



N° d'ordre :  
N° de série :

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE**  
**SCIENTIFIQUE**  
**UNIVERSITE D'EL-OUED**  
**FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE**  
**DEPARTEMENT DE BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLECULAIRE**

## **MEMOIRE DE FIN D'ETUDE**

En vue de l'obtention du diplôme de Licence Académique

Filière : Toxicologie

Spécialité : Toxicologie appliqué

### **THEME**

Procédure d'évaluation des risques éco-toxicologiques  
des pollutions par les pesticides

Présenté par :  
BOUHELAL Intissar  
BOUROGAA Noura  
GUEHEF Samira  
NEGUIA Nadjjet

Dirigé par :  
LAICHE Ammar Touhami (M.A.B)

Année universitaire 2013/2014

# Remerciements

*En préambule à ce mémoire nous remerciant **ALLAH** qui nous aide et nous donne la patience et le courage durant ces longues années d'étude.*

*Nous tenons d'abord à remercier très chaleureusement **LAICHE Ammar Touhami** qui nous a permis de bénéficier de son encadrement. Les conseils qu'il nous a prodigué, la patience, la confiance qu'il nous a témoignés ont été déterminants dans la réalisation de notre travail de recherche.*

*Nos remerciements s'étendent également à tous nos enseignants durant les années des études.*

*Merci*

*Nous remercions aussi également, les **personnels de la direction des services agricole d'Eloued** qui nous ont aidés à réaliser ce travail*

*Enfin, nous tenons à remercier tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail.*

## SOMMAIRE

<b>Titre</b>		<b>Page</b>
Résumé		
Introduction générale		1-2
<b>Chapitre I : Généralité sur les pesticides</b>		
I .1.	Définition	4
I .2.	Classification des pesticides	4
I .2.1.	Selon leurs utilisation	4
I .2.2.	Selon leur cible	5
I .2.2.1.	Insecticides	5
I .2.2.2.	Herbicides	5
I .2.2.3.	Fongicides	5
I .2.2.4.	Rodenticides	6
I .2.2.5.	Molluscicides	6
I .2.3.	Selon leur composition chimique	6
I .3.	les différentes formes des pesticides	9
I .4.	Devenir des pesticides dans l'environnement	10
<b>Chapitre II : Ecotoxicologie des pesticides</b>		
II .1.	Introduction	13
II .2.	Définition de l'écotoxicologie des pesticides	13
II .3.	Mauvaise utilisation des pesticides	13
II .4.	Facteurs influençant la toxicité des pesticides	14
II .5.	Risques de l'utilisation des pesticides en agriculture	14
II .6.	Voies d'exposition aux pesticides	14
II .7.	Effet des pesticides	16
II .7.1.	Effet des pesticides sur l'environnement	16
II .7.2.	Effet des pesticides sur l'atmosphère	16
II .7.3.	Effet des pesticides sur les sols	17
II .7.4.	Effet des pesticides sur les eaux de surface et souterraines	17
II .7.5.	Effet des pesticides sur les végétaux	18
II .7.6.	Les pesticides dans alimentaire	19
II .7.7.	Effets des pesticides sur la santé humaine	19
II .7.7.1.	Intoxication aiguë	20
II .7.7.2.	Intoxication chronique	20
II .7.7.3.	Effet des pesticides sur les animaux	21
II .7.7.3.1.	L'effets sur les oiseaux	21
II .7.7.3.2.	L'effets sur les mammifères	22
II .7.7.3.3.	Effet des pesticides sur les espèces aquatiques	22
<b>Chapitre III : Evaluation des risques écotoxicologiques des pesticides</b>		
III .1.	Introduction	24
III .2.	Étapes de l'évaluation du risque	24
III .2.1.	Identification des dangers	24
III .2.2.	Caractérisation des dangers	24
III .2.3.	Evaluation de l'exposition alimentaire	25
III .2.4.	Caractérisation du risque	25
III .2.5.	L'analyse des pesticides	25
III .3.	Evaluation des risques des pesticides environnementaux	26
III .3.1.	Evaluation des risques de sol	27
III .3.2.	Evaluation des risques de contamination des eaux souterraines	28

III .3.3.	Méthodes d'évaluation de l'exposition alimentaire	29
<b>Chapitre IV : Dépollution des terrains pollués par les pesticides</b>		
IV .1.	Introduction	31
IV .2.	La dépollution des terrains	31
IV .3.	Techniques de la dépollution des terrains pollués par les pesticides	32
IV .3.1.	Techniques chimiques de la dépollution du sol et de l'eau	32
IV .3.1.1.	La biochar	32
IV .3.1.2.	Stabilisation physico-chimique	32
IV .3.1.3.	Oxydation chimique	33
IV .3.1.4.	Réduction chimique in situ	33
IV .3.1.5.	Oxydation / réduction chimique	33
IV .3.2.	Techniques physiques pour la dépollution du sol et de l'eau	34
IV .3.2.1.	Pompage suivi d'un traitement	34
IV .3.2.2.	Le confinement	34
IV .3.2.3.	Lavage de terres	35
IV .3.2.4.	Venting	35
IV .3.2.5.	Désorption thermique	35
IV .3.2.6.	Confinement ou barrière hydraulique	36
IV .3.2.7.	Stripping	37
IV .3.2.8.	Pompage-écrémage	37
IV .3.2.9.	Extraction multiphasique	37
IV .3.3.	Techniques biologiques de la dépollution du sol et de l'eau	37
IV .3.3.1.	La Phytoremédiation	37
IV .3.3.2.	Bioventing	38
IV .3.3.3.	Lutte génétique et OGM	39
IV .3.3.4.	Biosparging	39
IV .3.3.5.	Biodégradation	40
Conclusion		41
Références		

### LISTE DE FIGURES

Numéro	Titre	Page
<b>Figure 1</b>	Devenir des pesticides dans l'environnement	11
<b>Figure 2</b>	Les symptômes des effets phytotoxiques des produits phytosanitaires	18
<b>Figure 3</b>	Comportement des pesticides dans les sols	26
<b>Figure 4</b>	Devenir des pesticides dans le sol	27
<b>Figure 5</b>	Technique de Pompage	34
<b>Figure 6</b>	Technique de Confinement	36
<b>Figure 7</b>	Technique de la Phytoremédiation	38
<b>Figure 8</b>	la technique de bioventing	39

### LISTES DES TABLEAUX

Numéro	Titre	Page
<b>Tableau I</b>	Principales familles chimiques de pesticides classier Selon leur composition chimique	07-08
<b>Tableau II</b>	Différentes type de formulation des pesticides	09
<b>Tableau III</b>	Principales voies d'exposition aux pesticides	15

## LISTE DE ABREVIATIONS

<b>Abréviations</b>	<b>Signification</b>
DDT	Dichloro Diphényl Trichloroéthane
D	Poussière ou poudre
DF	Pâte granulée
E ou E C	Concentré Emulsifiable
F	Suspension concentrée
GR	Granulé
P	Pastille
SN	Solution
SC	Concentré pulvérisable
SP	Poudre soluble
WDG	Granulé soluble
WP	Poudre mouillable
WS	Concentré soluble dans l'eau
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
VTR	Valeur Toxicologique de Référence
Kd	Coefficient de distribution
PH	Potentiel Hydrogène
DT50	Dose létale 50
DJA	Dose Journalière Admissible
ETM	Eléments Traces Métalliques
OGM	Organismes Génétiquement Modifiés
COHV	Composés Organiques Halogénés Volatils
BTEX	Benzène, Toluène, Ethyl-benzène et Xylène

## RESUME

### **Procédure d'évaluation des risques éco-toxicologiques des pollutions par les pesticides**

L'utilisation des pesticides a connu une importante ampleur dans le domaine agricole .cela a permis d'améliorer les rendements des produits, mais aussi a posé des dangers pour les végétaux, les animaux et l'homme.

Des risques environnementaux, ainsi, sont enregistrés et des contraintes ecotoxicologiques sont apparues. Des travaux d'évaluation de ces risques et des essais de les se débarrasser, sont plus ou moins difficiles à réaliser à cause des diversités des pesticides et à des contraintes écologiques.

**Mots clés** : Pesticide. Risques. Éco toxicologie. Dépollutio

## ملخص

### إجراءات تقييم المخاطر السمية البيئية من التلوث بالمبيدات

عرف استعمال المبيدات الحشرية اتساعا مهما في المجال الزراعي. هذا مما أدى إلى تحسين المحاصيل ولكن في نفس الوقت طرح العديد من المخاطر على النباتات والحيوانات والإنسان في حد ذاته.

تم تسجيل المخاطر البيئية وسميتها انطلاقا من أعمال تقييمه لها لمحاولة التخلص من هذه الأخيرة ولا تزال بعيدة التحقيق بسبب اختلاف أنواع المبيدات , تعددها والقيود البيئية .

**كلمات مفتاحيه:** المبيدات. المخاطر. علم السموم البيئية. إزالة التلوث.

# **Introduction générale**

## Introduction générale

Il existe un grand nombre d'organismes vivants nuisibles aux végétaux, aux animaux mais aussi à l'égard de l'homme et des bâtiments d'élevage et d'habitation. Beaucoup d'activités sont confrontées à ces organismes mais les activités agricoles sont probablement parmi les plus exposées et donc demandeuses de moyens de prévention et de lutte . (Calvert R.,2005)

Ces moyens sont très variés et vont des mesures prophylactiques aux traitements chimiques généralisés en passant par des interventions mécaniques, des interventions biologiques et des traitements chimiques localisés .De nombreuses substances chimiques sont ainsi utilisées, ce sont les pesticides. Leur composition et leur structure sont très variées, de sorte que leurs propriétés physiques, chimiques et biologiques le sont aussi, ce qui explique leurs multiples usages, leurs dangers, ainsi que les difficultés rencontrées pour décrire et prévoir leur devenir dans les sols . (Calvert R.,2005)

Les pesticides posent un véritable problème de l'environnement et de santé publique. En effet, les effets de faibles quantités de pesticides, en mélange, pendant des périodes longues posent des nombreux problèmes . Des études scientifiques nous montrent ainsi que l'environnement et les personnes exposées aux pesticides ont plus de risques de développer que les autres de nombreuses problèmes : contaminations des sols et des eaux , déformations des végétaux ,les nécroses , les jaunissement, cancer, malformations congénitales, problèmes d'infertilité, problèmes neurologiques ou encore système immunitaire affaibli sont plus fréquent chez eux . (Calvert R.,2005)

L'évaluation du risque est une approche visant à estimer la probabilité que des effets néfastes pour l'environnement puissent se produire suite à une exposition à des substances chimiques. Il permettra de mieux comprendre les méthodes d'évaluation de l'exposition aux produits chimiques pour les différents compartiments environnementaux (eau, sol), ainsi que les méthodes d'évaluation du danger. La caractérisation des risques et les aspects légaux seront également abordés . ( Barriuso E., 2004)

La présente étude s'inscrit dans le cadre des études s'intéressant aux pesticides. Ainsi, ses mécanisme d'action et leur diversité font l'objet de ce travail.

En plus, on vise à déterminer ses risques environnementaux et éco toxicologiques.

Dans ce mémoire, on présente dans le premier chapitre une généralité sur les pesticides : leur définition, leur classification, leur formes et leur devenir dans l'environnement. Ensuite, on va voir en deuxième chapitre l'écotoxicologie des pesticides .

Dans le troisième chapitre, l'évaluation des risques des pesticides sur l'écosystème (sol, eau et aliments).enfin, dans le quatrième chapitre, on présente les techniques de dépollution des terrains contaminés par les pesticides .

