'application ou de pulvérisation ainsi qu'au retour sur le site traité.

##### **A. Voie cutanée :**

La peau constitue généralement une barrière relativement imperméable aux substances chimiques. Toutefois, la majorité des pesticides peuvent être absorbés à travers toute la surface corporelle et ce, en quantité suffisante pour causer des effets systémiques tant aigus que chroniques en plus des effets dermatologiques et oculaires possibles. Les pesticides peuvent être absorbés plus facilement par certaines régions corporelles comme le cuir chevelu, le front, les yeux et les organes génitaux (Samuel et Saint-Laurent, 2001). La durée d'exposition, les conditions de la peau, la température et l'humidité influencent le degré d'absorption (Piche, 2008).

##### **B. Voie respiratoire :**

L'exposition par les voies respiratoires constitue la voie d'intoxication la plus rapide et la plus directe. Les pesticides qui sont normalement appliqués sous forme d'aérosol, de brouillard ou de gaz peuvent facilement être inhalés. Ces produits peuvent aussi adhérer à des particules de poussières en suspension et parfois même à la fumée de cigarette. Le risque d'exposition par cette voie est normalement plus important lorsque les travaux sont effectués dans un espace fermé, comme une serre ou un tunnel de culture (Samuel et Saint-Laurent, 2001).

##### **C. Voie digestive (voie orale) :**

Selon PICHE (2008), les intoxications les plus sévères se produisent lorsque le pesticide est accidentellement ingéré. L'absorption accidentelle se produit principalement par la

## Chapitre II : Effets des pesticides sur la Santé humaine

contamination des mains ou d'aliments, d'où l'importance de se laver les mains après avoir manipulé des pesticides ou avoir été en contact avec une surface contaminée

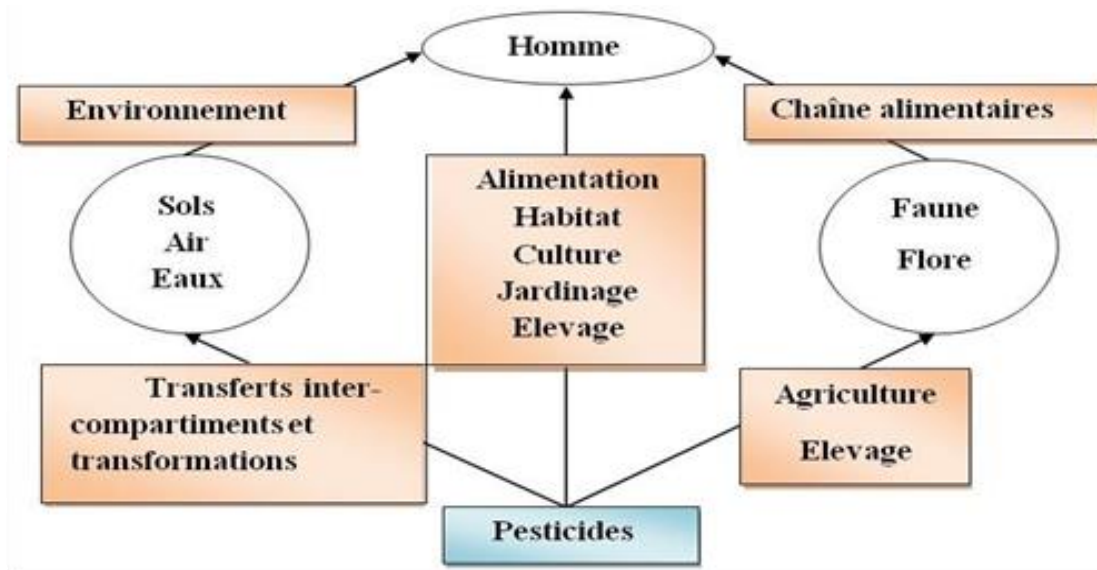


Figure 01 : Modes d'exposition de l'homme et des milieux par les pesticides (CPP, 2002).

### 1.2. Toxicité des pesticides :

Le critère utilisé pour rendre compte de la toxicité pour l'homme est la dose journalière admissible ou DJA appelée aussi dose journalière tolérable. Elle est exprimée en mg/kg de poids corporel et par jour et représente la dose maximale qui, si elle est ingérée quotidiennement, n'entraîne pas d'effets chez l'homme (Marliere, 2000). Les effets de l'exposition aux pesticides chez l'homme nécessitent de distinguer :

#### A. Toxicité aiguë :

La toxicité aiguë est liée à une pénétration massive du produit dans l'organisme, les symptômes apparaissent peu de temps après le contact (24- 48 heures). Cette toxicité est généralement assez bien connue. Elle est évaluée par la DL50 ou la CL50 (dose ou concentration létale 50), ainsi que par des études sur les propriétés irritantes et allergisantes (Le clech, 1998). Les signes ou symptômes les plus souvent rapportés lors d'une intoxication aiguë aux pesticides sont les suivants : céphalées, nausées, vomissements, étourdissements, fatigue, perte d'appétit et irritation cutanée ou oculaire. La sévérité de l'intoxication varie normalement en fonction de la dose absorbée. En plus de l'ingrédient actif, certaines substances inertes présentes dans les formulations commerciales peuvent contribuer à moduler le niveau de risque d'intoxication.

## **Chapitre II : Effets des pesticides sur la Santé humaine**

---

Par ailleurs, la voie d'exposition (orale, cutanée ou respiratoire) ainsi que les susceptibilités individuelles pourront aussi jouer un rôle important sur la sévérité des symptômes observés (**Samuel et Saint-Laurent, 2001**).

### **B. Toxicité chronique :**

La toxicité chronique est le résultat d'une exposition répétée ou continue à des doses faibles. Les signes apparaissent souvent très tardivement (**Le Clech, 1998**). Les signes sont souvent difficiles à reconnaître et le délai avant l'apparition de la maladie peut être très long. Parfois, celle-ci survient alors que la personne n'est plus exposée aux pesticides depuis des années. Il peut, par ailleurs, être difficile de faire le lien entre l'exposition chronique aux pesticides et les symptômes observés en raison de cette période de latence caractéristique. Les symptômes peuvent se présenter sous forme de : fatigue, fréquents maux de tête, manque d'appétit, perte de poids (**Samuel et Saint-Laurent, 2001**).

### **1.3. Anomalies consécutives dues à l'usage des pesticides :**

Les manipulateurs des pesticides sont les premières victimes des cas d'intoxications aiguës. Les pays en développement où les mesures de protection personnelle sont souvent inadéquates ou absentes sont les plus touchés soit 99 % des décès dus aux intoxications (**Mawissi, 2008**). Les enfants semblent être plus vulnérables aux pesticides que les adultes. (**Tellier et al., 2006**). Des études épidémiologiques réalisées dans les familles d'agriculteurs ou celles résidant à proximité des cultures traitées ont pu établir le lien entre l'exposition aux pesticides et l'élévation constante de l'incidence de certaines pathologies (**Mawissi, 2008**).

Les principaux effets provoqués par l'emploi des pesticides sont :

#### **A. Effets sur la reproduction et le développement :**

Bien qu'une telle démonstration ne puisse être facilement faite chez l'humain, plusieurs études animales indiquent que certains pesticides pourraient produire des effets sur la reproduction et/ou sur le développement. Parmi les effets possibles, nous pouvons noter les anomalies du développement embryonnaire (malformations, retard de croissance et de développement). L'avortement spontané, la prématurité, la diminution de la fertilité, l'infertilité, la baisse de libido et la diminution de la production et de la mobilité des spermatozoïdes font partie des effets non tératogènes potentiels (**Samuel et Saint-Laurent, 2001**).

## **Chapitre II : Effets des pesticides sur la Santé humaine**

---

### **B. Effets sur le système immunitaire :**

Il a été mis en évidence qu'une exposition à certaines substances pouvait entraîner un dérèglement du système immunitaire (**Elmrabet, 2011**). Certaines études récentes indiquent la probabilité d'une relation entre les pesticides et l'augmentation des risques de maladies infectieuses. La chute de production d'anticorps et des réactions d'hypersensibilité retardées pourraient aussi être associées à l'exposition à ces produits (**Samuel et Saint-Laurent, 2001**).

### **C. Effets sur le système endocrinien :**

Plusieurs pesticides, parmi lesquels des insecticides (DDT, Endosulfan, Dieldrine, Methoxychlore, Dicofol, Toxaphène), des nématicides (Aldicarbe) des herbicides (Alachlore, Atrazine, Nitrofène) des fongicides (Mancozèbe, Vinchlozoline) figurent sur la liste des perturbateurs endocriniens (**Merhi, 2008**). Parmi les effets possibles chez l'humain, on peut noter l'obésité, la décalcification des os et le diabète. Les pesticides soupçonnés être des modulateurs endocriniens pourraient aussi être associés au développement du cancer du sein, à une réduction de la fertilité mâle, à des dommages aux glandes thyroïde et pituitaire, à la diminution du système immunitaire et à des problèmes liés au comportement (**Samuel et Saint-Laurent, 2001**).

