

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE AKLI MOHAND OULHADJ – BOUIRA

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE LA TERRE

DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES



Réf :/UAMOB/F.SNV.ST/DEP.AGRO/20

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine : SNV Filière : Sciences agronomiques

Spécialité : Protection Des végétaux

Présenté par :

BOUAMRIRENE Sara

Thème

**Effets des polluants sur la biologie des Isopodes terrestres :
Cas des traces métalliques et des pesticides**

Soutenu le : 30 / 09 / 2020

Devant le jury composé de :

<i>Nom et Prénom</i>	<i>Grade</i>		
<i>Mme MEBDOUA Samira</i>	<i>MCB.</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Présidente</i>
<i>Mme MECELEM Dalila</i>	<i>MCA.</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Examinatrice</i>
<i>Mme. MOUHOUB-SAYAH Chafika</i>	<i>Pr.</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Promotrice</i>

Année Universitaire : 2020/2021

Remerciements

Je tiens à remercier tout d'abord « Allah » le tout puissant, de m'avoir donné le courage, la volonté, la force et la patience afin de parvenir à terminer ce modeste travail.

Je voudrais adresser l'expression de ma gratitude, ma profonde sympathie ainsi que mes vifs remerciements à :

❖ *A mon promoteur le Professeur Mme. Mouhoub-Sayeh Chafika pour avoir dirigé et guidé ce travail. Je la remercie surtout pour son entière disponibilité et ainsi que pour la marque de confiance qu'elle m'a donné pour accomplir cette étude.*

❖ *à Mme Mebdoua Samira qui m'a fait l'honneur de présider le jury, à Mme Mecelem Dalila pour avoir accepté de faire partie de ce jury.*

❖ *à tous les professeurs qui m'ont donné le meilleur d'eux même en contribuant à augmenter mon savoir durant mes études.*

Enfin, je remercie toutes les personnes qui m'ont aidé et encouragé de près ou de loin, lors de la réalisation de ce mémoire et durant mon chemin universitaire.

Merci

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

*Mes très chers parents et mes grands-parents pour leur soutien
infaillible durant toutes mes années d'études.*

Mon frère : Imad, soufiane

Mes chères sœurs : Amina, Chaima, Selma,

Amina A ma grande famille

A tous mes amis et mes collègue et amies de groupe

..... *Sara*

Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
Tableau 01	Principales familles chimiques des pesticides	07
Tableau 02	Classification des pesticides selon leur toxicité	08
Tableau 03	Mode d'action de certaines familles de pesticides	09
Tableau 04	Tableau périodique des éléments	14

Liste des figures

Figur	Titre	Page
Figure 01	Mécanismes de transferts et de transformations des pesticides dans les milieux de L'environnement	10
Figure 02	Représentation schématique des liaisons entre les réponses aux différents niveaux organisationnels	18
Figure 03	Morphologie d'un exemple d'espèce d'isopode ; face dorsale	23
Figure 04	Un Porcellio scaber ayant achevé la mue de la partie postérieure	24
Figure 05	Face ventrale du pléon chez la femelle (a) et le male (b) de porcelscaber	25
Figure 06	comportement défense cloporte	2
Figure 07	Comportement social des cloportes	26

Glossaire

AChE ; acétylcholinestérase

Cd : cadmium

Cu : cuivre

DDT : dichloro diphényle trichloroéthane

DL₅₀ : Concentration létale 50

ETM : Elément _ trace métallique

FAO : Food and agriculture organisation (Organisation des Nations Unis pour l'Agriculture)

ISO : Organisation internationale de normalisation

Mg/Kg : Concentration d'un pesticide en milligramme de matière active /Kilogramme de sol

OMS : Organisation mondiale de la santé

OG : Organochloré

OP : organophosphoré

Pb : Plomb

Sommaire

Introduction	01
Chapitre I : Aperçu sur les pesticides et les trace métallique	
I. 1 Définition des pesticides	03
I .2. Formulation des pesticides.....	04
I .3. Historique	04
I .4. Composition des pesticides.....	05
I. 5. Classification des pesticides.....	05
I .5.1. Classification Selon la nature du ravageur visé.....	05
I.5 .2. Classification chimique.....	06
I .5.3 Classification selon la toxicité.....	07
I .5.4 Classification selon l'usage	08
I .5.5. Classification selon le mode d'action.....	09
I .6. Toxicologie des pesticides.....	09
I .6.1. Conséquences pour écosystème.....	09
I .6.2. Devenir des pesticides dans l'environnement.....	10
I .6. 3. Effets sur la faune.....	11
I .6.4. Toxicité sur l'Homme.....	11
I .7. Contamination de l'environnement par les pesticides	12
I .7.1. Contamination des eaux.....	13
I .7.2. Contamination de l'aire.....	13
I .7.3. Contamination du sol.....	13
I.2. Généralité sur les traces métalliques	
II.1. Définition des ETM	14
II.2. Présentation des ETM.....	14
II.2.1. Particularité des ETM.....	14
II.2.2 . Cadmium – (Cd)	15
II.2.3 . Plomb – (Pb)	15
II.2. 4. cuivre_(Cu).....	15
II .3. les déférentes sources des métaux lourds	15
II .3.1. Les sources naturelles	15
II .3.2. Les sources anthropiques	15

II .4. Contamination de l'environnement par les métaux lourd.....	16
II .5 Impact des éléments traces métalliques sur la santé humaine	16
II. 6. Mécanismes de toxicité à de niveaux organisationnels.....	17
II.6.1 . Impact des ETM à l'échelle d'organisme	19
II .6.2. Impact des ETM à l'échelle des populations	19
II.7, Evaluation de la toxicité des pesticides et des ETMs	20
II.7.1. Notion de la bio surveillance.....	20
 Chapitre II : Données bioécologique sur les Isopodes terrestres	
II .1. Systématique	22
II .2. Morphologie.....	22
II .3 Mue isopodes	23
II .4. Reproduction.....	24
II.5. Organe génitaux	27
II.6. Ethologie.....	25
II.7. Rôle des isopodes terrestres.....	27
 Chapitre III : Effets des pesticides et traces métalliques sur les cloportes	
III.1.Implication des Isopodes dans l'évaluation de la toxicité ETM	28
III.2.Test appliqué pour évaluation les polluants.....	28
III.3.Effet des pesticides sur les cloportes	29
III.3.1 Effet des insecticides sur les cloportes	29
III.3.2.Effet des fongicides sur les cloportes	33
III.3.3 Effet des herbicides sur les cloportes	33
III.4.Effet trace métallique sur cloporte.....	34
III.4.1. Effet du cadmium	34
III.4.2. Effet du cuivre.....	35
Conclusion.....	36
Référence bibliographique	



Introduction

Introduction

L'augmentation des activités humaines a eu de graves effets sur l'Homme et l'environnement. En effet, depuis la révolution industrielle du XIXe siècle, la pollution des industries et des métaux et la contamination par les activités minières ont augmentés. Au XXe siècle, après la seconde guerre mondiale, l'utilisation massive des pesticides a entraîné une généralisation de pollution de l'environnement. La première preuve de pollution chimique a été démontrée par la pollution atmosphérique, qui était déjà un problème majeur au 19^{ème} siècle et constitue toujours l'un des principaux facteurs menaçant la santé humaine, en particulier dans les régions industrielles en développement rapide comme la Chine (Kan et *al.*,2012). La qualité des eaux de surface a également été sérieusement affectée, avec de nombreuses incidences de tueries de poissons dans le monde entier (Langer ,1964); mais des rapports sur la pollution des sols pour un certain temps semblaient être à la traîne par rapport à ceux sur la pollution de l'air et de l'eau. Depuis les années 1980, cependant, la pollution des sols est également de venue un problème majeur. Il a été remarqué que les sols pollués sont généralement plus difficiles et beaucoup plus coûteux à décontaminer que le nettoyage ou la prévention de la pollution de l'eau et de l'air (Swartjes ,2011).

La pollution peut endommager les écosystèmes, ce qui, par conséquence impacte la qualité de la vie humaine. La protection des services éco systémiques est donc essentielle non seulement pour la sauvegarde de la santé de nos écosystèmes mais aussi pour notre propre bénéfice (Faber et Van Wensem 2012 ; Teeb, 2010), et devrait donc recevoir plus d'attention dans l'évaluation des risques des produits chimiques (Nienstedt et *al.*,2012 ; Forbes et Calow 2013 ; Maltby 2013). Pour cette raison, les écotoxicologues et les écologistes visent à protéger les écosystèmes, y compris tous les organismes clés qui, ensemble, contribuent à son fonctionnement.

Parmi ces organismes, les Isopodes jouent un rôle important dans le fonctionnement des écosystèmes du sol et donc également dans les services éco systémiques fournis par les sols. Ils agissent principalement sur les premiers processus de la fragmentation des déchets, contribuant à l'apport de matière organique de haute qualité, et augmenter le micro biome pour poursuivre le cycle des nutriments dans le sol (Hassall et *al.* ,1987).

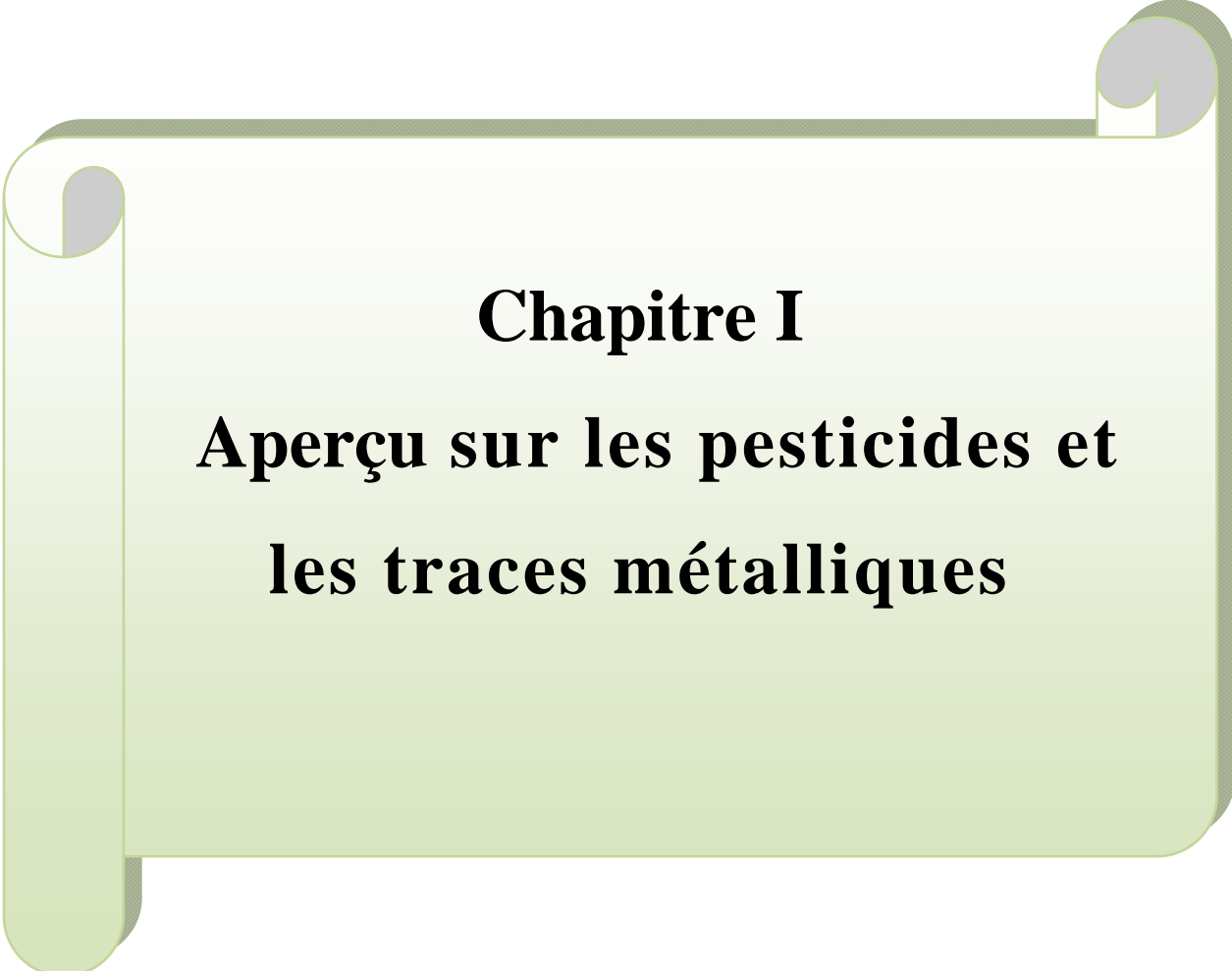
L'objectif de notre travail est comment les polluants par les pesticides et les traces métallique affectent un modèle de crustacé terrestre qui est utilisé comme diagnostic dans la surveillance de la qualité du sol ?

Pour répondre à cette problématique qui est du ressort des études éco toxicologiques, nous avons choisi la région de Lakdharia comme lieu d'étude. Cette région est distinguée par une activité agricole remarquable dominée essentiellement par les cultures maraichères et l'arboriculture. La région est dotée aussi d'une activité industrielle composée d'un complexe de fabrication de peintures et vernis (ENAP) et d'un complexe de fabrication de détergents (ENAD). Plusieurs polluants émanent à partir de ces activités anthropiques (agricole et industrielle), tels que les pesticides et les traces métalliques. Pour aborder notre travail, nous avons prévu de réaliser une enquête sur l'usage des pesticides et la nature des rejets industriels. Suite à cette étape nous avons envisagé de réaliser des tests de toxicité au laboratoire de ces polluants sur les Isopodes terrestres.

Il est à signaler que par suite à la crise sanitaire liée au COVID19, nous n'avons, malheureusement, pas pu respecter la démarche tracée précédemment pour atteindre notre objectif. Face à cette situation venue interrompre nos déplacements sur le terrain, notre démarche globale s'est orientée vers une synthèse bibliographique en relation avec la thématique proposée initialement. Cet investissement de recherche dans la consultation de littérature pourrait constituer une base de données pour les futurs travaux afin d'entreprendre et réaliser les objectifs que nous avons voulu atteindre.

Le présent travail est structuré en trois chapitres,

Le premier chapitre présente un aperçu sur les pesticides et les traces métalliques. Le deuxième chapitre est consacré aux données bioécologiques des cloportes. Quant au troisième chapitre, il englobe la synthèse des travaux ayant une relation avec l'effet des pesticides et des traces métalliques sur les cloportes, et on terminera avec une conclusion et des perspectives de recherche.



Chapitre I
Aperçu sur les pesticides et
les traces métalliques

Chapitre I : Aperçu sur les pesticides et les traces métalliques.

La pollution regroupe l'ensemble des éléments toxiques dus à la présence des composés organiques ou inorganiques qui peuvent avoir diverses origines (industrielle, agricole, domestique, etc.) leur toxicité peut être directe si elle est limitée dans le temps et ne s'accumule pas dans les tissus des êtres vivants affectent directement leur croissance, leur reproduction et leur comportement, ou être chronique dans le cas où les produits toxiques sont non dégradables, s'accumulent dans les tissus des organismes (Hamzaoui, 1983). Parmi les substances toxiques on peut citer : Les pesticides et les éléments traces métalliques.

