

*République Algérienne Démocratique et Populaire*  
*Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique*  
**Université A. MIRA - Bejaia**

**Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie**  
**Département des Sciences Biologiques de l'Environnement**  
**Filière : Biologie et Physiologie Animale Comparée**  
**Option : Reproduction et Biotechnologies Animales**



**Réf :.....**

**Mémoire de Fin de Cycle**  
**En vue de l'obtention du diplôme**

**MASTER**

***Thème***

**Evaluation de la toxicité des pesticides  
(Mancozebe et Dursban) sur un crustacé terrestre,  
*Armadillidium sp* : Bio-indicateur des  
agro-écosystèmes (Région de Bejaia).**

Présenté par :

**TERKI Sarah**

**Soutenu le : 10 Juin 2015**

Devant le jury composé de :

Mme. NATOURI N.

MAA

Président

Mme. MOUHOU-B-SAYAH C.

MCA

Encadreur

Mme. KEBBI M.

MAA

Examineur

**Année universitaire : 2014 / 2015**

## Remerciements

Je commencerai d'abord par remercier ma promotrice Madame MOUHOU B SAYAH C. je la remercie pour son aide, pour la qualité de ses conseils, pour avoir toujours été là pour m'encourager, pour me soutenir.

A Mme. NATOURI N., qui nous a fait l'honneur de présider le jury de ce mémoire, en témoignage de notre profond respect.

Je tiens à remercier aussi Mme KEBBI M. pour avoir accepté de faire partie du jury et de juger ainsi mon travail.

Je remercie également :

L'ensemble des agriculteurs du domaine Maouchi pour m'avoir autorisée à faire une partie de la pratique de mon travail dans leur culture, entre autre le prélèvement de cloportes.

Mme. KADJI et Melle. BOUREBABA pour m'avoir énormément aidé dans l'étude statistique de ce mémoire.

M. MOULAI responsable du laboratoire L.Z.A (Laboratoire de Zoologie et d'Anatomie) ainsi que les techniciens de ce dernier , pour mettre à ma disposition tout le matériel nécessaire pour la réalisation de mon travail.

M. Debbache pour l'effort considérable pour me ramener les boites nécessaire à ma pratique.

Ainsi pour tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail, trouveront ici mes vifs remerciements.

## Liste des tableaux :

<b>Tableau 1 :</b> Effets neurologiques dûs à des expositions chroniques des pesticides (Mambie, 2011).....	7
<b>Tableau 2 :</b> Perturbations endocriniennes dûes à des expositions chroniques des pesticides (Mambie, 2011).....	8
<b>Tableau 3 :</b> Effets des cancérogènes et exposition chronique aux pesticides (Mambie, 2011).....	9
<b>Tableau 4 :</b> Exemples d'effets toxique non létaux des pesticides ( Madhun et Freed, 1990)..	10
<b>Tableau 5 :</b> Pourcentage de survivants chez les Cloportes durant le test de toxicité aigüe pour les concentrations en Moncozebe.....	34
<b>Tableau 6 :</b> Pourcentage de survivants chez les Cloportes durant le test de toxicité aigüe pour les concentrations en Dursban.....	36

## Liste des figures

<b>Figure 1</b> : Les différents niveaux taxonomiques au sein des Oniscidea ( Michel-Salzat, 2000).....	13
<b>Figure 2</b> : Schéma sur la morphologie générale des Cloportes, face dorsale (Gross, 2005)...	15
<b>Figure 3</b> : Morphologie externe d' <i>Armadillidium</i> sp (Terki, 2015).....	16
<b>Figure 4</b> : Micrographie du pléon (face ventrale) chez un mâle (a) et chez une femelle (b) d' <i>Armadillidium vulgare</i> (x22). AG : apophyse génitale, En: endopodite, Ex: exopodite, U : uropode, ■ : soies sur un péréiopode mâle, ◀ : soies sur un péréiopode femelle (Rigaud, 1997).....	18
<b>Figure 5</b> : Tractus génital femelle ( chez <i>Armadillo officinalis</i> , x15). a : spermathèque ou réceptacle séminal. b : renflement ou ampoule séminale. c : portion rectiligne de l'oviducte (Warburg, 1993).....	18
<b>Figure 6</b> : Diagramme explicatif des principaux événements physiologiques chez les femelles d'Oniscidea : inter-dépendance des cycles de mue et des cycles de reproduction (illustration pour le modèle <i>Armadillidium vulgare</i> ). IN : intermue normal, IPP : intermue préparturriel, IP : inter-mue parturriel, MN : mue normale, MP : mue parturielle, PM : ponte marsupiale, MB : mise-bas. (Caubet ,1998).....	20
<b>Figure 7</b> : Évolution de la taille des ovocytes en rapport avec la synthèse de vitellogénine (VGT) au cours d'une intermue préparturrielle, illustration pour le modèle <i>Armadillidium vulgare</i> (Caubet, 1998).....	21
<b>Figure 8</b> : Carte de la wilaya de Bejaia illustrant les principaux produits agricoles à Bejaia ainsi que leurs localisations avec la position géographique des stations d'études(Malek et Mehenni, 2012 et modifiée par Original, 2015).....	25
<b>Figure 9</b> : Points d'échantillonnages dans le domaine Maouchi, a : champ de carde, b : champ de blé, Amizour (Original, 2015).....	25
<b>Figure 10</b> : Dessin de la morphologie externe d'un Cloporte de la famille Armadillidiidae, face dorsale (Hopkin, 1991).....	27
<b>Figure 11</b> : Dessin de la morphologie externe des Cloportes, face dorsale, (a) : Oniscus, (b) : Pdilatatus, (c) : Philoscia, (d) : Porcellio, (e) : Trichoniscus, (f) : Ligia (Hopkin, 1991).....	28
<b>Figure 12</b> : Nomenclature du chlorpyrifos, Dursban. (Anonyme, 2004).....	29
<b>Figure 13</b> : Schéma récapitulatif des étapes d'échantillonnage et de préparation du model biologique (Terki, 2015).....	30
<b>Figure 14</b> : Schéma récapitulatif des étapes de préparation des boites et dilutions de pesticides (Terki, 2015).....	32

<b>Figure 15 :</b> Les quarante boites contaminées du test de toxicité aigüe : (a) Mancozebe, (b) Dursban (Terki, 2015).....	33
<b>Figure 16 :</b> Interaction du nombre de survivants des Cloportes au cours d'un mois (du 30/04/2015 au 28/05/2015) en fonction des concentrations du Mancozebe.....	34
<b>Figure 17:</b> 13: Interaction du nombre de survivants des Cloportes au cours de 4 semaines (du 30/04/2015 au 28/05/2015) en fonction des concentrations du Dursban.....	37
<b>Figure 18 :</b> Expression du pourcentage de survie des Cloportes en fonctions des concentrations en Dursban, durant la 2 <sup>ème</sup> semaine.....	38

## Glossaire :

PVD : Pays en voie de Développement.

POP : Polluant Organique Persistant.

Av.J.C. : Avant Jésus Christ.

DBCP : 1,2-dibromo-3-chloropropane (vendu sous la marque Nemagon) est un dibromochloropropane pesticide développé dans les années 1950 par Dow Chemical et Shell Oil.

SNC : Système Nerveux Central.

TCDD : 2,3,7,8-tétrachlorodibenzo-*p*-dioxine, un type de dioxine appelée aussi « dioxine de Seveso ».

DDE : dichlorodiphényldichloroéthylène est un composé chimique formé lors de la perte d'un chlorure d'hydrogène par le DDT, duquel il est l'un des produits de décomposition des plus communs.

DDT : dichlorodiphényltrichloroéthane, est un produit chimique (organochloré) synthétisé en 1874 mais dont les propriétés insecticides et acaricides n'ont été découvertes qu'à la fin des années 1930.

Zn : Zinc

Cu : Cuivre

Pb : Plomb

Cd : Cadmium

IN : Intermue Normale

MN : Mue Normale

IPP : Intermue Préparturielle

MP : Mue Parturielle

DL<sub>50</sub> : Dose Létale médiane (ou CL<sub>50</sub>, concentration létale médiane), Cet indicateur mesure la dose de substance causant la mort de 50 % d'une population animale donnée (souvent des souris ou des rats) dans des conditions d'expérimentation précises.

ANOVA : **A**nalysis **O**f **V**ariance, est un test statistique permettant de vérifier que plusieurs échantillons sont issus d'une même population. Ce test s'applique lorsque l'on mesure une ou plusieurs variables explicatives catégorielles (appelées alors facteurs de variabilité, leurs différentes modalités étant parfois appelées « niveaux ») qui ont de l'influence sur la distribution d'une variable continue à expliquer. On parle d'analyse à un facteur, lorsque

l'analyse porte sur un modèle décrit par un facteur de variabilité, d'analyse à deux facteurs ou d'analyse multifactorielle.

LSD : Least Significant Difference ou Différence Significative Minimale. Ce test post-hoc (ou test de comparaisons multiples) peut être utilisé pour déterminer les différences significatives entre les moyennes des groupes dans une analyse de variance.

IC50 : Concentration Inhibitrice Médiane, est une mesure de l'efficacité d'un composé donné pour inhiber une fonction biologique ou biochimique spécifique. Souvent, le composé en question est un éventuel médicament.

# Sommaire

Remerciment

Listes des tableaux

Listes des figures

Glossaire

**Introduction** .....1

**Chapitre I : Données bibliographiques**.....3

I La pollution liée aux pesticides .....3

1- Définition .....3

2- Historique .....3

3- Classification .....3

4- Impact des pesticides sur l'environnement et sources de contamination .....4

5- Risques éco-toxicologiques.....5

5.1 -Effets sur la santé publique .....6

5.2- Effets sur la densité animale .....10

6- Voix d'exposition aux pesticides .....11

II- Bio-surveillance des écosystèmes .....11

1- Définition .....11

2- Types de biosurveillance .....11

3- Quelques exemples d'utilisation de bio-indicateurs .....12

III-données biologiques et écologiques des isopodes .....12

1-Systématique .....12

2-Paléobiogéographie .....13

3- Caractéristiques anatomiques des isopodes .....14



4- Reproduction et mue .....	16
4.1- Les organes génitaux .....	16
4.1.1- Chez le mâle .....	17
4.1.2- Chez la femelle .....	17
4.2- Cycle de mue de et reproduction.....	18
4.2.1- Cycle de mue .....	18
4.2.2-Cycle de reproduction .....	20
4.2.2.1- Temporalité de l'accouplement .....	22
4.2.2.2-Modification de la reproduction par les bactéries Wolbachia .....	22
<b>Chapitre II : Matériel et méthodes .....</b>	<b>24</b>
1-Présentation des étapes expérimentales .....	24
2- Présentation des stations d'échantillonnage .....	24
3- Méthode d'échantillonnage des cloportes .....	26
4- Identification des cloportes .....	26
5- Essai de toxicité des pesticides .....	29
5.1- Définition du test de toxicité aigüe .....	29
5.2- Choix des pesticides .....	29
5.3- Préparation du model biologique .....	30
5.4- Préparation des concentrations des pesticides et contamination des milieux d'essai.....	31
6- Méthodes d'exploitation des résultats .....	33
<b>Chapitre III : Résultats et discussion .....</b>	<b>34</b>
I- Résultats .....	34
1- Effet des pesticides sur la mortalité des cloportes.....	34
2- Effet du Moncozebe .....	34

2.1- Présentation des pourcentages de survie chez les cloportes .....	34
2.2 - Application de L'ANOVA (Analyse de la variance à un seul critère de classification) et du test LSD (Test qui suit l'analyse de la variance de L'ANOVA) .....	35
3- Effet du Dursban .....	36
3.1- Présentation des pourcentages de survie chez les cloportes .....	36
3.2 - Application de L'ANOVA (Analyse de la variance à un seul critère de classification) et du test LSD (Test qui suit l'analyse de la variance de l'ANOVA) .....	37
3.3- Présentation de l'effet du Dursban par graphe sigmoïdal .....	38
II- Discussion .....	39
<b>Conclusion et perspectives</b> .....	40
I- Conclusion.....	40
II- Perspectives.....	41
<b>Références bibliographiques</b>	



# **Introduction**

De nos jours, la pollution affecte les êtres-vivants ainsi que leurs écosystèmes de manières différentes engendrant des conséquences désastreuses sur l'environnement. Multiples sont les facteurs de pollution et nombreux sont les victimes de ce fléau. Parmi ces facteurs ; les pesticides représentent un danger certain. L'homme a de tout temps fait appel à ces derniers dans le souci de limiter les espèces ravageurs dans le but d'améliorer la production agricole en raison des besoins alimentaires qui ne cessent de s'accroître avec la poussée démographique.

Plusieurs recherches et analyses physico-chimiques ont été mises au point pour évaluer la qualité des sols afin de mieux cerner les causes et facteurs qui engendrent cette pollution. Jusqu'à présent, les recherches se sont focalisées sur la détection et la persistance de ces produits nocifs dans le sol. Cependant ces études quoiqu'essentielles, demeurent limitées du fait qu'elles ne nous informent pas sur le degré et l'étendue de cette nocivité. C'est pour cette raison que les recherches se sont orientées vers le suivi de certaines espèces bio indicatrices pouvant nous renseigner sur l'ampleur de cette pollution sur le milieu naturel. Ainsi, grâce à la biosurveillance qui consiste à l'utilisation d'un indicateur biologique, qui, selon plusieurs définitions (Blandin, 1986 ; Echaubard, 1995 ; Garrec et Van Haluwyn, 2002), est désigné comme un organisme (une partie d'un organisme ou communauté d'organismes) qui renseigne sur la qualité de l'environnement (ou un compartiment de l'environnement). Ce manque de données a pu être compensé.