### **D. Effets dermatologique :**

Des problèmes dermatologiques ou allergiques ont été également signalés pour des personnes exposées aux pesticides (**Liliana, 2007**). Certains sont responsables d'effets dermatologiques comme les dermatites de contact (réactions cutanées inflammatoires). Ces réactions sont caractérisées par l'apparition de démangeaisons, d'érythèmes, d'œdèmes, de vésicules, de papules et de lésions cutanées (**Samuel et Saint-Laurent, 2001**).

### **1\_3\_4. Effets neurologiques et comportementaux :**

Pour certains pesticides, la neurotoxicité est le mécanisme même de leur mode d'action (organophosphorés et inhibition de l'activité de l'acétylcholinestérase) (**Merhi, 2008**). Les pesticides peuvent affecter le système nerveux (central et périphérique) provoquant une hyperexcitabilité, épilepsie, convulsions, ataxie. Ces effets ont été constatés chez les gens qui ont eu un contact direct avec les pesticides (les agriculteurs, les ouvriers dans les entreprises de production de pesticides) (**Liliana, 2007**).

Dans les pays industrialisés, plusieurs études de concluent à une association positive entre maladie de Parkinson, habitat en milieu rural et exposition aux pesticides (**Anonyme, 2011**).

## Chapitre II : Effets des pesticides sur la Santé humaine

---

Les produits phytosanitaires entraîneraient lors d'expositions de longue durée des troubles psychologiques, en particulier des syndromes dépressifs. La survenue de suicides dans une cohorte d'agriculteurs serait liée à l'utilisation des produits phytosanitaires (**Anonyme, 2001**).

### A\_ Maladie de Parkinson :

Parmi les maladies neurodégénératives, la maladie de Parkinson (MP) a fait l'objet de nombreux travaux sur sa relation avec les pesticides. En France, l'équipe de I. Baldi et al. A mené une étude sur l'association entre pesticides et maladie de Parkinson : l'étude cas-témoins PHYTOPARK (**Baldi et al., 2003**) compare l'exposition aux pesticides de patients atteints de la maladie de Parkinson diagnostiqués dans les hôpitaux de Gironde et de Dordogne et des témoins issus de la population PAQUID (population de personnes âgées). Une association positive a été montrée entre pesticides et MP au cours de cette étude (OR=2,2 ; IC=95%), en tenant compte de l'âge, du sexe, niveau d'éducation, et du tabagisme. Cependant aucune relation du type dose-réponse n'a été trouvée. Ces résultats viennent corroborer ceux de l'étude menée par **Elbaz et al. (2009)**, où une corrélation entre MP et l'utilisation de pesticides en milieu professionnel a été démontrée (OR=1,8 ; IC=95%), cependant avec la mise en évidence d'une dose effet par rapport au nombre d'années d'utilisation de ces produits ( $p = 0,01$ ). Chez les hommes, les pesticides ont été associés à l'apparition d'une MP, notamment avec les composés organochlorés (OR=2,4 ; IC=95%). **Weisskopf et al. (2010)** ont trouvé des résultats similaires avec la dieldrine.

D'après l'équipe d'**Alberto Ascherio (2006)**, l'exposition aux pesticides augmenterait le risque de Parkinson de 70%. Ainsi, 5% des personnes exposées aux pesticides risqueraient d'avoir la MP, contre 3% pour la population générale.

L'étude Agriculture Health Study s'est également penché sur la question de la MP (**Kamel et al., 2007**) : partant de l'hypothèse que le dysfonctionnement mitochondrial et le stress oxydatif sont des mécanismes physiopathologiques impliqués dans la genèse de la MP, et sachant que certains pesticides peuvent affecter ces mécanismes, ils ont voulu corréler la survenue la MP avec l'emploi de ces pesticides lors d'une étude cas-témoins. Sur les 110 cas de MP et les 358 témoins, la MP a été associée avec l'utilisation d'un groupe de pesticides inhibant le complexe I mitochondrial (OR=1,7 ; IC=95%) incluant la roténone (OR=2,5 ; IC=95%), ainsi qu'un groupe de pesticides causant un stress oxydatif (OR=2,0 ; IC=95%) incluant le paraquat (OR=2,5 ; IC=95%).

## Chapitre II : Effets des pesticides sur la Santé humaine

---

Un mécanisme d'action quant au potentiel toxique de ces molécules a même pu être proposé : concernant la roténone, celle-ci pénètre facilement la barrière hémato-encéphalique, du fait qu'il s'agisse d'une molécule fortement lipophile. Une fois dans le SNC, elle intègre facilement les neurones dopaminergiques, comme elle n'a pas besoin des transporteurs à dopamine pour pénétrer ces cellules. A l'intérieur du neurone, elle s'accumule dans le complexe 1 mitochondriale, produisant un dysfonctionnement de celui-ci, et induit la formation d'espèces réactives de l'oxygène qui amènent à la dégénération des neurones dopaminergiques (**Cicchetti et al., 2009**). De plus il a été montré récemment que la roténone inhibe l'activité des protéosomes (**Wang et al., 2006**). Or un dysfonctionnement des protéosomes a été impliqué dans la pathogenèse des formes génétiques et sporadiques de la MP (**Olanow, 2007**).

Le para-quat est suspecté d'entrer dans le système nerveux central par l'intermédiaire de transporteurs acides aminés. Une fois localisé dans le SNC, le para-quat agirait comme un composé oxydo-réductif dans le cytosol des neurones, induisant une toxicité pour les mitochondries (**Miller, 2007**). Les cellules ne pouvant plus fournir correctement de l'ATP, elles dégèrent. De même, cette molécule semble activer une protéine pro-apoptotique de la famille Bcl-2 (**Fei et al., 2008**), qui entraîne la mort des neurones. En mai 2006, pour la première fois en France, la MP a été reconnue maladie professionnelle par le tribunal des affaires de sécurité sociale de Bourges pour un ancien ouvrier agricole atteint depuis 1997.

### B\_ Maladie d'Alzheimer :

Concernant la maladie d'Alzheimer (MA), les résultats sont plus mitigés et moins nombreux : toujours dans le cadre de l'étude PHYTOPARK menée en 2003 par **Baldi et al.**, les auteurs ont pu montrer un risque plus important de développer cette maladie dans la population masculine travaillant au contact de pesticides (RR=2,4 ; IC=95%). Cependant ce risque n'est pas significatif chez les femmes. Une récente étude américaine (**Hayden et al., 2010**) a également montré que l'exposition aux pesticides peut augmenter le risque de démence, et la survenue de la MA ultérieurement, notamment suite à une exposition aux organophosphorés. En revanche une étude canadienne sur pesticides et MA (**Gauthier et al., 2001**) n'a pas montré de résultat significatif et donc d'association possible entre les deux. Malgré tout, ces études soulignent bien l'impact des pesticides sur la santé neurologique, même suite à une exposition à faible dose, et les auteurs de ces études insistent sur la nécessité d'une protection à employer lors de l'usage de tels produits.

### 4. Les Cancers :

Le cancer constitue le risque sanitaire associé à l'emploi des pesticides le plus emblématique et médiatisé (**Batsch, 2011**). Dans plusieurs études épidémiologiques une association significative avec l'utilisation des pesticides a été retrouvée pour certaines localisations tumorales telles que les cancers des lèvres, de la prostate, de l'estomac, des reins, du cerveau, mais également la plupart des cancers du système hématopoïétique (leucémies, myélomes multiples et surtout les lymphomes non hodgkiniens), le mélanome cutané et les sarcomes des tissus mous (**Merhi, 2008**).

#### A\_ Cancer de la peau :

Les cancers de la peau sont en nette progression depuis 20 ans. Ils augmenteraient de 5 à 7% par an, la principale cause étant l'exposition au soleil et la dangerosité des UV. Concernant le mélanome, l'incidence est de 7,4 pour 100 000 chez les hommes et de 8,9 pour 100 000 chez la femme, en 2008 (Globocan). Peu d'études analysent l'impact des pesticides sur le cancer de la peau. Cependant les produits à base d'arsenic et de leurs dérivés ont été classés « cancérogène certains pour l'homme », en raison de leur rôle avéré dans la survenue de cancer de la peau (**Spiewak, 2001**). Ces produits ont été utilisés de façon très importante en France, notamment en viticulture, sous forme d'arséniate de plomb jusqu'au milieu des années 70 et d'arsénite de sodium jusqu'au début des années 2000 (**Bladi et Lebailly, 2007**).