I. Aperçu sur les pesticides

I. 1. Définition des pesticides

Le terme pesticide est un mot latin. Il contient la racine anglaise « pest », qui signifie animal, insecte ou plante nuisible et le suffixe « cide » qui signifie tuer. Il désigne donc toutes les substances chimiques naturelles ou de synthèse destinées à prévenir, contrôler, attirer, repousser, détruire ou combattre les différentes sortes d'agents nuisibles y compris tous les vecteurs de maladies humaines et animales. Ils regroupent ainsi un grand nombre de composés aux usages variés (insecticides, herbicides, fongicides, etc.) et de familles chimiques très différentes (organochlorés, organophosphorés, carbamates, etc.) (Mosbah, 2008).

La FAO « Food and Agriculture Organisation » définit ainsi les pesticides dans le sens plus large « 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, les arachnides et autres endos ou ectoparasites (FAO, 1986).

I. 2. Formulation des pesticides

Les pesticides sont disponibles en différentes formes (liquide, solide ou gazeuse), afin de rendre leur application la plus efficace :

- Les formes 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).

I.3. Historique

Les pesticides sont utilisés depuis fort longtemps; l'usage du soufre remonte à la Grèce antique (1000 ans) et l'arsenic est recommandé par Pline, naturaliste romain, en tant qu'insecticide. Des plantes connues pour leurs propriétés toxiques ont été utilisées comme pesticides contre les rongeurs (l'Aconit). Les produits arsenicaux ou à base de plomb (Arséniate de plomb) étaient utilisés au 16^{ème} siècle en Chine et en Europe (Schiffers, 2012).

Les propriétés insecticides du tabac (nicotine) étaient connues dès 1690. En Inde, en 1850, deux principaux insecticides naturels sont développés : la roténone (extrait de racine de Derris) et pyrethrum (extrait de feuilles du chrysanthème). Leur usage s'est répandu en Europe vers 1900. Au 19^{ème} siècle, avec le progrès de la chimie minérale, un grand nombre de fongicides minéraux de sulfate de cuivre à base d'arsenate et à base de mercure sont employés contre les invasions fongiques de la vigne, de la pomme de terre et pour le traitement des semences (Pretty, 2005).

Au début de l'année 1920, l'application abusive de l'arsenate sur les fruits et légumes a conduit à l'existence des résidus toxiques, ceci a orienté la recherche vers des composants organiques peu dangereux tels que l'huile de pétrole, l'huile de goudron et le dinitro- ortho- cresol. Ce dernier, en 1933 est utilisé comme un herbicide contre les mauvaises herbes des céréales (Taylor et Specer, 1990) .

I.4. Composition des pesticides

Un pesticide est composé de deux substances :

- **La matière active** : est la substance ou le microorganisme qui détruit ou empêche les organismes nuisibles de s'installer sur les végétaux, parties de végétaux ou produits végétaux (Merhi, 2008).
- **L'adjuvant** : une ou plusieurs substances ajoutées afin d'assurer la stabilité de la matière active, Les solvants (Dérivés du pétrole), les additifs utilisés pour la formulation, ainsi que les adjuvants (tensioactifs, huiles minérales ou végétales) ajoutés au moment de l'application, peuvent être de toxicité non négligeable par eux-mêmes, et peuvent également modifier la toxicité de la préparation notamment en améliorant l'absorption cutanée de la substance active (Bouvier, 2005).

I.5. Classification des pesticides

L'hétérogénéité de ce vaste ensemble de produits rend difficile toute classification. selon Merhi(2008), séparent les pesticides minéraux des pesticides organiques (organochlorés et organophosphorés).D' auteur préfèrent classer les produits selon la cible visée (insecticides, herbicides, fongicides .etc.), le domain d'utilisation ou leur toxicité. Il y a alors plusieurs possibilités de classification.

I.5.1. Classification selon la nature du ravageur visé

Il existe principalement trois grandes familles de produits phytosanitaires selon la nature des cibles visées : les herbicides, les fongicides et les insecticides.

➤ Les herbicides

Détient à limiter l'installation d'espèce végétales adventices, les familles de substance les plus importantes sont les acides amino phosphorique (glyphosphate), les urées substituées (liuron, isoproturon), les triazine (atrazine) , les amides (alachlore), et phénole (dinoterbe) (Squibb, 2002).

➤ **Les fongicides**

Destinés à éliminer les champignons, on distingue trois modes d'action différents. Les multi sites s'attaquent aux spores des champignons. Les unisites attaquent la perméabilité membranaire des champignons, et les antimétabolites bloquent la division cellulaire. La famille la plus présente est celle des Dithiocarbamates (Thiam, 2007).

- Les insecticides destinés à tuer les insectes ou à empêcher le déroulement normal de leur cycle de vie, les familles les plus rencontrées sont les organophosphorés, les carbamates, les pyréthrinoides et les organochlorés (Camard, 2010)
- Les acaricides sont utilisés pour réduire les acariens.
- Les molluscicides sont utilisés contre les mollusques tels que, les escargots et les Limaces, qui peuvent être d'importants ravageurs des plantations d'agrumes et des Jardins des légumes et des fleurs.
- Les nématocides sont utilisés contre les nématodes, qui peuvent être d'importants ravageurs des racines des plantes cultivées, tels que les nématodes de blé.
- Les rodenticides sont utilisés pour lutter contre les rats, les souris et autres rongeurs nuisibles de l'agriculture et de l'habitation humaine.
- Les corvicides contre les corbeaux et tous les oiseaux ravageurs de culture.

I.5.2 Classification Chimique

Les pesticides sont habituellement classés par famille en fonction de leur structure chimique : organochlorés, organophosphorés, carbamates, thiocarbamates, pyrethrinoides, urées substituées, phenoxyherbicides, triazines, phtalimides, pyridines... (Inserm, 2013).

Les différentes familles des pesticides peuvent regrouper une panoplie de substances actives classées selon leurs cibles (tableau 01).

Tableau 01 : Principales familles chimiques des pesticides (Inserm, 2013)

Familles chimiques	Exemples de substances actives	Classement selon Cible
Organochlorés	DDT, Lindane, Dieldrine	Insecticides
Organophosphorés	Malathion, Chlorpyriphos Diazinon	Insecticides
Pyréthrinoides	Perméthrine , Deltamethrine	Insecticides
Carbamates	Aldicarbe, Carbaryl, Carbofuran	Insecticides
	Asulame, Diallylate, Terbucarbe	Herbicides
	Benthiavalicarbe	Fongicides
Dithiocarbamates	Mancozèbe, Manèbe, Zinèbe	Fongicides
Phtalimides	Flopel, Captane, Captafol	Fongicides
Triazines	Altrazine, Simazine, Terbutylazine	Herbicides
Phénoxyherbicides	MCPA, 2,4-D, 2, 4,5-T	Herbicides
Chloroacétamides	Alachlore, Métolachlore	Herbicides
Pyridinesbipyridiliumus	Paraquat, Diquat	Herbicides
Aminophosphonates Glycine	Glyphosate	Herbicides

I.5.3 Classification selon la toxicité

L'OMS a établi une classification des pesticides en fonction de leur dangerosité avec Comme critère la dose létale 50 (DL50) aiguë par voie orale et par voie dermique pour le rat. Cette classification présente cinq niveaux de dangerosité, indiqués dans le tableau suivant :

Tableau 02 : classification des pesticides selon leur toxicité (OMS, 1991)

Classe	DL50 pour le rat mg/kg			
	Par voie orale		Par voie dermique	
Extrêmement dangereux	Solides	Liquides	Solides	Liquides
		5 ou moins	20 ou moins	10 ou moins
Très dangereux	5-50	20-200	10-100	40-400
Modérément Dangereux	50-500	200-2000	100-1000	400-4000
Peu dangereux	Plus de 500	Plus de 2000	Plus de 1000	Plus de 4000

II.5.4 Classification selon l'usage

Selon Clavet (2005), les pesticides sont utilisés dans plusieurs domaines d'activité pour lutter contre les organismes vivants nuisibles, d'où des usages différents. Il existe six catégories de pesticides classés selon leurs usages, c'est-à-dire, selon la destination des traitements :

- Les cultures.
- Les bâtiments d'élevage.
- Les locaux de stockage des produits végétaux.
- Les zones non agricoles.
- Les bâtiments d'habitation.
- L'Homme et les animaux.

I.5.5. Classification selon le mode d'action

Tableau 03 : le mode d'action de certaines familles des pesticides (Socorro, 2015).

Herbicide	
De contact	Agit sur les parties de la plante avec lesquelles il entre en contact.
Systemique	Absorbé par la plante, se déplace à l'intérieur de celle-ci.
Sélectif	Ne contrôle que certaines plantes parmi celles qui sont traitées.
Non-sélectif	Contrôle toutes les plantes traitées.
Résiduaire	Se dégrade lentement et contrôle les plantes pour une longue période.
Non résiduaire	Est rapidement inactif après son application et ne contrôle les plantes que sur une courte période.
Fongicide	
Préventif	Protège la plante en empêchant que la maladie se développe
Curatif	Réprime une maladie qui est déjà développée.
Insecticide	
De contact	Agit lorsque l'insecte entre en contact avec le produit.
D'inhalation	Agit lorsque l'insecte respire le produit.
D'ingestion	Agit lorsque l'insecte se nourrit du produit

II .6. Toxicologie des pesticides

L'utilisation croissante des pesticides depuis un demi-siècle a eu des impacts délétères sur la santé de l'homme et l'environnement.

II .6.1.Conséquences pour les écosystèmes

Selon Narbonne(1998), l'application des pesticides sur les cultures entraîne une dispersion dans les compartiments de l'environnement (Figure 01). Cette dispersion provoque des transferts et des toxicités indirectes dans les écosystèmes terrestres et aquatiques, et une exposition indirecte pour l'Homme via l'air et l'eau. Si les matières actives de première génération «les organochlorés» étaient faiblement dégradables, les composés actuels ont des demi-vies plus courtes, une disparition dans les semaines suivantes.

La rétention dans les sols peut augmenter leur rémanence et être responsable d'effets non intentionnels (toxicité sur les cultures suivantes, effets des pesticides sur la microflore la microfaune du sol) .

II .6.2. Devenir des pesticides dans l'environnement

Selon Pimente(1995), pendant l'utilisation des produits phytosanitaires, une certaine quantité de ces substances se retrouve dans l'environnement, principalement dans l'air sous forme de gouttelettes ou sur le sol. Ils peuvent alors être soumis à différents processus

- la photo-dégradation.
- la dégradation par le phénomène d'hydrolyse aqueuse.

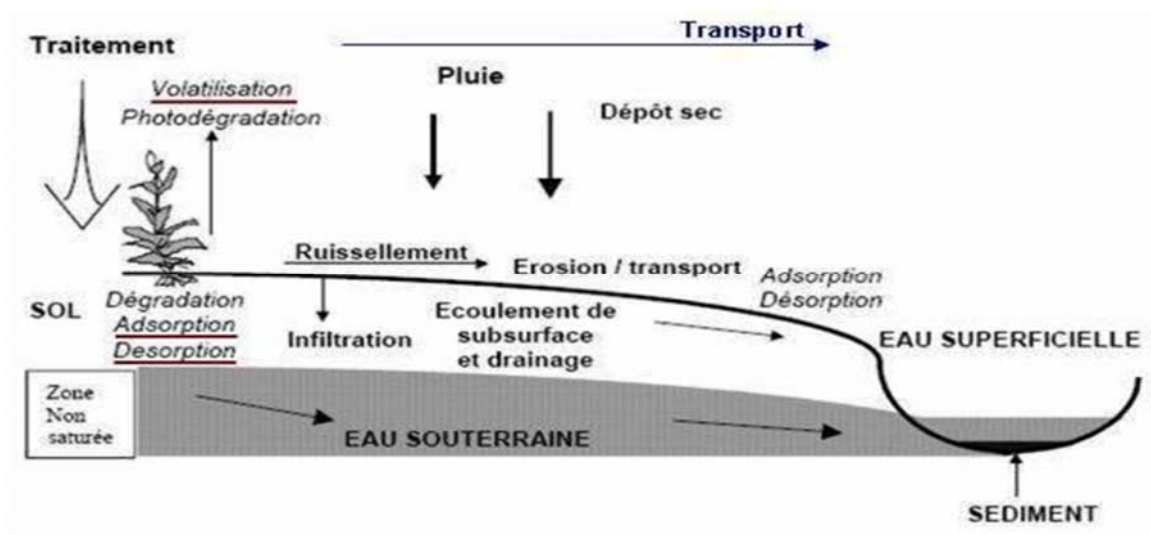


Figure 01 : Mécanismes de transferts et de désamination des pesticides dans les milieux de l'environnement (Ineris, 2005).

II .6.3. Effet sur la faune

L'empoisonnement de la faune sauvage dépend de la toxicité d'un pesticide et de la quantité appliquée, de la fréquence, du moment et de la méthode de pulvérisation, du climat, de la structure de la végétation et du type de sol (Isenring, 2010). Les pesticides peuvent nuire aux organismes autres que les espèces nuisibles contre les quelles ils sont ciblés (Barnett et *al.*, 2003). De nombreux entre eux sont toxiques pour les insectes bénéfiques, les oiseaux, les mammifères, les amphibiens ou les poissons .

I .6.4.Toxicité sur l'Homme

Une gestion non sécuritaire des pesticides peut entraîner des risques d'intoxication tant au niveau des utilisateurs que des consommateurs. Selon l'OMS (1998), plus d'un million de personnes meurent chaque année par suite de diverses intoxications, y comprises celles provoquées par des toxines naturelles, L'Homme peut être également contaminé par des résidus de pesticides contenus dans les aliments. On appelle résidus de pesticides, toute substance nommément désignée présente dans ou sur les aliments, les produits agricoles ou des produits destinés à l'alimentation animale à la suite de l'utilisation d'un pesticide.

L'exposition aux pesticides fait développer deux types d'intoxication

➤ **Toxicité aiguë**

Selon Mosbah(2008), La toxicité aiguë 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 la mortalité de la moitié (50%) des sujets d'un échantillon exposé au pesticide, une seule fois par ingestion ou voie cutanée .

➤ **Toxicité chronique**

Les effets chroniques des produits phytopharmaceutiques concernent des pathologies variées et les effets surviennent, pour la plupart, plusieurs années après l'exposition. Parmi ces pathologies chroniques il y a :

- Cancérogène

Plusieurs études expérimentales et épidémiologiques laissent supposer un risque important d'atteinte par certaines formes de cancer à la suite de l'exposition chronique à certains pesticides couramment utilisés. Les types de cancer les plus souvent cités sont le cancer de cerveau, de poumons, du foie, de l'estomac et la leucémie (Capkin et *al.*, 2006).

- Effet sur la reproduction

Les pesticides peuvent affecter la reproduction humaine en exerçant une toxicité directe sur les organes de reproduction ou en interférant avec la fonction hormonale.

Les pesticides sont des agents susceptibles de porter atteinte au processus de fertilité masculine via une toxicité testiculaire. Il a été aussi remarqué que chez les femmes exposées à ces produits, l'augmentation du risque de mortalité intra-utérin et diminution de la croissance fœtale, sans oublier les malformations congénitales et les anomalies du système nerveux central (Perry, 2008).