# **Chapitre I : Généralité sur les pesticides**

### **I.1. Définition :**

Les pesticides sont, en terme générique utilisé pour désigner toutes les substances naturelles ou de synthèse capables de contrôler, d'attirer, de repousser, de détruire ou de s'opposer au développement des organismes vivants (microbes, animaux ou végétaux) considérés comme indésirables pour l'agriculture, l'hygiène publique (par exemple les cafards dans les habitations), la santé publique (les insectes parasites (poux, puces) ou vecteurs de maladies telles que le paludisme et les bactéries pathogènes de l' eau détruites par la chloration, la santé vétérinaire, ou les surfaces non-agricoles (routes, aéroports, voies ferrées, réseaux électriques...), ils sont l'un des rares substances qui sont à la fois toxiques et délibérément rejetés dans l'environnement . (Berrah A., 2011)

Les pesticides sont présents dans presque tous les milieux de l'environnement y compris les eaux de surface, les eaux souterraines, l'air ambiant, la poussière, le sol, le brouillard, la pluie, et la glace . ( Berrah A., 2011)

Les pesticides sont diffusés partout, car les résidus de pesticides ont été trouvés dans plus de 70 % des fruits et légumes, plus de 60 % des échantillons de blé et de 99% de lait, Ils sont également présents dans les organes de presque tous les adultes et les enfants . (Berrah A., 2011)

### **I.2. Classification des pesticides :**

Les pesticides peuvent être classés dans un certain nombre de façons; ces classifications peuvent fournir des informations utiles sur la chimie des pesticides etc. Les systèmes de classification couramment utilisés sont :

#### **I.2.1. Selon leurs utilisation :**

- *Les pesticides à usage agricole ou produits phytopharmaceutiques* : qui sont des substances chimiques minérales ou organiques, de synthèse ou naturelles. (Ghislaine B.,2004). Elles sont utilisées pour la protection des végétaux contre les maladies et contre les organismes nuisibles aux cultures.
- *Les pesticides à usage non agricole ou biocides* : qui sont similaires aux premiers, utilisés par exemple en hygiène publique (lutte anti-vectorielle) et dans d'autres applications comme la conservation du bois, la désinfection, ou certains usages domestiques . (OMS/IPCS., 2005)

### **I.2.2. Selon leur cible :**

#### **I.2.2.1. Insecticides :**

Des produits utilisés pour tuer les insectes et les animaux par la perturbation des processus vitaux par action chimique. Les Insecticides peuvent être des produits chimiques organiques ou inorganiques. La source principale est la fabrication de produits chimiques, bien que quelques-uns sont issus de plantes. (Mac Bean C., 2012)

#### **I.2.2.2. Herbicides :**

Un produit herbicide est défini comme une préparation ayant la propriété de tuer les végétaux. Le terme « désherbant » est un synonyme d'herbicide. En protection des cultures, les herbicides sont employés pour lutter contre les adventices, ou mauvaises herbes, destinées à détruire ou à limiter la croissance des végétaux, qu'ils soient herbacés ou ligneux. (MacBean C., 2012)

#### **I.2.2.3. Fongicides :**

Est un produit phytosanitaire conçu exclusivement pour tuer ou limiter le développement des champignons parasites des végétaux (MacBean C., 2012) . Les produits à usages médicaux sont dénommés des antimycosiques.

On distingue :

- Les produits préventifs empêchant le développement des spores à la surface de la plante.
- Les produits curatifs qui stoppent le développement du champignon déjà installé dans la plante.

Pendant longtemps, les seuls fongicides disponibles furent des produits agissant par contact et ne pouvant donc être utilisé qu'à titre préventif. Ils agissent en effet sur les spores du champignon avant que celles-ci n'aient pu émettre des filaments pénétrant les tissus de l'hôte. ( Berrah A., 2011)

Les premières fongicides systémiques apparurent à la fin des années 60. Ils présentent l'avantage d'avoir une action à la fois préventive et curative. Actuellement, les fongicides

employés proviennent de l'association d'une trentaine de matières actives regroupés en plusieurs familles chimiques. ( Berrah A., 2011)

### **I.2.2.4. Rodenticides :**

Un produit rodenticide (du latin, rodere, ronger) est une substance active ou une préparation ayant la propriété de tuer certains rongeurs, considérés comme nuisibles pour l'homme, les rodenticides sont utilisés dans l'environnement domestique, en milieu rural et dans l'industrie agroalimentaire pour lutter contre les souris, les surmulots, les taupes (qui ne sont pas des rongeurs mais des insectivores), les ragondins, les campagnols. Ils sont commercialisés sous forme de poudres de piste, de concentras huileux, d'appâts près à l'emploi et, plus rarement, en fumigations dans les galeries creusées par les rongeurs. (Berrah A., 2011)

### **I.2.2.5. Molluscicides :**

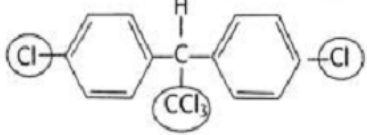
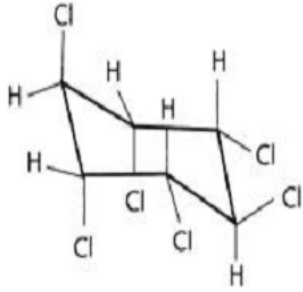
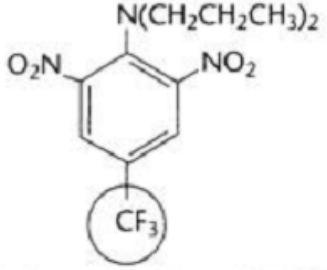
Ce sont les pesticides utilisés dans l'agriculture ou le jardinage, pour commander spécifiquement des espèces de mollusque de parasite du. Ces pesticides sont prévus pour viser certain lingot et espèces de l'escargot qui peuvent endommager des récoltes en les mangeant partiellement. Ces substances incluent la métaldéhyde, le Methiocarb et le sulfate en aluminium, les Molluscicides devraient cependant être employé avec prudence, car elles peuvent être nocives aux animaux de non-cible . ( Berrah A., 2011)

### **I.2.3. Selon leur composition chimique :**

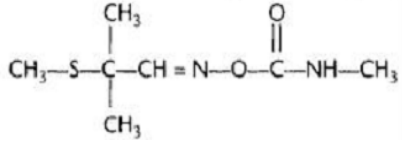
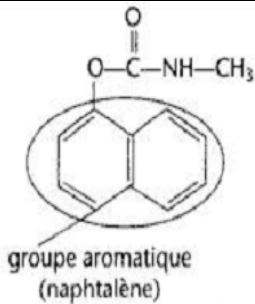
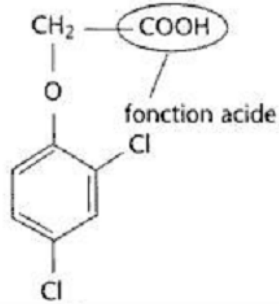
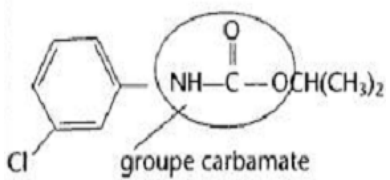
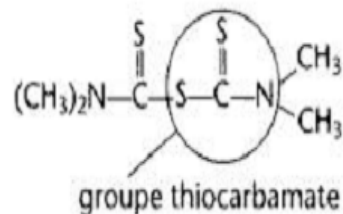
Les pesticides sont des produits dont les propriétés chimiques contribuent à la protection des végétaux. Ils sont destinés à détruire, limiter ou repousser les éléments indésirables à la croissance des plantes, insectes, parasites et autres plantes . On peut classer les pesticides Selon leur composition et leur propriétés chimique en quelque groupes.

Le tableau ci-dessous présente les groupes chimiques des pesticides :

**Tableau I : Principales familles chimiques de pesticides classifiées Selon leur composition chimique**

Classification	Famille chimique	Exemple	
		Formule développée	Nom
Familles chimiques identifiées par des groupes possédants des atomes halogènes	Composés chlorés		1,1,1-trichloro-2,2-bis(4-chlorophenyl)ethane (organochlorés) ou DDT (insecticide)
			1,2,3,4,5,6 hexachlorocyclohexane ou lindane (insecticide)
	Composés fluorés		$\alpha,\alpha,\alpha$ -trifluoro-2,6-dinitro-N,N-dipropyl-p-toluidine ou trifluraline (herbicide)

## Chapitre I : Généralité sur les pesticides

Familles chimiques identifiées par la nature aromatique ou aliphatique des molécules	Composés aliphatiques		2-methyl-2-(methylthio)propanaldehyde O-methylcarbamoyloxime ou aldicarbe (insecticide, nématicide)
	Composés aromatiques		1-naphthyl methylcarbamate ou carbaryl (insecticide)
Les principales familles chimiques de pesticides identifiées par des groupes d'atomes constituant une fonction chimique particulière	Acide carboxylique		(2,4-dichlorophenoxy) acetic acid ou 2,4-D (herbicide)
	Carbamate		isopropyl 3-chlorocarbamate ou chlorprophame (herbicide)
	Thiocarbamate		bis(dimethylthiocarbamoyl) disulfide ou thirame (fongicide, corvifuge)

(Calvert R., 2005)

### I.3. Les différentes formes des pesticides :

- Les pesticides sont formulés (préparés) sous forme liquide, solide ou gazeuse .
- Les formulations liquides incluent les suspensions (suspensions concentrées), les solutions, les concentrés émulsifiables, les suspensions en micro-capsules et les aérosols.
- Les préparations solides comprennent les poussières, les particules, les granulés, les pastilles, les granules solubles, les poudres solubles, les appâts, les tablettes, les comprimés, les pâtes granulées et les poudres mouillables.
- Les pesticides gazeux sont généralement des fumigants (ils peuvent être vendus sous forme de liquide ou de gaz). (1)

Sur l'étiquette du pesticide, les abréviations codées sont souvent accompagnées du nom commercial pour indiquer le type de formulation du pesticide. Quelques exemples d'abréviations codées avec leur signification que l'on retrouve sur l'étiquette pour indiquer le type de formulation sont résumés dans le Tableau II :

**Tableau II : Différentes type de formulation des pesticides (1)**

<b>Abréviations</b>	<b>Noms</b>
D	Poussière ou poudre
DF	Pâte granulée
E ou E C	Concentré émulsifiable
F	Suspension concentrée
GR	Granulé
P	Pastille
SN	Solution
SC	Concentré pulvérisable
SP	Poudre soluble
WDG	Granulé soluble
WP	Poudre mouillable
WS	Concentré soluble dans l'eau

### **I.4. Devenir des pesticides dans l'environnement :**

Le pesticide peut emprunter plusieurs voies de transfert. Il peut se volatiliser lors des traitements puis, à partir du sol ou de la plante, être adsorbé par le sol ou s'infiltrer vers les eaux souterraines et ruisseler vers les eaux de surface. Une fois dans l'atmosphère, le pesticide peut être dégradé et/ou transporté à plus ou moins grande distance avant de se déposer sous forme de retombées sèches ou humides lors de précipitations. (Walker., 1976)

Les processus suivants déterminent le comportement des pesticides dans les sols :

- Dégradation par les micro-organismes.
- Dégradation chimique (p. ex. par hydrolyse).
- Rétention par des composants organiques et minéraux.
- Absorption par les racines des plantes.
- Volatilisation.
- Effet de dilution par les mouvements de l'eau.

Les pertes de pesticides dans le sol du fait de micro-organismes ou de réactions chimiques sont confondues sous le vocable de dégradation. Le taux de dégradation augmente généralement avec la température et avec la teneur en eau du sol . (Walker., 1976)

La persistance des matières actives peut être très longue dans un sol sec. Il faut cependant prendre aussi en compte les produits de dégradation de la matière active (métabolites) car ils peuvent avoir eux aussi des effets nocifs. ( Berrah A., 2011)

La mobilité de la matière active est réduite par son adsorption sur les particules du sol, et ce dans une mesure qui dépend des propriétés physiques et chimiques du sol et des caractéristiques moléculaires de la matière active. ( Berrah A., 2011)

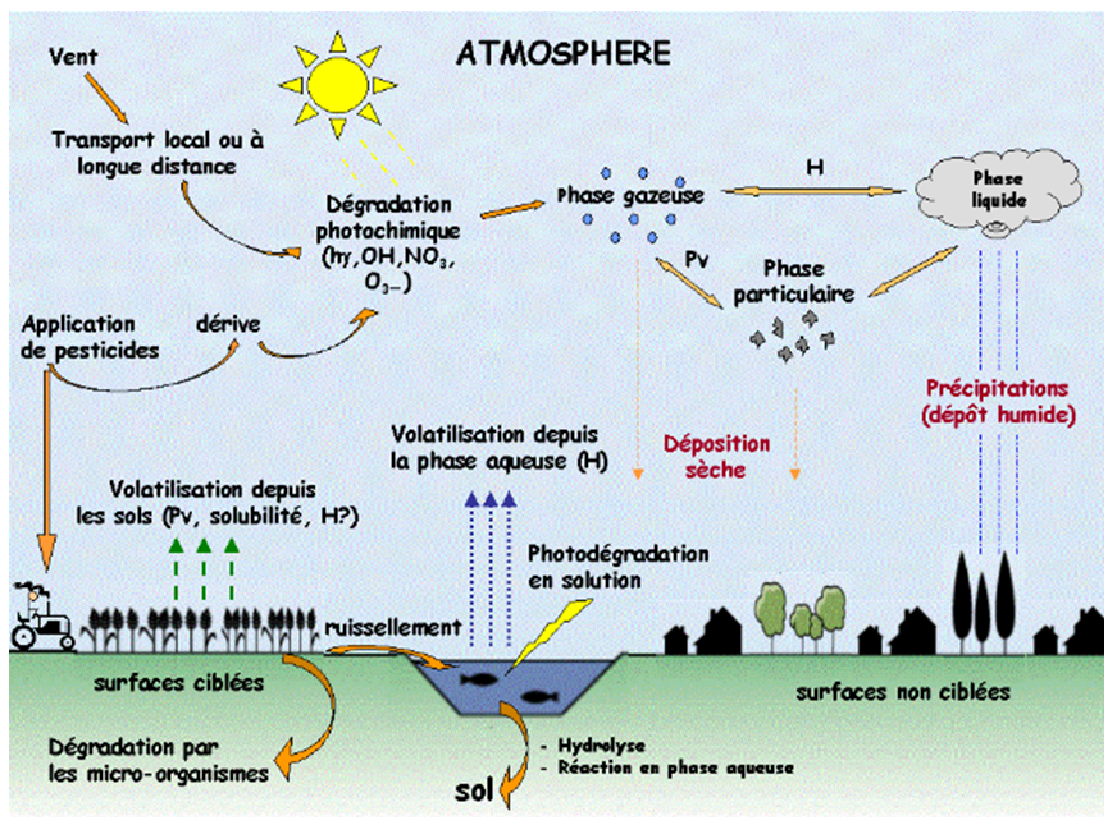


Figure 1 : Devenir des pesticides dans l'environnement ( Berrah A., 2011)

Une proportion importante (20 à 70%) d'un pesticide (ou de ses métabolites) peut persister dans le sol liée aux colloïdes (Calderbank, 1989). Dans cet état, les molécules actives sont difficiles à extraire et à caractériser et elles ont tendance à perdre leur activité biologique. Beaucoup de pesticides qu'on croyait dégradés rapidement ont été retrouvés dans cet état lié. Cela n'a pu être prouvé, mais on pense que ces composés peuvent être rélargies et absorbés par les plantes ou lixiviés vers les nappes (Calvet et Barriuso., 1994 ; Schiavon et al., 1995).