D'après une étude menée au Costa Rica sur l'incidence des cancers en lien avec la répartition géographique et l'exposition professionnelle aux pesticides (**Wesseling et al., 1999**), les cas de cancers de la peau (lèvres, mélanome, carcinomes) sont particulièrement localisés dans les zones de culture de café, où sont massivement utilisés le para-quat et les composés arséniés. Ces composés ont par ailleurs été retirés du marché pour leur forte toxicité, en 2002 pour les composés arséniés, et 2007 pour le para-quat.

Dans leur revue sur les cancers chez les agriculteurs, **Blair et Zahm (1991)** ont rapporté que 8 sur 12 études montraient une augmentation de l'incidence de mélanome, dont 7 montraient également une hausse de l'incidence d'autres cancers de la peau. Cette augmentation de l'incidence des cancers de la peau chez les agriculteurs est imputable à l'exposition au soleil, mais aussi aux PPP. En effet, les agriculteurs sont considérés comme une catégorie professionnelle à risque, quant aux cancers de la peau en lien avec l'exposition solaire (**Radespiel-Tröger et al., 2009**).

## Chapitre II : Effets des pesticides sur la Santé humaine

---

### B\_ Cancer de l'estomac :

Les cancers de l'estomac sont la deuxième cause de mortalité par cancer dans le monde. L'incidence annuelle du cancer de l'estomac est en diminution constante depuis vingt ans. En France elle se situe actuellement à 7,5 pour 100 000 chez l'homme, et 2,8 pour 100 000 chez la femme (**Globocan, 2008**). D'après le réseau FRANCIM, depuis 1980 l'incidence du cancer de l'estomac est en baisse chez l'homme et la femme. A nouveau peu d'études concernent les cancers de l'estomac et pesticides. D'après une étude italienne (**Forastiere et al., 1993**), les agriculteurs présentent une hausse non significative du risque de développer un cancer de l'estomac (OR=1,21 ; IC=95%).

Les fumigants seraient responsable de l'incidence élevée de cancer de l'estomac chez des semenciers en Chine (**Kneller et al., 1990**). L'emploi excessif de nitrates serait également responsable de la survenue de cancers de l'estomac (**Nomura et al., 1982**). Au cours d'une étude menée sur l'association entre cancers de l'estomac et du colon, avec la consommation d'eaux contaminées par de l'atrazine ou des nitrates, **Van Leeuwen et al. (1999)** ont montré que la consommation d'eau contaminée en atrazine est positivement associée à l'augmentation de l'incidence de cancer de l'estomac ( $p < 0,05$ ), mais pas pour les eaux contaminées en nitrates.

### C\_ Cancer du cerveau :

Le cancer du cerveau le plus fréquent est le gliome, dont l'incidence est en augmentation depuis les années 1980, sans doute pour des raisons environnementales. L'incidence standardisée en France en 2008 est de 5,6 cas pour 100 000 chez l'homme et 4,3 chez la femme (**Globocan, 2008**). Il est cependant difficile de mettre en lien les cancers du cerveau avec une exposition à des substances chimiques, du fait de la faible incidence de ce cancer : même dans les grandes études de cohorte en lien avec l'exposition professionnelle, le nombre de cas de cancers du cerveau est bien souvent trop faible pour permettre l'analyse en sous-groupes, qui permettraient d'incriminer un produit ou une classe de produits en particulier (**Wrensch et al., 2002**).

### D\_ Cancer de la prostate :

Le cancer de la prostate est celui ayant la plus forte incidence : l'incidence standardisée en 2008 est de 118,3 cas pour 100 000 (**Globocan, 2008**). Son incidence est en augmentation, en partie à cause d'un meilleur dépistage. En France le taux d'incidence a beaucoup augmenté de 1980 à 2005 (+ 6,3 %), avec une augmentation annuelle encore accrue de 2000 à 2005 (+ 8,5 %). Concernant l'association possible entre cancer de la prostate et pesticides, l'étude Agriculture

## Chapitre II : Effets des pesticides sur la Santé humaine

---

Health Study (**Alavanja et al., 2003**) a montré un risque légèrement accru pour la cohorte suite à une exposition professionnelle aux pesticides (OR=1,14 ; IC=95%). En particulier, l'emploi de pesticides chlorés chez des utilisateurs âgés de plus de 50 ans, ainsi que l'utilisation de méthylbromide sont significativement associés avec un risque de cancer de la prostate. D'autres pesticides ont montré une hausse significative du risque, mais seulement chez les sujets ayant des antécédents familiaux de cancers de la prostate (**Alavanja et al., 2003**). Ces résultats viennent conforter ceux de **Blair & Zahm (1991)**, **Morrison et al. (1993)**, Aronson et al. (1996), qui avaient déjà établi un lien entre exposition professionnelle aux pesticides et cancer de la prostate.

## CHAPITRE III : Effets des pesticides sur l'environnement

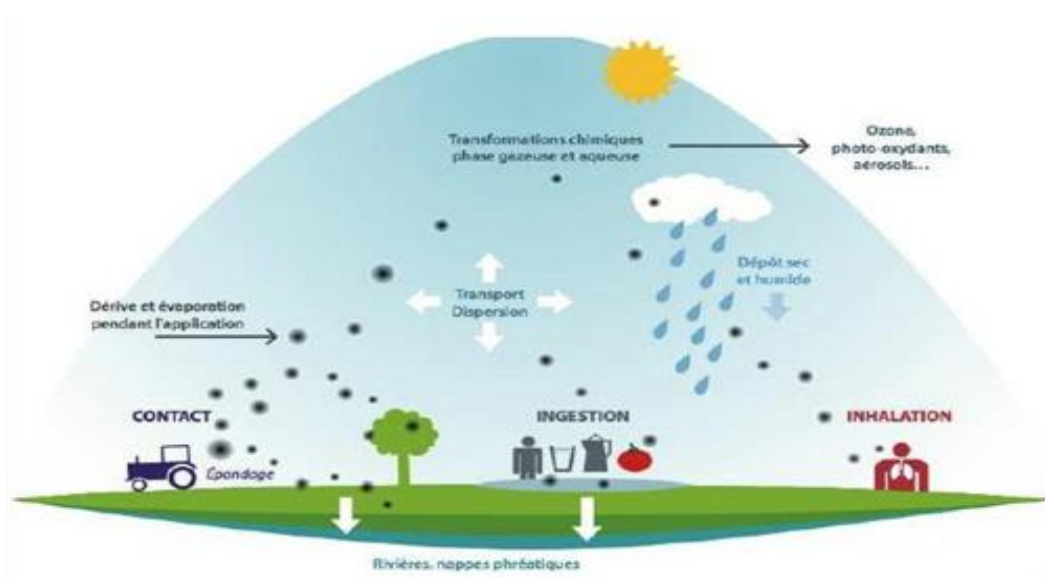
### Introduction

Les pesticides sont devenus un besoin pour les agriculteurs, car ils permettent l'intensification de l'agriculture afin de couvrir la demande exprimée dans les marchés sur les produits agricoles. En vérité les pesticides ont un avantage concernant la protection des cultures et l'augmentation de la production, mais malheureusement leurs risques ont dépassé l'utilité de ces derniers, parce qu'ils endommagent l'environnement.

Les pesticides ont contaminé presque toutes les parties de notre environnement (**Akter et al., 2009**), c'est vrai qu'ils tuent quelques espèces visées comme les insectes, champignons et les plantes indésirables. Les effets des pesticides sur l'environnement sont nombreux ; ils ont un effet sur (**Vincent Charles et al., 2000**) :

- ✓ La santé humaine.
- ✓ La faune et la flore.
- ✓ La contamination des eaux.
- ✓ Le sol.
- ✓ L'air.

La figure suivante explique les effets des pesticides sur tous les composants de l'environnement



**Figure 02** : Dispersion des pesticides dans l'environnement et voies de contamination (**Batsch, 2011**)

## CHAPITRE III : Effets des pesticides sur l'environnement

---

Les substances et les molécules issues des pesticides sont susceptibles de se retrouver dans l'air, le sol, les eaux et les sédiments, ainsi que dans les aliments. Ces substances et molécules présentent, par leur migration entre les compartiments de l'environnement, des dangers importants pour l'homme et les écosystèmes, avec un impact à court ou à long terme (**France, 2015**).

### 1. Effet des pesticides sur les milieux :

Dans l'environnement, les pesticides se dégradent dans une variété d'autres substances ; à la suite d'interactions avec le sol, l'eau, la lumière du soleil et l'oxygène (**Kegly, 1999**).