Parmi ces bio-indicateurs, les invertébrés présentent des avantages considérables dans l'évaluation de la qualité des sols. Ils contribuent dans la décomposition des matières organiques, à la régulation de l'activité microbienne, aux cycles des nutriments et à la structuration du sol ainsi que son activité (Cortet et *al.*, 1999). En effet, la qualité du sol dépend, notamment, du fonctionnement optimal de ces organismes (Kammenga et *al.*, 2000). Ces organismes, pour la plupart saprophytes, sont en contact direct avec les différents horizons du sol où ils trouvent leurs ressources alimentaires et sont fréquemment exposés à la contamination (Kammenga et *al.*, 2000).

Dans l'évaluation de la qualité des sols certaines espèces sont utilisées dans des tests d'écotoxicité pour estimer les effets des substances polluantes par l'étude de la survie, la croissance, la reproduction et autres paramètres de contrôle. Une espèce est choisie comme outil écotoxicologique selon certains critères de sélection, entre autres, leur rôle dans l'écosystème, leur abondance, leur distribution géographique, leur taille, leur cycle de vie, leur facilité à l'identification et échantillonnage ainsi que l'existence de réponses mesurables et leur répétabilité (Godet, 2010).

De plus, les connaissances sur la biologie de l'espèce doivent être largement documentées (Hopkin, 1993 ; Kammenga et *al.*, 2000).

Ces tests éco toxicologiques menés au laboratoire ne sont pas une référence absolue pour l'évaluation de la qualité des sols, même s'ils en résultent des données pertinentes, ces dernières ne s'appliquent pas directement sur le terrain. Cela s'explique par la complexité des interactions entre les systèmes biologiques, la pollution multi-élémentaire, la spéciation et le comportement des polluants dans les sols. Néanmoins, cette approche scientifique s'avère essentielle à l'estimation des doses létales et à la compréhension des mécanismes de toxicité

et des effets induits par les polluants sur les organismes, même si ce n'est pas avec une grande exactitude par rapport aux effets réels *in situ*.

L'outil bio-indicateur choisi pour notre étude initiée pour la première fois est le cloporte *Armadillidium sp*, isopode terrestre. Notre étude consiste à l'élaboration d'un test de toxicité aiguë où sera exposé notre modèle biologique à des pesticides selon différentes concentrations et cela durant 28 jours. Ces pesticides sont le Dursban et le Mancozebe produits fréquemment utilisés dans la vallée de la Soummam.

Le présent mémoire est structuré en quatre chapitres.

Le premier présente la pollution liée aux pesticides, relatant le danger de cette pollution et les effets néfastes des pesticides dans l'environnement. Ce chapitre contient aussi une partie sur la biosurveillance des écosystèmes, avec quelques exemples de bio-indicateurs. Pour finir, une partie bibliographique sur les cloportes qui sont nos bio-indicateurs choisis pour notre test de toxicité aiguë.

Le deuxième chapitre présente les mises au point méthodologiques qui ont été nécessaires à la réalisation de notre travail.

Le troisième chapitre est consacré aux résultats et discussion. La première partie présente les résultats obtenus du test de toxicité aiguë des pesticides sur les cloportes. La deuxième partie contient une discussion sur ces résultats du test de toxicité.

# **Chapitre I : Données bibliographiques**

### I La pollution liée aux pesticides

#### 1- Définition

Le mot « pesticide » se compose du suffixe commun -cide, du latin caedo, caedere, qui signifie tuer, et du mot -pestis, qui désigne une espèce nuisible, un fléau. Les pesticides sont des composés chimiques dotés de propriétés toxicologiques, utilisés par les agriculteurs pour lutter contre les animaux (insectes, rongeurs) ou les plantes (champignons, mauvaises herbes) jugés nuisibles aux plantations. Les pesticides ne sont pas seulement utilisés dans l'agriculture mais aussi dans le jardin du particulier, dans les parcs ouverts au public, pour l'entretien de la voirie, des voies ferrées, des aéroports, des aires de loisirs (golfs, hippodromes, etc.). (Magdelaine, 2013)

#### 2- Historique

Les premiers temps de l'agriculture l'homme se contentait de se débarrasser de tout ce qui est nuisible non par des moyens chimiques mais plutôt physiques : ramassage des larves, des œufs, des insectes adultes, destruction des plantes malades par le feu, désherbage manuel puis mécanique. Malgré cela l'utilisation de produits chimiques reste ancienne selon Homère (1000 ans av.J.C.) indiquant l'utilisation du soufre et Pline l'Ancien (50 ans av.J.C.) signalant celui de l'arsenic (Calvet et *al.*, 2005).

L'utilisation de l'arsenic date depuis la fin du XVIIème siècle ainsi que la nicotine dont les propriétés toxiques ont été découvertes par Jean de La Quintinie (1626-1688) qui en a recommandé l'usage. Néanmoins, c'est durant le XIXème et XXème siècles que les propriétés biocides de plusieurs produits chimiques ont été mises en évidence résultant d'importants développements et élaborations de techniques de protection des plantes. Cela est dû à bon nombre de facteurs comme l'apparition de graves épidémies, tel que : phylloxéra, mildiou de la pomme de terre, doryphore. Autre facteur qui a induit le développement de cette technologie de protection: l'augmentation démographique croissante chez l'homme (Calvet et *al.*, 2005) .

#### 3- Classification

La classification des pesticides peut se faire de manière différente selon le critère de classification : classification chimique (pesticides inorganiques, organométalliques, organiques), classification selon l'usage ( la destination du traitement : les cultures, bâtiments d'élevage, zones non agricoles...etc) et classification biologique. Nous allons nous étaler sur la classification biologique, puisque elle regroupe les pesticides selon l'activité biologique (fongicides, insecticides, herbicides) et selon les caractéristiques chimiques. Même s'il n'est pas évident de joindre c'est deux paramètres pour cette classification, cette dernière peut donner quand même des remarques intéressantes pour une grande partie de ces pesticides comme suit (Calvet et *al.*, 2005) :

- Les acides, les chloracétanilides, les nitrites, les urées substituées, les uraciles et les ammoniums quaternaires sont des herbicides.



## Chapitre I : Données bibliographiques

- Les dérivées organophosphorés sont, pour la plupart, des insecticides mais certains sont des fongicides.
- Les pyréthrinoides sont des insecticides ou acaricides.
- Les familles comme les 3,5,1-triazines et les thiocarbomates comprennent surtout des herbicides mais aussi quelques fongicides.
- Les carbamates constituent une famille polyvalente puisque on y trouve aussi bien des herbicides que des fongicides ou des insecticides.
- Les azotes sont des fongicides.

### 4- Impact des pesticides sur l'environnement et sources de contamination

Malheureusement, tous les pesticides épandus ne remplissent pas leur emploi. Une grande partie d'entre eux est dispersée dans l'atmosphère, soit lors de leur application, soit par évaporation ou par envol à partir des plantes ou des sols sur lesquels ils ont été répandus. Disséminés par le vent et parfois loin de leur lieu d'épandage, ils retombent avec les pluies directement sur les plans d'eau et sur les sols d'où ils sont ensuite drainés jusque dans les milieux aquatiques par les eaux de pluie (ruissellement et infiltration). Selon Armand (2002), Les pesticides sont ainsi aujourd'hui à l'origine d'une pollution diffuse qui contamine toutes les eaux continentales : cours d'eau, eaux souterraines et zones littorales.

D'après Calvet et *al.* (2005) les programmes de surveillance pour l'air et surtout pour les eaux font état de pollutions par de nombreux pesticides et parfois à des concentrations élevées.

Mais la source la plus importante de contamination par des pesticides, d'après Armand (2002), demeure la négligence : stockage dans de mauvaises conditions, techniques d'application défectueuses, rejet sans précaution de résidus ou d'excédents, ou encore pollutions accidentelles comme, par exemple, lors du rejet accidentel de 1 250 tonnes pesticides dans le Rhin, en novembre 1986.

Armand (2002) ajoute aussi qu'estimer les effets sur les écosystèmes d'une pollution liée aux pesticides s'avère difficile, car il existe un millier de familles de pesticides, soit des dizaines de milliers de pesticides. Ils sont en outre utilisés à faibles doses et leurs comportements sont très divers. Leur impact dépend à la fois de leur mode d'action (certains sont beaucoup plus toxiques que d'autres), de leur persistance dans le temps (certains se dégradent beaucoup plus rapidement que d'autres) et de leurs sous-produits de dégradation lesquels sont parfois plus toxiques et se dégradent moins vite que le composé initial. Leurs effets sur le vivant sont, eux aussi, encore pas très connus.

Selon Magdelaine (2013), la rémanence des pesticides dans l'environnement peut varier de quelques heures ou jours à plusieurs années. Ils sont transformés ou dégradés en nombreux métabolites. Certains, comme les organochlorés persistent pendant des années dans l'environnement et se retrouvent dans la chaîne alimentaire.

Ainsi, tous les pesticides organochlorés de première génération sont des POP (Polluants Organiques Persistants) dont les principales caractéristiques sont les suivantes :

## **Chapitre I : Données bibliographiques**

- Ils perdurent dans l'environnement.
- Ils s'accumulent dans les graisses et via la chaîne alimentaire notamment chez les super-prédateurs comme l'Homme.
- Ils sont dispersés dans l'environnement via les courants atmosphériques et marins.
- Ils sont dangereux pour la santé.

Depuis 40 ans, les pesticides touchent tous les pays et les capacités de production des pays en voie de développement sont en pleine expansion.

Ainsi, les pesticides touchent massivement les zones rurales des PVD (Pays en Voie de Développement). Même si les pulvérisations se font petit à petit de plus en plus rares, il demeure des stocks importants de pesticides périmés :

- 100 000 t en Afrique et au Moyen-Orient
- 200 000 t en Asie
- 200 000 t en Europe de l'Est avec la Russie.

L'explication de telles quantités pourrait être, selon certaines recherches, la corruption avec les producteurs occidentaux qui se débarrassent à bas prix de leurs stocks de pesticides interdits vers les PVD (Magdelaine, 2013).

### **5- Risques éco-toxicologiques**

Certains chercheurs estiment que sur les 2,5 millions de tonnes de pesticides répandues chaque année dans le monde, seulement 0,3% atteignent effectivement leur cible. Le reste (99,7%) touche toutes les autres espèces vivantes avec des conséquences multiples citant (Magdelaine, 2013) :

- Affaiblissement des défenses immunitaires.
- Baisse de la fertilité.
- Modification des comportements.
- Malformations.
- Raréfaction des sources de nourriture, souillées par empoisonnement direct.

### 5.1 -Effets sur la santé publique

Bien que ces POP ne soient plus utilisés dans les pays industrialisés depuis plus de 20 ans, ils perdurent encore dans les écosystèmes et donc dans les aliments (Magdelaine, 2013).

De plus, Magdelaine (2013) rajoute que les organochlorés interdits ont été remplacés par de nombreuses autres familles chimiques dont les organophosphorés moins persistant dans l'environnement mais plus toxiques.

L'homme subit plusieurs effets néfastes par les pesticides. Les études épidémiologiques ne sont pas très fréquentes mais elles révèlent des constatations préoccupantes concernant la reproduction et les maladies neurologiques. Les propriétés oestrogéniques et neurologiques de certains pesticides en seraient à l'origine (Hiroyuki et *al.*, 2004). Dans le tableau qui suit on trouve quelques effets neurologiques dû à des expositions chroniques des pesticides.

## Chapitre I : Données bibliographiques

Tableau 1 : Effets neurologiques dû à des expositions chroniques des pesticides(Mambie, 2011).

Effets neurologiques et exposition chronique aux pesticides		
Nom de l'étude ou du premier auteur	Résultats	Pesticide (si défini)
TERRE, 1999	Parkinson, OR=2.2 [1.1 ;4.3]	
PHYTONER, 1997	Troubles cognitifs OR de 1,35 à 5,6	
Baldi, 2001	Troubles neurocomportementaux	
Fontana, 1998	Lymphome non Hodgkinien	ac. chlorophénoxyacétique
Keefles, 1997	Cancer du sein	triazine
Grimalt, 1994	Cancer de la thyroïde	hexachlorobenzène
Amr, 1997	Excès de trouble psychologiques, particulièrement dépression	
Picket, 1998	Excès de suicide	
Parron, 1996	Excès de suicide	

## Chapitre I : Données bibliographiques

Les pesticides perturbent le système nerveux mais aussi le système endocrinien. Le tableau ci-dessous illustre quelques exemples de perturbations endocriniennes causées par les pesticides :

Tableau 2 : Perturbations endocriniennes dues à des expositions chroniques des pesticides (Mambie, 2011).