L'absorption des pesticides du sol par les plantes est probablement une des voies majeures qui conduisent à leur accumulation le long des chaînes trophiques et, partant, à leur mise en contact avec l'homme et les animaux (Paterson et al., 1990). L'absorption foliaire des substances volatilisées à partir du sol pourrait contribuer plus à l'accumulation de résidus dans les plantes que l'absorption par les racines (Topp et al., 1986) . (Hayo M. G. van der Werf., 1997).

# **Chapitre II : Eco-toxicologie des pesticides**

## **Chapitre II : Eco-toxicologie des pesticides**

---

### **I.1. Introduction :**

C'est le manque de sélectivité des pesticides vis-à-vis de leur cible qui provoque la plupart des effets nocifs pour l'environnement. Les animaux absorbent les pesticides via la nourriture ou l'eau d'alimentation, via l'air respiré ou au travers de leur peau ou de leur cuticule. Ayant franchi diverses barrières, le toxique atteint les sites du métabolisme où est stocké. (Severn et Ballard., 1990)

### **I.2. Définition de l'écotoxicologie des pesticides :**

Le champ d'étude de l'écotoxicologie se concentre notamment sur les mécanismes d'action des polluants sur l'ensemble de la biosphère . (2)

Pendant que la toxicologie se limite aux études des organismes, l'écotoxicologie s'occupe de la connaissance de l'impact des substances chimiques, physiques ou biologiques sur les individus, sur les populations et les écosystèmes entiers et aussi sur les équilibres dynamiques qui les caractérisent . (Garric., 2009)

### **I.3. Mauvaise utilisation des pesticides :**

Les pesticides comportent des risques pour la santé des agriculteurs, des ouvriers agricoles, des maraîchers et pour l'environnement. L'emploi des pesticides est souvent combiné avec l'utilisation des machines agricoles dans les grands systèmes irrigués et par des ouvriers sous-payés afin de produire une grande quantité d'aliments sur de grandes superficies de terre. Ce système de travail produit à court terme des récoltes pouvant être vendues à bas prix. Partout dans le monde, les agriculteurs sont obligés de travailler avec cette technique car elle permet d'augmenter les rendements. (Dr Abou THIAM .,2007)

Les sociétés qui fabriquent les pesticides affirment que leurs produits aideront les fermiers " à nourrir le monde ". En fait, ces sociétés ne cherchent qu'à faire de l'argent. Les pesticides font partie d'un système inique qui enrichit une minorité et rend tout le monde malade . (Thiam ., 2007)

Bien que les pesticides puissent contribuer à produire de grandes quantités de nourriture, à la longue ils peuvent causer des dommages à l'homme et à l'environnement . (Thiam., 2007)

## **Chapitre II : Eco-toxicologie des pesticides**

---

### **I.4. Facteurs influençant la toxicité des pesticides :**

La toxicité des pesticides repose sur la combinaison de facteurs ayant une implication dans l'apparition d'un risque lié à une substance et la toxicité, son efficacité repose sur les connaissances des quantités utilisées et la nature des utilisations à l'échelle d'une région d'un département, ces facteurs sont : (3)

- La dose.
- Les modalités de l'exposition.
- Le temps pendant lequel la personne est exposée.
- Le degré d'absorption.
- La nature des effets de la matière active et de ses métabolites.
- L'accumulation et la persistance du produit dans l'organisme. (Tron, et al., 2001)

### **I.5. Risques de l'utilisation des pesticides en agriculture :**

On estime à un million par an le nombre d'intoxications accidentelles par pesticides dans le monde et à 20.000 celui de cas mortels (WHO-UNEP.,1989). Si l'on ajoute les cas intentionnels (il s'agit surtout de suicides) on arrive à 3 millions d'empoisonnements, dont 220.000 morts . (Levine., 1991)

Le plus souvent, le toxique est ingéré sous forme de résidus présents dans la nourriture ; mais l'absorption peut se faire dans l'eau de boisson, par l'air inhalé ou par contact de la peau avec le produit (SPEA, R., 1991). Les agriculteurs et les ouvriers qui préparent les mélanges et réalisent les traitements risquent plus que le reste de la population d'être atteints par contact de la peau ou par inhalation . (SPEA, R., 1991)

### **I.6. Voies d'exposition aux pesticides :**

Les pesticides peuvent être absorbés par les voies orales ,cutanées, et respiratoires, les cas d'intoxication les plus graves se produisent lorsque le produit est ingéré accidentellement, les enfants sont les plus souvent victimes de ce type d'intoxication car ils ont tendance à porter les objets et leurs doigts a la bouche. Mais les adultes qui fument et qui mangent sans s'être lavés les mains, après avoir manipulé les pesticides, peuvent être également affecté, chez les

## Chapitre II : Eco-toxicologie des pesticides

---

utilisateurs des pesticides, la voie cutanée constitue généralement la principale voie d'entrée des pesticides dans l'organisme (Tableau II) .

On peut être exposés aux pesticides par :

- la consommation d'eau ou d'aliments contenant des résidus de pesticides.
- l'inhalation d'un air contaminé, en particulier à proximité (voire à distance, si la circulation atmosphérique pousse le nuage) d'un épandage aérien où l'exposition peut être très importante.
- La manipulation des pesticides pour le traitement des végétaux, au jardin ou à la maison. Les fœtus et les nouveau-nés peuvent être exposés à la plupart des pesticides à travers le placenta ou par le biais du lait maternel . (Awatef Berrah ., 2011)

**Tableau III : Principales voies d'exposition aux pesticides**

<b>Mode d'exposition</b>	<b>Objectifs plus importants</b>
Voie digestive	Consommateurs exposés par le biais des résidus présents dans l'alimentation (fruits et légumes)
Voie pulmonaire	Pénétration dans les poumons par les poussières émises par les formulations solides, par les gouttelettes, brouillards et vapeurs émis lors des aspersions. Voie la plus redoutable car les produits sont acheminés rapidement au sang par l'intermédiaire de l'air pulmonaire.
Voie cutanée	Pénétration des produits à travers la peau accélérée par les formulations huileuses ou additionnées de solvants. Les plaies sont autant de passages facilités.

( Berrah A, 2011)

### **I.7. Effet des pesticides :**

Tous les pesticides sont des poisons. Leur rôle est de tuer des ravageurs spécifiques, les mauvaises herbes, les insectes, les champignons ou les rongeurs, et leurs effets peuvent aussi nuire à l'homme. Certains pesticides sont plus toxiques que d'autres et une dose même très faible peut entraîner des effets néfastes. D'autres pesticides sont moins toxiques et, pour être néfastes, une plus forte dose est requise. (4)

#### **I.7.1. Effet des pesticides sur l'environnement :**

Depuis plus d'un quart de siècle, on sait que l'utilisation de certains pesticides, provoque de profondes modifications de l'écosystème dans lequel on les introduit . (Berrah A ., 2011)

#### **I.7.2. Effet des pesticides sur l'atmosphère :**

Il ya un grand nombre de pesticides présent dans l'atmosphère, Ils s'y trouvent à cause de leur épandage (de 30 à 75% des produits épandus sont transférés), le taux de transfert dépend de plusieurs facteurs tels : les caractéristiques du produit (solubilité, volatilité, capacité à se dégrader), le type de sol, les pratiques agricoles, le type de pulvérisation, les conditions climatiques, les pesticides sont véhiculés par les flux atmosphériques, les pesticides peuvent contaminer de vastes zones en voyageant dans l'atmosphère, avant de retomber avec les intempéries ou sous forme de dépôts secs. Les eaux de pluie sont chargées de pesticides car le transfert des polluants de l'atmosphère à la pluie se fait au niveau du nuage . (Berrah A ., 2011)

Les gouttelettes de pluie se chargent de produits qui peuvent avoir une origine locale. Le plus souvent, les traces de biocides trouvées dans les nuages résultent d'un transport à moyenne ou longue distance. Des pluies faibles et brèves présentent des teneurs plus élevées, particulièrement s'il s'agit de pluies printanières ou de début d'été précédées d'une longue période sèche, la recherche des pesticides dans l'air coûte très cher et nécessite des protocoles très complexes, les teneurs estimées étant très faibles, de l'ordre du nanogramme (milliardième de gramme par mètre cube) . (Berrah A., 2011)

### **I.7.3. Effets des pesticides sur le sol :**

La texture du sol est le facteur qui a le plus d'effet sur la facilité et la vitesse de déplacement de l'eau et des contaminants vers la nappe phréatique. Dans les sols à texture grossière, comme les sables, les pores entre les particules sont plus volumineux et permettent à l'eau de s'infiltrer rapidement jusqu'à la nappe phréatique; la filtration et l'épuration naturelle ont donc très peu de temps pour agir. Par contre, les sols à texture fine, comme les argiles, ralentissent beaucoup l'écoulement de l'eau et des contaminants. Ils agissent donc comme un filtre naturel qui permet aux bactéries et aux autres organismes terricoles de dégrader les contaminants avant qu'ils n'atteignent la nappe phréatique. Par conséquent, les sols à texture fine constituent une protection naturelle des eaux souterraines bien meilleure que les sols à texture grossière. ( Robert P. Stone et James P. Myslik., 2008)

### **I.7.4. Effet des pesticides sur les eaux de surface et souterraines :**

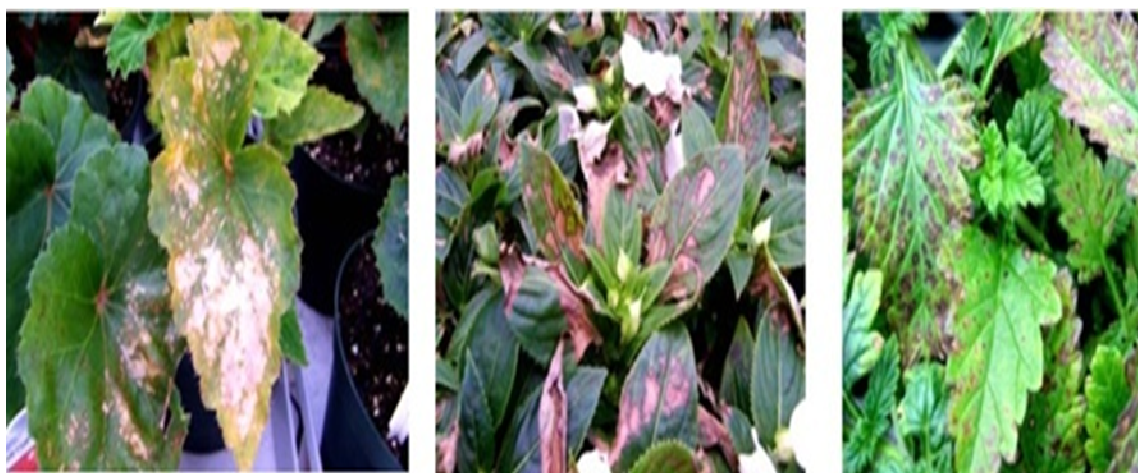
Le ruissellement conduit à la pollution des eaux de surface et la lixiviation (Entraînement par les eaux de drainage) entraîne, elle, la pollution des eaux souterraines. Toutefois les deux phénomènes sont étroitement dépendants l'un de l'autre. Le ruissellement est le mouvement de l'eau (contenant des matières actives dissoutes et en suspension ainsi que les matières adsorbés sur des sédiments) à la surface du sol. Les substances sujettes à ce phénomène sont celles qui restent à la surface du sol, qui sont absorbées et qui résistent à la dégradation et à la volatilisation . ( Berrah A., 2011)

Les pesticides, les engrais, les herbicides et les déchets animaliers sont des sources agricoles de contamination des eaux souterraines. Les sources agricoles de contamination sont nombreuses et variées: débordement des engrais et des pesticides pendant la manipulation, écoulement du chargement et lavage des pulvérisateurs de pesticide ou de tout autre équipement d'application, utilisation de produit chimique . (5)

La qualité de la nappe phréatique se dégrade lorsqu'elle reçoit de l'eau contaminée qui s'infiltré dans le sol et qui n'est pas suffisamment filtrée ou qui n'a subi aucune épuration naturelle. Une fois que le réservoir aquifère est contaminé, tous les puits qu'il alimente risquent d'être pollués. La contamination d'un puits peut menacer la santé humaine et entraîner d'importants frais de nettoyage . ( Robert P. Stone et James P. Myslik., 2008)

### I.7.5. Effet des pesticides sur les végétaux :

Les symptômes causés par la phytotoxicité reliée à l'application de divers pesticides, régulateurs de croissance ou autre polluant peuvent souvent être confondus avec maladie, à un coup de soleil, à des taches causées par l'eau froide, à un système racinaire mal en point (excès ou manque d'eau ou autres phénomènes) (Figure (2)) .