**1\_1 Contamination du sol** : Le sol est un matériau à la fois minéral et organique. La partie minérale représente la fraction la plus importante (**El bakouri, 2006**) :

- **Minéraux primaire** : Issus de l'altération du substrat géologique sous l'action conjuguée de la température, de l'air et de l'eau.
- **Minéraux secondaires** : produit d'altération comme les argiles, les oxydes et les hydroxydes.

Le sol joue un rôle fondamental dans le devenir des pesticides qui peuvent être appliqués (Ibid). Un traitement important des sols avec des pesticides peut entraîner une baisse des populations de microorganismes du sol bénéfiques. Selon la scientifique du sol Elaine Ingham : " Si nous perdons les bactéries et les champignons, le sol se dégrade". L'utilisation excessive d'engrais chimiques et de pesticides a des effets sur les organismes du sol (**Calvet et al., 2005**). Le devenir des pesticides dans l'environnement c'est-à-dire, leur rétention, leur transformation et leur dégradation, dépend de leurs propriétés ainsi que celles des différents compartiments concernés, le sol, les eaux et l'atmosphère (Ibid).

L'impact des pesticides sur le sol peut être expliqué par la figure suivante

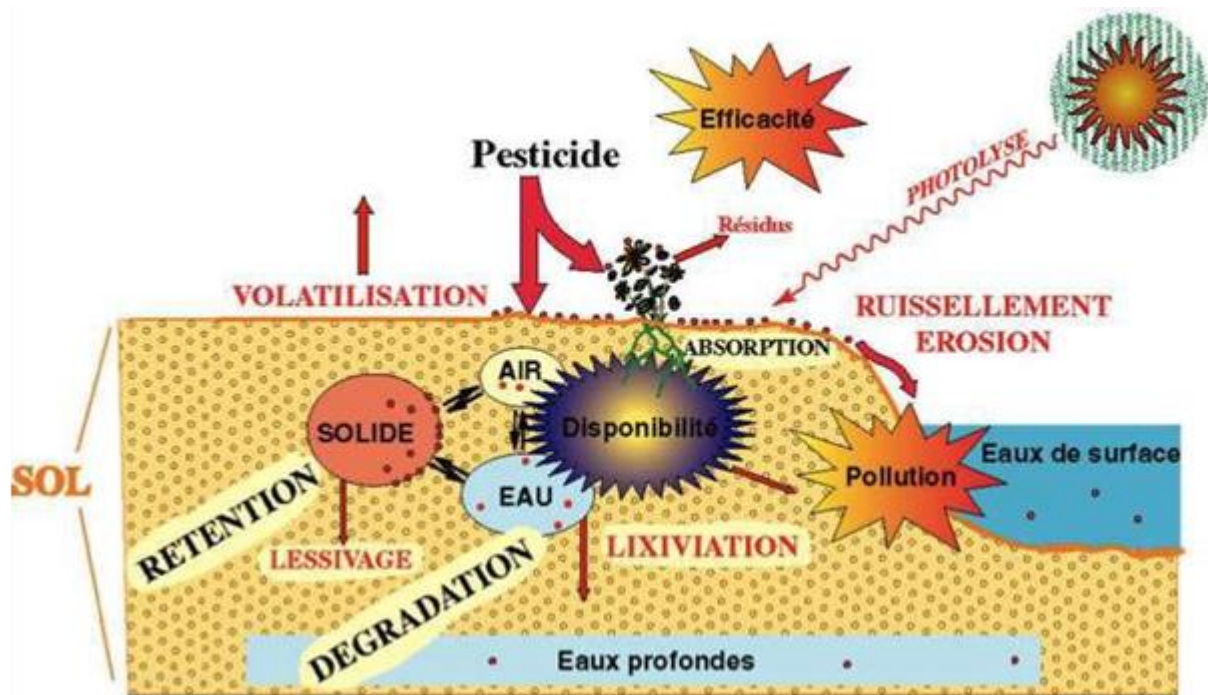


Figure 03 : Comportement des pesticides dans le sol (Batsch, 2011)

A partir de cette figure on observe :

O Des phénomènes de rétention : Soit par absorption par les végétaux ou la microflore du sol, soit par adsorption par la matière humique du sol. Et aussi les pesticides peuvent être absorbés par les racines et les feuilles des plantes cette étape est probablement la principale voie conduisant à l'accumulation de ces produits le long des chaînes trophiques, donc la voie majeure par laquelle l'homme et les animaux sont mis en contact avec ces composés.

O Des phénomènes de transformation (métabolisme par les microorganismes, photolyse) : transforment petit à petit les pesticides en Produit moins toxique, et ces produits obtenus dépendent en grande partie de l'énergie de la lumière solaire qui affecte la molécule primaire (El Bakouri, 2006).

O Le processus de dégradation est un facteur de dépollution majeur des compartiments environnementaux contaminés par les pesticides (Batsch, 2011). Cette transformation peut se traduire par la minéralisation complète et relativement rapide ; ce qui peut entraîner une détoxification du milieu ou au contraire provoquer une intoxication (EL Bakouri, 2006).

## **CHAPITRE III : Effets des pesticides sur l'environnement**

---

O Des phénomènes de transport par lixiviation, lessivage ou ruissellement : ce qui pourra conduire à la contamination des eaux de drainage, des eaux de surfaces ou des nappes phréatiques (**Batsch, 2012**).

### **1\_2 Contamination de l'air :**

Divers pesticides peuvent se trouver dans l'air à des concentrations parfois non négligeables et être transportés sur de grandes distances (**Calvet et al, 2005**). En effet les traitements en serre, impliquent des concentrations élevées juste après l'application qui persiste à un niveau significatif pendant plusieurs jours après le traitement (**Bouvier et al, 2006**).

La présence des pesticides dans l'air dépend des caractéristiques du produit, sa dégradabilité, type de surface, plantes ou animaux traités, des pratiques agricoles, du matériel de traitement, des conditions climatiques et pédologiques (**Florent, 2001**). Cependant, les pesticides peuvent contaminer l'air intérieur non seulement suite à leur application ou leur stockage dans les logements mais également du fait du transport des produits utilisés à l'extérieur (agriculture, jardins, parcs) par l'intermédiaire des chaussures, des vêtements, des animaux domestiques ou par l'air (**Bouvier et al, 2006**). A signalé qu'il n'y a aucune réglementation concernant la concentration des pesticides dans l'air. Mais ces derniers ont été détectés dans plusieurs régions au niveau international (**Ferragu et al, 2010**).

### **1\_3 Contamination l'eau :**

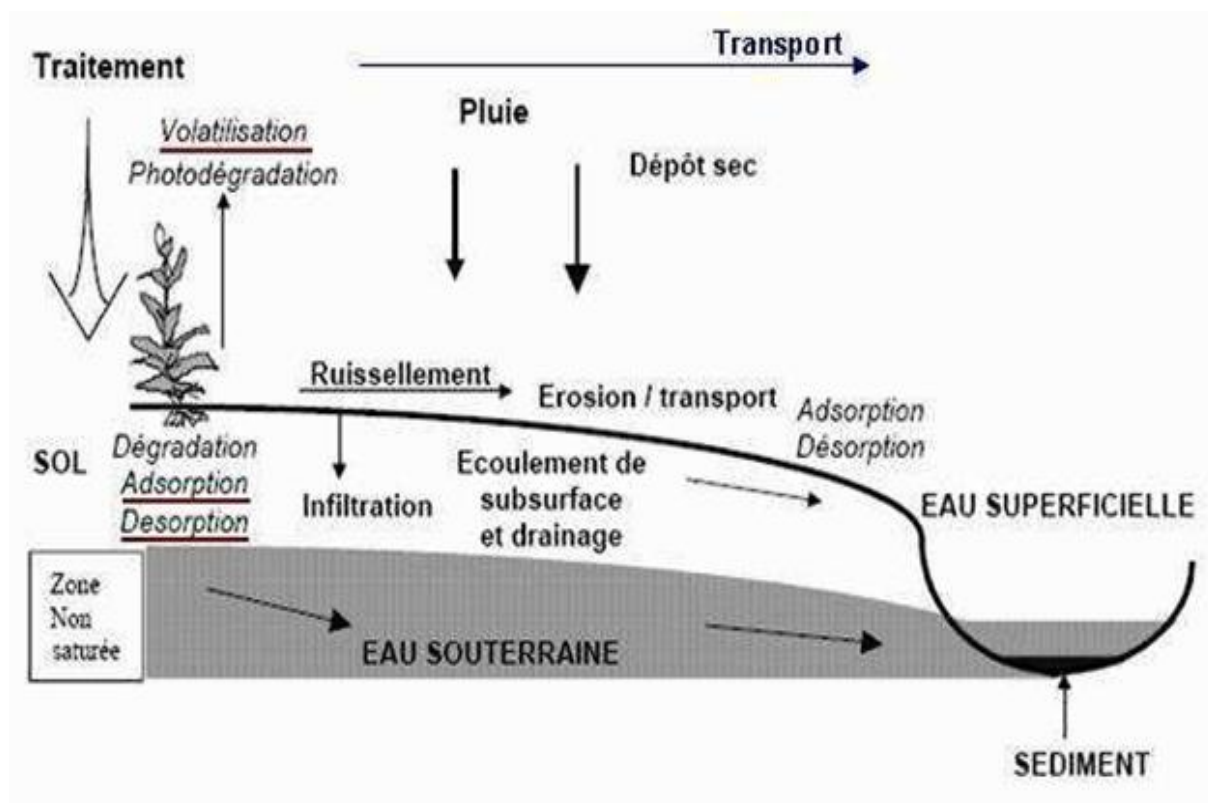
Les pesticides se trouvent dans les premiers centimètres du sol, elles peuvent être transférés par l'eau sous forme dissoute ou particulaire (**Louchart et Voltz, 2006**), également on les retrouve dans les eaux de surfaces (cours d'eau et étendues d'eau) ainsi que dans les eaux souterraines et marines (**Meem, 2015**). La pollution des eaux souterraines due aux pesticides est un problème mondial, selon **Aktar (2009)** la contamination peut prendre plusieurs années pour se dissiper ou être nettoyée. Le nettoyage peut également être très coûteux et complexe. Des pollutions parfois importantes peuvent être consécutives à des transferts préférentiels dus à la présence de macropores (sols argileux, roches altérées) (**Siczek et al, 2008**) ; Cependant, la présence de matière organique dissoute dans le sol et les eaux d'infiltration peut favoriser le lessivage des pesticides en raison de l'augmentation de la solubilité des molécules (**Song et al., 2008**). Donc, La structure du sol joue également un rôle important dans le transfert des pesticides vers les eaux souterraines (**Siczek et al, 2008**).