- Perturbation du système endocrinien

Selon l'OMS(1998), un perturbateur endocrinien est une substance exogène ou un mélange qui altère les fonctions du système endocrinien et qui, de ce fait, induit des effets nocifs sur la santé d'un organisme intact, par exemple l'herbicide Roundup

- Effet sur le système immunitaire

L'exposition à ces produits augmente les risques d'atteinte par des maladies infectieuses en plus des effets comme la chute de production d'anticorps. D'autre part, plusieurs pesticides communément utilisés pourraient supprimer la réponse normale du système immunitaire humain à l'invasion de virus, des bactéries, de parasite et de tumeurs (Salameh et *al.*, 2006)

- Effet neurologique

Les effets neurologiques chroniques sont plus difficiles à mettre en relation avec l'usage de pesticides, cependant une élévation du risque de la maladie de Parkinson est rapportée, dans de nombreuses études, chez les agriculteurs et plus généralement dans les populations professionnellement exposées à des pesticides.

L'exposition répétée à des insecticides anticholinestérasiques (organophosphorés) a également été associée à une altération des performances intellectuelles, des troubles de l'humeur et de la personnalité (Cocco et *al.*, 1999).

II .7.Contamination de l'environnement par les pesticides

II .7.1. Contamination des eaux

Une des conséquences environnementales majeures de l'agriculture intensive actuelle est la dégradation de la qualité des eaux (Ippolito et *al.*, 2012). Cette dégradation se traduit, pour les eaux de surface comme pour les eaux souterraines, par une pollution liée à la dissémination des produits phytosanitaires, des engrais minéraux azotés et phosphatés ou

encore des effluents d'élevage. Les pesticides peuvent facilement pénétrer dans le sol et atteindre sources d'eau. La contamination par les pesticides est le plus souvent un phénomène irrégulier. Il est à noter que des pics de concentration sont fréquemment observés dans les quelques heures qui suivent les épisodes pluvieux (Schulz, 2001; Neumann *et al.*, 2003) et que la contamination des eaux de surface est d'autant plus élevée que la surface des bassins versants est faible (Schulz, 2004).

I.7.2. Contamination de l'air

Lors d'un épandage aérien, près de 50% du produit n'atteint pas la cible et se disperse dans l'air environnant. À cette contamination directe, il faut ajouter les molécules provenant de l'évaporation, une fois le pesticide déposé sur la plante, le sol ou l'eau. Toutes ces molécules peuvent se retrouver dans des nuages qui, poussés par les courants aériens, vont contribuer ultérieurement aux précipitations qui iront contaminer d'autres contrées. C'est ainsi que s'explique en bonne partie la présence des POPs dans l'arctique canadien (Regnault-Roger *et al.*, 2005). De même il a été démontré que 98% des DDT mesurés dans les grands lacs canadiens provient de la pollution atmosphérique (Clément *et al.*, 2000).

I.7.3. Contamination des sols

Les pesticides dans les sols peuvent provenir des activités agricoles mais également des activités d'entretien des espaces verts et jardins ou de désherbage des réseaux routiers et ferrés. (Chalgnon *et al.*, 2003), La vitesse d'infiltration des pesticides dans le sol dépend de certains facteurs tels que l'humidité, le taux de matière organique, le pH et du pesticide. Par ailleurs, il n'existe pas de dispositif équivalent à ceux relatifs à l'eau et à l'air pour la caractérisation de la contamination des sols par les pesticides, Il est connu que les insecticides organochlorés sont assez persistants dans l'environnement et certains, bien qu'interdits d'usage peuvent rester présents dans le sol pendant plusieurs années (lindane, alpha-HCH) (Chaignon *et al.*, 2003).

II. Aperçu sur les traces métalliques

II.1. Définition

D'un point de vue physique, le terme « métaux lourds » désigne les éléments métalliques naturels, métaux ou dans certains cas métalloïdes (environ 65 éléments), caractérisés par une forte masse volumique supérieure à 5 g.cm^3 (Adriano, 2001 ; Huynh, 2009) (Tableau 04).

Tableau 04 : périodique des éléments (Fourest, 1993 ; Laatra & Chenini, 2013)

Bloc s		Métaux lourds de densité > 5										Bloc p						
H																	He	
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne	
Na	Mg	Bloc d										Al	Si	P	S	Cl	Ar	
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Te	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	
Fr	Ra	Ac	Bloc f															
Lanthanides		Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu			
Transuraniens		Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Cf	Bk	Es	Fm	Md	No	Lr			

II.2 Présentation des ETM

II.2.1 Particularités des ETM

Bien que les ETM soient considérés comme des polluants, il est important de rappeler qu'ils sont des substances naturelles, à l'opposé des polluants organiques, les métaux ne peuvent pas être cassés en composés plus petits et moins toxiques, ils sont de ce fait non biodégradables.

Les ETM peuvent être classés en fonction de leur caractère essentiel pour les organismes vivants. Les éléments essentiels (comme Mn, Zn, Co, Mo, Se, Cr, Ni, V et As) ont une optimum, dans laquelle les concentrations dans l'alimentation des animaux ou dans le sol doivent être maintenues pour permettre un développement et une reproduction normale des organismes (Walker et al., 1996).

Si les teneurs sont trop élevées, des mécanismes de toxicité peuvent être développés. Les éléments non essentiels (comme Cu, Cd ou Pb), en plus d'être toxiques pour les êtres vivants, peuvent induire des déficiences en éléments essentiels, au travers de la compétition pour les sites actifs des molécules importantes dans la physiologie des organismes (Walker et al., 1996).

II .2.2. Cadmium

Le cadmium est un toxique cumulatif, c'est-à-dire que ses effets toxiques sur l'organisme ne s'expriment que lorsque l'accumulation dans les tissus atteint un seuil. Il cause des troubles hépato- digestifs, rénaux, sanguins, nerveux et osseux (Citepa, 2011).

II.2.3. Plomb

Le plomb est un élément non essentiel et est moins bio disponible que les autres Métaux (Citepa, 2011). Le plomb provoque à forte dose des effets neurologiques aigus, causant à moyen terme le saturnisme.

II.2.4. Cuivre

C'est un métal de couleur rougeâtre, de symbole Cu et numéro atomique 29 il possède une haute conductivité thermique et électrique .Le cuivre est stocké principalement dans le foie avec des concentrations allant de 10 à 50 ppm poids sec en générale (exception faite des ruminants et certains poissons dont les concentrations hépatiques en cuivre varient de 100 à 400 ppm poids sec) (OMS / ICPS, 1998) .

II .3. Les différentes sources des métaux lourds

II .3.1. Les sources naturelles

Selon Miquel (2001), Parmi les importantes sources naturelles, citons l'activité volcanique, l'altération des continents et les incendies de forêts. La contribution des volcans peut se présenter sous forme d'émissions volumineuses dues à une activité explosive, ou d'émissions continues de faible volume, résultant notamment de l'activité géothermique et du dégazage du magma.

II .3.2 . Les sources anthropiques

Les concentrations mesurées dans les sols sont liées, pour l'essentiel, à des émissions d'origine anthropiques (Wu et *al.*, 2011) .

➤ D'origines industrielles

Van Den Hout et *al* (1999), rapportent que les principales sources de pollution des sols en ETMs délibérées ou accidentelles sont :

- ✓ les activités métallurgiques : activités minières, fonderie et industrie métallurgique,
- ✓ les boues d'épurations,
- ✓ l'utilisation de combustible fossiles,
- ✓ l'industrie manufacturière et chimique,
- ✓ les stockages de déchets

➤ D'origines anthropiques agricoles

Baize (2000) signale que les substances apportées au sol dans le cadre de l'activité agricole contiennent toutes des ETM, mais en quantités variables. Les types d'intrants sont présentés ci-après et proviennent d'origines diverses ; néanmoins, il faut retenir que les concentrations les plus faibles sont généralement observées pour les intrants fabriqués par synthèse chimique :

- ✓ Les fertilisants inorganiques de synthèse (azotés) sont massivement utilisés dans la région et contiennent généralement peu d'ETM, alors que les fertilisants inorganiques provenant de minerais (phosphatés et potassiques) renferment des ETM dont la quantité est souvent importante et varie en fonction du gisement dont ils sont extraits.
- ✓ Les amendements et fertilisants organiques (fumier, compost, lisier) sont particulièrement riches en Cu et Zn, car ils sont ajoutés à l'alimentation du bétail.
- ✓ Les produits phytosanitaires contiennent généralement peu d'ETM Car ils sont produits par synthèse chimique, à l'exception des sulfates et hydrates de Cu, et du Mancozèbe utilisant Cu et Zn comme élément actif.

II .4. Contamination de l'environnement par les métaux lourds

* Contamination de l'air

Les principales sources de métaux lourds dans l'air sont des sources fixes. De nombreux éléments se trouvent à l'état de traces dans des particules atmosphériques provenant de combustions à haute température, de fusions métallurgiques, des incinérateurs municipaux, des véhicules... etc. Les effets biologiques, physiques et chimiques de ces particules sont en fonction de leur taille, de leur concentration et de leur composition, le paramètre le plus effectif sur l'environnement étant la taille de ces particules. Dans l'air ambiant, on trouve de nombreux éléments, comme le plomb, le cadmium, le zinc, le cuivre... etc., dont la concentration est d'autant plus élevée que les particules sont fines (Fontan, 2003).

* Contamination des sols

Les métaux peuvent être, soit fixés dans les roches et les sédiments, soit mobiles. Dans le premier cas, les quantités disponibles sont infimes, elles n'ont aucune influence sur l'environnement. Mais lorsque les conditions changent de telle manière que les métaux redeviennent solubles, l'augmentation de la concentration devient alors une menace directe sur l'environnement. En outre, depuis quelques années, les pluies acides augmentent la mobilité

des métaux dans le sol et causent donc une augmentation de leur concentration dans les produits agricoles (Bliefert et Perraud, 2004).

* Contamination de l'eau

Il est assez difficile de prévoir l'évolution des métaux lourds dans l'environnement car ils peuvent subir un grand nombre de transformations (oxydation, réduction...etc.). Cette évolution dépend fortement du milieu. En effet, la migration des métaux lourds vers la nappe phréatique est fonction de nombreux paramètres : La forme chimique initiale du métal la perméabilité du sol et du sous-sol, et la teneur en matières organiques du sol.

Les principales sources de contamination de l'eau sont les suivantes : les eaux usées domestiques et industrielles, la production agricole, les polluants atmosphériques, les anciennes décharges, l'utilisation de substances dangereuses pour l'eau, la navigation (Marcheoiné , 1996).

II .5. Impact des éléments traces métalliques sur la santé humaine

Les organes cibles des métaux lourds sont multiples: les ions métalliques se fixent sur les globules rouges (Pb, Cd, CH₃Hg). Les métaux s'accumulent dans le foie et les reins (organes très vascularisés), les dents et les os accumulent le plomb. D'autre part, les métaux solubles dans les lipides comme le plomb sot très toxique provoque la maladie du saturnisme, tétra-éthyle ou le méthyl-mercure peuvent pénétrer dans le système nerveux central. Le danger est encore plus grand pour les enfants car chez eux la barrière hémato-encéphalique n'est pas entièrement développée (intoxication au plomb possible). Par diffusion passive et grâce à leur solubilité dans les lipides, le cadmium, le plomb, le nickel, le méthyl-mercure (CH₃Hg), traversent le placenta et peuvent s'y concentrer (Pierre, 2000).

II. 6. Mécanismes de toxicité à des niveaux organisationnels

L'exposition à une pollution par les ETM est connue pour provoquer des effets dommageables, à court ou long terme, aux systèmes vivants (écosystèmes Terrestres).

Cependant, ces effets sont difficilement quantifiables car ils affectent des systèmes présentant des seuils de vulnérabilité variables (Gombert et *al.*, 2005).

La toxicité des ETM affecte plusieurs niveaux d'organisation, s'étendant de la molécule à l'écosystème .Chaque niveau organisationnel est influencé par les perturbations se déroulant au niveau inférieur.

L'étude des effets d'un polluant est de plus en plus difficile lorsque l'on se rapproche des niveaux organisationnels supérieurs.

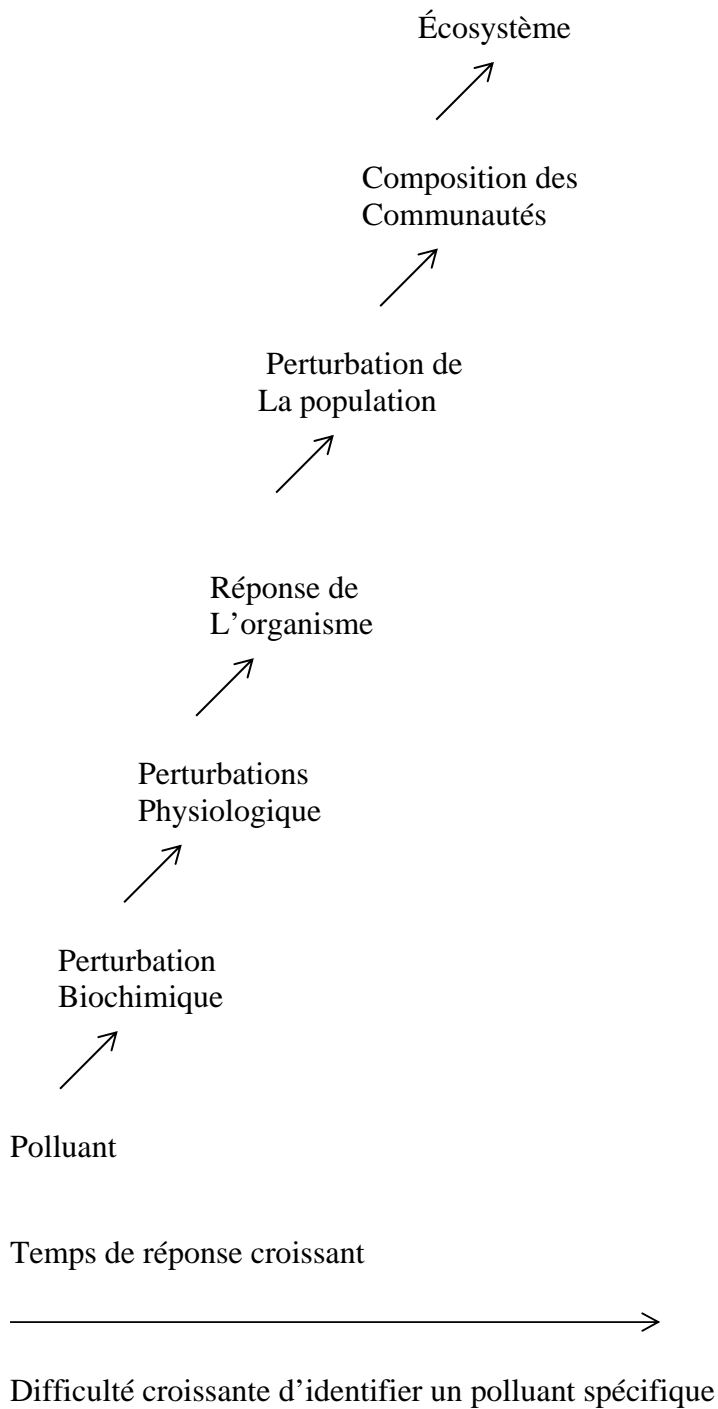


Figure 02 : Représentation schématique des liaisons entre les réponses à différents niveaux organisationnels (d'après Walker *et al.*, 1996)

II.6.1 - Impact à l'échelle de l'organisme

La pénétration des ETM dans les organismes composant la pédofaune peut être causée par l'eau et les surfaces solides avec les quelles ils entrent en contact, mais elle se fait généralement de manière prépondérante par le biais de la nourriture et de l'eau ingérées (Walker et *al.*, 1996).