**Figure 2 : Les symptômes des effets phytotoxiques des produits phytosanitaires**  
(Senécal M., 2006)

Les effets phytotoxiques des produits phytosanitaires peuvent être classés généralement selon les symptômes suivants :

- **Les jaunissement** : ils sont souvent légers ou moyens et apparaissent rapidement après le traitement.
- **Les nécroses (tissus morts)** : elles se caractérisent par des brûlures à l'apex ou à la marge des feuilles. Les brûlures de contact sont caractérisées par des taches nécrotiques plus ou moins circulaires distribuées au hasard sur la limbe. Elles peuvent aussi se produire aux endroits sur la feuille où les gouttes de produit sont restées à l'état liquides un certain temps.
- **Les déformations** : peuvent être très diverses et prendre l'apparence de gaufrages, d'incurvations, de feuilles en cuillère, d'enroulement, etc. de plus, la croissance et la

## **Chapitre II : Eco-toxicologie des pesticides**

---

développement des plants peuvent être stoppés, car certains pesticides ont un effet semblable aux régulateurs de croissance. (Senécal M., 2006)

### **I.7.6. Les pesticides dans alimentaire :**

L'utilisation des pesticides tels qu'on les connaît (insecticides, fongicides et herbicides) a commencé. cette pratique est devenue règle d'or et de nombreux résidus de pesticides se trouvent dans nos aliments. Rappelons que selon de récentes études, ils peuvent être la cause de cancers et présenter des menaces pour la fertilité masculine et le développement du fœtus.(6)

### **I.7.7. Effets des pesticides sur la santé humaine :**

Sachant que les pesticides circulent dans l'atmosphère, quelle que soit notre zone de résidence, il est impossible de s'y soustraire. Ainsi, par la respiration les pesticides en suspension dans l'air pénètrent dans les poumons. Même si on ne sait pas encore évaluer la part des pesticides inhalés par chacun, la présence chronique de faibles doses dans l'atmosphère concerne tous les Terriens . (Berrah A., 2011)

Tous les pesticides sont potentiellement dangereux pour l'homme, la toxicité dépendant du mode de pénétration dans l'organisme. Dans la littérature scientifique, l'exposition à certains pesticides a été liée chez l'homme à des cancers associés à la suppression immunitaire, des réactions allergiques, des réponses auto-immunes, la suppression de la fonction immunitaire et une plus grande sensibilité aux agents pathogènes. (Berrah A., 2011)

Les pesticides sont plus dangereux pour les enfants que pour les adultes. Des niveaux d'exposition aux pesticides pouvant rendre les enfants malades peuvent n'avoir aucun effet sur les adultes, les enfants tombent plus facilement malades en respirant l'air contaminé parce qu'ils respirent plus vite que les adultes. Ils peuvent être facilement contaminés par ingestion parce qu'ils mettent leurs mains et plusieurs autres choses dans la bouche plus que les adultes. En plus, ils peuvent respirer plus facilement des produits chimiques transportés par l'air ou les poussières qui se trouvent à proximité du sol parce qu'ils sont plus près de la terre . (Thiam., 2007)

### **I.7.7.1. Intoxication aigue :**

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a estimé qu'il y a chaque année dans le monde 1 million de graves empoisonnements par les pesticides, avec quelque 220.000 décès. Les voies de contamination suspectées sont la peau, les systèmes respiratoire et digestif . (7)

Les intoxications aiguës par les pesticides sont celles où, quelques heures après une exposition importante, des symptômes apparaissent rapidement . (Berrah A., 2011)

Les risques pour la santé humaine en cas d'exposition aiguë à des doses élevées de pesticides, par exemple lors du mélange, sont connus de longue date et ont conduit à la publication de recommandations aux utilisateurs de manière à éviter ces risques. De fait, les pesticides peuvent être absorbés par inhalation, par ingestion via l'alimentation et par contact cutané. Les effets liés à une intoxication aigue se produisent généralement tout de suite ou peu de temps après une exposition significative à des pesticides. Les malaises généraux peuvent être légers (maux de tête, nausées, étourdissements, fatigue, perte d'appétit, irritations de la peau et des yeux) ou graves (fatigue chronique, coma, mort). Les symptômes varient selon les types de pesticides en cause . (Stéphanie T., 2006)

### **I.7.7.2. Intoxication chronique :**

L'intoxication chronique survient normalement suite a l'absorption répétée de faibles doses de pesticides, le délai avant l'apparition des symptômes ou d'une maladie peut parfois être long, les effets sur la santé peuvent même se manifester seulement après plusieurs années, ce qui rend le lien difficile à faire . (Berrah A., 2011)

Les symptômes d'une intoxication chronique sont souvent difficile à reconnaître, ils peuvent parfois s'apparenter aux effets d'une intoxication aigue, de plus, des études suggèrent que l'exposition à long terme aux pesticides pourrait favoriser le développement des cancers, provoquer des déficits immunitaires et augmenter le nombre des mort-nés et d'avortement spontanées, certains pesticides pourrait avoir des effets perturbateurs du système endocrinien en interférant avec le processus hormonal. ils peuvent ainsi occasionner des changements dans

## **Chapitre II : Eco-toxicologie des pesticides**

---

la croissance, le développement, la reproduction, ou le comportement des organismes eux-mêmes ou sur les générations suivantes . (Awatef Berrah., 2011)

### **I.7.7.3. Effet des pesticides sur les animaux :**

La faune est exposée aux pesticides en mangeant des aliments ou de l'eau contaminés, en respirant les vapeurs des pesticides ou en absorbant les pesticides 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. Les pesticides peuvent aussi 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 sont dépendants de ces créatures pour survivre . (Awatef Berrah., 2011)

Certains pesticides sont beaucoup plus spécifiques et moins toxiques pour les animaux, mais il faut toujours les utiliser avec soin. Par exemple, les pyréthrinés de synthèse sont plus sélectives que les organophosphorés et les carbamates et ne sont normalement pas très toxiques pour les oiseaux ou les mammifères. Mais attention, ils sont particulièrement toxiques pour les poissons, les batraciens et les invertébrés terrestres et aquatiques . (Berrah A., 2011)

#### **I.7.7.3.1. L'effets sur les oiseaux :**

Un pesticide peut tuer l'oiseau directement, l'empoisonner sans le tuer ou avoir un effet indirect sur lui en réduisant sa nourriture ou la couverture végétale qui l'abrite . (Isenring R., 2010)

Les oiseaux des forêts ont moins décliné que les oiseaux vivants spécifiquement dans les zones agricoles. Une étude récente indique qu'aux Etats-Unis, une espèce d'oiseaux sur trois est en danger, menacée ou dont la protection est préoccupante (NABCI et al., 2009).

## **Chapitre II : Eco-toxicologie des pesticides**

---

40% des oiseaux des prairies ou des zones arides connaissent un déclin de leur population . (EBCC., 2008)

### **I.7.7.3.2. L'effets sur les mammifères :**

Certains pesticides peuvent s'accumuler graduellement le long de la chaîne alimentaire. Cela concerne les vertébrés, particulièrement les espèces des rangs supérieurs et les super-prédateurs, comme les mammifère . Les rodenticides anticoagulant sont hautement toxiques et certains peuvent se bioaccumuler. Les mammifères prédateurs généralistes (par exemple, les chiens et les renards) souffrent fréquemment 'd'empoisonnement secondaire' en mangeant des rats ou des souris qui ont eux-mêmes été empoisonnés aux rodenticides . (Brakes & Smith., 2005)

Les rodenticides anticoagulant empoisonnent souvent indirectement les mammifères prédateurs et les rapaces, tandis que les herbicides peuvent provoquer des changements de végétation et d'habitat qui menacent les mammifères, et les insecticides peuvent réduire la disponibilité des insectes, importante source de nourriture . ( Isenring R., 2010)

### **I.7.7.3.3. Effet des pesticides sur les espèces aquatiques :**

Les produits chimiques utilisés dans les champs afin de lutter contre les espèces indésirables terminent généralement leur parcours dans les cours d'eau environnants, avec un effet négatif sur la faune et la flore locales. Plusieurs études ont en effet montré que ces pesticides sont à l'origine d'une hécatombe de la biodiversité des milieux aquatiques . (8)

Un tiers des 6 000 espèces d'amphibiens à travers le monde est menacé. Au-delà de la perte d'habitat, la surexploitation ou l'introduction d'espèces, les amphibiens sont touchés par la pollution des eaux de surface par les engrais et les pesticides utilisés en agriculture . (IUCN., 2009)

Les insecticides et les herbicides présents dans les eaux de surface (arrivés par dérive au vent des pulvérisations ou ruissellement) peuvent altérer la composition des espèces des

## **Chapitre II : Eco-toxicologie des pesticides**

---

communautés aquatiques et affecter les poissons et les invertébrés, aussi bien que ont des effets toxiques sur le système nerveux des amphibiens qui peuvent altérer leur comportement. Les herbicides (par exemple, l'atrazine) peuvent affaiblir le système immunitaire des têtards de grenouilles, ce qui peut rendre les amphibiens encore plus sensibles aux parasites néfastes comme les nématodes. Les effets indirects peuvent être fatals . (Isenring R., 2010)

**Chapitre III : Evaluation  
des risques éco-  
toxicologiques des  
pesticides**

### **I.1. Introduction :**

L'écotoxicologie est le domaine d'étude qui a pour but d'identifier et d'évaluer les effets toxiques causés par des pesticides ou de synthèse sur les écosystèmes, ceci afin d'en caractériser le risque écologique. Il est impératif d'acquérir les notions et les techniques concernant l'évaluation du risque des pesticides . (Anonymes., 2013)

L'apporter une meilleure connaissance des risques liés à l'utilisation des pesticides et d'apporter aux décideurs et aux gestionnaires des milieux concernés des références scientifiques pour la définition, la mise en œuvre et l'évaluation des actions publiques en lien avec les pesticides . (9)

### **I.2. Etapes de l'évaluation du risque :**

Les études animales sont la source principale de données toxicologiques du fait de l'impossibilité éthique d'expérimentation chez l'homme. Les méthodes d'élaboration ont à l'origine été dictées par les hypothèses admises sur les mécanismes d'action des substances étudiées, selon que l'on considère l'existence d'un seuil d'effet ou l'absence de seuil d'effet. (Josselin R.,2013)

#### **I.2.1. Identification des dangers :**

L'évaluation du devenir de la substance active dans un organisme végétal ou animal est faite par des études dites « de métabolisme ». Ces études sont conduites sur chaque type de denrées potentiellement concernées par l'usage du pesticide en question. Elles permettent de déterminer pour chaque substance active sa définition en résidu, dite « de surveillance », restreinte aux molécules constituant majoritairement le résidu.

Cette définition a pour but de mesurer facilement les résidus (dosage « en routine » pour l'identification des mésusages ou pour le contrôle du devenir de la substance dans l'environnement par exemple) . (Josselin R.,2013)

#### **I.2.2. Caractérisation des dangers :**

C'est l'estimation de la quantité de produit à laquelle un individu peut théoriquement être exposé (par ingestion) sans constat d'effet nuisible, sur une durée déterminée et sur la base de toutes les informations toxicologiques disponibles à la date de la caractérisation du danger. (Josselin R.,2013)

### **I.2.3. Evaluation de l'exposition alimentaire :**

L'évaluation de l'exposition alimentaire repose sur la combinaison de données de consommation alimentaire avec des données sur les concentrations des pesticides dans les denrées consommées.