## CHAPITRE III : Effets des pesticides sur l'environnement

### 2. Devenir des produits phytosanitaires dans l'environnement :

Malgré un souci croissant de protection de l'environnement, lors de l'utilisation des produits phytosanitaires, une certaine quantité de ces substances se retrouve dans l'environnement, principalement dans l'air par dérive sous forme de gouttelettes ou sur le sol (**Pimentel, 1995**). Ils peuvent alors être soumis à différents processus (Fig. 4) (**INERIS, 2005**).

- ✓ □ La photo-dégradation (**Marcheterre et al., 1988**).
- ✓ □ La dégradation par le phénomène d'hydrolyse aqueuse (Wolfe et al., 1990) ou de biodégradation grâce aux micro-organismes présents dans le sol (**Colin, 2000**).
- ✓ □ La rétention dans le sol jusqu'à la formation de résidus liés (adsorption) (par exemple l'accumulation des fongicides à base de cuivre dans les sols).
- ✓ □ Le transport vers d'autres compartiments environnementaux par des processus physicochimiques (volatilisation) ou via un vecteur, l'eau par lixiviation ou ruissellement ou les particules de sol (désorption) (**Van Der Werf, 1996**).



**Figure 04** : Mécanismes de transferts et de transformations des pesticides dans les milieux de l'environnement (**INERIS, 2005**).

## **CHAPITRE III : Effets des pesticides sur l'environnement**

---

### **3. Effets des pesticides sur les espèces :**

De nombreux pesticides sont toxiques pour les insectes bénéfiques, les oiseaux, les mammifères, les amphibiens et les poissons. L'empoisonnement de la faune sauvage dépend de la toxicité du pesticide, la quantité appliquée, la fréquence, le moment et la méthode de pulvérisation (**Isenring, 2010**). Les animaux peuvent être intoxiqués par contact lors du traitement aérien, ou bien par ingestion. Les semences traitées par exemple, sont dangereuses pour la faune granivore et peuvent provoquer des mortalités importantes chez les populations d'oiseaux (**Fao, 2008**). La faune est exposée aux pesticides en mangeant des aliments ou de l'eau contaminés, en respirant les vapeurs des pesticides ou par l'absorption de ces derniers à travers leur peau. Les prédateurs peuvent être empoisonnés en mangeant des animaux qui ont été exposés aux pesticides. Beaucoup d'insecticides affectent le système nerveux des animaux sauvages, ce qui peut interférer avec leur capacité à survivre ou à se reproduire (**Jakuboski, 2011**).

Les pesticides peuvent passer à travers le placenta ou affecter les œufs des oiseaux ou des reptiles, ce qui cause des affaiblissements ou des défauts qui apparaissent plus tard dans la vie. Les herbicides, utilisés pour tuer les mauvaises herbes, affectent les plantes qui sont importantes pour la survie de la faune. Les poissons, les amphibiens et les insectes aquatiques sont spécialement susceptibles à la contamination de l'eau par les pesticides. Ceci affecte aussi les animaux comme les canetons qui dépendent de ces créatures pour survivre (**Charles et al., 2000**).

Les impacts précis des pesticides sur les populations de phytoplancton sont inconnus, mais parce qu'ils sont conçus pour tuer les plantes, les herbicides ont les impacts les plus importants, en outre, certains insecticides sont toxiques pour les plantes aquatiques (**Kegly, 1999**).

Les fongicides à base de cuivre sont hautement toxiques pour les organismes aquatiques, car le risque d'accumulation du cuivre dans les poissons et certains autres organismes aquatiques peut être élevé. Alors que Les insecticides chlorpyrifos et endosulfan ont la capacité de causer de sérieux préjudices aux amphibiens, à des concentrations présentes dans l'environnement inférieures aux conditions normales d'utilisation (**Isenring, 2010**).

### **4. Effets des pesticides sur les produits agricoles :**

L'association algérienne de la protection de l'environnement affirme que l'Algérie est un grand consommateur de pesticides, en effet 30 000 tonnes sont épandues chaque année. La moitié des

## CHAPITRE III : Effets des pesticides sur l'environnement

fruits et des légumes - surtout les poivrons, piments, tomates, poireaux, laitues et épinards - vendus, contiendraient ces substances chimiques. Les fruits les plus touchés sont les fraises, les Mandarines et les raisins (Amine, 2009). Les résidus les plus fréquemment détectés sur les fruits et légumes sont les fongicides et les insecticides (Compris et al., 2007).

L'exposition de la population générale aux pesticides se produit principalement par la consommation d'aliments et l'eau potable contaminée par des résidus de pesticides, alors qu'une exposition importante peut également se produire dans ou à l'intérieur de la maison (Christos et al., 2011). L'ingestion d'eau contaminée par les pesticides représente également un danger potentiel pour les nouveau-né. Ce problème est particulièrement important avec les aliments lactés qui doivent être préparés avec de l'eau (Mager, 2000).

Certaines espèces peuvent absorber et concentrer des pesticides sans en subir de conséquences apparentes, du moins jusqu'à un certain point. Les prédateurs qui s'en nourrissent risquent alors l'intoxication, Les pesticides se concentrent tout au long de la chaîne alimentaire (Jurewicz et al., 2006), selon la figure suivante :



Figure 05 : L'accumulation des pesticides (Jurewicz et al., 2006).

L'exposition aux pesticides se caractérise par plusieurs voies. L'exposition de la population générale se produit principalement par la consommation d'aliments et l'eau potable contaminée par des résidus de pesticides (Christos et al., 2011).

### 5. Action des pesticides sur les végétaux et les animaux :

Lorsqu'ils se retrouvent dans les milieux naturels (rivières, etc.), les pesticides peuvent avoir différents impacts sur la biodiversité (Tellier et al., 2006). Ils agissent alors à différents niveaux d'organisation biologique : individus et populations, assemblages d'espèces et communautés, écosystème dans son ensemble (Aubertot et al., 2005). Les phénomènes de bioamplification de certains polluants, en particulier de divers pesticides, dans les chaînes trophiques terrestres

## **CHAPITRE III : Effets des pesticides sur l'environnement**

---

et aquatiques expliquent la vulnérabilité extrême des espèces situées au sommet de la pyramide écologique (**Ramade, 2005**).

### **5.1. Action sur les végétaux :**

La diversité des plantes sauvages dans les champs agricoles et leurs bordures est en déclin, particulièrement dans les prairies infertiles et aux pieds des haies (**Isenring, 2010**). L'intensification des pressions de sélection telles que la mécanisation du travail du sol et l'utilisation des herbicides de synthèse a renforcé les spécialisations des végétaux par culture mais ont surtout banalisé la flore, sélectionnant les espèces généralistes et compétitives au détriment des espèces spécialistes (**Foubert, 2012**). Les herbicides peuvent changer les habitats en altérant la structure de la végétation, et finalement conduire au déclin de la population (**Isenring, 2010**). Les champignons et les bactéries jouent un rôle central dans la nutrition des plantes mais certains champignons et certaines bactéries sont sources de maladies pour celles-ci. Dans le cas du traitement avec des fongicides et bactéricides, le remède est bien pire que le mal car on élimine une partie des populations fongique et bactérienne, ce qui aboutit à une perturbation de la nutrition des plantes, et de ce fait à une diminution du rendement moyen (**Maunoury, 2010**).