✓ Effets Biochimiques

Selon Lorthiose (1997), L'entrée des ETM dans les cellules des organismes exposés, peut entraîner des perturbations importantes dans leur fonctionnement biochimique.

✓ Effets génotoxiques

Plusieurs composés cancérigènes sont connus pour causer des dommages à l'ADN. Quand les cellules ayant un ADN endommagé se divisent, des cellules mutantes peuvent être produites, les quelles suivront une évolution non coordonnée avec les autres cellules de l'organisme. De manière plus générale, les dommages causés sur l'ADN peuvent résulter en une altération ou en une perte d'information génétique, entraînant la production de protéines altérées, et incapables d'assurer leurs fonctions biochimiques (Pourrut et *al.*, 2008).

✓ Autres effets

D'autres effets néfastes causés par les ETM peuvent être reportés des effets neurotoxiques sont provoqués si la substance vient perturber, de quelque manière que ce soit la transmission normale des impulsions le long des nerfs et/ou au niveau synaptique (Walker et *al.*, 1996)

- Effets sur les organes

Selon Hopkin(1989), Les métaux qui entre dans un organisme peuvent être stockés dans des organes particuliers (exemple : hépatopancréas) ce processus engendre la bioaccumulation des ETM, La capacité de détoxification de cet organe peut éventuellement être excédée, entraînant l'explosion des cellules et la mort de l'animal.

II .6.2. Impact des ETM à l'échelle des populations

Les changements induits par une contamination aux ETM sur les populations vont principalement affecter le nombre d'individus vivant appartenant à une espèce. le types d'évolution peuvent être envisagés en fonction de la nature de la contamination (Hove et *al.*, 1990).

- **Contamination aigue (intense, sur une durée limitée)**

Une population exposée à une contamination aigue connaîtra le déclin de ses effectifs, parfois jusqu'à l'extinction totale de la population. Si la source de pollution disparaît, et que le milieu redevient viable après un temps variable, des processus de recolonisation peuvent se dérouler. La recolonisation peut également avoir lieu si une espèce plus résistante vient occuper la niche écologique laissée libre par la population disparue (Bruckmann & Wolters, 1994)

II.7, Evaluation de la toxicité des pesticides et des ETMs

Afin de détecter le degré de cette pollution par des pesticides et trace métallique, plusieurs méthodes ont été utilisées telles que les méthodes physico-chimiques qui sont exigeantes en matière de temps et de l'argent, ne permettent pas toujours de connaître leur impact sur le milieu vivant (Grand et al., 2012), ces dernières ont poussé les scientifiques à penser à d'autres méthodes qui sont moins coûteuses et faciles pour évaluer l'état de l'environnement.

Au-delà de la mise en évidence d'effets, la gestion et la protection efficace de l'environnement nécessitent des outils complémentaires permettant d'évaluer a priori l'effet de telles substances et d'en évaluer le risque environnemental. Aujourd'hui la bio-surveillance (basée sur l'utilisation des indicateurs biologiques) demeure la seule approche capable d'estimer et d'évaluer les effets biologiques d'une altération de l'environnement (van Haluwyn et al., 2011)

II.7.1. Notion de la bio surveillance

II.7.1.1. Définition

Garrec et Van Haluwyn (2002), ont défini la bio-surveillance et ont décrit les différents concepts qui y sont attachés. En effet la bio-surveillance est définie comme : « l'utilisation des réponses à tous les niveaux d'organisation biologique (moléculaire, biochimique, cellulaire, physiologique, tissulaire, morphologique, écologique) d'un organisme ou d'un ensemble d'organismes pour prévoir et/ou révéler une altération de l'environnement et pour en suivre l'évolution ». En fonction des niveaux de réactions des organismes, les concepts de Biosurveillance ont été distingués :

II.7.1.1.1 biomarqueurs

En surveillant les réponses moléculaires, biochimiques, cellulaires, physiologiques ou comportementales, qui révèlent l'exposition présente ou passée d'un individu à un pesticide. La mesure de l'activité d'une enzyme clé du fonctionnement du système nerveux, l'acétylcholinestérase (AChE) peut révéler l'exposition d'invertébrés (mollusques, arthropodes) ou de vertébrés (poissons, oiseaux, mammifères) à certains insecticides (organophosphorés ou carbamates) dont le mode d'action est justement l'inhibition de l'AChE. Des valeurs seuils de l'inhibition, au-delà desquelles la mort de l'individu est inévitable, ont parfois été proposées, notamment pour les oiseaux (Bocquené et Galgani, 2004).

II.7.1.1.2 bio -indicateur

La notion de Bioindicateurs peut regrouper plusieurs concepts en fonction du niveau d'organisation biologique étudié : niveau infra-individuel, niveau individuel ou niveau populationnel.

Lorsque les effets observés concernent une réaction au niveau individuel, on pourra prendre la définition de Garrec et Van Haluwyn (2002) qui définissent un Bioindicateurs comme « un simple relais ne faisant référence qu'à des effets observables au niveau de l'individu se traduisant par des altérations morphologiques, tissulaires ou physiologiques ». Les Bio-indicateurs permettent d'évaluer la qualité de l'environnement et des écosystèmes, ainsi que l'impact du stress environnemental sur la composition et le fonctionnement des écosystèmes (Markert et *al.*, 2003).

II.7.1.1.3 Bioaccumulation

La phénomène de bioaccumulation consiste en l'assimilation de polluant dans les organisme (par absorption ou incorporation dont la concentration augmente dans le temps et devient plus élevée que d'environnement immédiat (Amiard,2011).

Chapitre II

**Donnés bioécologique sur les
Isopode terrestre**

II.1. Systématique

Les isopodes terrestres (ou cloportes) appartiennent à la super classe des Crustacés. Parmi celle ci, seuls deux ordres renferment des espèces capables d'effectuer l'ensemble de leur cycle vital indépendamment du milieu aquatique : les Isopodes et les Amphipodes. Avec près de 4000 espèces, les Isopodes terrestres (qui constituent le sous ordre des *Oniscidea*) représentent près du tiers des Isopodes décrits dans le monde, et constituent ainsi le plus grand groupe de crustacés terrestres (Bowman & Abele, 1982). La position systématique des crustacés terrestres est comme suit :

- Phylum: Arthropoda
- Super-classe : Crustacea.
- Classe : Malacostraca.
- Sous-classe : Eumalacostraca
- Super-ordre : Peracarida.
- Ordre : Isopoda
- Sous-ordre : Oniscidea

II. 2. Morphologie générale des isopodes

Le corps des Oniscidea est divisé en céphalon péréion pléon. Ces trois parties sont elles mêmes divisées en segments, ainsi le péréion est composé de sept segments, le pléon de six segments, le dernier segment du pléon étant fusionné avec le téléson (**figure 03**).

La tête ou céphalon : porte des yeux et une paire d'antennes et une autre d'antennules extrêmement réduites. Selon Hose(1989), la réduction des antennules caractérisent le sous-ordre des Oniscidea dans l'ordre des Isopodes.

Le péréion ou le thorax constitué de sept péréonites se chevauchant, chacune de ces dernières munis d'une paire de pattes.

Le pléon : constitué de six segments ou pléonites, le dernier pléonite est soudé au telson et porte les uropodes. Une paire d'appendices recouvre la face ventrale des cinq premiers pléonites, ce sont les pléopodes, organes respiratoires pour les Isopodes. Chez les cloportes mâles, la deuxième paire de pléopodes porte les organes copulateurs (Godet, 2010).

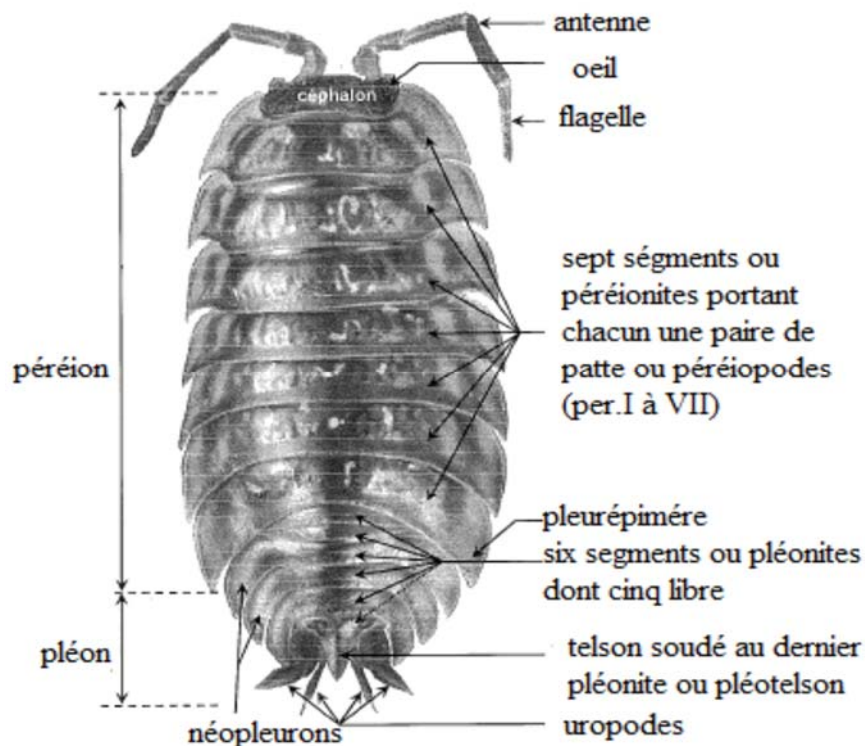


Figure 03 : morphologie d'un exemple d'espèce d'isopode ; face dorsale (Gross ; 2005)

II. 3. Mue des Isopodes

Les isopodes présentent un exosquelette rigide principalement constitué de CaCO_3 (Fabritius et *al.*, 2005), leur croissance est discontinue et s'effectue au travers des cycles de mue d'environ un mois (Steel, 1980). Les mues s'effectuent cependant tout au long de la vie de l'individu bien que leur fréquence soit plus élevée chez les juvéniles, la mue s'effectue en deux temps. Il y a d'abord exuviation de la partie postérieure (pléon et segment 5, 6 et 7 du péréion), puis exuviation de la partie antérieure (céphalon et segment 1 à 4 du péréion) (**figure 04**)

Quelque temps avant la mue les oncsidea accumulent du CaCO_3 dans la sternites (plaque ventrales thoracique) I et II du péréion (Auzou, 1953), ce qui leur donne un aspect blanchâtre. Ce carbonate est mobilisé entre les deux exuviations (Numanoi, 1953). Le rejet de l'exuvie postérieure chez les femelles découvre l'orifice génitale, permettant l'accouplement avec un mâle.



Figure 04 : exemple de *Porcellio scaber* ayant achevé la mue de la partie postérieure (Mouquet, 1999)

II. 4. Reproduction

La reproduction chez les Isopodes est interne et la ponte s'effectue dans la cavité marsupiale des femelles située sur la face ventrale du péréion (Godet, 2010).

La reconnaissance sexuelle de la femelle par le mâle se réalise par des attouchements antennaires sur tous les téguments de la femelle. La contention de la femelle par le mâle a lieu dès que la moitié postérieure de l'exuvie de celle-ci est tombée. Dans ce cas, le mâle aide la femelle à se débarrasser de son exuvie.

L'accouplement a lieu dans l'inter mue qui précède la mue parturielle. Les appendix masculina des mâles interviennent simultanément pour chacune des deux copulations. Chaque copulation dure quelques minutes : le sperme passe de l'extrémité des appendix genitalia, dans la gouttière de chacun des appendix masculina (Grassé et Forest ,1999).

Le marsupium d'origine maternelle est totalement fermé chez les formes terrestres, Après une durée d'incubation d'environ un mois, les oeufs éclosent et les jeunes individus émergent dans le marsupium, les mancas vivent dans le marsupium environ une semaine (Juchault, 1966).

La reproduction peu être modifié par des *Wolbachia* qui sont des bactéries Gram négatives dans le but d'augmenter la proportion des femelles dans une portée, ou de se rendre indispensable à son hôte, ou afin d'être transmises en grand nombre à la génération suivante .Ces endosymbiontes, peuvent induire différentes altérations de la reproduction comme la féminisation des mâles, la parthénogenèse, ou l'incompatibilité cytoplasmique (Felix, 2004)

II.5. Organes génitaux

Chez les Oniscidea, les organes génitaux sont pairs (2 gonades, 2 tractus, 2 orifices) (fig.05).

Chez les mâles, chaque gonade est composée de 3 utricules testiculaires débouchant dans une vésicule séminale, à laquelle fait suite un canal déférent (Vandel, 1960). Chez les femelles, les ovaires se présentent sous la forme de 2 sacs aplatis dorso ventralement, et s'étendant du 2^{ème} au 7^{ème} segment du péréion. Sur chacun des ovaires se branche un oviducte débouchant à l'extérieur par un orifice génital situé à la base du 5^{ème} péréiopode (Besse, 1976).

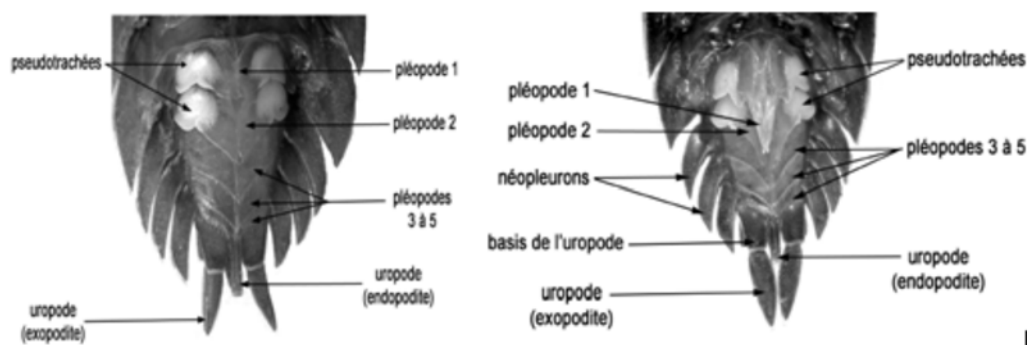


Figure 05 : Face ventrale du pléon chez la femelle (a) et le mâle (b) de *porcellio scaber* (Mouquet, 1999).

II.6 . éthologie

II.6.1 Comportement alimentaire

Les Isopodes terrestres – comme les aquatiques – présentent la faculté de résister au jeûne.

Il s'agit souvent d'espèces opportunistes capables de modifier leur régime alimentaire. *Armadillidium vulgare*, habituellement détritivore, peut devenir herbivore ou carnivore, ils se nourrissent principalement de feuilles décomposées à la surface du sol (litière), mais aussi de végétaux vivants, de fèces, de racines, de champignons, de bois morts ou de carcasses d'autres invertébrés (Merriam, 1971; Sutton, 1972; Nair, 1976; Warburg, 1993). Cependant, un comportement de cannibalisme peut également être observé chez certaines espèces telles que *Porcellio . scaber*.