Les résultats de cette évaluation sont alors comparés avec la valeur toxicologique de référence appropriée pour chaque pesticide d'intérêt. (Josselin R.,2013)

### **I.2.4. Caractérisation du risque :**

La caractérisation du risque correspond à la synthèse des précédentes étapes. Cette étape permet de conclure sur la possibilité ou non, compte tenu des incertitudes de l'évaluation, que le ratio de risque – rapport de la dose d'exposition par la VTR (Valeur toxicologique de référence) – dépasse la valeur de 1, c'est-à-dire que la dose d'exposition soit supérieure à la dose sans effet pour toute ou partie de la population étudiée . (Josselin R., 2013)

### **I.2.5. L'analyse des pesticides :**

Sous le terme générique "analyse de pesticide", on regroupe plusieurs types d'analyses avec des objectifs et des finalités différents. Il est important de les distinguer et de savoir dans quel cas les utiliser, afin de formuler les bonnes demandes au laboratoire.

- **L'analyse physique**, aussi appelée **analyse granulométrique**, renseigne sur la composition du sol et en particulier sur la taille des particules des plus fines, les argiles, jusqu'aux plus grosses, les cailloux.
- **L'analyse chimique du sol** permet de déterminer avec précision le contenu du sol en éléments minéraux indispensables à la croissance des plantes . (10)

### I.3. Evaluation des risques des pesticides environnementaux :

La démarche d'évaluation des risques environnementaux repose largement sur la connaissance du comportement des pesticides dans les compartiments sol, eau, air, et en particulier le comportement dans le sol (fig3). Il faut souligner le rôle capital des processus d'adsorption et de dégradation dans le sol qui vont conditionner les processus de dispersion, en particulier le ruissellement et la lixiviation. La prise en compte de ces phénomènes pour l'estimation des risques se trouve confrontée à certains verrous . ( Barriuso E., 2004)

Concernant l'adsorption, on peut noter que ce phénomène est rapide puisqu'un équilibre apparent est généralement atteint en moins de 24 heures. Mais il existe des processus d'adsorption de longue durée ou long terme qui s'étendent bien au-delà de 24 heures et peuvent avoir des conséquences non négligeables sur la rétention des substances actives . (Barriuso E., 2004)

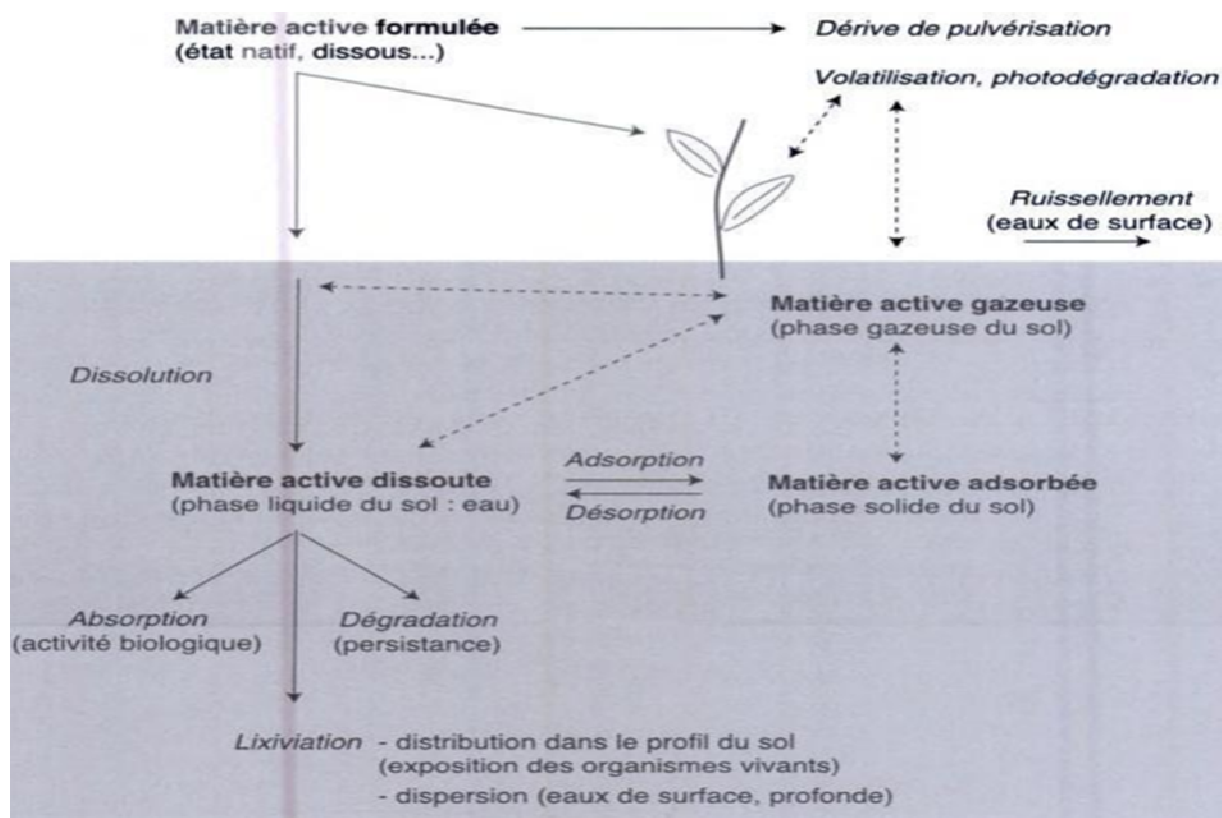
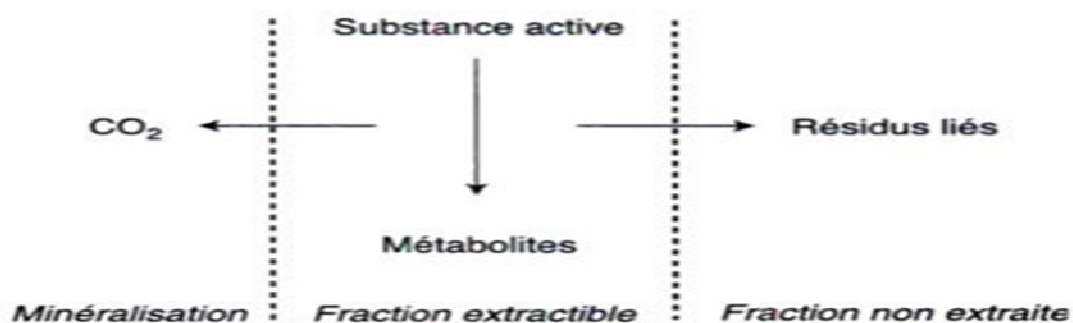


Figure 3 : Comportement des pesticides dans les sols ( Barriuso E., 2004)

### **I.3.1. Evaluation des risques de sol :**

L'adsorption est caractérisée par des fonctions supposant des conditions d'équilibre de coefficient de distribution  $K_d$ . L'adsorption dépend des caractéristiques du sol (matière organique, argiles, pH) et des propriétés physico-chimiques des substances actives. Pour les substances non ioniques, on a défini un paramètre qui traduit l'adsorption des substances sur les matières organiques du sol c'est un coefficient d'adsorption standardisé par rapport à la teneur en carbone organique du sol. Ce coefficient caractérise plus ou moins correctement l'affinité des substances non ioniques pour les sols. L'extension de ce paramètre aux substances ioniques est plus problématique car l'adsorption, généralement plus faible, n'est pas toujours liée au carbone organique. Dans ce cas, il serait utile de mieux connaître les mécanismes d'adsorption de manière à utiliser les valeurs les plus pertinentes des coefficients d'adsorption dans les procédures d'évaluation de risques . ( Barriuso E.,2004)

Concernant la dégradation, les substances introduites dans le sol sont généralement dégradées par des processus biologiques ou chimiques conduisant à la formation de métabolites . Le stade ultime de la dégradation est la minéralisation avec transformation des structures carbonées en  $CO_2$ . Au cours des processus de transformation, la formation d'une fraction non extractible par des solvants non dénaturant pas les composés est généralement observée, cette fraction est appelée (résidus liés). La dégradation est principalement étudiée en laboratoire, ce qui permet d'identifier les métabolites formés et de proposer des schémas de dégradation (fig4). Les études en laboratoire et au champ permettent d'estimer la vitesse de dégradation qu'on pourra caractériser par une durée de demi-vie ( $T_{10}$ ) si les cinétiques sont de premier ordre, ou par les paramètres  $DT_{50}$  (dose létale 50) (c'est-à-dire les temps nécessaires à la dissipation de 50 ou 90 % d'une substance) . ( Barriuso E.,2004)



**Figure 4 : Devenir des pesticides dans les sols** ( Barriuso E., 2004)

Les principaux facteurs qui déterminent la dégradation sont d'une part la structure chimique de la substance active et d'autre part la nature du sol. Le sol conditionne la disponibilité des substances et donc indirectement la vitesse de dégradation . ( Barriuso E., 2004)

L'étude microbiologique du sol mais, par rapport à la dégradation des pesticides, elle reste très mal caractérisée. La température et l'humidité du sol influencent directement l'activité microbienne, et donc la vitesse de dégradation. Certaines substances se dégradent vite, d'autres plus lentement, mais pour toutes on observe généralement une grande variabilité de la vitesse de dégradation qui tient pour une bonne part à la nature du sol mais reste la plupart du temps inexplicée . ( Barriuso E., 2004)

### **I.3.2. Evaluation des risques de contamination des eaux souterraines :**

À la ferme, les sources possibles de contaminants sont nombreuses. On les divise généralement en sources ponctuelles (endroits où les contaminants sont concentrés ou entreposés ; tas de fumier, entrepôts de carburant, etc.) et en sources non ponctuelles (superficies plus étendues sur lesquelles on applique des contaminants potentiels, ; champs où sont épandus des pesticides ou des engrais). Quelle que soit la nature de la source de contaminants, sur certaines fermes ou dans certaines zones d'une même ferme, le potentiel de contamination des eaux souterraines par les substances qui s'infiltreront dans le sol peut être beaucoup plus élevé qu'ailleurs . (Robert P.et aut.,2008)

Le niveau de risques de contamination des eaux souterraines donne un indice de la rapidité avec laquelle les contaminants pourraient atteindre la nappe phréatique en cas de déversement ou de fuite. Si ces risques sont élevés ou modérés, cela signifie que la nappe

## **Chapitre III : Evaluation des risques éco-toxicologiques des pesticides**

---

phréatique et les puits situés sur une propriété ou celle d'un voisin pourraient être contaminés rapidement. Si c'est le cas, il faut prendre grand soin d'éviter toute fuite de pesticides. En plus des inspections régulières et de l'entretien, il faut faire analyser l'eau des puits et assurer le confinement du fumier, des écoulements des parcs d'animaux et des eaux de lavage des laiteries pour limiter les infiltrations vers la nappe phréatique. Au champ, les épandages de fumier et d'engrais doivent être dosés en fonction des exigences des cultures et avoir lieu au moment de l'année où l'utilisation des éléments nutritifs sera maximale, à défaut de quoi les éléments nutritifs précieux pourraient s'infiltrer vers la nappe phréatique. (Robert P,al., 2008)

### **I.3.3. Méthodes d'évaluation de l'exposition alimentaire :**

Deux types de doses toxicologiques de référence sont utilisés pour mesurer l'exposition alimentaire aux pesticides : la dose journalière admissible (DJA), pour le risque chronique de long terme, et la dose de référence aiguë, pour le risque de court terme (un repas, un jour). L'évaluation de l'exposition aiguë ne concerne pas tous les pesticides. (Padilla M et al., 2007)

Les méthodologies d'évaluation usuelles considèrent l'exposition ; pesticide par pesticide. Or le consommateur est exposé à plusieurs pesticides via son alimentation. Des approches sont en cours pour évaluer ce risque pour les pesticides présentant un mécanisme commun de toxicité. (Padilla M et al., 2007)

Aux États-Unis, une étude réalisée en 2001 (sur 39 enfants de 2 à 5 ans), a montré que ceux qui recevaient une alimentation contenant essentiellement des jus, des fruits et des légumes issus de l'agriculture biologique présentaient des teneurs urinaires inférieures en certains métabolites des pesticides organophosphorés (diméthyl alkylphosphates) à celles d'enfants recevant une alimentation contenant essentiellement les mêmes produits issus de l'agriculture conventionnelle. (Padilla M et al., 2007)

Ces tests obligatoires sont effectués pour chaque substance active de pesticides et sont rapportés de chaque molécule que l'on peut se procurer. (DRUART C, 2011). Il est établi que le pourcentage de matière organique et le pH d'un sol influencent de façon significative la biodisponibilité des contaminants (Crommentuijn et al., 1997). Ainsi, selon le type de sol sur

### **Chapitre III : Evaluation des risques éco-toxicologiques des pesticides**

---

lequel est réalisé le bio essai, la toxicité peut être différente. Afin de prendre en compte cette biodisponibilité dans la procédure d'évaluation du risque, et notamment pour les tests avec les vers de terre, comme celui sur la toxicité aiguë . (Druart C., 2011)