### **5.2. Action sur les animaux :**

Parmi les divers types d'antiparasitaires utilisés, les organophosphorés constituent la principale cause de mortalité par intoxication aigüe dans la faune sauvage. La diversité de la faune d'invertébrés des agrosystèmes est profondément affectée par les pesticides (**Ramade, 1979**). Les herbicides et les résidus d'ivermectine (utilisé comme vermifuge pour bétail) affectent indirectement les oiseaux en réduisant l'abondance alimentaire. Une plus grande fréquence de pulvérisation d'insecticides, herbicides ou fongicides a été liée à une abondance considérablement plus faible d'invertébrés, source de nourriture. L'intoxication sublétales des oiseaux par les organophosphorés peut provoquer des changements néfastes dans leur comportement. Les insecticides réduisent le nombre d'insectes, qui sont une source de nourriture importante pour les oiseaux. (**Isenring, 2010**). La population d'amphibiens est mondialement en déclin et plusieurs hypothèses ont été soulevées pour expliquer les causes de ce déclin, ils sont considérés comme étant particulièrement sensibles à de nombreux pesticides (**Tellier et al., 2006**).

Selon **Aubertot et al. (2005)**, des études de terrain ont conclu à l'existence d'un lien possible entre la présence d'un pesticide dans l'eau et des effets sur les poissons. Les animaux

### **CHAPITRE III : Effets des pesticides sur l'environnement**

---

absorbent les produits phytosanitaires via la nourriture ou l'eau d'alimentation, via l'air respiré ou au travers de leur peau. Ayant franchi diverses barrières, le toxique atteint le site du métabolisme où il est stocké. Cette exposition peut engendrer chez les mammifères toute une gamme d'effets toxiques dont les baisses spectaculaires de fertilité (**Aissaoui, 2013**). Les insecticides à large spectre (par exemple, les carbamates, les organophosphorés et les pyréthroïdes) peuvent provoquer le déclin de population d'insectes bénéfiques tels que les abeilles, les araignées et les coléoptères (**Isenring, 2010**).

## Conclusion

---

### CONCLUSION GENERALE

Les pesticides sont des produits chimiques de nature organique ou métallique qui sont actuellement présents sous forme de résidus dans tous les compartiments de l'environnement. Bien que des solutions alternatives à leur utilisation intensive soient en développement (cultures biologiques, plantes OGM, « vaccination » des plantes grâce à l'application de stimulateurs de défenses naturelles...), elles ne remplaceront probablement pas, ni dans l'immédiat ni totalement, les applications de pesticides. Le problème de la contamination se pose donc encore pour de nombreuses années. Le nombre de molécules disponibles sur le marché étant considérable, toutes ne font pas l'objet d'une évaluation approfondie. Aussi, de nombreuses données manquent sur les quantités résiduelles réellement présentes dans les différents milieux, sur leur comportement et leur devenir dans ces compartiments et sur leur devenir et leur toxicité pour les organismes.

Il existe trois voies de contamination par les pesticides, la voie cutanée et les muqueuses ; c'est la plus fréquente, la voie digestive et la voie respiratoire. Les risques d'intoxication pour les individus dépendent des substances actives, en effet la toxicité peut être aiguë ou chronique. Les pesticides peuvent causer plusieurs maladies selon leurs toxicités, tel que des problèmes de santé au niveau de l'ADN, des maladies neurodégénératives (maladies de Parkinson et d'Alzheimer), les perturbations endocriniennes, et de différents types de cancers comme le cancer des testicules, de la prostate, du sein et de la peau.

Les agriculteurs et leurs familles sont les personnes les plus exposés aux pesticides, ils peuvent s'infecter facilement par les maladies précédentes, mais cela ne veut pas dire que les consommateurs sont en sécurité, car ils sont aussi exposés aux risques et maladies des pesticides avec la consommation des fruits et des légumes qui se produisent à l'aide des pesticides.

Les systèmes de production sont trop souvent conçus pour maximiser le potentiel de rendement, en considérant que les problèmes phytosanitaires seront ensuite réglés par l'utilisation, facile à mettre en œuvre, de pesticides. Cette logique a conduit au développement de systèmes de culture spécialisés et intensifs, qui favorisent justement le développement des bio-agresseurs. Dans ces conditions qui maximisent les risques sanitaires, les pesticides apparaissent, fort logiquement, nécessaires et très efficaces.

## Conclusion

---

L'utilisation des pesticides est un risque majeur pour l'environnement, car l'application de ces derniers a contaminé les composantes de notre environnement tel que la santé humaine, la faune et la flore, les eaux, le sol et l'air. Les pesticides ont un impact négatif sur l'environnement, en réalité il existe des animaux et des insectes qui doivent être présent dans notre vie ; afin de garder l'équilibre environnemental, mais parce qu'ils se nourrissent sur les légumes et les fruits qui contiennent des substances chimiques ils disparaissent de l'existence. Il y a aussi des plantes utiles pour la vie humaine mais malheureusement les herbicides utilisés pour tuer les mauvaises herbes les affectent.

La contamination de l'eau par les pesticides représente un grand danger pour l'humanité, les poissons et certains animaux, étant donné que l'eau est une ressource essentielle et naturelle ; on ne peut pas la remplacer ou la traiter.

Les pesticides sont toujours présents dans la vie humaine, ils sont dans l'air, le sol, l'eau, les produits agricoles et les animaux surtout aquatiques, cela confirme que la santé humaine est en danger, et il faut prendre des précautions pour éliminer ou au moins diminuer les impacts de ces derniers sur notre santé et notre environnement.

## Références bibliographiques

---

### A

- **Aissaoui A (2013)** : Evaluation du niveau de contamination des eaux de barrage Hammam Grouz de la région d'Oued Athmania (Wilaya de Mila) par les activités agricoles. Mémoire de Magister. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 75 p.
- **Aktar Md Wasim, Dwaipayan S and Chowdhury A (2009)** : Impact laInterdiscip, slovak Toxicologie Society SETOX, Inde, p15.
- **Alavanja MCR, Samanic C, Dosemeci M, Lubin J, Tarone R, Lynch CF, Nott C, Thomas K, Hoppin JA, Barker J, Coble J, Sandler DP and Blair A. (2003)** : Use ofAgricultural Pesticides and Prostate Canser Risk in the Agricultural Health Study Cohort .. Am J Epidemiol 157 :800-814.
- **Amine L (2009)** : Des pesticides dans vos assiettes ! Danger sur la Santé, Le Quotidien d'Oran, file:///D:/danger%20p.htm, Vu le 16/05/2017 à 16 :00h.
- **Anonyme (2001)** : Les pesticides en milieu atmosphérique : étude en région Centre, Réseau de surveillance de la qualité de l'air en région centre Lig'Air, 57 p.
- **Anonyme (2010)** : Produits phytosanitaires risques pour l'environnement et la santé Connaissances des usages en zone non agricole, Institut d'Aménagement et d'Urbanisme ile-de France, 58 p.
- **Aubertot JN, Barbier JM, Carpentier A, Guichard L, Lucas P. Savary S. Voltz M (2005)** : Pesticides, agricultures et environnement. Ed. Quae Versailles Cedex, France. 119 p.

### B

- **Baldi,I.,Mohamed Brahim,B., Brochard, P.,Dartigues, J.F.& Salamon, R .(1998).** Effets retardés des pesticides sur la santé :état des connaissances épidémiologiques. Elsevier Masson, Issy les Moulineaux, Frane. Vol .46, No 2, PP. 134-142.
- **Baldi I, Cantegerl A, Lebially P, Toison F, Dubroka B, Chrysostome V, Dartigues JF, Brochad p.** Association between Parkinson's disease and exposure to pesticides in Southwestern France .2003. Neuroepidemiology 22 :305 -10.
- **Baldi I, Lebially P, Mohammed-Brahim B, Letenneur L, Dartigues JF, Brochard P.** Neurodegenerative Diseases and Exposure to pesticides in the Elderly. 2003.Am J Epidemiol 157 :409-414.