<b>Perturbation endocrinienne et exposition chronique aux pesticides</b>		
Nom de l'étude ou du premier auteur	Résultats	Pesticide (si défini)
Slutsky, 1999	infertilité masculine	DBCP
Cohn, 1978	infertilité masculine	chlordécone
Wyrobek, 1981	infertilité masculine	carbaryl
Schrader, 1988	infertilité masculine	dibromoethylene
Lerda, 1991	infertilité masculine	2,4-D
Bigelow, 1998	infertilité masculine	
Oliva, 2001	infertilité masculine	
Cock, 1995	infertilité masculine	
Arbuckle, 1998	Mortalité intra-utérine	
Garcia-Rodriguez, 1996	Cryptorchidie suite à l'exposition maternelle	
Weidner, 1998	Cryptorchidie suite à l'exposition maternelle	
Greenlee, 2003	Risque d'infertilité x27	Herbicides
Sharp, 1995	Excès de néphroblastome par exposition des parents	
Meinert, 1996	Excès de leucémie par exposition des parents	
Daniels, 1997	Méta-analyse : Excès de cancer de l'enfant par exposition des parents	
Fear, 1997	Excès de cancer du rein par exposition du père	
Kristenberg, 1997	Pas d'effet sur la mortalité périnatale	
Willis, 1993	Action protectrice de l'exposition sur l'hypotrophie de l'enfant	
Savitz, 1997	Pas d'association avec avortement, prématurité, hypotrophie	
Lindbohm, 1994	Méta-analyse : pas de lien avec avortement spontané	Agent orange TCDD
Garcia, 1997	Méta-analyse : relation avec malformation VAS, SNC, osseuse et musculaire	
Nurminen, 1994	Excès de malformation orofaciale mais pas avec malformation du SNC ou osseuse	
Schmitzer, 1995	Association avec syndrome de Pierre Robin, mais pas avec malformation du SNC	
Schmith, 1997	Excès de risque d'infertilité féminine et de troubles de l'ovulation	
Thonneau, 1999	Pas de corrélation avec fertilité	

## Chapitre I : Données bibliographiques

Des effets cancérogènes sont aussi causés par certains pesticides. Dans le tableau suivant plusieurs exemples sont donnés :

Tableau 3 : Effets des cancérogènes et exposition chronique aux pesticides (Mambie, 2011).

<b>Effets cancérogènes et exposition chronique aux pesticides</b>		
Nom de l'étude ou du premier auteur	Résultats	Pesticide (si défini)
EPI, 1995	Sur-risque de Cancer de la prostate	
AGRICAN, 2005	Sous-risque global de Cancer mais sur-risque de certains cancers... Etude toujours en cours	
CEREPHY, 1999	Sur-risque de tumeur cérébrales (OR=2.6) ; de Gliomes (OR=3.2)	
Osburn, 2000	Méta-analyse : Excès de lymphome	
Acquavella, 1998	Méta-analyse : Excès de cancer des lèvres	
Hoar, 1992	Méta-analyse : Excès de lymphomes malin non Hodgkzien	Herbicides
Viel, 1991	Excès de leucémie	Herbicides, Insecticides
Gordon, 1991	Excès cancer lymphatique chez femme 35-64 ans	
Saracci, 1991	Pas d'excès de LMN ou de sarcome	Chloro-phénoxy/phénol
Morrison, 1992	Méta-analyse : Excès de lymphomes malin non Hodgkzien	Herbicide
Viel, 1993	Excès de lymphomes malin non Hodgkzien	
Siscko, 1994	Pas d'excès de cancer	Herbicides
Hardell, 1995	Excès de sarcomes	Chloro-phénoxy/phénol
Clavel, 1996	Excès de leucémie à Tricholeucocytes	Organophosphorés
Viel, 1998	Excès de tumeurs cérébrales	
Zahn, 1998	Excès de tumeurs cérébrales et de leucémies chez les enfants exposés	
Snedeker, 2001	Excès de cancer du sein	DDE
Dich, 1998	Excès de cancer de la prostate	
Blair, 1985	Excès de cancer de la prostate et de l'estomac	
Sharp, 1995	Excès de cancers du rein	

### 5.2- Effets sur la diversité animale

Tous les organismes vivants sont susceptibles d'être exposés aux pesticides et d'en subir les effets néfastes. Les effets sur les oiseaux, les poissons et les mammifères ont été souvent décrits, parmi les scientifiques qui on en fait leur objet d'étude Madhun et Freed (1990).

Selon Calvet et *al.* (2005), les insectes non visés n'y échappent pas également et le cas le plus médiatisé et celui des abeilles. De plus, plusieurs insecticides nuisent à l'activité d'organismes essentiels pour la fertilité des sols comme les bactéries, champignons, algues et ver de terre.

Certains effets des pesticides sur les espèces non visées peuvent être des effets toxiques létaux comme il a été signalé chez la faune aquatique selon l'étude de Garric (1995). D'autres effets, dit effets toxiques non létaux, sont souvent moins marqués. Mais ils sont fréquemment observés bien qu'ils soient difficiles à mettre en évidence sur le terrain. Ils se traduisent par des altérations biochimiques, physiologiques et histologiques qui atteignent divers fonctions, la fonction de la reproduction, en particulier (Calvet et *al.*, 2005).

Pour autant, certaines espèces deviennent de plus en plus résistantes encourageant l'application de produits plus concentrés, plus toxiques et/ou en plus grande quantité.

Dans le Tableau qui suit certains exemples d'effets toxiques non létaux des pesticides sont donnés.

Tableau 4 : Exemples d'effets toxiques non létaux des pesticides (Madhun et Freed, 1990).

Pesticide	Organisme	Effet	Références citées par les auteurs
Toxaphène	Truite	Réduction de la reproduction	Mayer et <i>al.</i> , 1975
Toxaphène	Poisson chat	Anormalité du squelette	Mayer et <i>al.</i> , 1977
Diazinon	Crevette	Réduction de la croissance	Nimmo et <i>al.</i> , 1981
Parathion	Caille	Production d'œufs réduite	Ratnner et <i>al.</i> , 1982
Diuron	Vairon	Survie réduite du frais	Call et <i>al.</i> , 1987
Chlorpiriphos	Blatte	Développement de résistance	Milio et <i>al.</i> , 1987

Par ailleurs, certaines espèces deviennent de plus en plus résistantes encourageant l'application de produits plus concentrés, plus toxiques et/ou en plus grande quantité. Calvet et

*al.*, (2005) citent que la multiplication des traitements des cultures a provoqué l'apparition de résistances qui entraînent des pertes d'efficacité et de sélectivité des pesticides. Vers le début des années 1990, on dénombrait déjà de nombreuses espèces résistantes à au moins un pesticide : 500 espèces d'arthropodes, 150 espèces de champignons pathogènes, 270 espèces de mauvaises herbes (Gasquez, 1995).

### 6- Voix d'exposition aux pesticides

Rien qu'en milieu professionnel, la voie cutanée représente la principale d'exposition, car cette dernière peut se faire aussi par contacte indirecte de matière ou objet déjà contaminés. L'exposition par voie respiratoire existe lors de circonstances particulières d'application (fumigation, utilisation en milieu fermé). Elle peut se produire à différents moments : préparation, application, nettoyage, ré-entrées (tâches et activités effectuées dans des zones traitées). Mais les plus exposants sont la préparation des bouillies ou mélanges et les tâches de ré-entrées Magdelaine (2013).

En population générale, Magdelaine (2013) ajoute que la voie orale est souvent considérée comme la principale voie d'exposition à travers l'alimentation, entre autre dans le règne animal aussi bien chez les insectes que chez d'autres taxons comme certains mammifères de façon directe ou indirecte par exemple lors d'ingestion d'insectes accumulateurs de ces polluants. Ces voies d'expositions affectent aussi bien la faune que la flore et ce de façon directe ou indirecte.

## II- Bio-surveillance des écosystèmes

### 1- Définition

La biosurveillance se définit 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 une altération de l'environnement et pour en suivre l'évolution.

### 2- Types de biosurveillance

En général, on distingue deux principes de biosurveillance :

**1. La biosurveillance dite sensible**, utilisant des espèces qui répondent au stress provoqué par la pollution. L'évaluation de cette sensibilité définit trois concepts :

- Le bio-marqueur qui se situe au niveau infra-individuel : altérations moléculaires, biochimiques, cellulaires ou physiologiques non visibles dans l'organisme.
- Le bio-indicateur qui est localisé au niveau individuel : altération physiologiques, tissulaires ou morphologiques visibles.
- Le bio-intégrateur qui se situe au niveau de la population et/ou de la communauté : variation de la densité, présence/absence d'espèces.



**2. La biosurveillance par accumulation**, qui utilise des organismes qui ont la capacité de stocker les polluants dans leurs tissus (bioaccumulateurs) suite à des mécanismes de fixation et/ou de transfert. Le bioaccumulateur sert ici de matrice de dosage de différents polluants.

### 3- Quelques exemples d'utilisation de bio-indicateurs

- La biosurveillance de la qualité des eaux côtières du littoral occidental algérien a fait l'objet d'une étude réalisée par Rouane-hacene (2013), ce travail s'est basé sur le suivi des indices biologiques, de la biodisponibilité et de la bioaccumulation des métaux lourds (Zn, Cu, Pb et Cd) chez la moule *Mytilus galloprovincialis* et l'oursin *Paracentrotus lividus* par Rouane-hacene (2013).
- Parmi les mollusques bio-indicateurs, Druart (2011) note les effets des pesticides de la vigne sur le cycle biologique de l'escargot.
- Godet (2010) utilise des isopodes terrestres comme outils écotoxicologiques dans l'évaluation de la qualité des sols afin de Rechercher des paramètres indicateurs de la pollution par des éléments traces métalliques.
- Mangala et al. (2009) étudie la toxicité de Chlorpiryfos, Carbofuran et Mancozebe sur le ver de terre tropical *Perionyx excavatus*.

## III-données biologiques et écologiques des isopodes

### 1-Systématique

La position systématique du groupe telle qu'on peut la trouver selon la dernière édition du Traité de zoologie consacré aux crustacés publié Bowman & Abele (1982), et modifié par Mayrat et St Laurent (1996) est la suivante :

- **Phylum:** Arthropoda (Siebold et Stannius, 1845)
- **Super-classe :** Crustacea (Pennant, 1777)
- **Classe :** Malacostraca (Latreille, 1802)
- **Sous-classe :** Eumalacostraca (Grobber, 1892)
- **Super-ordre :** Peracarida (Calman, 1904)
- **Ordre :** Isopoda (Latreille, 1817)
- **Sous-ordre :** Oniscidea (Latreille, 1829)

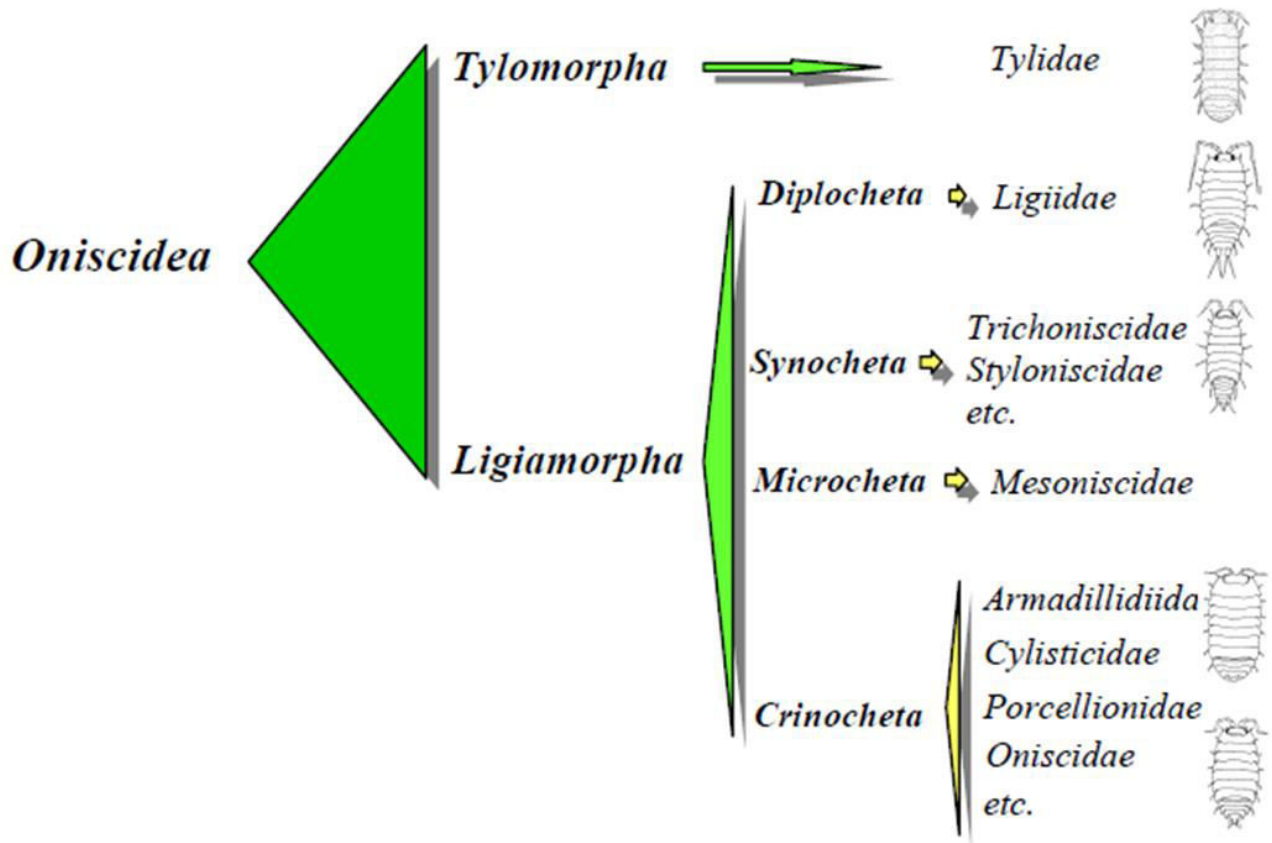


Figure 1 : Les différents niveaux taxonomiques au sein des Oniscidea (D'après Michel-Salzat, 2000).