II.6.2 Comportement de défense

Selon les capacités de déplacements, les cloportes utilisent un système de défense passif (l'immobilité) ou actif (la fuite). Ainsi, certains utilisent la volvation en réponse à un choc brutal (*Armadillidiidae*, *Cylisticus*), d'autres se plaquent dans les dépressions ou les interstices de leur substrat (*Porcellio spinicornis p.ex.*) (**Figure 06**).



Figure 06 : comportement de défense des cloportes (Mouquet , 1999).

III .6.3 l'habitat des cloportes

Originaires du milieu marin, les cloportes ont peu à peu développé des adaptations leur permettant de coloniser les biotopes terrestres. Présents dans tous les types d'habitats terrestres, les cloportes se rencontrent du littoral aux hautes montagnes, des forêts aux déserts en passant par les grottes (Vandel, 1960).

III .6.4 Comportement social

Certaines espèces de cloportes ont un comportement totalement grégaire marqué (figure07) le grégarisme accélère la croissance des jeunes et diminue l'évaporation de l'eau et la consommation d'oxygène pour chacun des individus (Vandel, 1960)

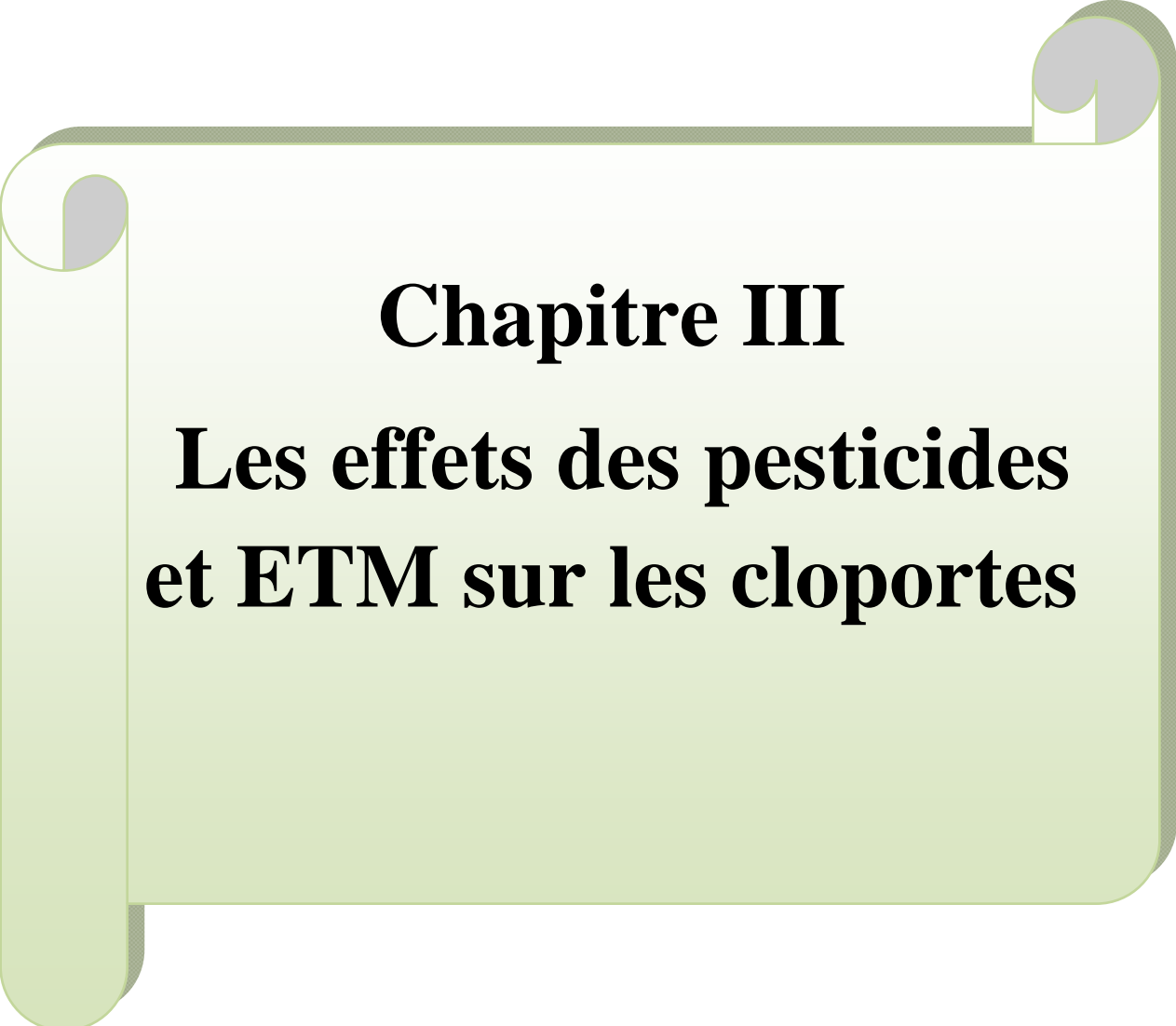


Figure 07 : Comportement social des cloportes (Mouquet , 1999).

III .7 . Rôle des Isopodes terrestres dans écosystème sol

Dans la plupart des écosystèmes terrestres, une part importante de la biomasse produite par les plantes est décomposée par l'action conjuguée des organismes saprophages des microorganismes du sol (Swift, 1997). Certaine macro vertébrée telle que les isopodes y jouent un rôle majeur. En effet, les isopodes sont des organismes omnivores bien qu'ils se nourrissent essentiellement de détritius.

Ces organismes jouent un rôle important dans le processus de décomposition de la matière organique (Biwer, 1961; Cameron et la point, 1978). En fragmentant les éléments constituant les litières et en stimulant et on ingérant ainsi activement aux cycles des nutriments et particulièrement au cycle de carbone et de l'azote (hoese ,1981) les isopodes excrètent de l'ammoniac (NH_3) et augmentent ainsi les concentrations des litières en ammonium (NH_4) (Hoese, 1981), ce qui fournit une réserve importante d'azote pour la croissance microbienne.



Chapitre III
**Les effets des pesticides
et ETM sur les cloportes**

Chapitre III. Effets des pesticides et traces métalliques sur les cloportes

III.1. Implication des Isopodes dans l'évaluation de la toxicité ETM

Le premier enregistrement sur la relation entre les isopodes et la contamination terrestre était une étude de Martin en 1976, où la disponibilité et l'absorption de plusieurs métaux provenant des forêts, les déchets ont été enregistrés et décrits chez le cloporte *Oniscus asellus*. En 1977, cette espèce a été mentionnée comme biomoniteur du cadmium environnemental (Coughtrey et al., 1977) et plus tard, en 1982, *Oniscus asellus* a été utilisé par Hopkin et Martin pour étudier la distribution de plusieurs métaux présents dans le sol. Les isopodes ont été mentionnés comme bio indicateurs de la pollution par le zinc en Angleterre (Hopkin et al., 1986), en utilisant des espèces comme *Porcellio scaber* et *Oniscus asellus* (Hopkin et al., 1989). *Porcellio scaber* a été utilisé comme espèce d'essai dans l'écotoxicologie pour la première fois en 1978, par Beeby, où l'absorption combinée de plomb et le calcium a été étudié et discuté, poursuivant plus tard l'étude des effets du plomb assimilation sur la taille du couvain de cette espèce (Beeby 1980). En 1991, *Armadillidium vulgare* est apparu comme espèce test dans une étude sur la séquestration de cuivre et de zinc dans l'hépatopancréas, et sa relation avec les expositions au plomb (Tomita et al., 1991). Vink et coll. (1995) ont discuté de l'importance des voies d'exposition et pour celle utilisée l'espèce saprotrophe *Porcellionides pruinosus*. En 1998, *Porcellio laevis* est apparu comme une espèce d'essai à utiliser dans des expériences au laboratoire où la mortalité, la masse corporelle et le comportement ont été enregistrés lors d'une exposition au plomb.

III.2. Test appliqués pour l'évaluation des polluants

Une fois que les tests ont été développés, acceptés et validés, ils peuvent être normalisés par des organisations internationales (ISO). Pour leur enregistrement chimique les autorités n'acceptent généralement que les résultats des tests normalisés par ces organisations. Pour l'environnement du sol, ISO sont disponibles (pour un aperçu) (Van Gestel 2012), y compris les crustacés terrestres comme espèce d'essai. Les tests ISO se concentrent principalement sur le diagnostic / évaluation rétrospective des risques. Certains tests déterminent l'exposition à court terme aigue, généralement avec la mortalité comme le point finale, tandis que d'autres se concentrent sur des points finaux comme la reproduction. Des tests également sur les comportements d'évitement avec le crustacée terrestre (ISO 2008) ont été développé comme une méthode rapide d'évaluation d'un autre paramètre sublétalement pertinent.

Selon Godet (2010), les testes d'écotoxicité sont encore peu nombreux et notamment en ce qui concerne la contamination métallique des sol ,de plus même si certains tests offrant des résultats toxicologiques probants en laboratoire concernant l'exposition d'individus à des substrats contaminés artificiellement sont indispensables à la définition des doses létales et à la compréhension des mécanismes de toxicité et des effets induits par les polluants sur les organismes , ces études ne permettent pas d'évaluer la biodisponibilité et les effets réels des ETM *in situ* de fait de la complexité des interactions entre le système biologique , la pollution multi élémentaire , la spéciation et le comportement ETM dans le sol .

il n'existe pas de méthode fiable pour estimer les valeurs DL_{50} pour les réponses comportementales d'évitement (Heupel, 2002; Hund-Rinke et Wiechering,2001; ISO / CD, 2003; Natal da Luz *et al.*, 2004; Schaefer,2004), comme l'exige le protocole normalisé, qui est actuellement en cours de développement de The International Organisation de normalisation (Heupel, 2002; Hund Rinke et Wiechering, 2001; ISO / CD, 2003; Natal da Luz *et al.*, 2004; Schaefer, 2004).

III.3.Effet des pesticides sur les cloportes

Les pesticides sont un facteur majeur d'incidence sur la diversité biologique, de même que la perte d'habitat et le changement climatique. Ils peuvent avoir des effets toxiques à court terme sur les organismes qui y sont directement exposés, ou des effets à long terme, en provoquant des changements dans l'habitat et la chaîne alimentaire (Wilma *et al.*, 1989).

III.3. 1.Effet des insecticides sur les Isopodes

En règle générale, les insecticides ont un impact négatif, plus ou moins marqué selon les familles et types de molécules et d'adjuvants, sur la majorité des arthropodes (Zoebelein, 1988).

Les effets des principales catégories de pesticides sont détaillés ci-dessous.

a) Effet des organochlorés

Les organochlorés (OC) sont des insecticides qui contiennent du carbone, de l'hydrogène et des atomes de chlore. Ces sont les insecticides les plus anciens même s'ils persistent actuellement peu de substances actives encore autorisées (Alain *et al.*, 2004). Les organochlorés sont reconnus aussi par leurs effets néfastes qui sont notamment, la persistance dans l'environnement et l'accumulation des résidus dans les graisses de l'homme tout en créant des perturbations physiologiques (Komboudry, 1984). Ainsi, en raison de leur rémanence,

jointe à leur toxicité pour l'homme et pour l'environnement ces composés à l'exception de l'Endosulfan sont officiellement et légalement interdits d'utilisation (Stockholm, 2003).

Peu de travaux ont été réalisés pour montrer la toxicité des organochlorés sur les cloportes, par contre leur toxicité a été démontrée sur d'autres organismes tels, que les poissons. En outre, Bonvallot (2005) a étudié la toxicité du Dieldrine (insecticide organochloré) à forte dose (15mg /Kg) sur les cloportes, après quatre jours d'essai, il a été remarqué une diminution du poids chez les Isopodes traités avec ce pesticide.

b) Effet des organophosphorés

Les insecticides organophosphorés (OP) sont des amides ou des esters des acides phosphoriques, phosphonique, thiophosphorique et thiophosphonique. Le tétraéthylpyrophosphate, premier OP synthétisé en Allemagne dans les années 1930, s'est rapidement avéré très toxique pour les mammifères et très instable pour une utilisation phytosanitaire à grande échelle (Testud, 2001).

La toxicité des organophosphorés est très variable, du parathion-éthyl, extrêmement dangereux (DL50 orales de 3,6 à 13 mg/kg selon la formulation et l'espèce animale), au malathion, très utilisé dans la lutte contre les vecteurs de parasitoses et très peu toxique (DL50 orales de 480 à 1150 mg/kg) (Gallo,1991). Les organophosphorés sont responsables d'une inhibition irréversible de l'acétylcholinestérase; l'activité cholinestérasique de départ est récupérée en trois mois environ. La gravité de l'intoxication dépend de la dose et de la durée de l'exposition, mais également du sujet, selon qu'il est exposé de façon chronique ou répétée, ou au contraire pour la première fois. Certains composés peuvent également favoriser l'apparition de neuropathies retardées (dues à une dégénérescence axonale et à une démyélinisation secondaire après intoxication (Clegg, 1999).

Engenheiroet *al.*, (2005) testent le diméthoate (insecticide organophosphoré Cyperméthrine) sur *Porcellio scaber*(*Isopode*) à une dose de 20 mg / kg, celle-ci a causé une réduction de 50% du taux de survie après 10 jours d'exposition, et a influencé également le comportement locomoteur de cette espèce. Ces effets sont liés à une diminution significative de l'activité de l'acétylcholinestérase (AChE), ce qui permet de considérer le diméthoate comme inhibiteur de cette enzyme du système nerveux (Bayley, 1995). A travers cette dernière étude les résultats obtenus semblent indiquer que la toxicité de cet insecticide est liée à la dose chez *Hemilepistus pruinosus*. Cependant, il convient de noter que la valeur 10,3 mg /kg est beaucoup plus faible que les concentrations causant une réponse d'évitement chez

cette espèce. Pour les deux plus hautes concentrations de Diméthoate testées plus de 80% des animaux ont été trouvés dans le côté contrôle des boîtes de test. Cette situation représente une perte de la «fonction d'habitat» du sol (Hund-Rinkeet *al.*, 2003) et devraient être pris en compte dans l'évaluation des effets néfastes sur la population d'isopodes après l'application du diméthoate dans les champs agricoles.

L'étude réalisée par Achuthan & Mouhamed (1992) ayant testé Suméthion et Pesguard sur *P.scaber* montre, qu'après 7 à 10 jours d'exposition le taux de mortalité (adultes et juvéniles) est très élevé pour le premier pesticide à la dose de 40 ppm . Pour ce qui est le deuxième pesticide (Pesguard), après 12 jours d'exposition à la dose 200ppm, ce dernier cause un changement de couleur des antennes qui deviennent blanchâtres.

Par ailleurs, Abbas et Kassem (1992) montrent que Labycide sur *hemilepistus reaumuri* engendre une diminution du poids après 7 jours.