**Chapitre IV : Dépollution des  
terrains pollués par les  
pesticides**

## **Chapitre IV : Dépollution des terrains pollués par les pesticides**

---

### **I.1. Introduction :**

On appelle pollution ; une dégradation ou une altération de l'environnement, en général liée à l'activité humaine par diffusion directe ou indirecte de substances chimiques, physiques ou biologiques qui sont potentiellement toxiques pour les organismes vivants ou qui perturbent de manière plus ou moins importante le fonctionnement naturel des écosystèmes . (11)

La dépollution signifie opération qui consiste à traiter, partiellement ou totalement, un milieu pollué (sol, eaux, air) pour en supprimer ou en diminuer fortement le caractère polluant, dans le but de restaurer ses fonctions et le remettre en état pour un usage. (Pierre., 2008)

### **I.2. La dépollution des terrains :**

La dépollution des sols consiste principalement à rendre le sol et le sous-sol d'une zone apte à un nouvel usage industriel ou un usage résidentiel, voire apte à un retour à la nature ou à un usage agricole, après qu'il a été pollué par une activité ou des produits chimiques (pesticides...) ou un accident industriel . (Pierre., 2008)

En effet, la présence des pesticides dans le sol pose des problèmes de toxicité dès lors que ces polluants peuvent migrer (sous l'effet de l'écoulement des eaux, de la manipulation de la terre, de plantations, de l'acidification du milieu...) ; une fois dans la chaîne alimentaire ils entrent en contact avec l'homme via son alimentation. Par ailleurs, même sans danger immédiat pour la santé, on peut vouloir dépolluer un site pour protéger les écosystèmes ou pour le valoriser (en environnement par exemple) en réduisant le risque qu'il pourrait faire courir aux futurs utilisateurs . (Pierre., 2008)

Plusieurs grandes méthodes existent pour extraire tout ou partie des polluants d'un sol, ou pour les y détruire (quand il s'agit de polluants dégradables). Elles dépendent du type de polluant (hydrocarbures, métaux lourds, produits chimiques divers, les pesticides etc.) et de la nature du terrain (perméable ou non, granuleux, présence d'eau, pH, etc.) . (Pierre., 2008)

### **I.3. Techniques de la dépollution des terrains pollués par les pesticides :**

Pour traiter un site pollué par les pesticides il y a plusieurs techniques de dépollution des terrains peuvent être utilisées :

- Les traitements physico-chimiques.
- Les traitements physiques.
- Les traitements biologiques. (Pierre.2008)

#### **I.3.1. Techniques chimiques de la dépollution du sol et de l'eau :**

Il y a plusieurs techniques chimiques pour la dépollution des terrains, on en présente quelque technique :

##### **I.3.1.1. La biochar :**

Un produit solide récupéré après chauffage à très haute température de matières végétales et dont l'exemple le plus courant est le charbon de bois. L'utilisation du biochar est aujourd'hui proposée pour stocker du carbone dans les sols tout en améliorant leur fertilité. Mais ce produit pourrait aussi piéger les pesticides présents dans les sols, un peu comme les filtres à charbon actif utilisés pour purifier les eaux . ( Frédéric Rees., 2005)

##### **I.3.1.2. Stabilisation physico-chimique :**

Les techniques de stabilisation physico-chimique consistent à immobiliser les polluants dans le milieu naturel, de manière stable et pérenne, et/ou à les rendre moins toxiques par la mise en œuvre de mécanismes physico-chimiques (précipitation, adsorption, neutralisation, complexation, oxydo-réduction, substitution). La technique de stabilisation physico-chimique s'applique en priorité aux polluants métalliques, tels que le plomb, zinc, cadmium, arsenic, mercure, chrome. Elle peut être mise en œuvre in situ, sur site ou hors site. ( Philippe Van de Maele., 2007)

### I.3.1.3. Oxydation chimique :

L'oxydation chimique permet de dégrader les pesticides dans le sol entièrement ou, partiellement par l'ajout d'agents oxydants tels que le peroxyde d'hydrogène, l'ozone, le permanganate et le persulfate de potassium ou sodium. Les réactions chimiques entre les polluants et les oxydants s'effectuent en phase dissoute. L'oxydation chimique est, le plus souvent, utilisée pour le traitement de polluants organiques et s'effectue in situ. Il existe deux types de systèmes de mise en place de l'agent oxydant : l'injection et le malaxage. (Philippe Van de Maele., 2007)

### I.3.1.4. Réduction chimique in situ :

Technique de plus en plus utilisée, la réduction chimique in situ consiste à injecter un réducteur dans les sols (zones saturées et non saturées) sans excavation. Ce réducteur est utilisé dans le but:

- soit de détruire totalement ou partiellement des polluants organiques (aboutissant à la minéralisation totale des polluants ou à la formation de sous-produits de dégradation généralement plus biodégradables) .
- soit de réduire les polluants inorganiques afin de les stabiliser ou les rendre moins toxiques . (Philippe Van de Maele., 2007)

### I.3.1.5. Oxydation / réduction chimique :

L'oxydation / réduction est une réaction chimique utilisée en procédé in situ de dépollution des eaux souterraines. Fondée sur un échange d'électrons entre le polluant et l'agent injecté, elle consiste à dégrader le polluant en un composé moins ou non toxique. Elle s'applique au traitement des pollutions organiques et minérales, notamment par des COHV (Composés Organiques Halogénés Volatils) et certains pesticides. ( Philippe Van de Maele., 2007)

### I.3.2. Techniques physiques pour la dépollution de sol et de l'eau :

Il y a plusieurs techniques physiques pour la dépollution du sol et d'eau contaminés par les pesticides :

#### I.3.2.1. Pompage suivi d'un traitement :

Le pompage suivi d'un traitement est un procédé physico-chimique de dépollution sur site des eaux souterraines qui consiste à pomper l'eau de la nappe pour ensuite la traiter. Le traitement est adapté selon les polluants ciblés. ( Philippe Van de Maele., 2007)

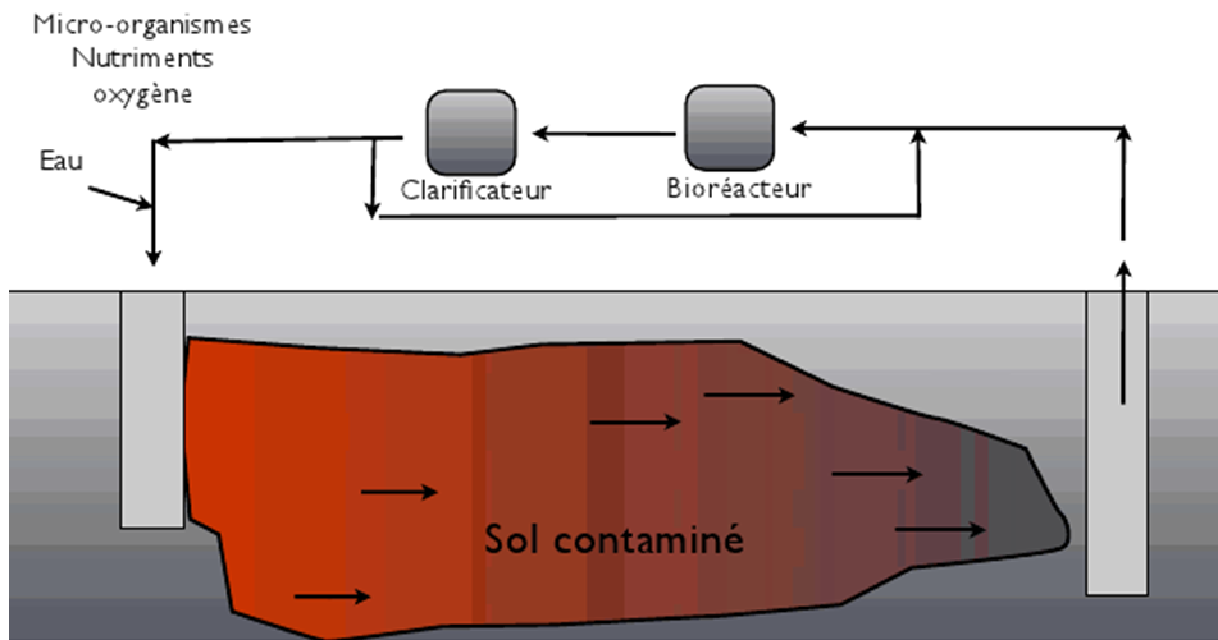


Figure 5 : Technique de Pompage (12)

#### I.3.2.2. Le confinement :

Le confinement consiste à laisser les terres polluées sur le site et à empêcher la propagation des polluants grâce à une barrière étanche. Cette technique permet d'éviter l'érosion des sols, la percolation de l'eau vers la nappe et le ruissellement sur les terres polluées. Le confinement est mise en œuvre in situ et sur site . ( Philippe Van de Maele., 2007)

### **I.3.2.3. Lavage de terres :**

La technique du lavage de terres polluées consiste à mobiliser les polluants :

- par solubilisation à l'eau, aux solvants ou avec des acides-bases,
- par la formation d'une émulsion avec distension-actifs (ou surfactants),
- par transformation chimique avec des oxydants ou des réducteurs (oxydation / réduction chimique).

Cette technique peut être utilisée pour des pollutions minérales ou organiques grâce à un large éventail d'agents qui sont sélectionnés selon la nature du sol et de la pollution.

Le lavage de terres peut être mis en œuvre in situ, sur site ou hors site. ( Philippe Van de Maele., 2007)

### **I.3.2.4. Venting :**

La technique du venting consiste à aspirer dans le sol l'air chargé des gaz polluants. Cette « ventilation forcée des sols » peut être complétée par l'injection d'air dans le sol en périphérie de la zone polluée. La ventilation forcée s'applique exclusivement aux polluants organiques volatils ou semi-volatils, tels que les essences, les solvants chlorés, les composés aromatiques légers (BTEX), les phénols ou le naphthalène . ( Philippe Van de Maele., 2007)

### **I.3.2.5. Désorption thermique :**

La technique de désorption thermique permet d'extraire du sol, par chauffage, des métaux volatils tels que le mercure ou des composés organiques volatils ou semi-volatils. La mise en œuvre sur site ou hors site fait appel à des unités de traitement dédiées (respectivement mobiles ou fixes). L'application in situ, plus innovante, fait son apparition sur le marché . ( Philippe Van de Maele., 2007)

En augmentant la température, le contaminant, passe de la phase solide ou liquide adsorbé sur la matrice en phase gazeuse (vaporisation). La phase gazeuse est ensuite traitée. Il existe deux types de procédés :

- les procédés à basse température (250°C à 450°C) sont utilisés pour les polluants les plus volatils. Ils ont l'avantage d'être peu « agressifs » pour les terres.
- les procédés à moyenne température (450°C à 650°C) sont utilisés pour les composés

plus lourds. Ces niveaux de température permettent non seulement la désorption mais également la destruction pyrolytique partielle des composés polluants contenus dans les terres. ( Philippe Van de Maele., 2007)

### I.3.2.6. Confinement ou barrière hydraulique :

La barrière hydraulique consiste à confiner la pollution sur le site, le plus généralement en aval proche de la zone concentrée. Un pompage dimensionné en fonction des caractéristiques de l'aquifère (nombre de puits de pompage, débits) permet d'inverser le gradient de la nappe à proximité de la barrière afin d'éviter la dispersion de la pollution en aval de celle-ci. (Philippe Van de Maele., 2007)

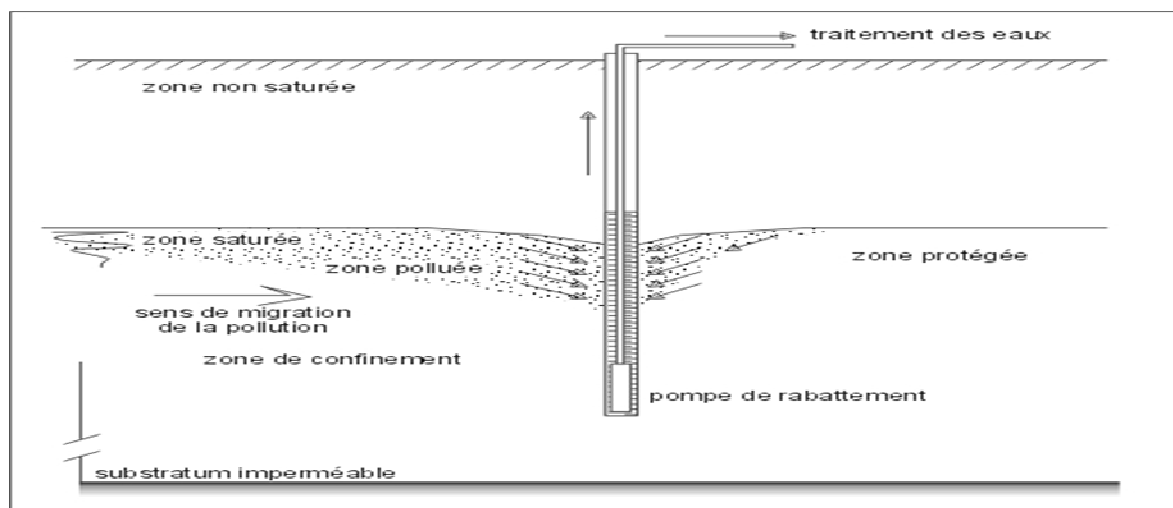


Figure 6 : La technique de Confinement (13)