## Références bibliographiques

---

- **Baldi I, Lebially P. Cancer et pesticide. 2007.** La revue du praticien 57 :40-44.
- **Barret E .2006.** Pesticides et eau souterraine : prévenir la cotamination en milieu agricole .Direction des politiques en milieu terrestre ,ministère du développement durable, de l'Environnement et des Parcs , Québec .ISBN :2-550-4678..
- **Batsch D. (2011).** L'impact des pesticides sur la santé humaine, thèse pour obtenir le Diplôme de Docteur d'Etat en Pharmacie, faculté de pharmacie, Université Henri Poincare –Nancy 1, 165 p .
- **Bettiche F. (2017).** Usage des produits phytosanitaires dans les cultures sous serres des Ziban(Algérie) et évaluation des conséquences environnementales possibles, thèse de doctorat, Université Mohamed Khider- Biskra,p 49 .
- **Bordjiba, O. & Ketif, A. 2009.** Effet de trois pesticides (Hexaconazole, bromuconazole et Fluazifop-p-butyl) sur quelques Métabolites physicochimiques du blé dur : *Triticum durum* Desf. European Journal of Scientific Research, pp 260-268.
- **Bouguerra, A.,Boulassel, L., Geussab, A., & Bouhafs, L. E. (2010).** Toxicité des pesticides (Doctoral dissertation, université de jijel).
- **Boukrou, L., & Chaboub T.(2018).** Etude préliminaire portant sur l'absorption de deux pesticides (abamectine et deltaméthrine) sur quelques biomasses bactériennes séchées (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).
- **Bouvfoy N.,** les pesticides et leur impact sur la santé et l'environnement nre.,2013.,348p.
- **Bouvier G., Blanchard O., Momas I., Seta N., 2006.** Environmental and biological monitoring of exposure to organophosphorus pesticides : application to occupationally and non occupationally exposed adult population. Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology. 16(5) : 417-426.
- **Bouvier G.,** contribution à l'évaluation de l'exposition de la population francilienne aux pesticides., 2005., thèse de doctorat., Université Rene Descartes-paris 5.

## C

## Références bibliographiques

---

- **Calvet R., Barruiso E, Bedos C., Benoit P., Charnay M-P et Coquite Y., 2005**-Les pesticides dans le sol : conséquences agronomiques et environnementales. Ed. France Agricole, Paris. 637 p.
- **Calvet, R. (2005)**. Les pesticides dans le sol : Conséquences agronomique et environnementales. France agricole éditons.
- **Cherin, P., Voronska, E., Fraucene, N., & De Jaeger, C. (2012)**. Toxicité aigüe des pesticides chez l'homme. Médecine & Longévité, 4(2), 68-74.
- **Chorfi, Z., 1982.**, toxicologie des pesticides., mémoire présente en vue de l'obtention du diplôme d'études supérieures en biologie animal., université de constantine institut de science biologique., P :31-34.
- **Christos A. Damalas and Eleftherohorinos Ilias G. :** Pesticides Exposure, Safety Issues, and Risk Assessment Indicators. Int J Environ RES P UBLIC Health, 2011, Vol 8, N° 5, p2.
- **Cicchetti F, Drouin-ouellet J, Gross RE.** Environnemental toxine and parkinson's disease : what have we learned from pesticide-induced animal models ? 2009. Trends pharmacol Sci 30 :475-483.
- **Colborn T., 2006.** « A case for revisiting the safety of pesticides : a closer look at Neurodevelopment ». Environ Health Perspect. 114 : 10-17.
- **Colin F., 2000.** Approche spatiale de la pollution chronique des eaux de surface par les produits phytosanitaires. Cas de l'Atrazine dans le bassin versant de Sousson (Gers, France). Unité mixte Cemagref-ENGREF. Structure des systèmes spatiaux. 233 p.
- **Cpp, 2002** risques sanitaires lies à l'utilisation des produits phytosanitaires. Comité de la prévention et de la Protection. P47.
- **Costa L.G., Aschner., M., Vitalone., A., Syversen., T., and Soldin., O. P., 2004.** « Development neuropathology of environmental agents ». Annu Rev Pharmacol Toxicol. 44 : 87-110.

### E

- **Ehramann D.A., (2012)**. Polycystic ovary syndrome. N Engl JMed .352 :1223.

## Références bibliographiques

---

- **Elbakouri Hicham : 2006** Développement de nouvelles techniques de détermination des pesticides et contribution à la réduction de leur impact sur les eaux par l'utilisation des substances organique naturelle (S.O.N), thèse pour l'obtention du doctorat en sciences de l'environnement, universite abdelmalek essaadi tanger,Maroc , p16-17.
- **Elhabib El., (2013).** Processus physico-chimique d'élimination des pesticides dans l'environnement : cas de l'Imazéthapyrm thèse de doctorat., université Mohammed V-AGDAL Rabat., pp 109.
- **El Mrabet,K., (2006) :** Chimie des pesticides .technique et documentation-lavoisier .Paris.
- **Elmrabet K., 2011-**Développement d'une méthode d'analyse de résidus de pesticides par dilution isotopique associée à la chromatographie en phase liquide couplée à la spectrométrie de masse en tandem dans les matrices céréalières après extraction en solvat chaud pressurisé. Thèse de Doctorat. Université Pierre et Marie Curie, 292 p.

### F

- **Faubert A. (2012).** Biodiversités : victimes silencieuses des pesticides, section française de l'organisation mondiale de protection de la nature WWF.80p
- **Faubert A. (2012).** Biodiversités : victimes silencieuses des pesticides, section française de l'organisation mondiale de protection de la nature WWF,81p.
- **Fei q, mccormack Al, di monte Da, ethell DW.** Paraquat neurotoxicity is mediated by a Bak-dependent mechanism. 2008. J Biol Chem 283 :3357-3364.
- **Ferragu, C., Trin, I. &Bompays, S. 2010.** Pesticides et santé : état des connaissances sur les effets chroniques en 2009. Etude réalisée dans le cadre du Programme Régional Santé Environnement, Observatoire Régional de la Santé de Bretagne. 120 p.
- **Florent Lamiot :** LES PESTICIDES DANS L'AIR : quels enjeux ? Pollution atmosphériqueN° 170, 2001.

### G

- **Gatignol C. et Etienne J.C. (2010).** Pesticides et santé. Rapport de l'office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, 262 p.

## Références bibliographiques

---

- **Gasmi S**, Neurotoxicité de deux pesticides (Acetamipride et Deltamethrine) et la prévention de cette toxicité par la quercétine chez le rat, 2018, Thèse Doctorat, Université de Tébessa. 217p.

- **Gauthier E, Fortier I, Courchesne F, Pepin P, Mortimer J, Gauvreau D.** Environmental Pesticide Exposure as a Risk Factor for Alzheimer's Disease : A CaseControl Study. 2001. Environ Res 86 :37-45.

### H

- **Hayden KM, Norton MC, Darcey D, Ostbye T, Zandi PP, Breitner JC, Welsh-bohmer KA. (2010).** Occupational exposure to pesticides increases the risk of incident AD – The Cache County Study . Neurology 74 :1524-1530.

- **Hackin J., (2005).** Index Phytosanitaire ACTA 800 pg,

- **Hayes W J., (1982)** Handboof of pesticides toxicology. 1576p.

- **Housset P., Dickmann R. (2009).** A promise fulfilled – pyrethroid development and the benefits for agriculture and human health. Bayer Crop Science Journal, 62(2) :135-143.

### I

- **INERIS, 2005.** Détermination des pesticides à surveiller dans le compartiment aérien : approche par hiérarchisation. Institut national de l'environnement industriel et des risques. (Consulté le, 04/05/2011). [http://www.ineris.fr/centredoc/rap\\_restitution\\_sphair\\_1\\_2.pdf](http://www.ineris.fr/centredoc/rap_restitution_sphair_1_2.pdf).

- **Isenring R., 2010-** Les pesticides et la perte de biodiversité, Pesticide Action Network Europe, 28 p.

### K

- **Kamel F, Tanner CM, Umbach DM, Hoppin J, Alavanja M, Blair A, Comyns K, Goldman S, Korell M, Langston J, Ross G, Sandler D.** 2007. Pesticide Exposure and Self-reported parkinson's Disease in the Agricultural Health Study. Am J Epidemiol 165 :364-374.

- **Kegly SE 1999 :** Distrupting the balance : Ecological Impacts of pesticides In California. Californias for pesticides reform, pesticides action Network (Group), California, p46.

## Références bibliographiques

---

- **Kneller RW, Gao Y, Mclaughlin JK, Gao RN, Blot WJ, Liu Mh, Sheng JP, Fraumeni JF JR 1990.** Occupational risk factors for gastric cancer in Shanghai, China. *Am J Ind Med* 18 :69-78.

### L

- **Le clech, 1998-** Environnement et agriculture, Ed. Synthèse Agricole, France, 2ème édition, 334p.

- **Liliana J., 2007-** Etude des risques liés à l'utilisation des pesticides organochlorés et impact sur l'environnement et la santé humaine. Thèse de Doctorat. Université Claude Bernard-lyon1, 184 P.