Une toxicité remarquable d'un organophosphoré a est signalée par Terki (2015) , il s'agit du Dursban(Le Chlorpyrifos-Ethyl 48%) testé sur *Armadillidium sp* à différentes doses (720, 360, 90, 45 mg/L), ce teste de toxicité aigue a révélé que le Dursban provoque une mortalité supérieure à la moitié (71.25%) de la population des cloportes expérimentés. Cet insecticide appartenant à la famille des organophosphorés dont l'une de leur caractéristique est la solubilité dans les lipides. Cette propriété liposoluble permet à ces pesticides de pénétrer sans difficulté dans les tissus cutanés d'une espèce animale (Rice et *al.*, 1997). De plus, ces produits inhibent le fonctionnement de l'acétylcholine estérase (neurotransmetteur du système nerveux) après pénétration dans l'organisme induisant la non transmission des messages nerveux pour provoquer après la mort de l'animal (Venkateswara et Kavitha, 2004).

c) Effet les carbamates

Les carbamates, dérivés de l'acide carbamique (HOC(O)NH_2) sont des insecticides puissants. Ces produits ont un large spectre d'action ; certains sont systémiques para port à la plante .Ils agissent par contact et par ingestion, parfois également par inhalation, sur une grande variété d'insectes (Ecobichon, 2001 ; Agrawal and Sharma, 2010).Ils agissent en inhibant l'activité enzymatique de l'acétylcholinestérase, inhibition qui peut être réversible dans certains cas. Le carbaryl est le carbamate le plus utilisé en raison de son spectre d'action très étendu pour les contrôles des insectes et en raison de sa faible toxicité chez les mammifères (Alain et *al.*, 2004).

Floesser (2001) ayant testé l'effet de deux pesticides, l'aldicarbe (insecticide, acaricide et nématocide à spectre large) et fénoxy-carbe (insecticide qui agit en tant que régulateur de croissance) cause une importante mortalité des cloportes .

d) Effet de pyréthrinoides

Les pyréthrinoides ont été synthétisés plus tardivement. Ils sont chimiquement similaires au Pyrèthre , on classe généralement en deux forme, les Pyréthrinoides et Deltaméthrine la plupart des composés utilisés sont des esters de l'alcool3-phénoxyphényle. Ces Très peu volatils et très lipophiles dans l'eau, sont peu toxiques sur les animaux (Testud, 2001).Le DL₅₀ varie de 50mg /Kg (deltaméthrine) à plus de 8000mg /kg (bioresméthrine).

L'étude réalisée par Ait Hamda & Khaoua (2017), portant sur l'effet du Décis (insecticide Deltaméthrine 2,5%) sur *Armadillium sp.*, montre que le teste de toxicité aigu appliqué pour cet insecticide et à différentes concentrations pendant quatre semaines, induit une faible mortalité (26,25%) sur l'ensemble des cloportes expérimentés. Par ailleurs, d'autres effets sont apparus lors de ce test tels que, le poids et l'intégrité du marsupium. En effet le poids des cloportes contaminés par le Décis à faible concentration (1,6 ; 3,125 mg /l) diminue à partir de la troisième semaine et continue la régression au cours de la quatrième semaine. Il a été constaté également que 10% des femelles contaminées par le Décis, présente une rupture de la cavité marsupiale suivi par une expulsion des œufs et du mucus d'origine maternelle.

Par ailleurs, l'étude réalisée par Monik & Jasana(2002), a montré que l'application de 20 mg /kg Piperonyl Butoxide (synergisant très souvent employé dans les pyréthrinoides) avait un effet mortel sur près de 90% de cloporte.

Un pyréthrinoides utilisé fréquemment par les agriculteurs de la région de Bouira a fait l'objet d'un test de toxicité réalisé par Alem & Merzouk (2018) sur *Armadillium vulgare*, il s'agit de l'insecticide Force, sa substance active est la Téfluthrine. A l'issue de ce test, les résultats montrent qu'à travers toutes les concentrations confondues (40 g/l, 20 g/l, 10 g/l, 5 g/l) le taux de mortalité enregistré est de l'ordre de 50,62%. En outre, les fortes concentrations confondues (40 et 20 g/l) de l'insecticide Force (est un insecticide formulé en granulé qui contient 0,5% de Téfluthrine) induisent un taux de mortalité de 81.25% .Ce qui montre l'effet de la dose appliquée sur le terrain qui pourrait détruire largement plus de 50% de la population exposée à la téfluthrine.

Selon Hill (1989), la téfluthrine a tendance de se fixer dans le tissu nerveux et adipeux en raison de leur liposolubilité. Loaut, (2013) a indiqué que son caractère lipophile lui permettra de passer la barrière biologique par diffusion, puis elle sera transportée via l'hémolymphe jusqu'à l'organe cible.

D'autres effets négatifs sont causés par les téfluthrines, ils provoquent l'inhibition sur le comportement locomoteur des cloportes. Dans une étude comparative sur une espèce de crustacée marine (*Procambruss alleni*) Halstead et *al.*, (2015) rapportent que les pyréthroïdes sont toxiques pour les Isopodes. Dotée d'une toxicité considérable, cette famille chimique agit par contact, en tuant presque instantanément les insectes par effet choc neurotoxique, (Punja et *al.*, 1986).

III.1.3. Effet des fongicides sur les cloportes :

Les fongicides à base de cuivre sont potentiellement plus toxiques, à des doses deux à trois fois plus élevées que la normale (Hyvönen et *al.*, 2003) et ils sont de façon générale encore plus toxiques sur la faune du sol (Filsler et *al.*, 1995). A dose normale, les populations d'auxiliaires peuvent voir leurs effectifs chuter dans une parcelle venant d'être traitée, par effet répulsif vis-à-vis des adultes (Hyvönen et *al.*, 2003).

D'autre fongicides ont manifesté une faible toxicité sur les cloportes, c'est le cas du mancozèbe qui a provoqué une mortalité inférieure à la moitié (22.5%) de la population des cloportes expérimentés. La faible toxicité du Mancozebe peut être expliqué par le fait que ce produit appartient aux fongicides de la famille des dithriocarbamates qui sont peu solubles dans les lipides et très soluble dans l'eau. En effet, ces fongicides s'accumulent faiblement dans les tissus animaux ils sont facilement dilué dans l'eau et dispersés après la pluie et ou après irrigation (Fabre et Thruhat, 1954).

III.1. 4.Effets des herbicides

En général, les herbicides ont des effets néfastes sur les taux de survie de nombreux invertébrés du sol (Curry,1970) a souligné que l'effet des herbicides sur la faune du sol résultait principalement des altérations de la couverture du sol qu'elles induisaient (Fox ,1964). Cependant, le glyphosate n'aurait qu'un effet temporaire (effet herbicide) et se dégrade complètement dans le mois suivant l'application (Sprankle et *al.*, 1975).

L'étude réalisée par Abbas & kassem (1992), a testé Glyphosate sur les Isopodes, les effets induits par ces pesticides se sont manifestés par une augmentation du poids après 2 à 3

jours d'exposition, puis une diminution subséquente (du poids) pour la période restante a été indiquée chez les cloportes traités avec ces pesticides. Le Glyphosate a provoqué aussi une réponse d'évitement chez l'isopode terrestre *Porcellionides pruinosus*.

Dans une étude au laboratoire effectuée par Eijsackers (1985), sur la mortalité directe de l'isopode *Philoscia muscurom* exposé à des taux d'application de glyphosate (2,1mg /kg), des effets évidents sur le taux de survie ont été observés. Dans une étude ultérieure de l'auteur cité en dernier, une diminution du taux de consommation de litière de feuilles traitée avec la même quantité d'herbicide a également été observée (Eijsackers, 1991).

D'autre part, certains pesticides ont manifesté une toxicité très réduite chez les Isopode, c'est le cas de Sencore (métribuzine) testé par Alem et Merzouk (2018). Il en ressort de cette étude que la mortalité moyenne enregistrée pour ce test durant quatre semaines est de l'ordre de 7%, ce qui montre que la métribuzine est faiblement toxique pour les cloportes. Cette substance active est très soluble dans l'eau (1,2 g/L à 20°C), ce qui facilite à l'organisme de l'éliminer, elle est par conséquent peu bioaccumulable (Armendáriz et al., 2014).

Par contre, l'effet remarquable de ce pesticide est bien observé lors de la mesure du poids des cloportes contaminés. En effet ce dernier paramètre, diminue à partir de la deuxième semaine pour toutes les concentrations appliquées (20 mg/l, 10 mg/l, 5 mg/l, 2.5 g/l).

III. 4. Effet trace métallique sur cloporte

III.4. 1. Effet du cadmium

Plusieurs auteurs ont étudié l'effet de cadmium sur cloporte, la dose létale pour 50% de la population de *porcellio scaber* (Isopodes terrestres) est de 1000 mg/kg de cadmium qui fait une expulsion des œufs en dehors du marsupium (Crommentujin et al., 1994).

Les isopodes terrestres ont la capacité d'accumuler le cadmium dans l'hépatopancréas Mazzei et al (2014). Par ailleurs Witzel (1998) a rapporté que l'accumulation de Cd dans *Porcellio scaber* montre deux différentes phases. Jusqu'à l'âge de 2 à 3 mois, l'assimilation dépasse le taux de croissance et conduit à des concentrations en augmentation rapide. Après 3 mois (à une masse d'environ 5 mg de poids frais), le taux d'accumulation est proportionnel au taux de croissance et les concentrations de métaux lourds restent à un niveau stabilisé.

L'étude réalisée par Ghalmi & Saidi (2017) sur l'effet d'une solution contenant le cadmium à fortes concentrations (0,005 et 0,01 mg /L) sur *Armadilium vulgre*, a montré des taux de mortalité de 85% d'individus des cloportes et donc supérieurs à DL50 qui s'avère

une toxicité aigue. En revanche à des faibles concentrations (0,0012 et 0,0025mg /L), ils ont enregistré un taux de mortalité des cloportes de 45 % et donc inférieur à DL50 qui s'avère une faible toxicité. L'autre effet signalé est la perte du poids de cloporte.

III.4. 2. Effet du cuivre

Les cloportes accumulent efficacement le Cuivre, le type nutritionnel détritivore et le processus de détoxification provoquent un degré élevé de bioaccumulation (Heikens 2001) Les fortes concentrations de stockage des éléments essentiels deviennent toxiques pour les vivants et organismes. Par exemple, La forte concentration de Cu réduit le taux de reproduction et la fréquence respiratoire (Hopkin ,1995) et provoque la mort de cloportes adultes Dallinger (1993)

(Godet ,2011) a démontré que le poids des cloportes était corrélé positivement avec la durée d'exposition et le gain de poids était plus faibles chez les individus qui se nourrissaient le plus types de litière contaminés par des métaux.

L'étude réalisée par Ghalmi & Saidi (2017) sur l'effet de solution contenant le cuivre sur *Armadilium vulgre* à différentes concentrations ont un effet sur cloporte mais à faible toxicité le taux de mortalité n'a pas atteint DL₅₀ .Ils ont été indiqué que le poids de cloporte contaminé diminue, un autre effet causé par le Cadmium est la destruction du marsupium et expulsion des œufs en dehors du marsupium.



Conclusion

Conclusion

Conclusion

Les cloportes jouent un rôle bénéfique dans la décomposition du sol. Ils se nourrissent de produits végétaux morts et en décomposition. Les cloportes broient la matière organique, ce qui en accélère la décomposition. Ils alimentent des ressources disponibles et se nourrissent de charogne œufs d'insectes et autres cloportes en mue.

Les isopodes sont des organismes importants dans les écosystèmes terrestres. Pour cette raison, ils devraient être considérés comme des organismes d'essai en écotoxicologie des sols. Un test standardisé avec des isopodes terrestres, en tant qu'organismes modèles en écotoxicologie des sols. Cela peut aussi aider à développer des tests de toxicité standardisés qui incluent des paramètres plus pertinents comme reproduction, en plus de la croissance et de l'activité alimentaire. Il existe peu d'informations sur la différence de sensibilité des espèces d'isopodes à différents produits chimiques. L'harmonisation entre les temps d'exposition, l'existence de critères de validation basés sur des niveaux basaux pour une exposition optimale (compte tenu de la température et du temps) et des paramètres communs être un pas en avant pour l'amélioration de la précision et la comparaison entre les études.

Les isopodes sont également des organisations pertinentes et utiles à utiliser dans les approches de surveillance sur le terrain, par exemple pour évaluer la biodisponibilité des métaux, les effets possibles (post-enregistrement) de l'utilisation des pesticides.

Notre recherche bibliographique concernant l'effet des pesticides et les traces métalliques sur les populations des cloportes a bien montré que les pesticides et les traces métalliques agissent sur différentes fonctions vitales des cloportes. L'effet le plus nocif des pesticides les plus toxiques est représenté par une neurotoxicité, dont l'inhibition de l'acétylcholinestérase (AChE) perturbe la transmission des messages nerveux, suivie par la mort de l'animale. L'effet des traces métalliques est représenté par la perte de poids, explosion des œufs, suivie par la mort de l'animale. De nombreux produits phytosanitaires en usage agricole ont altéré la reproduction par une déformation des spermatozoïdes, une perte de fécondité, et une réduction d'éclosion et de production des œufs. En effet, ils manifestent sur la croissance par la perte de poids et de biomasse et la réduction de la durée de vie, ils peuvent aussi causer des changements histologiques et morphologique comme l'échange de la structure cuticulaire, la turgescence du corp.

Les résultats montrent que la substance active des fongicides s'avère moins toxique que les insecticides. En contre partie, même quand un herbicide ne présente aucun effet à

Conclusion

court terme, les traces métalliques accumulées vont subir une perturbation de la reproduction, la diminution des populations des cloportes et le changement de comportement.

Au cours de notre recherche, nous proposons des perspectives intéressantes :

- ✓ Se préoccuper a faire les clés de détermination de la pédofaune en Algérie
- ✓ Elargir l'échantillonnage des isopodes terrestres a l'échelle nationale en Algérie.
- ✓ S'intéresser à l'étude de la biodiversité de pédofaune du sol.
- ✓ Travailler sur un modèle moderne pour pouvoir valider les tests de toxicité.
- ✓ Une des perspectives prioritaires est d'évaluer l'effet de mixture des pesticides et trace métallique sur isopode terrestre afin de mieux reproduire ce qui passe réellement en culture .
- ✓ S'intéresser aux espèces bioaccumulatrices pour que leur suivi soit facile en utilisant le bio marquage et les tests histologiques moléculaires
- ✓ Intensifier les recherches traitant les pesticides et les traces métalliques non étudiés, et leur devenir dans l'écosystème
- ✓ Multiplier les études qui traitent les facteurs qui agissent sur les isopodes terrestres.
- ✓ Les agriculteurs devraient encourager la présence de cloportes dans leur sol.
- ✓ Cependant l'utilisation des pesticides quoique bénéfique pour les cultures affectera sans doute le milieu naturel des cloportes et causera un déséquilibre dans leur développement qui affectera directement le cycle naturel de la vie du sol.
- ✓ Utilisation d'engrais organique et méthode biologique.
- ✓ S'intéresser a faire un échantillonnage dans un milieu forestière
- ✓ Préoccuper à l'étude de transfert des traces métalliques dans la chaîne trophique.