### 2-Paléobiogéographie

Les isopodes terrestres sont regroupés au sein de l'un des 9 sous-ordres que comprennent les Isopoda ; celui des Oniscidea. C'est le groupe numériquement le plus riche en espèce à l'intérieur des isopodes. La liste de tous les Oniscidea décrits depuis le *Systema naturae* de Linnaeus (1758) est désormais consultable sur le site internet « [www.nmnh.si.edu/iz/isopod/](http://www.nmnh.si.edu/iz/isopod/) » (Kensley et al., 1996). On dénombre actuellement 4099 espèces, répartis en 407 genres et 35 familles. De nouvelles espèces sont encore régulièrement décrites, en particulier dans les zones tropicales (Leistikow et Wägele, 1999), et nul doute que cette liste devrait s'étoffer dans les décennies à venir.

Les plus anciens fossiles connus d'isopodes terrestres (*Armadillidiidae* ?) ont été trouvés dans l'ambre de la Baltique (Koch et Berendt, 1854), et remontent à l'éocène (-50 millions d'années) (Vandel, 1948 ; Briggs et al., 1993). Cependant les isopodes terrestres ont dû apparaître bien plus tôt dans l'échelle des temps géologiques que ne le laissent supposer les archives fossiles. En effet, bon nombre de familles ont une distribution mondiale, ce qui suggère qu'ils devaient être présents avant la dislocation des continents au Mésozoïque (-160 millions d'années). En comparant la répartition actuelle des espèces et les données apportées par l'analyse de la dérive des continents, Vandel (1965) place leur émergence à la fin du Dévonien (-350 millions d'années). On considère que leurs lointains ancêtres se sont peu à peu affranchi du milieu aquatique par le biais des zones littorales et des litières humides à

## Chapitre I : Données bibliographiques

Ptéridophytes (Edney, 1968 ; Pierce, 1989). On peut aujourd'hui observer en bord de mer, des formes dites de transition, mi-aquatiques mi-terrestres, parmi les représentants du genre *Ligia*. La colonisation du milieu terrestre devait exiger certaines prédispositions chez les formes marines ancestrales. Par les différentes inadaptations qu'ont subi les Oniscidea pour se familiariser avec le milieu terrestre, cela leur permis d'être présents sur tous les continents, et il semble que seules les régions polaires n'aient pas été colonisées (Warburg *et al.*, 1984 ; Warburg, 1993).

### 3- Caractéristiques anatomiques des isopodes

L'ensemble de ces caractéristiques anatomiques des isopodes ont finalement permis la colonisation d'habitats terrestres très variés, tels que des zones hypersalées (exemple de *Haloniscus searlei*), les déserts nord africains (exemple de *Hemilepistu sreaumuri*), ou les hautes montagnes himalayennes (exemple de *Protracheonis cusnivalis*). Néanmoins, avec plus de 4000 espèces et des niches écologiques très variées, il n'est pas évident de les classer, c'est pour cela certains scientifiques les ont regroupées selon leur morphologie, comportement et autres paramètres. Parmi ces classifications, il y a celle de Schmalzfuss (1984) qui y distingue 5 grands types morphologiques qu'il relie avec les préférences écologiques et les stratégies antiprédatrices développées par les espèces (*ecomorphologicalstrategies*) :

1. Les **runners** : relativement fins et profilés, avec des appareils locomoteurs bien développés. Leur stratégie est de fuir et de regagner rapidement un abri lorsqu'ils sont dérangés. Ce sont les familles des Ligiidae et Philosciidae, les genres *Triconiscus*, *Protracheoniscus*, *Porcellionides*.
2. Les **clingers** : relativement larges et aplatis. Lorsqu'ils sont dérangés, ils s'immobilisent et font corps avec le substrat d'où ils sont difficiles à déloger. Ce sont typiquement les genres *Trachelipus* et *Nagurus*, ainsi que de nombreux *Porcellio* et certains *Armadillidium*.
3. Les **rollers** : qui se roulent en boule à la moindre menace (phénomène de volvation). Ce faisant, ils protègent efficacement leur face ventrale, et exposent une cuticule épaisse et lisse qui les rend difficile à attraper. Ce sont les familles des Armadillidae, Eubelidae, Armadillidiidae, Sphaeroniscidae, et Tylidae.
4. Les **spinyforms** : présentant de nombreuses épines et protubérances tergales, ce qui les protègent des prédateurs vertébrés (oiseaux, grenouilles, lézards). On rencontre les représentants de ce groupe essentiellement en forêts tropicales. Ce sont certains Eubelidae (*Panningillo*) et des Armadillidae aux noms évocateurs (*Acanthoniscus*, *Echinodillo*, *Tridentodillo*).
5. Les **creepers** : toujours de petite taille (< 5 mm), avec des tergites striés longitudinalement, et des appareils locomoteurs peu développés. Ils vivent toujours sous couvert, à l'abri de crevasses et interstices. Vivant dans des lieux relativement humides, leurs protubérances dorsales leur permettraient de lutter contre les forces adhésives de l'eau. On rencontre des

## Chapitre I : Données bibliographiques

représentants dans diverses familles comme les Oniscidae (*Bathytropa*), Trichoniscidae (*Graeconiscus*), Platyarthridae (*Platyarthrus*), Stenoniscidae (*Stenoniscus*).

Reste environ 10 % d'espèces à morphologie inclassable, les *non-conformists*. Ce sont des animaux à mode de vie très spécialisé comme *Platyarthrus hoffmannseggii* que l'on trouve dans les fourmilières, les *Schoebli* que l'on trouve dans les termitières ou encore les *Leptotrichus* et *Hemilepistus* qui creusent des terriers.

A cette apparente diversité de formes s'oppose une anatomie et une organisation relativement conservée (Roman & Dalens, 1999). Le corps est classiquement divisé en céphalon-péréion-pléon, analogues fonctionnels du tête-thorax-abdomen des insectes :

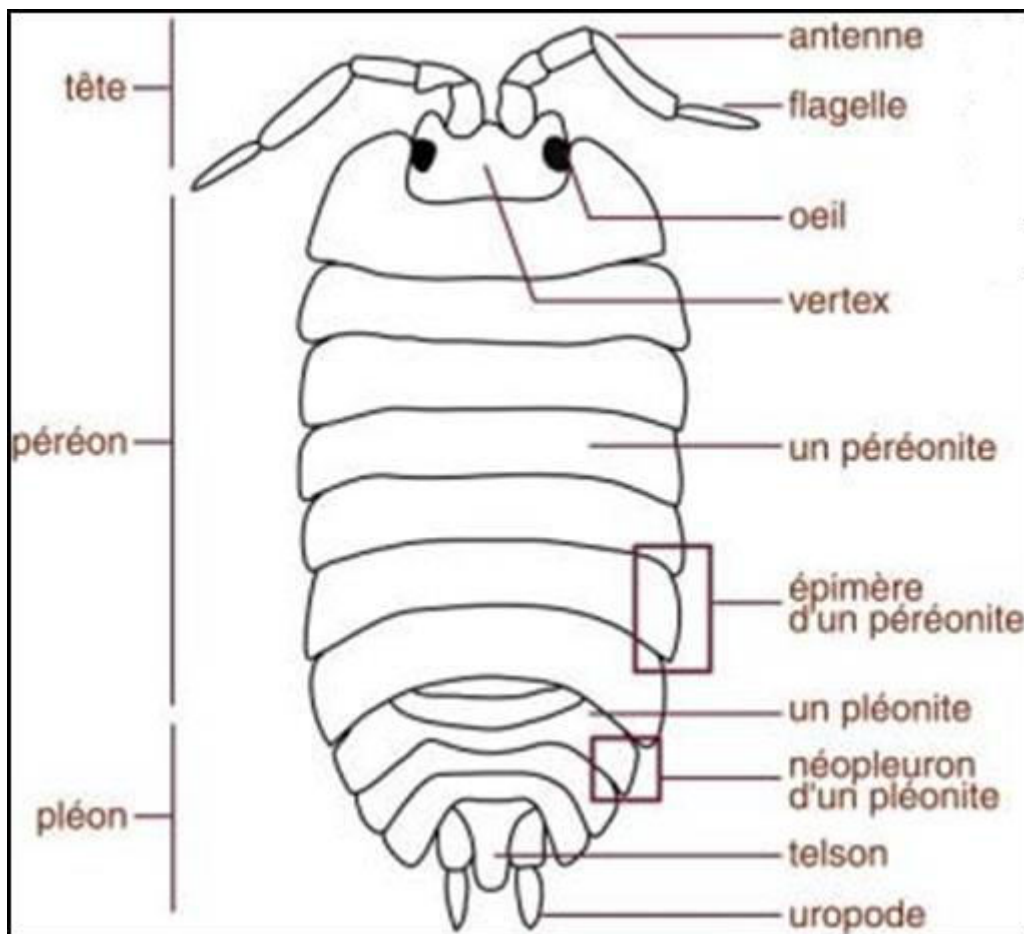


Figure 2 : Morphologie générale des cloportes, face dorsale (Gross, 2005)



Figure 3 : Morphologie externe d'*Armadillidium sp* (Terki, 2015).

- **La tête ou céphalon** porte les organes sensoriels (yeux composés, deux paires d'antennes dont une très réduite et difficilement observable) et les pièces buccales de type broyeur.
- **Le thorax ou péréon** est composé de 7 segments. La partie ventrale de chaque segment porte une paire de pattes marcheuses. Le cloporte possède ainsi 14 pattes, ce critère facilement observable permet de le différencier des insectes.
- **L'abdomen ou telson** porte les organes respiratoires et reproducteurs. Les cloportes respirent par des branchies contenues dans de petites poches remplies d'eau. Ces poches sont limitées par de fine membrane permettant l'échange des gaz respiratoires avec l'atmosphère.

Le cloporte se déplace grâce à sept paires de pattes ambulatoires. La respiration est assurée par des appendices particuliers (les pléopodes), permettant, selon les espèces, une respiration de type branchiale ou pseudo-trachéenne. Certaines espèces sont donc très dépendantes de l'humidité de l'air et sont sensibles à la dessiccation, alors que d'autres ont pu s'adapter à des milieux plus secs.

### 4- Reproduction et mue

Selon certaines études, les phénomènes de mue et de reproduction sont étroitement synchronisés chez la femelle, contrairement chez le mâle. Dans cette partie sera expliqué chacun des phénomènes avec la mise en évidence de leur synchronisation.

#### 4.1- Les organes génitaux

Tout d'abord, il faut connaître de quoi se composent les organes génitaux des cloportes pour s'étaler ensuite sur la reproduction :

## Chapitre I : Données bibliographiques

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

### 4.1.1- Chez les mâles

Chez les mâles, chaque gonade est composée de 3 utricules testiculaires débouchant dans une vésicule séminale, à laquelle fait suite un canal déférent. Les canaux déférents s'ouvrent dans une évagination de la membrane articulaire entre péréion et pléon (apophyse génitale ou *appendix genitalia*). La 2e paire de pléopodes est différenciée en organes copulateurs. Ces pléopodes sont chacun constitués d'un basis sur lequel s'articulent un exopodite foliacé et un endopodite transformé en stylet copulateur (*appendix masculina*). Chez la majorité des Oniscidea, les endopodites de la 1re paire de pléopodes se différencient en gouttière et se captent avec l'apophyse génitale pour permettre l'écoulement du sperme vers les stylets copulateurs (Vandel, 1960).

### 4.1.2- Chez les femelles

Chez les femelles, les ovaires se présentent sous la forme de 2 sacs aplatis dorso-ventralement, et s'étendant du 2e au 7e segment du péréion. Sur chacun des ovaires se branche un oviducte débouchant à l'extérieur par un orifice génital situé à la base du 5e péréiopode. Une analyse détaillée permet de distinguer 3 régions distinctes dans la structure de l'oviducte (Besse, 1976). La région proximale à l'ovaire prend la forme d'un entonnoir, délimité dans sa partie évasée par les premiers cordons ovocytaires. On distingue ensuite un renflement plus ou moins sphérique, puis une portion rectiligne jusqu'à l'orifice génital. On a attribué à l'entonnoir le nom de réceptacle séminal ou spermathèque de par sa fonction de stockage à long terme des spermatozoïdes (De Luca *et al.*, 1987). Le renflement semble lui impliqué dans la réception et le stockage à court terme des spermatozoïdes après insémination ; il est également appelé ampoule séminale.

Tout au long de l'oviducte des massifs de cellules glandulaires ont été observés, et leurs sécrétions pourraient avoir un rôle nourricier pour les spermatozoïdes en stockage (Besse, 1976 ; Longo *et al.*, 1998).