### **I.3.2.7. Stripping :**

Le stripping est une méthode de traitement physique sur site des eaux souterraines qui consiste, après pompage, à faire passer les polluants de l'eau en phase vapeur pour ensuite traiter les gaz extraits. Cette technique est adaptée au traitement des polluants organiques volatils. (Philippe Van de Maele., 2007)

### **I.3.2.8. Pompage-écrémage :**

Le pompage-écrémage est un procédé de dépollution physique sur site des eaux souterraines qui consiste à pomper séparément la phase flottante et l'eau. Le flottant est ensuite récupéré et l'eau traitée. Cette technique est surtout appliquée au traitement des pollutions par les hydrocarbures en phase pure et certains pesticides. ( Philippe Van de Maele., 2007)

### **I.3.2.9. Extraction multiphasique :**

Variante du pompage – écrémage, l'extraction multiphasique est une technique physique sur site de traitement simultané des gaz du sol, du polluant en phase libre et de la nappe consistant en une mise en dépression du sous sol. Les phases extraites sont ensuite traitées ou récupérées. Elle s'applique au traitement des polluants organiques en phases dissoutes et pures . ( Philippe Van de Maele., 2007)

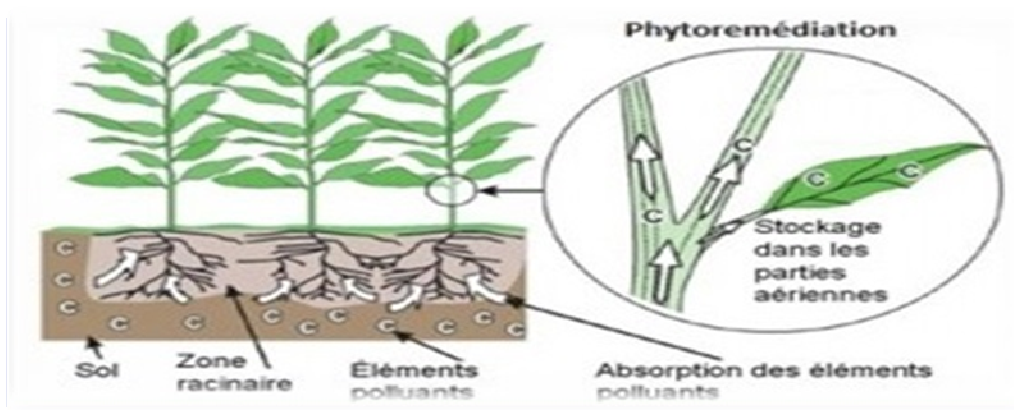
## **I.3.3. Techniques biologiques de la dépollution du sol et de l'eau :**

La lutte biologique utilise des organismes vivants, en particulier des insectes, afin de prévenir et de réduire les dégâts causés par les pesticides. Ces organismes auxiliaires sont des prédateurs, des microorganismes pathogènes ou encore des parasitoïdes qui se développent en dégradant ces produits . (Philippe Van de Maele., 2007)

### **I.3.3.1. La Phytoremédiation :**

## Chapitre IV : Dépollution des terrains pollués par les pesticides

La phytoremédiation : Phyto(grec)= plante, Remedium (latin) = restaurer un équilibre ou remédier .C'est un processus utilisant les plantes pour réduire, dégrader ou immobiliser des composés organiques polluants du sol, de l'eau ou de l'air provenant d'activités humaines. Cette technique permet également de traiter des pollutions inorganiques (éléments traces métalliques (ETM), radionucléides, pesticides). (Juliane Rudolph., 2010)



**Figure 7 : Technique de la Phytoremédiation (14)**

Il faut noter que des pesticides organiques peuvent être dégradés mais que les polluants inorganiques peuvent seulement être dilués, concentrés ou déplacés mais pas transformés en produits moins toxiques car ils ne sont pas biodégradables. (Juliane Rudolph., 2010)

- Sol : La phytoremédiation est utilisée pour décontaminer biologiquement les sols pollués par des métaux et métalloïdes, pesticides, solvants, explosifs, pétrole brut et ses dérivés, radionucléides et contaminants divers.
- Eaux usées et effluents liquides : La phytoremédiation sert également à la décontamination d'eaux chargées en matière organique ou en contaminants divers (métaux, hydrocarbures, organochlorés, pesticides). Il existe les traitements sur sol en place (l'effluent est épandu) ou directement en milieu humide.

La phytoremédiation repose essentiellement sur les interactions entre les plantes, le sol et les micro-organismes du sol. Les plantes vont soit absorber le contaminant pour le métaboliser ou le stocker, soit réduire voire empêcher la libération du contaminant dans d'autres compartiments de l'environnement . (Juliane Rudolph., 2010)

### **I.3.3.2. Bioventing :**

## Chapitre IV : Dépollution des terrains pollués par les pesticides

A la différence du venting, le traitement par bioventing s'applique aux polluants volatils mais aussi aux composés plus lourds, adsorbés ou non sur le milieu poreux. Le bioventing stimule la biodégradation in situ des pesticides dans les sols, en fournissant à la microflore en place l'oxygène par l'injection d'air dans la zone contaminée. La ventilation peut être assurée par injection d'air ou par extraction de la phase gazeuse de la zone insaturée du sol. ( Philippe Van de Maele., 2007)

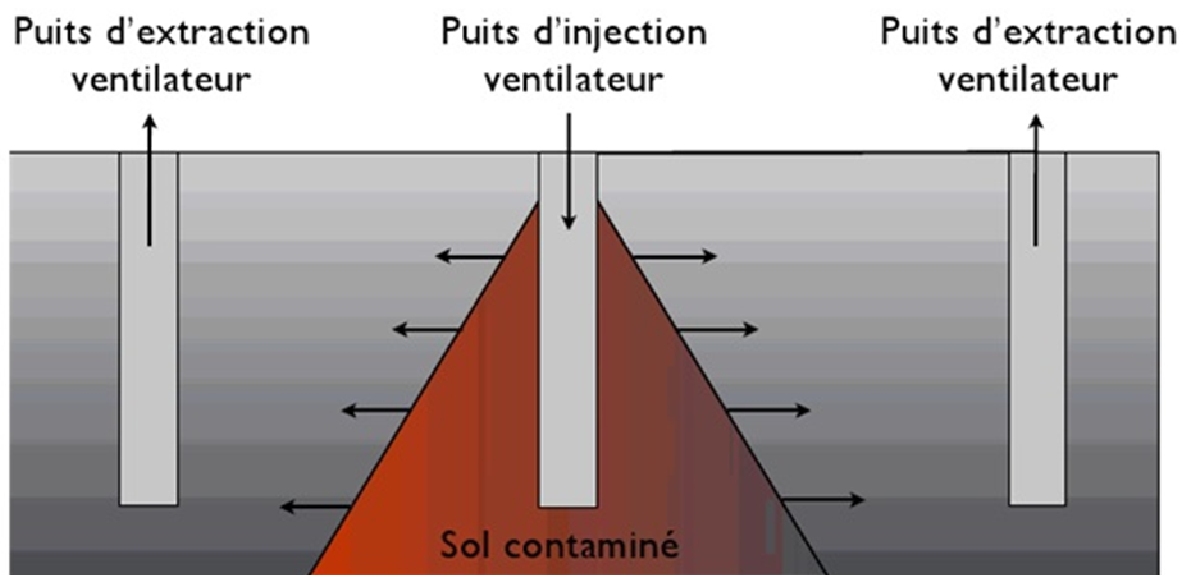


Figure 8 : Technique de bioventing (15)

### I.3.3.3. Lutte génétique et OGM :

La lutte génétique consiste à sélectionner les avantages génétiques des différentes variétés pour exploiter au mieux leurs résistances intrinsèques aux bioagresseurs. La particularité des Organismes Génétiquement Modifiés (OGM) est qu'elles contiennent un gène provenant d'un pool génétique inaccessible par les méthodes de croisement classiques. Les OGM sont souvent perçus, peut-être à tort, comme une alternative aux pesticides. Théoriquement, cependant, les OGM sont la technologie la plus radicale pouvant conduire à une réduction drastique des pesticides . ( Pierre., 2008)

### I.3.3.4. Biosparging :

Le sparging-biosparging est une technique physique et biologique de dépollution des eaux souterraines in situ. Le sparging consiste à faire passer les polluants contenus dans la nappe en phase gazeuse, par injection d'air dans la zone saturée. L'air extrait chargé en polluants est ensuite traité. Dans les faits, ce phénomène est accompagné du biosparging :

## **Chapitre IV : Dépollution des terrains pollués par les pesticides**

---

l'injection d'air stimule la biodégradation des polluants. Le sparging-biosparging est particulièrement adapté au traitement des polluants organiques volatils tels que les hydrocarbures et BTEX (Benzène, Toluène, Ethyl-benzène et Xylène) . ( Philippe Van de Maele., 2007)

### **I.3.3.5. Biodégradation :**

La biodégradation (biostimulation et la bioaugmentation) porte sur les techniques biologiques in situ de traitement des eaux souterraines qui consistent à provoquer la biodégradation des polluants, au moyen de microorganismes endogènes (appartenant au milieu) ou exogènes (étrangers au milieu). Elles s'appliquent à des polluants organiques et certains pesticides . (Philippe Van de Maele., 2007)

# **Conclusion**

## Conclusion

Les pesticides sont essentiellement utilisés dans le domaine de l'agriculture. On trouve de nombreux pesticides aux fonctions différentes. Certains sont utilisés pour détruire des insectes ravageurs, d'autres des champignons, et enfin des insectes.

Or cette utilisation n'est pas sans dangers, lorsqu'ils sont épanchés, les pesticides pénètrent dans toutes les différentes parties de l'environnement et provoquent des dégradations de son écosystème. Du fait de leur présence dans l'air, dans l'eau, dans les aliments que nous consommons, la contamination de l'organisme par ces molécules toxiques devient obligatoire.

L'application des méthodes probabilistes à l'évaluation du risque environnemental lié à l'utilisation des produits phytosanitaires est relativement récente. D'un point de vue estimation de l'exposition, ces techniques permettent de prendre en compte la variabilité des conditions environnementales tout en reconnaissant l'incertitude dans les prédictions obtenues par modélisation.

La contamination des sols et des eaux par les pesticides est généralement mal étudiée, à cause de leur diversité et leur ampleur réduite. Ceci, diminue les travaux sur la dépollution des terrains pollués par ces composés. De même, on applique des techniques couramment utilisées dans la pollution par les rejets industriels.

Durant ce travail, on a mis l'accent sur l'utilisation des pesticides, ainsi les risques liés à son utilisation inappropriée. Outre, les techniques d'évaluation de ces risques et de décontamination de l'environnement ont été étudiées. Ce modeste travail nécessite d'autres études visant à :

- Recenser les pesticides les plus utilisés dans la Wilaya d'Eloued et l'étude de son impact sur l'environnement ,
- Etudier la cinétique des pesticides dès son introduction dans le sol jusqu'à sa propagation dans la plante ou les animaux et l'Homme ,
- Proposer des alternatives biologiques à l'utilisation des pesticides à fin de limiter ses actions indésirables .

## Références bibliographiques

### Les ouvrages :

- \* Anonyme ( 2002)Hooper MJ, Swainson's hawks and monocrotophos, Texas.
- \* Anonyme (2003) European Commission (EC), Review report for the active substance atrazine, Brussels.
- \* Anonyme (2003) Maison de la Consommation et de l'Environnement (M.C.E.), Les pesticides réglementation et effets sur la santé et l'environnement, 2-16.
- \* Anonyme (2009) North American Bird Conservation Initiative (NABCI), et al., The state of the birds United States of America.
- \* Anonyme (2012). C. Mac Bean.The Pesticide Manual.Sixteenth Edition. BCPC (British Crop Production Council).
- \* Anonyme(1997-2014). Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail . 1997-2014.www.cchst.ca.
- \* Anonyme(2004. ) BirdLife International (BLI). State of the world's birds.
- \* Anonyme(2005) OMS / IPCS. L'OMS a recommandé la classification des pesticides par risque et les directives de classification 2004.
- \* Anonyme(2006) U.S. Environmental Protection Agency (EPA), Interim Reregistration Eligibility Decision (IRED): Atrazine. Washington, D.C.
- \* Anonyme(2008) European Food Safety Authority (EFSA), Conclusion regarding the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance Copper (I), copper (II) variants namely copper hydroxide, copper oxychloride, tribasic copper sulfate, copper (I) oxide, Bordeaux mixture, In: Summary of the EFSA Scientific Report 187, Parma, Italy.
- \* Anonyme(2008) U.S. Environmental Protection Agency (EPA), Risk of hexazinone use to federally threatened California Red- Legged Frog (*Rana aurora draytonii*), Washington, D.C.
- \* Anonyme(2008).European Bird Census Council (EBCC), European wild bird indicators, update.