Références

Référence bibliographique

- **Adriano, D., 2001.** Trace elements in terrestrial environment: Biogeochemistry, bioavailability and risks of metals, 2nd ed. Springer-Verlag, New-York, NY, USA
- **Agrawal A., Sharma B. (2010).** Pesticides induced oxidative stress in mammalian systems.
- **Alain P ,Michel B ,Francine C,Michel C, Jean-Michel L,Carole L ,Jérôme L ;Saida B.** Pesticide ,Risques et sécurité alimentaire, 2004
- **Alen W.,MerzoukC.(2018)** mémoire université Bouira .
- **Amiard,J. ,C.(2008).**les biomarqueurs dans l'évaluation de létat écologique de millieu aquatiques Paris , la voisier ,400p.
- **Auzou, M, 1953.** recherché biologique et physiologique sur deux isopodes on si sciens *Porcellio scaber* Lat. et *Oniscus asellus* L .Annales des sciences naturelles zoologie, serie 11,15,
- **Agrawal A., Sharma B. (2010).** Pesticides induced oxidative stress in mammalian systems.
- **Ait hamda M., Khaoua S.(2017)** mémoire université Béjai.
- **Baize, D. (2000):** Teneurs totales en " métaux lourds " dans les sols français, résultats généraux du programme ASPITET. Le Courrier de l'environnement, 39, 14p.
- **Barnett E A, Fletcher M R, Hunter K, Sharp E A (2003).** Pesticide poisoning of animals 2003: Investigations of suspected incidents in the United Kingdom Central. Science Laboratory, Department for Environment, Food and Rural Affairs, Sand Hutton, York. 52 p.
- **Bayley, M. (1995)** Prolonged effects of the insecticide dimethoate on locomotor behaviour in the woodlouse, *Porcellio scaber* Latr. (Isopoda). Ecotoxicol. 4, 1–12.
- **Beeby A (1980)** Lead assimilation and brood-size in the woodlouse *Porcellio scaber* (Crustacea, Isopoda) following oviposition *Pedobiologia* 20: 360–365.
- **Briefert et Perraud, 2004.** Chimie de l'environnement Air, Eau, Sol. Ed de Boeck.
- **Biwer ,A .,1961a.**Quantitative Untersuchungen uber die Bedeutung der Asseln der Bekterien fur die Fallaubzersetzung uniter Berucksichtigung der wirkung kunstlicher Dungemittelzusätze .teil L_Zeitschrift fur angewandlte Entomologie ,48,307_328.
- **Bonvallot ,N.,(2005)n DORF,**Inscitides organochlorés aux Antilles :Identification des danger et valeurs toxicologies de reference (VTR)
- **Bouvier G. (2005):** Contribution à l'évaluation de l'exposition de la population francilienne aux pesticides. Thèse Doctorale, Université René Descartes, France; 220p.

- **Bowman, T. E., Abele L.G.**, Classification of Recent Crustacea. In BLISS, D.E. & ABELE L.G., (Eds.) the Biology of Crustacea. Academic Press, New York, 1, 3-27, 1982.
- **Bruckmann, A. & Wolters, V. (1994)**: Microbial immobilization and recycling of cs-137 in the organic layers of forest ecosystems - relationship to environmental-conditions, humification and invertebrate activity. *Science of the Total Environment*, 157, 249-256.
- **Calvet R. (2005)**. Les pesticides dans le sol : conséquences agronomiques et environnementales. Référence scientifique. Editions France Agricole, 641 p..
- **Cameron ,G.,Lapoint ,T.,1978**.Effets of tannins on the decomposition of Chinese tallow.
- **Capkin E., Altinok I., et Karahan S. (2006)**. Water quality and fish size affect toxicity of endosulfan, an organochlorine pesticide, to rainbow trout. *Chemosphere*.64: 1793-1800.
- **Crommentuijn T, Doodeman C, van der Pol JJC, Doornekamp A, Rademaker MCJ, van Gestel CAM (1995)** Sublethal sensitivity index as an ecotoxicity parameter measuring energy allocation under toxicant stress – application to cadmium in soil arthropods. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 31: 192–200. <https://doi.org/10.1006/eesa.1995.1062>
- **Coughtrey PJ, Martin MH, Young EW (1977)** The woodlouse, *Oniscus asellus*, as a monitor of environmental cadmium levels. *Chemosphere* 12: 827–832. [https://doi.org/10.1016/0045-6535\(77\)90140-0](https://doi.org/10.1016/0045-6535(77)90140-0)
- **Cocco T., Paola D M.et Lorusso M. (1999)**.arachidonic acid interaction with the mitochondrial electron transport chain promotes reactive oxygene species generation.free radical biologie and medicine.27 (1-2) :51-59.
- **Chaignon V., Sanchez-Neira I., Herrmann P., Jaillard B., et HinsingerP. (2003)**. Copper bioavailability and extractability as related to chemical properties of contaminated soils from a vine-growing area. *Environ Pollut.* 123(2): 229-238.
- **Citepa 2011**. Emissions atmosphériques en France - France Métropolitaine Substances relatives à la contamination par les métaux lourds. Citepa / Coraliesecten format. Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique, Paris, France. pp. 28.
- **Clément M, Arzel S, Le Bot B, Seux R, Millet M (2000)**. Adsorption/thermal desorption-GC/MS for the analysis of pesticides in the atmosphere. *Chemosphere*. 40:49-56.
- **Cross J.V., Solomon M.G., Chandler D., Jarrett P., Richardson P.N., Winstanley D., Bathon H., Huber J., Keller B., Langenbruch G.A., Zimmermann G. (2005)**. Biocontrol

of pests of apples and pears in Northern and central Europe: 1 Microbial agents and nematodes. *Biocontrol Science and Technology*,9, 125-149

- **Curry J.P. 1970.** The effects of herbicides paraquat and dalapon on the soil fauna. *Pedobiologia* 10: 29-361.
- **Dallinger R, Prosi F (1995)** Heavy metals in the terrestrial isopod *Porcellio scaber* Latreille. II. Subcellular fractionation of metalaccumulating lysosomes from hepatopancreas. *Cell Biol Toxicol* 4:97–109.
- **Ecobichon D.J. (2001).** Carbamate Insecticides. In: Krieger R., Doull J., Ecobichon D.J.,
- **Eijsackers ,K.(1985).** Soil fauna and soil microflora as possible indicators of soil pollution. *Environmental Monitoring and Assessment*. 3, 307-316.
- **Eijsackers, H., (1991).** Effecten van koperhoudende varkensmest op regenwormen en op de kwaliteit van grasland. *Landbouwkd. Tijdschr.* 93, 307–314
- **Engenheiroet, C.A .(2005).** *Biology of Earthworms*, third ed. Chapman and Hall, London.
- **Faber JH, van Wensem J (2012)** Elaborations on the use of the ecosystem services concept for application in ecological risk assessment for soils. *Science of the Total Environment* 415: 3–8. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.05.059>
- **Fabre R, Truhaut R, (1954).** *Toxicologie des Produits Phytopharmaceutiques*. Société d'Édition d'Enseignement Supérieur .SEDES, Paris,272p.
- **Fabrituis,H .,walthere,P.,Zigler A.,2005.** Architecture of the organic matrix in the sterna CaCO_3 disposite of *Porcellio scaber* (crustacean , isopoda). *Journal of structural biology* , 150(2)
- **Felix C,(2004).** Etude moléculaire de la bactérie intracellulaire féminisante *Wolbachia* chez *Armadillidium vulgare* (crustacé isopode terrestre). Université de Poitiers, p.5-9.
- **Fliser JG. (1995).** The closed chamber technique-uptake, endogenous production, excretion, steady-state kinetics and rates of metabolism of gases and vapors. *Arch Toxicol* 1995;66:1-10.
- **Floesser-Mueller and W. Schwack, 2001.** Photochemistry of organophosphorus insecticides. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology* 172: pp 129-228.
- **FAO. (1986):** International code of conduct on the distribution and use of pesticides. Rome, Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture; 28 p.
- **Fontan, J., 2003.** Les Pollutions de l'Air les Connaitre pour les Combattre. 2ème Ed.,

- **Forbes V, Calow P** (2013) Use of the ecosystem services concept in ecological risk assessment of chemicals. *Integrated Environmental Assessment and Management* 9: 269–275. <https://doi.org/10.1002/ieam.1368>
 - **Fournier J.** Chimie des Pesticides. Paris, 1988
 - **Gallo MA, Lawryck NJ. Organic Phosphorus Pesticides.** In : Hayes WJ, Laws ER, eds. Handbook of Pesticide Toxicology. San Diego : Academic Press, 1991:917-1123.
 - **Garrec, J.P et Van Haluwyn .C. 2002.** Biosurveillance végétale de la qualité de l'air. Concepts, méthodes et applications. Éditions Tec & Doc, Lavoisier, Paris 118 p.
 - **Grassé PP, Forest J, (1999).** traité de zoologie (anatomie, système, biologie) tom VII. Paris, 237p.
 - **Crommentuijn T, Doodeman CJAM, Doornekamp A, van der Pol JJC, Bedaux JJM, van Gestel CAM (1994)** Lethal body concentrations and accumulation patterns determine time-dependent toxicity of cadmium in soil arthropods. *Environmental Toxicology and Chemistry* 13: 1781–1789. [https://doi.org/10.1897/1552-8618\(1994\)13\[1781:LBCAAP\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1897/1552-8618(1994)13[1781:LBCAAP]2.0.CO;2)
 - **Godet JP, (2010).** Intérêt des isopodes terrestres dans l'évaluation de la qualité des sols : Recherche de paramètres indicateurs de la pollution par les éléments traces métalliques et contribution à la mise au point d'un outil écotoxicologique de terrain. Thèse de doctorat : Université de Lille 1, p. 1-14.
- Ghalami, W., Saudi,L. (2017)**mémoire Impact des rejets industriels toxiques sur un modèle animal ,université Béjaia
- **Gombert S; Rausch de Traubenberg C; Losno R., Leblond S; Colin J. L; Cossa D2005.**Biomonitoring of element deposition using mosses in the 2000 French survey: identifying sources and spatial trends. *Journal of Atmospheric Chemistry* (2004) 49: 479-502.
 - **Grand, C., Faure, O., Harris-Hellal, J., Hedde, M., LE Guédard, M., Pauget, B., Pérés, G., Villenave, C., & de Vaufleury, A. (2012).**Quels bio-indicateurs, pour quels besoins en sites contaminés ? Journées Techniques Nationales Bio-indicateurs & Phytotechnologies, 1-22p.
 - **Hassall M, Turner JG, Rands Mrw(1987)** Effects of terrestrial isopods on the decomposition of woodland leaf litters. *Oecologia* 72 597–604. <https://doi.org/10.1007/BF00378988>

- **Hamzaoui,Z(1983)** .Etudes prospective de la pollution marine dans la baie d'Alger .Mémoire de technicien supérieur en assainissement et entomologie ?Institut de technologie et de la sente publique .86p
- **Heupel, K., 2002.** Avoidance response of different collembolan species to Betanal. *European Journal of Soil Biology* 38, 273e276. Hoese, B., 1989. Morphological and comparative studies on the second antennae of terrestrial isopods. *Monitore Zoology Italalian (N. S.) Monograph* 4, 127e152
- **Hund, K., 1998.** Earthworm avoidance test for soil assessment: alternative for acute and reproduction test. In: Telford, T. (Ed.), *Proceedings of the sixth international FZK/TNO conference on contaminated soil*, vol. 2. Thomas Telford, Edinburgh, UK, pp. 1039e1040.
- **Hund-Rinke, K., Wiechering, H., 2001.** Earthworm avoidance test for soil assessments. *Journal of Soils and Sediments* 1 (1), 15e20.
- **Hill RH, Jr., Head SL, Baker S, Gregg M, Shealy DB, Bailey SL, Williams CC, Sampson EJ, Needham LL.** Pesticide residues in urine of adults living in the United States : reference range concentrations. *Environ Res* 1989; **71**:99-108.
- **Huynh T.M. D.** Impact des métaux lourds sur les interactions plante/ ver de terre/microflore tellurique. *Ocean, Atmosphere*. Thèse doctorat, Université Paris-Est, (2009) : 145 + Annexes.
- **Hoese, B. (1989).** The marsupium in terrestrial isopods. *The biology of terrestrial isopods*. Symposium of the Zoological Society of London, 520 p.
- **Hopkin, S., Hames, C. & Dray, A. (1989):** X-ray microanalytical mapping of the intracellular distribution of pollutant metals.. *Microscopy and analysis*, 14, 23-27.
- Hove, K., Pedersen, O., Garmo, T., Hansen, H. & Staaland, H. (1990): Fungi - a major source of radio cesium contamination of grazing ruminants in Norway. *Health Physics*, 59, 189-192.
- **Hyvönen, K. Viljanen, and A. Hätinen. Yellow pages on the semantic web. Number 2005-03** in HIIT Publications, pages 3–15. Helsinki Institute for Information Technology (HIIT), Helsinki, Finland, 2002. <http://www.hiit.fi>.
- **Ineris. (2005).** Détermination des pesticides à surveiller dans le compartiment aérien : approche par hiérarchisation. Institut national de l'environnement industriel et des- risques.
- **Inra-Cemagref. (2005)** : Expertise Scientifique collective, pesticides agriculture et environnement Réduire l'utilisation des pesticides et en limiter les impacts environnementaux;
- **Inserm. (2013).** Pesticides effets sur la santé. Disponible sur : www.inserm.fr.

- **Ippolito A., Carolli M., Varolo E., Villa S. et Vighi M. (2012).** Evaluating pesticide effects on freshwater invertebrate communities in alpine environment: a model ecosystem experiment. *Ecotoxicology*. 21: 2051-2067
- **Isenring R (2010).** Les pesticides et la perte de biodiversité : Comment l'usage intensif des pesticides affecte la faune et la flore sauvage et la diversité des espèces. Europe, 28 p.
- **Juchault , P., 1966.** Contribution a l'étude de la différenciation male chez les crustacés Isopodes, thèse université de poitiers. **Japanese journal of zoology** ,7, 241 249.
- **Kan HD, Chen RJ, Tong SL (2012)** Ambient air pollution, climate change, and population health in China. *Environment International* 42:N 10–19. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2011.03.003>
- **Komboudry N., 1984.** Etude de l'importance du parasitisme et des associations de produits insecticides en culture cotonnière, mémoire d'ingénieur en agronomie. IDR, Université de Ouagadougou (Burkina Faso) 77 p.
- **Langer E (1964)** Pesticides: Minute quantities linked with massive fish kills; federal policy still uncertain. *Science* 144: 35–37. <https://doi.org/10.1126/science.144.3614.35>
- **Lorthiose P(1997)** , Mise en évidence de teneurs en Nickel élevées dans les sols agricole _ calcaire des causses du Quercy in Aspecte sanitaire et environnementaux de l'épandage agricole des boues d'épuration urbaines , ADEME Journées technique des 5 a 6 juin 1997, ADEME éd . 320p.
- **Marcheoiné, A. 1996.** Transport, énergie, environnement : modes de vie et Comportements . Note ADEME, paris.
- **Markert B A, Markert B A, Zechmeister H G (2003).** Bioindicators & Biomonitoring: Principles, Concepts, and Applications. 997 p.
- **Martin MH, Coughtrey PJ, Young EW (1976)** Observations on the availability of lead, zinc, cadmium and copper in woodland litter and the uptake of lead, zinc and cadmium by the woodlouse *Oniscus asellus*. *Chemosphere* 5: 313–318. [https://doi.org/10.1016/0045-6535\(76\)90005-9](https://doi.org/10.1016/0045-6535(76)90005-9).
- **Maltby L (2013)** Ecosystem services and the protection, restoration, and management of ecosystems exposed to chemical stressors. *Environmental Toxicology and Chemistry* 32: 974–983. <https://doi.org/10.1002/etc.2212>
- **Merriam ,H ., 1971.** Sensitivity of terrestrial isopod. Population (*Armadillidium*) to food quality differences , *Canadian journal of Zoology*, 46, 667_674.
- **Mazzei V, Giannetto A, Brundo MV, Maisano M, Ferrante M, Copat C, Mauceri A, Longo G (2014)** Metallothioneins and heat shock proteins 70 in *Armadillidium vulgare*

(Isopoda, Oniscidea) exposed to cadmium and lead. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 116: 99–106. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2015.03.007>

- **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 hématopoïétique murin, Thèse Doctorale, Université de Toulouse, France; 140 p.