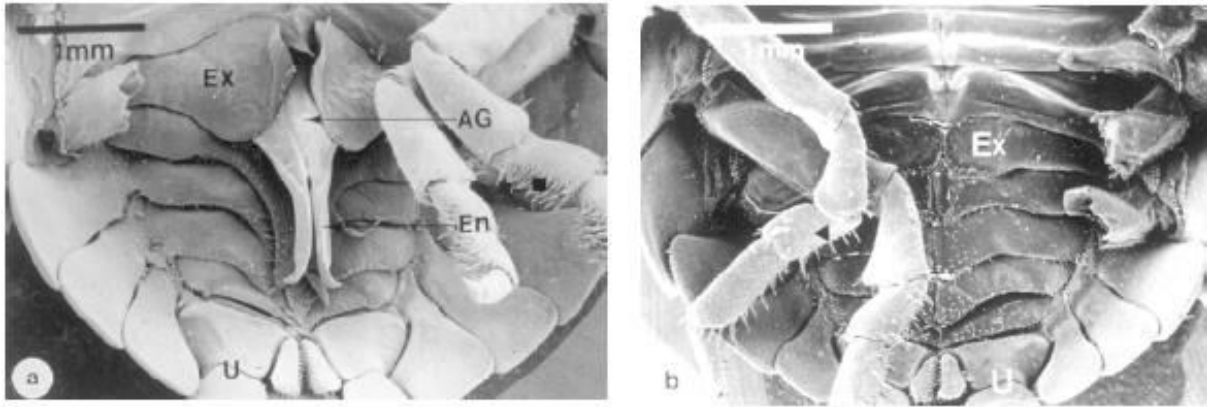


Figure 4 : Micrographie du pléon (face ventrale) chez un mâle (a) et chez une femelle (b) d'*Armadillidium vulgare* (x22). AG : apophyse génitale, En: endopodite, Ex: exopodite, U : uropode, ■ : soies sur un péréiopode mâle, ◄ : soies sur un péréiopode femelle (Rigaud, 1997).

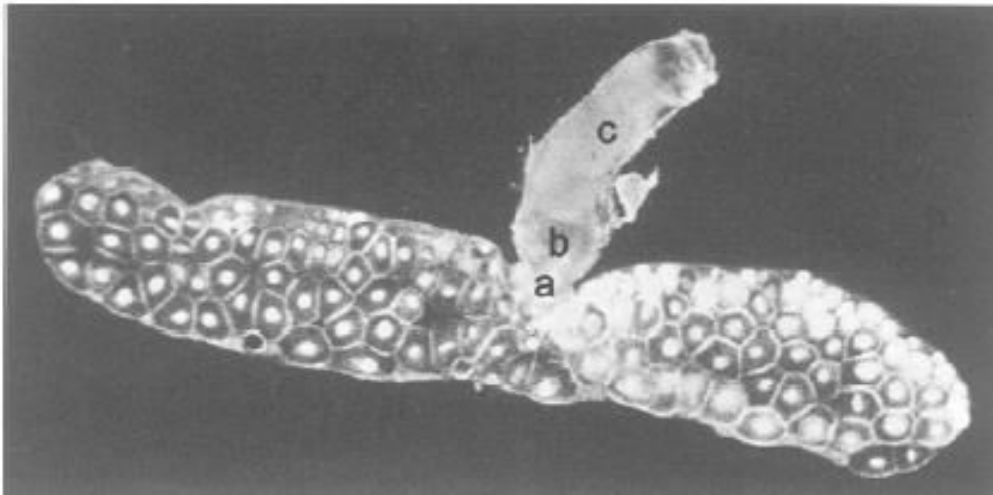


Figure 5 : Tractus génital femelle (ici chez *Armadillo officinalis*, x15). a : spermathèque ou réceptacle séminal. b : renflement ou ampoule séminale. c : portion rectiligne de l'oviducte (Warburg, 1993)

### **4.2- Cycle de mue de et reproduction**

Avant d'entamer le cycle de reproduction, il faut d'abord comprendre certains aspects du cycle de mue, qui seront mentionnés dans le cycle de reproduction.

#### **4.2.1- Cycle de mue**

Les isopodes, en tant qu'Arthropodes, ont un exosquelette rigide. En tant que crustacés (exception faite des crabes majidés, aussi appelés araignées de mer), ils présentent une croissance continue. Pour croître, ils vont devoir périodiquement rejeter leur ancienne cuticule (phénomène de mue ou d'exuviation), se gonfler d'eau, et élaborer un nouvel exo-squelette. Au fur et à mesure que le nouvel exosquelette se consolide, l'eau sera progressivement éliminée et remplacée par de nouveaux tissus en croissance. La période qui s'écoule entre 2

## Chapitre I : Données bibliographiques

exuviations successives est appelée inter-mue. La terminologie de référence pour décrire les différentes étapes d'un cycle de mue dérive de celle de Drach (1939) chez les décapodes, après adaptation au modèle Oniscidea (Steel, 1982). Le cycle de mue est fractionné en 4 grandes périodes, notées A, B, C, D, auxquelles s'ajoute la période E correspondant à l'exuviation proprement dite. A noter que chez les isopodes la mue s'effectue en 2 temps : une exuviation postérieure puis une exuviation antérieure.

- **Période A-B** : c'est la post-mue (ou post-ecdysis) (1 à 2 jours). Cette période débute après l'exuviation antérieure. La cuticule est molle et claire dans sa partie antérieure alors qu'elle commence à se consolider dans sa partie postérieure (animaux bicolores). L'animal ne peut se mouvoir ni se nourrir. C'est une phase critique durant laquelle la mortalité (par prédation, dessiccation, dérangement) peut être importante.

- **Période C** : improprement appelée intermue, on lui préférera le terme di-ecdysis (durée très variable, de l'ordre d'une quinzaine de jours pour un animal adulte). L'exosquelette est dur, il prend la coloration typique de l'espèce. C'est la phase dite de repos tégumentaire, et parallèlement la phase d'activité maximale de l'animal.

- **Période D** : c'est la pré-mue (ou pro-ecdysis) (durée très variable, de l'ordre d'une dizaine de jours pour un animal adulte). C'est une période de préparation à l'exuviation, durant laquelle il y a digestion de l'ancien exo-squelette et élaboration sous-jacente du nouveau. L'approche de l'exuviation est matérialisée par l'apparition progressive de plaques blanches sur les sternites 1 à 4 (Steel, 1982). Ces structures correspondent à des dépôts de sels de calcium au niveau de l'ancien tégument (Steel et Campbell, 1977). La période des plaques blanches peut être divisée en 2 sous périodes : D[1] : apparition des plaques blanches sous forme d'îlots isolés (Steel, 1982), D[2-4] : plaques blanches avancées, îlots fusionnés (Steel, 1982).

- **Période E** : c'est la mue (ou ecdysis) (durée 1 à 2 jours). C'est la période nécessaire à l'exuviation des 2 hémi-cuticules. L'exuviation postérieure concerne les péréionites 5, 6 et 7 et le pléon. Elle est facilitée par la décalcification préalable de la partie postérieure (les sels de calcium étant stockés dans la partie antérieure, au niveau des plaques blanches). Une fois l'exuviation postérieure effectuée, les sels de calcium sont mobilisés vers l'arrière, ce qui consolide la nouvelle cuticule et prépare du même coup l'exuviation antérieure. Cette exuviation antérieure intéresse le reste de l'animal, c'est à dire le céphalon et les péréionites 1 à 4. Par ce phénomène de concentration/mobilisation des sels de calcium, et par la ré-ingestion des exuvies, la mue complète peut se dérouler sans aucune perte calcique (Graf, 1978).

Le rythme des mues dépend, pour une espèce donnée, de nombreux facteurs (température, état physiologique, taille). D'une manière générale, le rythme des mues est d'autant plus soutenu que les animaux sont jeunes. Pour ce qui est de la durée des intermues, tout au plus peut-on indiquer un ordre de grandeur. Chez des animaux adultes, en période de repos sexuel, la durée du cycle est d'environ 1 mois à 20°C (Steel, 1980). Ce qui vient d'être expliqué s'applique au cycle de mue des mâles et des femelles en phase de repos sexuel ; on parle alors d'intermue normal (IN) et de mue normale (MN). Chez les femelles en phase de reproduction, ces termes



## Chapitre I : Données bibliographiques

sont remplacés par les termes d'intermue préparturielle (IPP) et de mue parturielle (MP). L'intermue préparturielle est une intermue de préparation à la reproduction durant lequel s'effectue la maturation des ovocytes. Moreau & Rigaud (2002) ont décrit un marqueur externe pour connaître la nature de l'intermue (IN vs IPP). Il apparaît en effet qu'en intermue préparturielle, les plaques blanches sont moins développées et incomplètement formées sur les sternites 2 à 4, laissant une impression de losange dépigmenté. Ce marqueur s'est révélé prédictif à 100 %, et généralisable à toutes espèces considérées (*Armadillidium nasatum*, *Armadillidium vulgare*, *Oniscus asellus*, *Philoscia muscorum*, *Cylisticus convexus* et *Porcellio scaber*). La mue parturielle qui fait suite à l'intermue préparturielle se caractérise par le développement d'une cavité incubatrice ventrale ou marsupium, dans laquelle seront pondus les ovocytes.

### 4.2.2-Cycle de reproduction

Parallèlement au cycle de mue se déroule un cycle ovarien au cours duquel les ovocytes se chargent en réserve vitelline (Fig.4). Ce n'est qu'au terme de cette évolution ovocytaire qu'ils deviennent fécondables. C'est de cette synchronisation entre les 2 cycles que vont découler les comportements sexuels mâles et femelles et de là, les stratégies de reproduction. Il convient de s'attarder quelque peu sur ce cycle ovarien.

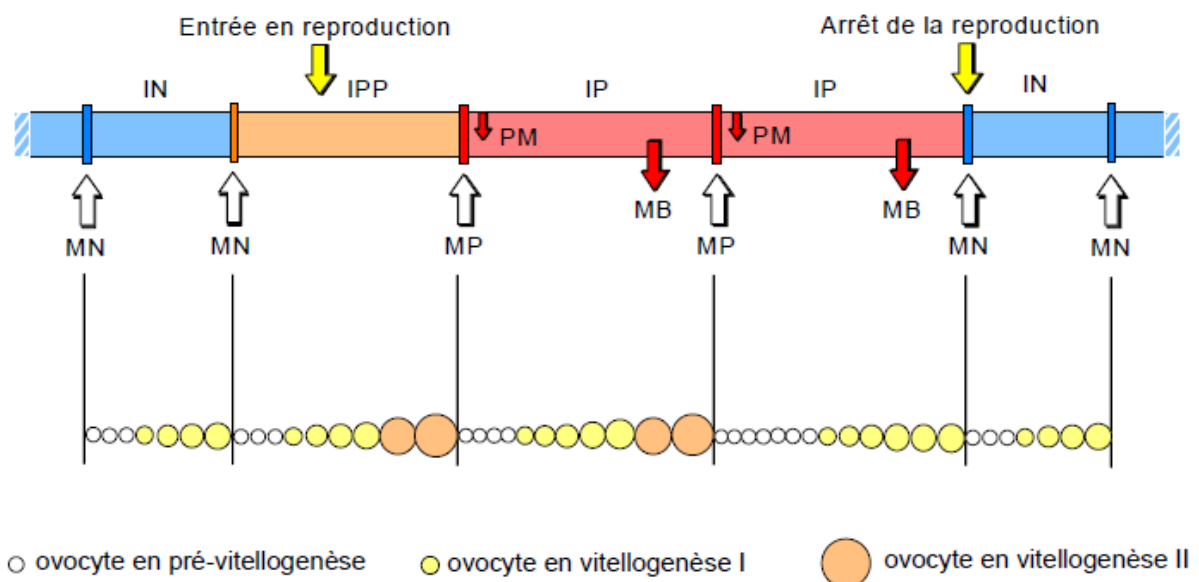


Figure 6 : Diagramme explicatif des principaux événements physiologiques chez les femelles d'Oniscidea : inter-dépendance des cycles de mue et des cycles de reproduction (illustration pour le modèle *Armadillidium vulgare*). IN : intermue normal, IPP : intermue préparturiel, IP : inter-mue parturiel, MN : mue normale, MP : mue parturielle, PM : ponte marsupiale, MB : mise-bas. (Caubet ,1998).

## Chapitre I : Données bibliographiques

La première phase de croissance ovocytaire est appelée prévitellogénèse (Besse, 1976). Elle débute aussitôt après la mue et se poursuit jusqu'à la période B. Les ovocytes apparaissent transparents ou légèrement blancs. Ils ont une forme sphérique, parfois ovalaire. Au cours de cette phase, les ovocytes s'accroissent sans accumuler de réserves vitellines. Leur diamètre est compris entre 20 et 110  $\mu\text{m}$ . L'évolution ovarienne se poursuit par la vitellogénèse primaire, caractérisée par une accumulation de vitellus endogène, c'est à dire synthétisé par l'ovaire lui-même. Les ovocytes sont alors de teinte jaune-orangée. En période de repos sexuel, la vitellogénèse primaire s'étale sur les périodes C et D, et la croissance ovocytaire s'arrête à ce stade. Les plus gros ovocytes lorsqu'ils atteignent un diamètre d'environ 240-250  $\mu\text{m}$  sont lysés et remplacés par des ovocytes plus jeunes. Chez les femelles qui vont entrer en reproduction, la maturation ovarienne se poursuit par la vitellogénèse secondaire. Cette dernière phase de vitellogénèse, dite aussi de maturation ovarienne, se déroule au cours de la période D de l'intermue précédent la ponte, c'est à dire pendant l'intermue préparturiel. Elle n'intéresse que les ovocytes les plus âgés, les autres vont dégénérer. Elle est caractérisée par un apport massif de vitellus exogène (vitellogénine) synthétisé par les tissus adipeux (Picaudet *al.*, 1989). Les ovocytes prennent alors une teinte brun-orangée. Au moment de la ponte leur diamètre atteint 400-600  $\mu\text{m}$  (Fig. 5).