- **Louchart, X. & Voltz, M. (2006).** Aging effects on the availability of herbicides to runoff transfer. *Environmental Science & Technology*, 41(4), 1137-1144.

### M

- **Mairif S., 2015.,** contribution à l'étude de l'effet toxique des pesticides à usage domestique utilisé en Algérie., thèse de doctorat., université 8 mai 1945 Guelma., 154p.

- **Marcheterre L., Choudhry, G., Webster G., 1988.** Environmental Photochemistry of Herbicides. *Reviews of Environmental Contamination and toxicology*. 103 : 61-126.

- **Marliere F., 2000-** Mesure des pesticides dans l'atmosphère, Institut National de L'Environnement Industriel et Risques INERIS, 55p.

- **Marliere, F. 2000.** Mesure des pesticides dans l'atmosphère. Institut Nationale de l'Environnement Industriel et des Risques. France. 74 p.

- **Maunoury A., 2010-** L'impact négatif des pesticides sur la nutrition des plantes : L'exemple de la bouillie bordelaise, Institut Technique d'Agriculture Naturelle ITAN , 7p.

- **Mawissi G., 2008-** Bilan environnemental de l'utilisation de pesticides organochlorés dans les cultures de coton, café et cacao au Togo et recherche d'alternatives par l'évaluation du pouvoir insecticide d'extraits de plantes locales contre le scolyte du café (*Hypothenemus hampei* Ferrari). Thèse de Doctorat. Université de Toulouse, 332p.

- **Mebdoua S., 2017** recherche des résidus de pesticides dans quelques cultures stratégiques en Algérie., thèse de doctorat., école nationale supérieure agronomique El Harrach., p25.

## Références bibliographiques

---

- **Merhi M., 2008**-Etude de l'impact de l'exposition à des mélanges de pesticides à faibles doses : caractérisation des effets sur des lignées cellulaires humaines et sur le système h'ématopoitique murin. Thèse de Doctorat. Université de Toulouse, 140p.
- **Miller GH. 2007.** Paraquat : the red herring of Parkinson's disease research. *Toxicol Sci* 100 :1-2.
- **Mosbah R. (2008).** Contribution à l'étude toxicologique de l'insecticide Lorsban sur les paramètres hématologique, biochimiques et de la reproduction chez le rat Wistar, Thèse Doctrole, Université d'annaba, Algérie ; 134p.
- **Multigner., L. (2005).** Effets retardés des pesticides sur la santé humaine. *Environnement, Risques & Santé*.Volume 4.

### N

- **Nonura A. Stomach. In :** Schottenfeld D, Fraumeni JF Jr1 982., ed. *Cancer epidemiology and prevention*. Philadelphia, PA : WB Saunders Co 624-37.

### O

- **Olanow CW. 2007** The pathogenesis of cell death in Parkinson's disease. *Mov Disord* 22 :335-342.

### P

- **Periquet A., Boisset, M, Casse, F., Catteau, M., Lecerf, J. M., Leguille, C., & Barnat, S. (2004).** Pesticides, risques & sécurité alimentaire. Ed : Aprifel Paris. 216p.
- **Piche M., 2008**- La dérive des pesticides : Prudence et solutions, Centre de référence en agriculture et agroalimentaire au Québec, *Agriculture, Pecherie et Alimentation* n° 08-0075,15p.
- **Pierre P. Combris, Marie Josèphe Amiot, France Caillavet, Mathilde M. Causse, Jean Dallongeville, Martine Padilla, Catherine M.G.C. Renard, Louis Georges Soler, .2007 :** Les fruits et légumes dans l'alimentation : Enjeux et déterminants de la consommation, Expertise scientifique collective INRA éditions Quae. P36.
- **Pimentel D., 1995.**Amounts of pesticides reaching target pest : environmental impacts and ethics. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*. 8 :17-29.

## Références bibliographiques

---

### R

- **Radespiel-Tröger M, Meyer M, Pfahlberg A, Lausen B, Uter W, Gefeller O. 2009.** Outdoor work and skin cancer incidence : à registry-based study in Bavaria. *Int Arch Occup Environ Health* 82 :357–363.
- **Ramade F., 1979-** Ecotoxicologie. Ed.Masson. Paris, 2ème édition. 228 p.
- **Ramade F., 2005-** Eléments d'écologie : écologie appliquée, Ed. Dunod, Paris, 6ème édition, 864 p.
- **Raymond-Delpech V, Matsuda K, Sattelle BM, Rauh JJ, Sattelle DB. (2005).** Ion channels: molecular targets of neuroactive insecticides. *Invert Neurosci* 5 : 119-133. –
- **Rodriguez ME, Martinez F, Espinosa M, Maldonado S. (2016).** Mitochondrial Dysfunction in the Hippocampus of Rats Caused by Chronic Oxidative Stress. *Neuroscience* 08-018.

### S

- **Samba., B., 2020** caractérisation de pesticides (Deltaméthrine et lambda cyhalothrine) dans les eaux par la chromatographie en phase liquides à haute performance au laboratoire nationale de la santé de BAMAKO..., thèse de doctorat., univesité de Bamako.,110p
- **Samuel O., et Saint-Laurent L., 2001-** Guide de prévention pour les utilisateurs de pesticides en agriculture maraîchère, l'Institut de Recherche en Santé et en Sécurité du Travail du Québec IRSST, 89 p.
- **Sayed I, Parvez S, Pandey S, Bin-Hafeez B, Haque R, Raisuddin S., 2003.** Oxidative stress biomarkers of exposure to deltamethrin in freshwater fish, *Channa punctatus* Bloch. *Ecotoxicologie and Environmental Safety*, Volume 56, Issue 2 Page 295-301.
- **Siczec, U. Kotowska, J. Liebec et Nosalewicz, A. 2008.** « Macro-porosity and leaching of atrazine in tilled and orchard loamy soils, » *Chemosphere*, n°70, pp. 1973- 1978,
- **Spiewak R 2001.** Pesticides as a cause of occupational skin diseases in farmers. *Ann Agric Environ Med* 8 :1-5.
- **Stellman Jeanne Mager 2000. :** Encyclopédie de sécurité et de santé au travail, 3eme édition française, traduction de la 4eme édition anglaise, Genève, Bureau international du travail, vol 4,

## Références bibliographiques

---

### T

- **Tellier S., Desrosiers R., Duchesne R-M. Et Samuel O., 2006-** LES PESTICIDES EN MILIEUX AGRICOLES : état de la situation environnementale et initiatives prometteuses, Direction des politiques en milieu terrestre, Service des pesticides, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, 90 p.
- **Tron, I., Piquet, O. & Cohuet, S ., (2001).** Effets chroniques des pesticides sur la santé : état actuel des connaissances. Eds : ORS Bretagne, p. 9.

### V

- **Van Der Werf H., 1996.** Assessing the impact on the environment. Agriculture, Ecosystems and Environment. 60 : 81-96.
- **Vincent Charles et Vincent, C., B. Panneton & F. Fleurat-Lessard., 2000.** La lutte physique en Phytoprotection. Institut national de la recherche agronomique, Paris, p 8.

### W

- **Wang XF, LI S, Chou AP, Bronstein JM. 2006.** Inhibitory effects of pesticides on proteasome activity: implication in Parkinson's disease. Neurobiol Dis 23 :198–205.
- **Wessling C, Antich D, Hogstedt C, Rodrégeuz AC, Ahlbom A. 1999.** Geographical differences of cancer incidence in Costa Rica in relation to environmental and occupational pesticide exposure. Int. J. Epidemiol 28 :365-374.
- **Wolfe N., Mingelgrin U., Miller G., 1990.** Abiotic transformations in : Water, sediments and soils. Soil Science Society of America. Madison, Wisconsin, USA. 433 p.

### Site d'internet :

**Site 1** : <http://www.planetoscope.com/argiculture-alimentation/885consommation-2-pesticides-dans-le-monde.html>

**EPA (2019).** Basic Information about Pesticide Ingredients, Related Topics : Ingredients Used in Pesticide Products. [Https://www.epa.gov/ingredients-used-pesticide-products/basicinformation-about-pesticide-ingredients]. (Consulté le 30/04/2021).

**EPA (2019).** Chemically-related Groups of Active Ingredients, Related Topics : Ingredients Used in Pesticide Products. [Https://www.epa.gov/ingredients-used-pesticideproducts/chemically-related-groups-active-ingredients]. (Consulté le 30/04/2021)

*CHAPITRE I : Généralités sur  
Les pesticides*

*CHAPITRE II : Les Effets des  
pesticides sur la santé  
humaine*

*CHAPITRE III : Les effets des  
pesticides sur l'environnement*

*REFERENCES*  
*BIBLIOGRAPHIQUES*

## *Conclusion Générale*

# *Introduction Générale*