- **Miquel, G. 2001.** Rapport sur les Effets des Métaux Lourds sur l'Environnement et la santé. Assemblée Nationale Française, N°2979, Paris, 366p.

- **Mosbah R. (2008)** : Contribution à l'étude toxicologique de l'insecticide Lorsban sur les paramètres hématologiques, biochimiques et de la reproduction chez le rat Wistar, Thèse Doctorale, Université d'annaba, Algérie ; 134p.

Monik A.I. and G.A. jasana 2002. Comparative effects of chemical pesticides on the woodlice in Benghazi, Libya. *J. Bioi. Sci. Res.* 20(3): 429-436.

- **Mouquet C., 1999a.** – Encore cloportes ! *L'Akinète, bulletin de l'Association Caennaise des étudiants naturalistes*, 15 : 5.

- **Narborn E.J.F. (1998).** Historique-fondements biologiques de l'utilisation de biomarqueurs en écotoxicologie. In « Utilisation de biomarqueurs pour la surveillance de la qualité de l'environnement » .Tec et Doc Lavoisier, Paris. 1-7.

- **Natal da Luz, T., Ribeiro, R., Sousa, J.P., 2004.** Avoidance tests with collembola and earthworms as early screening tools for site specific assessment of polluted soils. *Environmental Toxicology Chemistry* 24 (9), 2188e2193.

- **Nair,G.,1976.**Food and reproduction of the soil isopode,*Precello laevis* .Internationnal journal of Ecology and envirenemenet science ,2,7_13.

- **Neumann M., Liess M.et Schulz R. (2003).** A qualitative sampling method for monitoring water quality in temporary channels or point sources and its application to pesticide contamination. *Chemosphere.* 51(6): 509-513.

- **Nienstedt KM, Brock TCM, van Wensem J, Montforts M, Hart A, Aagaard A, Alix A, Boesten J, Bopp SK, Brown C, Capri E, Forbes V, Köpp H, Liess M, Luttk R, Maltby L, Sousa JP, Streissl F, Hardy AR (2012)** Development of a framework based on an ecosystem

- **Numanoi, H., 1937.** Migration of calcium through blod inligia .japanese journa its nouthing .Vendel, A., 1962.Faune de franc ,66. Isopode terrestre (deusième partie, paris.

- **OMS IPCS., 1998.** Environmental Health Criteria n°200: copper. World Health Organisation International Programme on chemical Safety..

- **OMS (1991).** L'utilisation des pesticides en agriculture et ses conséquences pour la santé publique. Organisation Mondiale de la Santé. Genève.
- **Perry MJ (2008)** Effects of environmental and occupational pesticide exposure on human sperm: a systematic review. *Hum Reprod Update*. 14(3): 233-242.
- **Pierre M. 2000.** Pollution Atmosphérique : Causes, Conséquences et Solutions. Ed. Ellipses, Paris, 213p.
- **Pimentel D. (1995).** Amounts of pesticides reaching target pests: Environmental Impacts and ethics. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*. 8 :17-29.
- **Pourrut, B., Perchet, G., Silvestre, J., Cecchi, M., Guiresse, M. & Pinelli, E. (2008):** Potential role of NADPHoxidase in early steps of lead-induced oxidative burst in *Vicia faba* roots. *Journal of Plant Physiology*, 165, 571-579.
- **Pretty JN. (2005):** The Pesticide Detox: Towards a More Sustainable Agriculture. «Pretty JN. Ed . London (UK, USA).Edition Earthscan; qualité de l'air: concepts, méthodes et applications. Éditions Tec & Doc, Paris, p 117.
- **Ramade, F. (1979).** Ecotoxicologie (2eme édition). Masson, 228p. Reinecke, A.J., Maboeta, M.S., Vermeulen, L.A., Reinecke, S.A., 2002. Assessment of lead nitrate and mancozeb toxicity in earthworms using the avoidance response. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 68, 779e786.
- **ISO/CD, 2003.** Soil Quality e Avoidance test for testing the quality of soils and the toxicity of chemicals e Test with earthworms (*Eisenia fetida*). ISO 17512. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- **Regnault-Roger C, Fabres G, Philogène B (2005).** Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement : pesticides et biopesticides-OGM lutte intégrée et biologique- Agriculture durable. Lavoisier. Paris : Tec et Doc, 1013 p.
- **Rice P, Drewes C, Klubertanz T, Bradbury S, Coats J, (1997).** Acute toxicity and behavioral effects of Chlorpyrifos, permethrin, phenol, strychnine, and 2,4-dinitrophenol to 30- days-old Japanese Medaka (*Oryzias latipes*). *Setac. Journals*, 16,p.696-704.
- **Salameh PR, Waked M, Baldi I, Brochard P, Saleh BA (2006)** Chronic bronchitis and pesticide exposure: a case-control study in Lebanon. *Eur J Epidemiol*. 21(9): 681-688.
- **Schaefer, M., 2004.** Assessing 2,4,6-trinitrotoluene (TNT)-contaminated soil using three different earthworm test methods. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 57, 74e80.

- **Schulz R. (2001).** Rainfall-induced sediment and pesticide input from orchards into the Lourens River, Western Cape, South Africa: importance of a single event. *Water Res.* 35(8) :1869-1876.
- **Schiffers B (2012).**L'emploi des pesticides dans les cultures : entre tracteurs et détracteurs. *Probio* .2:80-93.
- **Sprankle P., Meggitt W.F. & Penner D. 1975.** Adsorption, mobility and microbial degradation of glyphosate in the soil. *Weed Science* 23: 229-234.
- **Sutton, S, 1972.** Woodice, 144pp. London.
- **Squibb. K (2002).** Pesticide. Program in toxicology. NURS 678_Applied Toxicologie. P .48.
- **Steel, C, G, H., 1980,** Mechanismes of coordination between moulting and reproduction Un terrestrial isopode crustacean . *Biol . Bull .* , 159 ., 206 218.
- **Stochlom , S (2003).** Chimie des pesticides, cultures et techniques, 347 p.
- **Swartjes FA (Ed.) (2011)** Dealing with Contaminated Sites, From Theory towards Practical Application. Springer, Dordrecht, 450 pp. <https://doi.org/10.1007/978-90-481-9757-6>
- **Swift, M. I., Heal, O. W., Anderson, J. M., 1997.** Décomposition in Terrestrial Ecosystems : Studies in Ecology . vol .7. Blackwell. Oxford.
- **Taylor AW. Et Spencer WF. (1990):** Volatilization and vapour transport processes. In: « Cheng HH ed ». Pesticides in the soil environment: Processes, impacts and modelling. Soil Science Society of America (USA, Madison). Edition Madison; pp 213-269.
- **Terki S, (2015).** Evaluation de la toxicité des pesticides (Mancozebe et Dursban) sur un crustacé terrestre, *Armadillidium sp* : Bio-indicateur des agro écosystèmes (de la région de Bejaia). Mémoire de Master : Université de Bejaia, p.34-38
- **Teeb (2010)** The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Mainstreaming the Economics of Nature: A synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB. United Nations Environment Programme. Progress Press, Malta, 36 pp.
- **Testud F. Insecticides organophosphorés, carbamates anticholinestérasiques et pyréthrinoïdes de synthèse. In: Testud F, Garnier R, Delemotte B, editors. Toxicologie humaine des produits phytosanitaires. Paris: ESKA; 2001. p. 67-116.**
- **Thiam. A (2007).** Guide des communautés pour protection de la santé et de l'environnement . P :62 Université, Bruxelles, 477p.

- **Tomita M, Heisey R, Witkus R, Vernon GM (1991)** Sequestration of copper and zinc in the hepatopancreas of *Armadillidium vulgare* Latreille following exposure to lead. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 46: 894–900. <https://doi.org/10.1007/BF01689735>
- **Vandel A, (1960)**. Isopodes terrestres (première partie). In : *Faune de France* (Lechevalier P, ed). Paris, 416p
- **Van den Hout, K., Bakker, D., Berdowski, J., van Jaarsveld, J., Reinds, G., Bril, J., Breeuwsma, A., Groenenberg, J., de Vries, W., van Pagee, J. et al. (1999)**: The impact of atmospheric deposition of nonacidifying substances on the quality of European forest soils and the North Sea. *Water Air Soil Pollut.*, 109, 357-396.
- **Vink K, Dewi L, Bedaux J, Tompot A, Hermans M, van Straalen NM (1995)** The importance of the exposure route when testing the toxicity of pesticides to saprotrophic isopods. *Environmental Toxicology and Chemistry* 14: 1225–1232. [https://doi.org/10.1897/1552-8618\(1995\)14\[1225:TIOTER\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1897/1552-8618(1995)14[1225:TIOTER]2.0.CO;2)
- **Walker, C., Hopkin, S., Sibly, R. & Peakall, D. (1996)**. Principles of ecotoxicology. **Taylor & Francis.** **Wang, Z., Shan, X. & Zhang, S. (2001)**: Comparison of speciation and bioavailability of rare earth elements between wet rhizosphere soil and air-dried bulk soil. *Analytica Chimica Acta*, 441, 147-156.
- **Warburg.M.R.,1993**.Evolutionary biology of land iopods.Berlio:springer _verlag.
- **Witzel B (1998)** Uptake, storage and loss of cadmium and lead in the woodlouse *Porcellio scaber* (Crustacea, Isopoda). *Water, Air, and Soil Pollution* 108: 51–68. <https://doi.org/10.1023/A:1005086123969>
- **Wilma A., Koen B., Inge V.H., Marien K., Harold V.V., 1989**.Pesticides:composition, utilisation et risques, CTA, 54 p.
- **Witzel B (1992)** Die Eignung von *Porcellio scaber* ,atr. (Isopoda) zumaktiven Monitoring von Blei- und Cadmiumim missionen in anthropogenbelasteten OG kosystemen. Ph.D. thesis, Free University Berlin
- **Wu, C.F., Luo, Y.M., Zhang, L.M. (2011)** - Variability of copper availability in paddy fields in relation to selected soil properties in southeast China. *Geoderma*, 156: 200-206.
- **Yesguer S, (2015)**. Evaluationde l'écotoxicité de certains pesticides sur les sols par l'utilisation d'un biotest : cas des lombricidés. Thèse de doctorat :Universitéde Bejaia, p.31-40.
- **Zoebelein, G. (1988)** Long-term field studies about pesticide effects on ladybird beetles (Coleoptera: Coccinellidae). *Entomologia Generalis* 13, 175–187

ملخص

تلوث بمبيدات الآفات والمواد المعدنية يؤثر سلبا على صحة النسان والبيئة. الهدف من موضوع هذه الاطروحة هو تقييم سمية الملوثات اثناء التعرض لها مثل قمل الخشب، الذي كثيرا ما يستخدم في الرصد في ضل الازمة الصحية لتي مسة العالم تم توجيهنا نحو ملخص بيبيوغرافي والاعتماد على الاعمال التي تم تنفدها حول تأثير المبيدات الآفات والمواد المعدنية على قمل الخشب، والدراسات القائمة على اختبارات الحيوية للسمية والاختبارات الحادة والمزمنة، اظهرت ان درجة سمية مواد الآفات مصنفة حسب العائلات الكيميائية يبدو ان الفوسفات والكريمات اكثر العائلات سمية، معظمها عبارة عن مبيدات حشرية لها تأثير سام على الاعصاب عن طريق تثبيط انزيم الاستيل كوليستيراز عند موت الحيون مقارنة بي بمبيدات الفطريات والاعشاب اقل سمية. درجة سمية المواد المعدنية تكمن في التراكيز المرتفعة حيث تبين ان الكادميوم أكثر سمية من النحاس يسبب موت الحيوان في تراكيز المرتفع.

هناك اثار اخرى للملوثات مبيدات الآفات والمواد المعدنية تؤثر على التكاثر والوزن وسلوك قمل الخشب.

كلمات مفتاحية: قمل الخشب، المؤشرات الحيوية، المبيدات الحشرية، مواد معدنية السمية، الرصد الحيوي.

Résumé

La pollution par les pesticides et trace métallique sont néfastes pour la santé humaine et l'environnement. L'objectif de la thèse est d'évaluer la toxicité des polluants par les pesticides et trace métallique en en faisant appel un Bio indicateur, tel que les isopodes terrestres fréquemment en utilisés Bio surveillance. notre démarche globale s'est orientés vers une synthèse biographique des travaux réalisés sur l'effet des pesticides et des traces métalliques sur les Isopodes terrestres et des études basées sur des bio essaies de toxicité et des tests aigus et chroniques qui ont montré que le degré de toxicité des pesticides est classé selon les familles chimiques. Les organophosphorés et les carbamates sont les familles les plus toxiques, dont la plupart sont des insecticides qui ont un effet toxique sur les neurones en inhibant l'enzyme acétylcholinestérase. D'autres pesticides tels que les fongicides et herbicides sont moins toxiques pas rapport aux insecticides. Le degré de toxicité des substances minérales réside dans les concentrations élevées, car il a été constaté que le cadmium est plus toxique que le cuivre, entraînant la mort des animaux à des concentrations élevées.

Il existe d'autres effets des traces métalliques et des pesticides et des substances minérales qui affectent la reproduction, le poids et le comportement des poux des bois.

Mots clé : isopodes terrestres, bio-indicateur, pesticides, traces métallique, toxicité, bio-surveillance.

Abstract

Pollution by pesticides and metal traces are harmful to human health and the environment. The objective of the thesis is to assess the toxicity of pollutants by pesticides and metal traces using a Bio indicator, such as terrestrial isopods frequently used in Bio monitoring.our global approach was oriented towards a biographical synthesis of the work carried out on the effect of pesticides and metallic traces on terrestrial isopods and of studies based on bioassays toxicity and acute and chronic tests which have shown that the degree of toxicity of pesticides is classified according to chemical families. Organophosphates and carbamates are the most toxic families, most of which are insecticides that have a toxic effect on neurons by inhibiting the enzyme acetylcholinesterase. Other pesticides such as fungicides and herbicides are less toxic compared to insecticides. The degree of toxicity of mineral substances lies in high concentrations, as cadmium has been found to be more toxic than copper, leading to death of animals at high concentrations.

Other effects of metallic traces and pesticides and mineral substances affect the reproduction, weight and behavior of wood lice.

Keywords: terrestrial isopods, bio-indicator, pesticides, metallic traces, toxicity, bio monitoring.