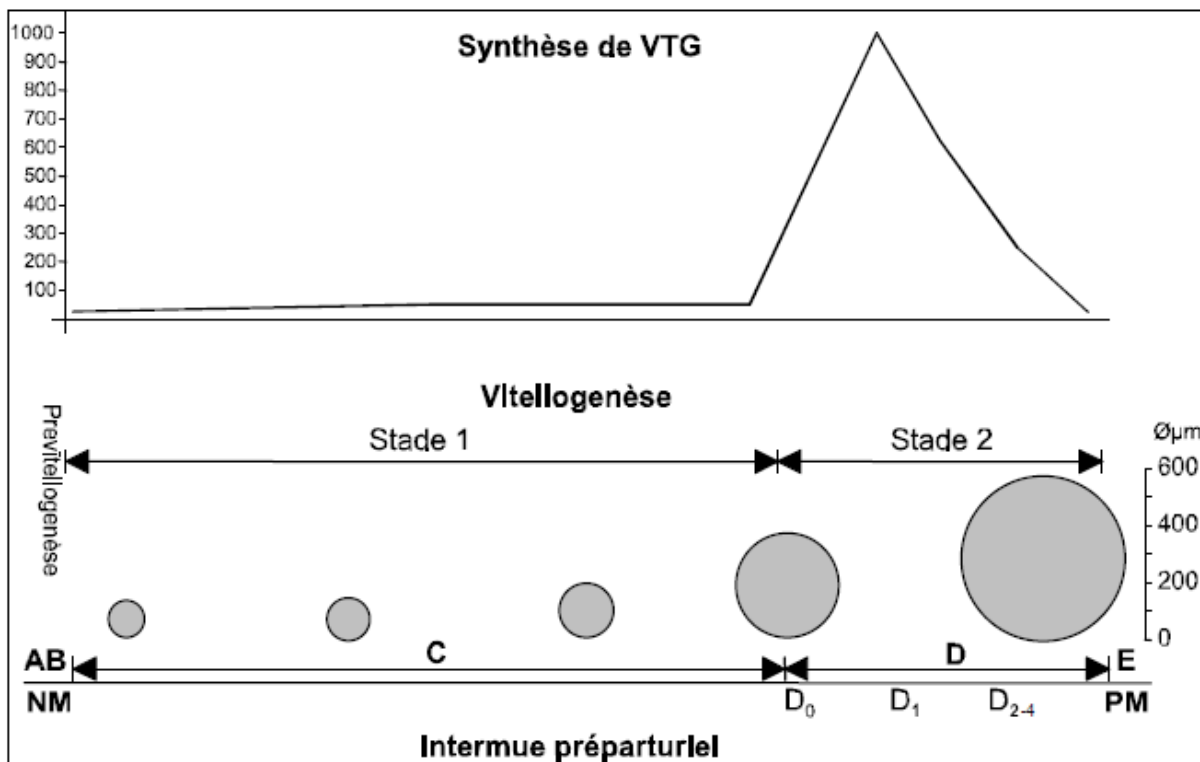


Figure 7 : Évolution de la taille des ovocytes en rapport avec la synthèse de vitellogénine (VGT) au cours d'une intermue préparturienne, illustration pour le modèle *Armadillidium vulgare* (Caubet, 1998).

Chez les mâles, il n'existe pas de cycle de reproduction à proprement parler. Tout juste peut-on signaler l'existence de variations saisonnières dans l'intensité spermatogénétique (Radu & Cracium, 1969). Elles seraient liées à un affaiblissement hivernal de la synthèse d'hormone androgène (Rondelaud et Juchault, 1970). Quoiqu'il en soit, les cycles spermatogénétiques et

## Chapitre I : Données bibliographiques

les cycles de mues sont complètement désynchronisés. Les mâles présentent donc à tout moment des testicules fonctionnels et des spermatozoïdes féconds. Ces derniers sont filiformes et de taille très variable suivant les espèces (0.2 mm chez *Oniscus asellus*, 3 mm chez *Ligia*).

### 4.2.2.1- Temporalité de l'accouplement

La place de l'accouplement dans le cycle de mue est très variable suivant les espèces. Il semble néanmoins possible de dégager 3 grands types de modalités qui paraissent bien caractériser les différents niveaux d'évolution au sein des Oniscidea (Mead, 1976) :

1- La copulation intervient lors de la mue parturienne annuelle des femelles, soit entre la mue postérieure et la mue antérieure soit, plus rarement dans les quelques jours qui suivent cette mue (Mead, 1976). Cette modalité prédomine chez la majorité des isopodes aquatiques et, au sein des Oniscidea, ne se rencontre que chez les Tylomorpha, tels *Helleria brevicornis* et *Tyloslatreilli*, et chez les Ligiamorpha du genre *Ligi* (Besse *et al.*, 1969).

2- La copulation intervient dans l'intermue qui précède la mue parturienne, c'est à dire au cours de l'intermuepréparturienne. L'approche d'une mue parturienne (développement des plaques blanches) semble être une condition favorable à la réalisation de la copulation. Cette modalité est la plus communément développée et se rencontre chez l'essentiel des Ligiamorpha (Mead, 1976).

3- La copulation est indépendante de la mue parturienne. L'accouplement se situe en période C, au cours de n'importe quelle intermue du cycle annuel. Ce cas de figure n'est signalé que chez *Porcellio dilatatus* (Legrand, 1958a), *Porcellio nidespruinus* (Juchault *et al.*, 1985) et *Armadillo officinalis* (Mead, 1976). L'accouplement, d'une durée très variable suivant les espèces (quelques minutes à quelques heures), est bilatéral successif. En d'autres termes, il est composé de 2 héli-copulations qui se font suite. L'endopodite droit du mâle est introduit dans l'ouverture génitale gauche de la femelle, et inversement, c'est l'endopodite gauche du mâle qui est introduit dans l'ouverture génitale droite de la femelle (Mead, 1973).

Chez bon nombre d'espèces, il semble qu'il y ait possibilité de stockage du sperme (spermathèque) (Zimmer, 2001). Dans ces conditions, un seul accouplement peut, si la quantité de sperme stockée est suffisante, servir à fertiliser plusieurs pontes (Vandel, 1941a ; Lueken, 1968 ; Linsenmair, 1989).

### 4.2.2.2-Modification de la reproduction par les bactéries Wolbachia

Les notes laissées par de nombreux naturalistes font état d'une sex-ratio modérément à fortement biaisée vers le sexe femelle dans les populations naturelles (Vandel, 1925, 1960, 1962, Hatchett, 1947, Brereton, 1956). En étudiant la descendance de femelles isolées, il a pu être mis en évidence des phénomènes de monogénie thélytoque (descendance composée majoritairement voire exclusivement de femelles) chez la majorité des Oniscidea (Vandel, 1941b). Cette déviation de la sex-ratio est due à des bactéries du genre *Wolbachia* (Martin *et al.*, 1973 ; Rousset *et al.*, 1992) capable de transformer de jeunes mâles génétiques en néo-

## Chapitre I : Données bibliographiques

femelles fonctionnelles (Rigaud *et al.*, 1997). Les bactéries *Wolbachia* sont strictement endocellulaires. Elles appartiennent à la subdivision  $\alpha$  des bactéries pourpres ( $\alpha$ -protéobactéries) (O'Neill *et al.*, 1992). Les *Wolbachias* sont phylogénétiquement très proches de pathogènes endocellulaires comme les Rickettsies (agents du typhus), ainsi que des ancêtres libres des mitochondries. Elles ont été identifiées pour la première fois en 1936 chez le moustique *Culex pipiens* (Hertig, 1936). Il en a été trouvé depuis chez de nombreux arthropodes, en particulier chez les insectes (Werren & O'Neill, 1997) et les crustacés (Bouchon *et al.*, 1998), mais aussi chez des acariens (Breeuwer & Jacobs, 1996) et des nématodes (Bandi *et al.*, 1998). Les *Wolbachia* sont des bactéries à transmission verticale, de la mère à la descendance *via* le cytoplasme des ovocytes. Elles induisent différentes modifications dans la reproduction de leurs hôtes, modifications qui favorisent leur propre transmission. Trois effets principaux ont été répertoriés dont deux concernent les crustacés (Rigaud & Rousset, 1996 ; Werren & O'Neill, 1997) :

**1.L'incompatibilité cytoplasmique :** c'est le premier effet découvert mais aussi le plus répandu, tant par le nombre d'espèces hôtes que par la diversité des groupes concernés (insectes, arachnides, crustacés). La descendance de mâles hébergeant *Wolbachia* n'est viable que lorsqu'ils sont croisés avec des femelles hébergeant aussi *Wolbachia*. La descendance de femelles hébergeant *Wolbachia* est par contre viable quelque soit le type de mâle en croisement (Yen et Barr, 1971). Il y a donc élimination sélective des oeufs sans *Wolbachia* au profit des oeufs hébergeant *Wolbachia*.

**2.La féminisation :** cet effet n'est véritablement connu que chez les crustacés. La présence de *Wolbachia* s'accompagne d'une différenciation des zygotes génétiquement mâles en néo-femelles fonctionnelles. Cet effet serait dû à une altération de la différenciation de la glande androgène (à l'origine du phénotype mâle) et du fonctionnement des récepteurs de l'hormone androgène (Martin *et al.*, 1973). Il y a ici transformation pure et simple des mâles en femelles.

La présence de *Wolbachia* a été détectée dans la plupart des familles d'Oniscidea rencontrées en Europe (8 familles sur 11). Toutefois, la proportion d'individus hébergeant des *Wolbachia* est finalement assez faible dans les populations (en moyenne < 50 %), et qui plus est, très variable d'une population à l'autre.

# **Chapitre II : Matériel et méthodes**

### 1- Présentation des étapes expérimentales

Cette étude a pour but d'évaluer la toxicité de deux pesticides, le Dursban et le Mancozebe sur des isopodes terrestres, en particulier les cloportes du genre *Armadillidium sp.* En effet, les cloportes sont utilisés pour contrôler la qualité des sols comme le montre Godet (2010) dans son étude sur l'utilisation des isopodes terrestres dans l'évaluation de la qualité des sols en éléments traces métalliques.

### 2- Présentation des stations d'échantillonnage

L'échantillonnage des cloportes s'est fait au niveau de la région de Béjaia, dans laquelle nous avons choisi deux stations différentes de prélèvement :

- Station de Bejaia : Le point d'échantillonnage se trouve à Targa Ouzemour, au Nord de Bejaia, il s'agit d'un jardin non traité par des pesticides d'un particulier.
- Station domaine Maouchi : Le domaine Maouchi est localisé au Sud-Ouest de la commune d'Amizour, dans la wilaya de Bejaia. Cette station est délimitée par Amizour au Nord, El-kseur au Sud, Ilmatène à l'Ouest et Bejaia à l'Est. Amizour est un site agricole qui, selon Malek et Mehenni (2012), est connu à l'échelle wilayal pour sa grande productivité en fourrages, cultures fruitières (noyaux et pépins surtout), mais aussi en arboriculture (figuiers et agrumes) et les vignes de tables. De plus, Amizour fait partie des principales subdivisions productrices de la pomme-de-terre d'arrière-saison. Au sein de cette station, nous avons effectué trois points d'échantillonnage qui sont les suivants :
  - Une parcelle de carde.
  - Un champ de blé bordé d'oliviers.
  - Un compost.