- \* Anonyme(2009) IUCN, The Asian amphibian crisis.
- \* Anonymes.,2013-Évaluation du risque des polluants pour l'environnement.
- \* Barriuso E,2004- estimation des risque environnementaux des pesticides.
- \* Berny PJ. et a.( 1997). Field evidence of secondary poisoning of foxes (*Vulpes vulpes*) and buzzards (*Buteo buteo*) by bromadiolone. a 4-year survey. *Chemosphere* 35(8): 1817-1829.
- \* Berrah A. (2011). Etude sur les pesticides. Master :2 en toxicologie appliquée .Université de Tébessa Algérie ,p80
- \* Bonnet J.-L., et al.( 2007). Assessment of the potential toxicity of herbicides and their degradation products to nontarget cells using two microorganisms, the bacteria *Vibrio fischeri* and the ciliate *Tetrahymena pyriformis*, *Environmental Toxicology* 22(1): 78-91.
- \* Brakes CR., et Smith RH(2005). Exposure of non-target small mammals to rodenticides: short-term effects,recovery and implications for secondary poisoning, *Journal of Applied Ecology* 42(1): 118-128.
- \* CALDERBANK A.( 1989). The occurrence and significance of bound pesticide residues in soil. *Reviews of environmental contamination and toxicology*. 108. 71-103.
- \* Calvert R .,et al.(2005).les pesticides dans le sol.Ed.France agriculture.France.p640.
- \* CALVET R., BARRIUSO E.( 1994). Retention and bioavailability of pesticides in soil. In A. COPIN, G. HOUINS, L.PUSSEMIER & J.F. SALEMBIER : *Environmental behaviour of pesticides and regulatory aspects*.European Study Service, Rixensart, Belgique, 63-71.
- \* Coline DRUART.,2011-Effets des pesticides de la vigne sur le cycle biologique de l'escargot dans divers contextes d'exposition
- \* COOPER K.(1991). Effects of pesticides on wildlife. In W.J. HAYES &R.R.LAWS : *Handbook of Pesticide Toxicology*. Academic Press, San Diego, CA, USA, 463-496.
- \* Crommentuijn T, Doornekamp A et van Gestel CAM.,1997-"Bioavailability and ecological effects of cadmium on *Folsomia candida* (Willem) in an artificial soil substrate as influenced by pH and organic matter." *Applied Soil Ecology* 5(3).
- \* FREDERIC R .(2005). Du charbon pour dépolluer les sols ?. Laboratoire Sols et Environnement, une Unité Mixte de Recherche entre l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) et l'Université de Lorraine.

- \* GARRIC, J. (2009). Le demarche écotoxicologique pour la protection et l'évaluation de la qualité des milieux aquatiques: parcs et expositions de Valence 26, 110p.
- \* Ghislaine B., EZZAHIRI, M. Bouhache, M. Mihi.( 2009). Produits phytosanitaire. Biologie Clinique EMC Elsevier. Edition.5. Index phytosanitaire Maroc. p. 504.
- \* HAMAKER J.W., THOMPSON J.M.( 1972). Adsorption. In C.AI.Goring & J.W. Hamaker : Organic chemicals in the environment. Marcel Dekker, New York, USA, 49-143.
- \* HANCE R.J., F-HR F.( 1992). Methods to study fate and behaviour of pesticides in the soil. In Lysimeter studies of the fate of pesticides in the soil. The British Crop Protection Council Monographs Series, no. 53, Farnham, Grande Bretagne, 9-18.
- \* HARRIS S., et al(1995) A review of British mammals: Population estimates and conservation status of British mammals other than Cetaceans. Joint Nature Conservation Committee. Peterborough. UK.
- \* HAYO M. G. van der Werf.,(1997). évaluer l'impact des pesticides sur l'environnement.
- \* HOLE DG, et al,( 2005). Does organic farming benefit biodiversity? Biological Conservation 122, 113-130.
- \* JENSEN A.A.,( 1983). Chemical contaminants in human milk. Res. Rev., 89, 1-128.
- \* Le Bras, G. J.(2007). Ecotoxicologie et Méthodes d'Investigation : les Bioindicateurs ; version 2000 - 2007. Enseignement MI - ISA & Université Catholique de Lille, 87p.
- \* LEONARD R. A., (1990). Movement of pesticides into surface waters. In Pesticides in the soil environment. Soil Science Society of America Book Series, n° 2, Madison, WI, USA, 303-349.
- \* LEVINE R.,( 1991). Recognized and possible effects of pesticides in humans. In W.J. Hayes & E.R. Laws : Handbook of Pesticide Toxicology. Academic Press, San Diego, CA, USA, 275-360.
- \* M.Padilla et al.,2007-les fruits et légumes dans l'alimentation
- \* MADHUN Y.A., FREED V.H., (1990). Impact of pesticides on the environment. In Pesticides in the soil environment. Soil Science Society of America Book Series, no. 2, Madison, WI, USA, 429-466.

- \* Michel S,( 2006) agronome, MAPAQ, Phytotoxicité des pesticides sur les plantes ornementales Direction régionale Montréal-Laval-Lanaudière Réseau d'avertissements phytosanitaires.
- \* Mineau P , et al,( 1999)Poisoning of raptors with organophosphorus and carbamate pesticides with emphasis on Canada, U.S. and U.K., Journal of Raptor Research 33: 1–37.
- \* Mineau P , et al,( 2005 )Patterns of bird species abundance in relation to granular insecticide use in the Canadian prairies, Ecoscience 12(2): 267-278.
- \* Murphy MT.( 2003). Avian population trends within the evolving agricultural landscape of Eastern and Central United States, The Auk 120(1): 20-34.
- \* PATERSON S., MACKAY D., TAM D., SHIUW.Y., (1990). Uptake of organic chemicals by plants : a review of processes, correlations and model. Chemosphere, 21, 297-331.
- \* Philippe V .( 2007).Le savoir-faire français dans le domaine de la dépollution des sols et des eaux souterraines .ed : PLAN INTERMINISTERIEL DE REDUCTION DES RI.
- \* PIERRE ; et autre. (2008 ). BONAMY de VILLEMEREUIL .Réduire les pesticides : les innovations du Grenelle et de l'Europe . CERES-ERTI de l'Ecole Normale Supérieure ;3-5.
- \* Prosser D, and Hart AD.(2005). Assessing potential exposure of birds to pesticide-treated seeds, Ecotoxicology 14(7): 679-691.
- \* Richard I( 2010).Les pesticides et la perte de biodiversite pdf.
- \* Robert P. Stone et James P. Myslik ..2008-Évaluation des risques de contamination des eaux souterraines sur une ferme, commande no 97-018, du MAAARO
- \* ROBERT P. Stone et James P. Myslik.( 2008). Évaluation des risques de contamination des eaux souterraines sur une ferme.
- \* RUDOLPH. J.( 2010).La phytoremédiationune technique «écologique» alternative aux techniques conventionnelles? mémoire de fi n de formation ; Formation continue QEB /11 Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Lyon .
- \* SEVERN D.J., BALLARD G.,( 1990). Risk/benefit and regulations. In Pesticides in the soil environment. Soil Science Society of America Book Series, no. 2, Madison, WI, USA, 467-491 .

- \* Smith RK, et al.(2004) Conservation of European hares *Lepus europaeus* in Britain: is increasing habitat heterogeneity in farmland the answer? *Journal of Applied Ecology* 41(6): 1092-1102.
- \* SPEA, R.,( 1991). Recognised and possible exposure to pesticides. In W.J. Hayes & E.R. Laws ,E.R.: *Handbook of Pesticide Toxicology*. Academic Press, San Diego, CA, USA, 245-274 .
- \* STEPHANIE T.(2006) .Les pesticides en milieu agricole : état de la situation environnementale et initiatives prometteuses .
- \* THIAM .(2007).décembre Adapté à partir d'une publication du Conseil Indien du Traité International en collaboration avec la fondation Hesperian).
- \* TILLIER. C., Krebs. N .(2012). InVS, Cire Bourgogne Franche-Comté.Impact sanitaire des pesticides présents dans l’atmosphère en Bourgogne et Franche-Comté;palai des congre beaune.
- \* TOPP E., SCHEUNERT I., ATTAR A., KORTE F.(1986). Factors affecting the uptake of 14C- labelled organic chemicals by plants from soil. *Ecotox. Environ. Saf.*, 11, 219-229.
- \* TRON I., Piquet O. and Cohuet S. (2001). - Effets chroniques des pesticides sur la santé : Etat actuel des connaissances - Rennes: ORS Bretagne.
- \* TRUHAUT R. (1975). *Ecotoxicology, a new Branch of Toxicology: a general survey of its aims, Methods and Perspectives*. CR NATO Science Committee Conference, Mont Gabriel. Canada. In *Environmental Science Research series*, vol 7 *Ecotoxicology, Toxicology Research*, plenum press, New-York, pp 3 - 23.
- \* TRUHAUT R.( 1977). *Ecotoxicology, Objectives, Principes and Perspectives*. *Ecotox. Environ. Saf1*, pp151 – 175.
- \* WAGENET R.J., RAO P.S.C., (1990). Modeling pesticide fate in soils.In *Pesticides in the soil environment*. Soil cience Society of America Book Series, n°2, Madison, WI, USA, 351-399.
- \* WALKER A.,( 1976). Simulation of herbicide persistence in soil.*Pesticide Science*, 7, 41-49 KOOKANA R.S., AYLMOORE L.A.G., 1994. Estimating the pollution10 potential of pesticides to groundwater. *Aust. JSoil Res.*, 32, 1141-1155.
- \* WHO-UNEP.(1989). *Public health impact of pesticides used in agriculture*. World Health Organization-United Nations Environment Programme. Genève, Suisse.

\* Wickramasinghe LP , et al,(2004) Abundance and species richness of nocturnal insects on organic and conventional farms: Effects of agricultural intensification on bat foraging, Conservation Biology 18(5): 1283- 1292.

### **Références électroniques :**

1. [www.cchst.ca](http://www.cchst.ca)
2. [www.futura-sciences.com](http://www.futura-sciences.com)
3. [www.anses.fr](http://www.anses.fr)
4. [www.french.oiepa.ca](http://www.french.oiepa.ca)
5. [www.lenntech.fr](http://www.lenntech.fr)
6. [www.huffingtonpost.fr](http://www.huffingtonpost.fr)
7. [www.invs.sante.fr](http://www.invs.sante.fr)
8. [www.bulletins-electroniques.com](http://www.bulletins-electroniques.com)
9. [www.programmepesticides.fr](http://www.programmepesticides.fr)
10. [www.jardiner-autrement.fr](http://www.jardiner-autrement.fr)
11. [www.toupie.org](http://www.toupie.org)
12. [www.taireo.com](http://www.taireo.com)
13. [www.ademe.fr](http://www.ademe.fr)
14. [www.biology-online.org](http://www.biology-online.org)
15. [www.jardiner-autrement-Technique.fr](http://www.jardiner-autrement-Technique.fr)

## RESUME

### Procédure d'évaluation des risques éco-toxicologiques des pollutions par les pesticides

L'utilisation des pesticides a connu une importante ampleur dans le domaine agricole .cela a permis d'améliorer les rendements des produits, mais aussi a posé des dangers pour les végétaux, les animaux et l'homme.

Des risques environnementaux, ainsi, sont enregistrés et des contraintes ecotoxicologiques sont apparues. Des travaux d'évaluation de ces risques et des essais de les se débarrasser, sont plus ou moins difficiles à réaliser à cause des diversités des pesticides et à des contraintes écologiques.

**Mots clés :** Pesticide. Risques. Éco toxicologie. Dépollutio

### ملخص

#### إجراءات تقييم المخاطر السمية البيئية من التلوث بالمبيدات

عرف استعمال المبيدات الحشرية اتساعا مهما في المجال الزراعي. هذا مما أدى إلى تحسين المحاصيل ولكن في نفس الوقت طرح العديد من المخاطر على النباتات والحيوانات والإنسان في حد ذاته.

تم تسجيل المخاطر البيئية وسميتها انطلاقا من أعمال تقييمه لها لمحاولة التخلص من هذه الأخيرة ولا تزال بعيدة التحقيق بسبب اختلاف أنواع المبيدات , تعددها والقيود البيئية .

**كلمات مفتاحية:** المبيدات. المخاطر. علم السموم البيئية. إزالة التلوث.