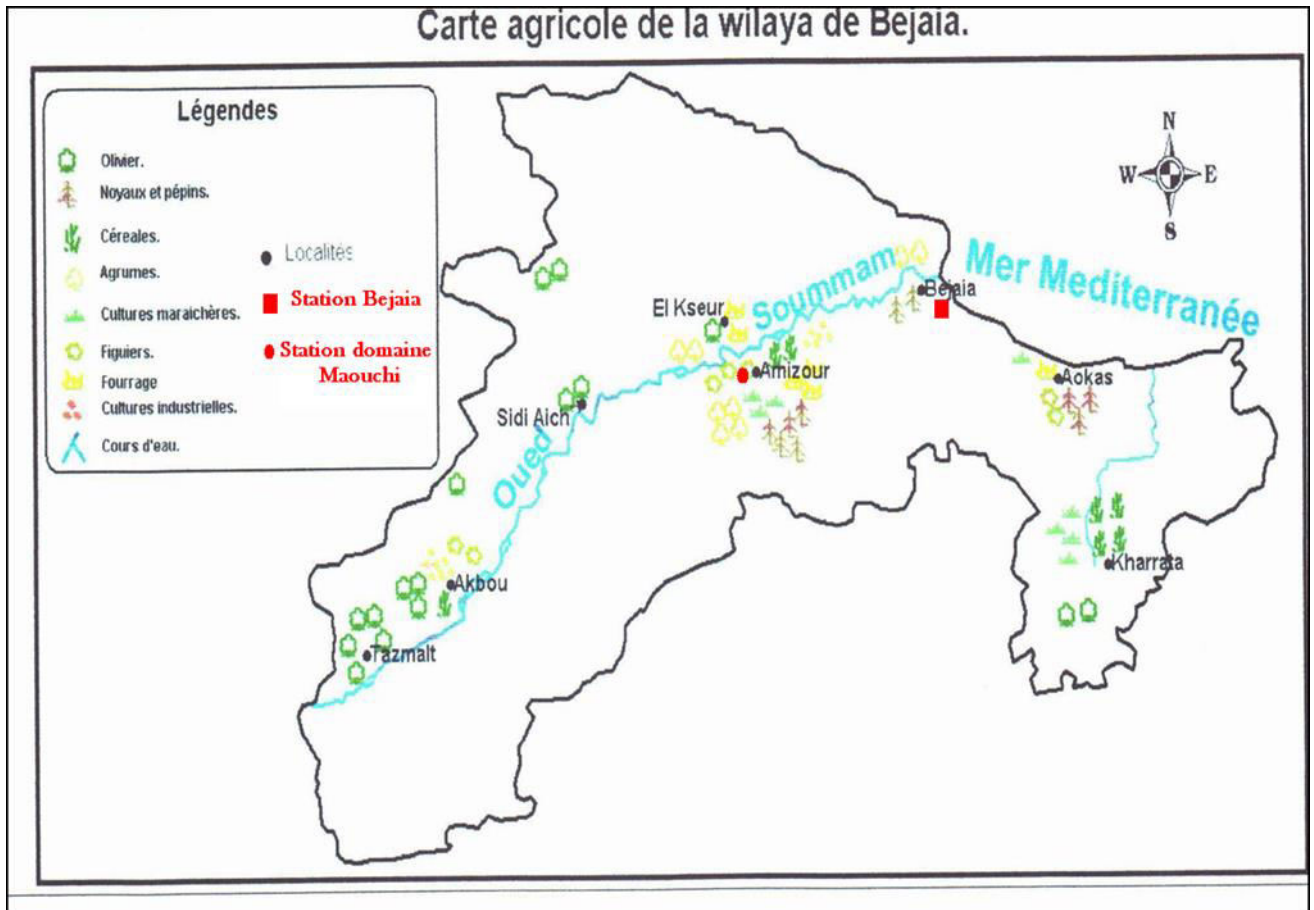


Figure 8: Carte de la wilaya de Bejaia illustrant les principaux produits agricoles à Bejaia ainsi que leurs localisations avec la position géographique des stations d'études (Malek et Mehenni, 2012 et modifiée par Terki, 2015).



### 3- Méthode d'échantillonnage des cloportes

On trouve facilement des cloportes par chasse à vue en inspectant les micro-habitats humides: sous les pierres ou les morceaux de bois mort, dans la litière. C'est au printemps et à l'automne, mais aussi la nuit, que l'on rencontre le plus d'individus étant des espèces nocturnes. Pour notre étude, l'échantillonnage des cloportes s'est effectué durant la journée dans les deux stations, entre mars et mai 2015.

Les pièges enterrés (type Barber) sont également une méthode de capture efficace et permettent de récolter (pendant la nuit) de nombreuses espèces pour les mêmes raisons (humidité plus importante, activité nocturne des cloportes, etc...) cependant pour cette étude afin de préserver les individus étudiés vivants et en bon état, les pièges de type Barber ne sont pas utilisés.

### 4- Identification des cloportes

Dans notre étude, les cloportes sont choisis comme bio-indicateurs, parce qu'ils contribuent grandement dans la dégradation de la matière organique dans le sol. Ils sont aussi très abondants, de plus faciles à entretenir

Au cours de ce travail, vue la grande diversité des cloportes, nous nous ne sommes pas attardés à la détermination détaillée de ce taxon zoologique. En effet, nous nous sommes limités à l'identification du genre *Armadillidium sp.* Une détermination très poussée des espèces des cloportes nécessite certainement une documentation très approfondie sur les critères morphologiques et écologiques. Cela fera l'objet d'un autre travail scientifique à part entière, orienté dans la systématique des isopodes terrestres.

L'identification du genre *Armadillidium sp* s'est effectuée à l'aide d'une loupe binoculaire et d'une clé d'identification selon Hopkin (1991). L'ensemble des critères morphologiques de détermination que nous avons pris en considération est au niveau de la partie caudale tel que le telson et les uropodes sont représentés dans les figures suivantes :



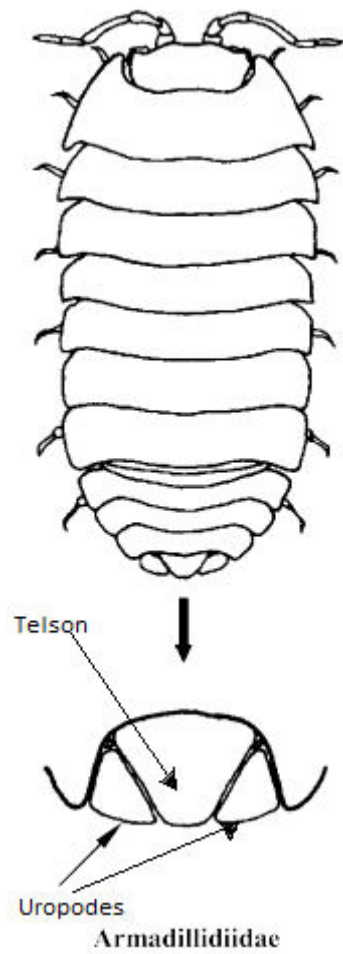


Figure 10 : Dessin de la morphologie externe d'un clopoporte de la famille Armadillidiidae, face dorsale (Hopkin, 1991).

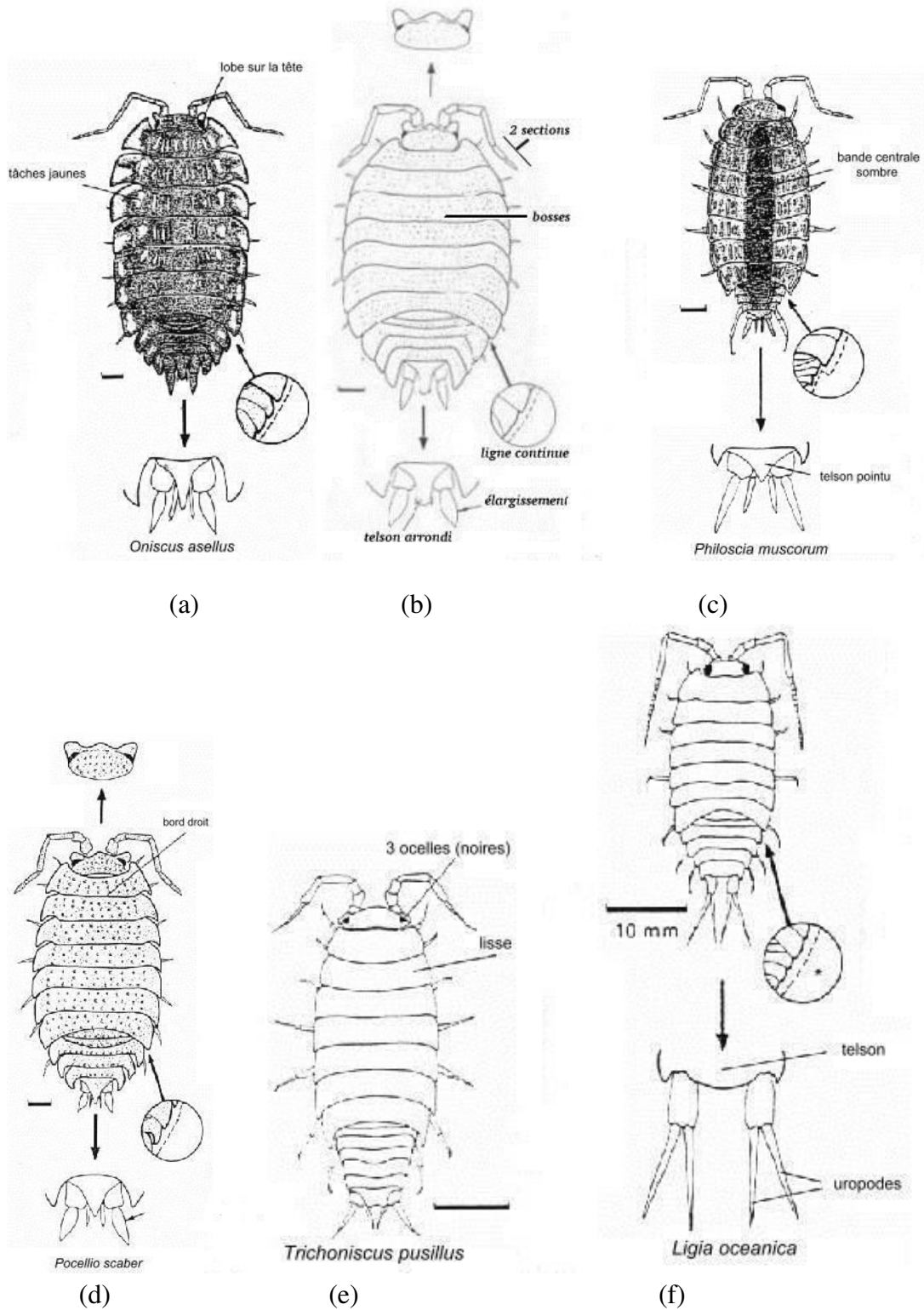


Figure 11 : Dessin de la morphologie externe des cloportes, face dorsale, (a) : Oniscus, (b) : Pdilatatus, (c) : Philoscia, (d) : Porcellio, (e) : Trichoniscus, (f) : Ligia (Hopkin, 1991).

### 5- Essai de toxicité des pesticides

#### 5.1- Définition du test de toxicité aigüe

C'est un test par lequel on mesure la toxicité d'un produit durant une courte durée sur des individus d'une espèce donnée. Dans cette expérience la toxicité aigüe est évaluée par le taux de mortalité, la DL<sub>50</sub> (Les lettres DL désignent la « dose létale »). La DL<sub>50</sub> est la quantité d'une matière, administrée en une seule fois, qui cause la mort de 50 % (la moitié) d'un groupe d'animaux d'essai. La DL<sub>50</sub> est une façon de mesurer le potentiel toxique à court terme (toxicité aiguë) d'une matière.

#### 5.2- Choix des pesticides

Notre choix s'est fait selon une enquête menée auprès des points de ventes de pesticides et de produits agricoles et des agriculteurs dans la wilaya de Bejaia. L'enquête révèle que le Moncozebe et le Dursban sont les pesticides les plus utilisés et les plus demandés au marcher (com. per. Yezguer, 2015).

- Dursban : C'est le Chlorpyrifos-Ethyl, un insecticide de la famille des organophosphorés (composés où un atome de phosphore est lié à une molécule contenant du carbone et de l'hydrogène). Sa matière active est 0,0\_3,5,6-trichloro-2-pyridyl dont sa formule brute C<sub>9</sub>H<sub>11</sub>Cl<sub>3</sub>NO<sub>3</sub>PS (Anonyme, 2004). Il est utilisé contre les cochenilles (Coccoidea), carpocapses (Tortricidea) et criquets (Acrididea). Sa solubilité dans l'eau est faible et son point de fusion est compris entre 41 et 44°C (Kidd et James, 1991). La dose d'emploi est de 150 ml pour 100 L d'eau.

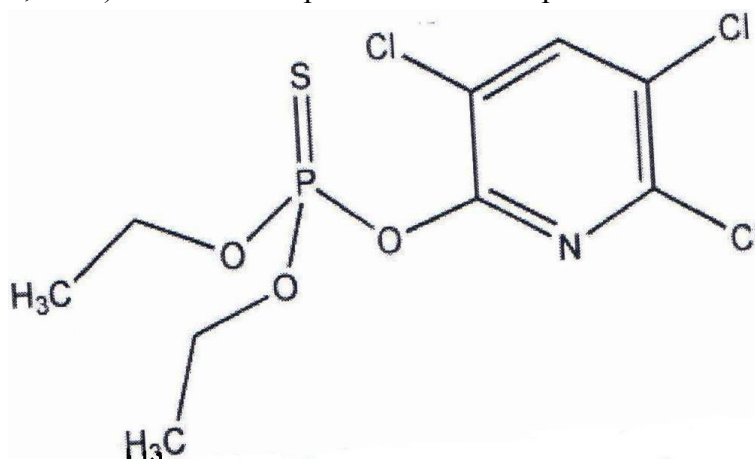
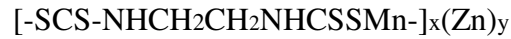


Figure 12 : Nomenclature du chlorpyriphos, Dursban. (Anonyme, 2004).

- Mancozebe : ou Manco Riva 80%, de la famille des Dithiocarbamates, fongicide utilisé contre le mildiou (*Phytophthora infestans*) et alternaria (*Alternaria solani*) des cultures maraichères, mildiou de la vigne (*Plasmopara viticola*), tavelure (*Venturia inaequalis*) et septoriose (*Mycosphae rellapyri*) des arbres fruitiers. D'après Kidd et James (1991), ce fongicide est soluble dans l'eau et son point de fusion est entre 192 et 194°C. La formule chimique du Mancozèbe selon Bourrain et al., (2005) :



### 5.3- Préparation du model biologique

Avant de commencer le test de toxicité nous avons procédé à une biométrie des cloportes. Cette étape consiste à peser (avec une balance de précision de 0.1 mg de précision) et à mesurer la taille (à l'aide d'une feuille millimétrée et une règle) des cloportes. La biométrie nous permet de sélectionner de façon homogène les individus à utiliser dans l'expérience. Les individus choisis pour notre test de toxicité aigüe sont matures. Parmi les critères de sélection entre les juvéniles et les matures, nous avons tenu compte du nombre de pattes, les juvéniles en possèdent six paires alors que les adultes sept.

Une fois que la population des cloportes destinée au test de toxicité est choisie, nous préparons un milieu adéquat pour leur survie. Pour se faire, nous avons prélevé de la terre et de la litière du même endroit où on a échantillonné les cloportes à étudier. Ensuite nous les avons disposés dans des boîtes en plastique, avec couvercle perforé. Pour les maintenir en vie, on les installe dans un mélange de terre et de litière. Ce milieu est humidifié par un léger mouillage tous les trois jours.

#### **Echantillonnage**

#### **Biométrie**



Figure 13 : schéma récapitulatif des étapes d'échantillonnage et de préparation du model biologique (Terki, 2015)

### 5.4- Préparation des concentrations des pesticides et contamination des milieux d'essai

Pour ce test de toxicité aiguë, nous avons choisi quatre concentrations bien distinctes de chacun du Dursban et du Moncozebe. Les concentrations utilisées sur le terrain sont d'environ 720 mg/L pour le Dursban et 800mg/L pour le Moncozebe. On a choisi pour chaque produit ces concentrations utilisées sur le terrain. Les trois autres concentrations sont inférieures par un ordre logarithmique décroissant par rapport aux premières choisies (720mg/L et 360mg/L), ce qui nous donne les concentrations suivantes :

- Dursban: 720 mg /L, 360 mg/L, 90 mg /L, 45 mg /L.
- Mancozebe: 800 mg /L, 400 mg/L, 100 mg /L, 50 mg /L.

Pour une meilleur exploitation des résultats, les deux produits ont pour chacune de leur concentration quatre répétitions et un témoin (concentration du produit: 0 mg/L). Un témoin est utilisé pour mieux remarquer les différences, les anomalies et les performances des individus à étudier. Il sert à mesurer l'accessibilité de l'essai, à vérifier si les conditions expérimentales et des modes opératoires sont convenables. Mais aussi, il est utilisé comme base pour l'interprétation des données résultant du milieu expérimental.

Le protocole expérimental adopté pour notre biotest nécessite la préparation de 40 boites en plastiques ayant les mêmes dimensions (superficie=333.5cm<sup>2</sup>), à couvercle perforé pour l'aération.

Avant l'application des concentrations nous avons préparé un milieu favorable pour les cloportes constitué des éléments suivants :

- 200g de terre, cette dernière a été mise dans une étuve à 80°C durant 1h.
- 40g de litière.
- 10g d'un mélange d'épluchure de carotte et de pomme de terre plus des feuilles de laitue.

**Préparation des concentrations des pesticides**



**Préparation des boîtes**

**200g de terre mise en étuve**

**40g de litière**

**durant 1h à 80°C**



**10g d'épluchures de pommes de terre et de carottes**

**avec des feuilles de laitue**



Figure 14 : Schéma récapitulatif des étapes de préparation des boîtes et dilutions de pesticides (Terki, 2015)

## Chapitre II : Matériel et Méthodes

Après avoir préparé un milieu favorable, on procède à la contamination du milieu préparé. La contamination s'est faite par pulvérisation des dilutions de pesticides préparées, en répartissant la dilution dans les quatre angles de la boîte ainsi que le centre. De ce fait, on laisse le contenu des boîtes s'imprégner de ces dilutions durant 45 min environ. Après imprégnation du pesticide, on introduit dans chaque boîte dix cloportes en bon état. Une vérification du taux de mortalité est faite une fois par semaine, on mesure le nombre de cloportes vivants après des durées de 7, 14, 21 et 28 jours.



Figure 15 : Les quarante boîtes contaminées du test de toxicité aiguë : (a) Mancozebe, (b) Dursban (Terki, 2015).

### 6- Méthodes d'exploitation des résultats

Dans le but d'analyser objectivement les résultats obtenus de cette étude, nous avons procédé par une analyse descriptive, se basant sur l'interaction graphique afin de déterminer l'ampleur de la mortalité des individus en fonction des semaines et des concentrations utilisées.

Ce qui est des déductions relatives à la significativité des différences, nous avons utilisé l'analyse de variance à un critère de signification ANOVA et pour plus de détail nous avons procédé par une comparaison post-hoc (comparaison planifiée) en utilisant le logiciel A5.5 (1999).

Ajoutant à cela, pour la détermination de la  $DL_{50}$ , nous avons opté pour une fonction sigmoïdale par un logiciel : Origine II 9.9 (2008).

# **Chapitre III :**

## **Résultats**

### **et discussion**



### I- Résultats

#### 1- Effet des pesticides sur la mortalité des cloportes

A travers le test de toxicité aiguë appliqué sur les cloportes, les résultats nous montrent une mortalité variable selon leur contamination au Dursban et au Moncozebe. L'effet des pesticides sur la mortalité des cloportes est beaucoup plus importante pour le Dursban. Les tableaux 5 et 6 regroupent le pourcentage des cloportes survivants durant le test de toxicité aiguë en fonction des concentrations utilisées. Pour mettre en évidence l'effet des deux pesticides sur la mortalité des cloportes, nous avons dressé des graphes explicatifs.

#### 2- Effet du Moncozebe

##### 2.1- Présentation des pourcentages de survie chez les cloportes

Le tableau suivant correspond au pourcentage des cloportes survivants selon les concentrations du Moncozebe au cours des quatre semaines :

Tableau 5 : Pourcentage de survivants chez les cloportes durant le test de toxicité aiguë pour les concentrations en Moncozebe.

Concentration mg/L	Nombre d'individu				
	t=0	1 <sup>ère</sup> semaine	2 <sup>ème</sup> semaine	3 <sup>ème</sup> semaine	4 <sup>ème</sup> semaine
Moyenne des témoins 0mg/L	100%	100%	100%	95%	95%
Moyenne des répétitions de la concentration 50mg/L	100%	92.5%	87.5%	80%	75%
Moyenne des répétitions de la concentration 100mg/L	100%	90%	87.5%	82.5%	80%
Moyenne des répétitions de la concentration 400mg/L	100%	95%	87.5%	82.5%	77.5%
Moyenne des répétitions de la concentration 800mg/L	100%	95%	90%	80%	77.5%

Les résultats du test de toxicité du Mancozebe montrent une faible mortalité chez les cloportes. Durant la 1<sup>ère</sup> semaine, le taux de mortalité de l'ensemble des cloportes soumis au

## Chapitre III : Résultats et discussion

Mancozebe (toutes concentrations confondues : 800,400, 100, 50 mg/L) est de 6.87%). La plus grande mortalité, observée dans cette semaine, est de 10% pour la concentration 100mg/L et la plus faible mortalité est de 5% pour les concentrations 800 et 400 mg/L. Au cours de la dernière semaine du test, le taux de mortalité de l'ensemble des cloportes exposés au Mancozebe (toute concentration confondue : 800, 400, 100, 50 mg/L) est de 22.5%. On remarque aussi que la mortalité la plus importante est de 25% pour la concentration 50mg/L et la plus faible est de 20% pour la concentration 100mg/L. Dans ce test de toxicité aiguë, le Mancozebe a provoqué une mortalité inférieure à la moitié (22.5%) de la population des cloportes expérimentés.

### 2.2 - Application de L'ANOVA (Analyse de la variance à un seul critère de classification) et du test LSD (Test qui suit l'analyse de la variance de l'ANOVA)

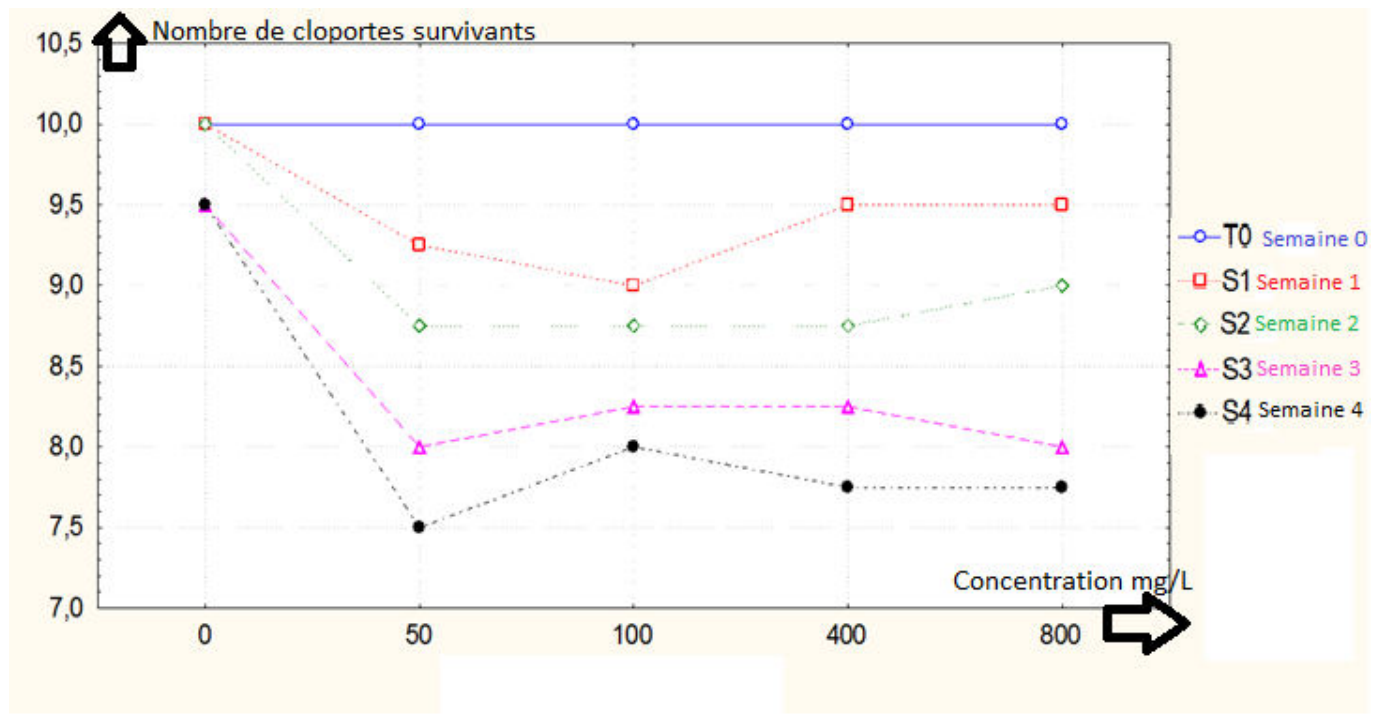


Figure 16 : Interaction du nombre de survivants des cloportes au cours de 1 mois (du 30/04/2015 au 28/05/2015) en fonction des concentrations du Mancozebe.

Selon l'application de L'ANOVA, l'interaction du nombre de survivants des cloportes au cours de 1 mois en fonction des concentrations du Mancozebe indique une régression de la survie des individus durant les quatre semaines de ce test. Or, la mortalité augmente particulièrement au cours de la 4<sup>ème</sup> semaine pour les concentrations 100, 400 et 800mg/L.

Grâce à la comparaison post-hoc par l'utilisation du test LSD (comparaison planifiée), une différence importante a pu être mise globalement en évidence. La différence qui est au seuil de l'erreur 5% entre le témoin et le reste des concentrations durant tout le test.

## Chapitre III : Résultats et discussion

Par ailleurs, une différence considérable a été notée durant la 2<sup>ème</sup> semaine entre la concentration 800mg/L et le témoin (LSD :0,138450) ainsi entre 50mg/L et le témoin (LSD:0,069333). On note aussi pendant la 3<sup>ème</sup> semaine, par rapport au témoin : une valeur de 0,034594 pour la concentration 800mg/L, et 0,034594 pour la concentration 50 mg/L avec 0,071880 pour la concentration 100mg/L. Ces valeurs de la 3<sup>ème</sup> semaine expriment une différence considérable par rapport au témoin. En d'autres termes, ces différences sont justifiées par le taux de mortalité des individus qui était plus important à ce maximum de concentration en comparaison avec d'autres.

### 3- Effet du Dursban

#### 3.1- Présentation des pourcentages de survie chez les cloportes

Les tableaux suivants montrent le pourcentage de survivants chez les cloportes selon les concentrations du Dursban au fil des semaines :

Tableau 6 : Pourcentage de survivants chez les cloportes durant le test de toxicité aigüe pour les concentrations en Dursban

Concentration mg/L	Nombre d'individu				
	t=0	1 <sup>ière</sup> semaine	2 <sup>ème</sup> semaine	3 <sup>ème</sup> semaine	4 <sup>ème</sup> semaine
Moyenne des Témoins 0mg/L	100%	100%	100%	95%	95%
Moyenne des répétition de La concentrati- -on 45mg/L	100%	80%	80%	80%	72.5%
Moyenne des répétition de La concentrati- -on 90mg/L	100%	55%	45%	42.5%	42.5%
Moyenne des répétition de La concentrati- -on 360mg/L	100%	20%	0.5%	0%	0%
Moyenne des répétition de La concentrati- -on 720mg/L	100%	0%	0%	0%	0%

Les résultats du test de toxicité du Dursban montrent une forte mortalité chez les cloportes. Durant la 1<sup>ière</sup> semaine, le taux de mortalité de l'ensemble des cloportes soumis au Dursban

## Chapitre III : Résultats et discussion

(toute concentration confondue : 720, 360, 90, 45 mg/L) est de 61.25%. La plus grande mortalité, observée dans cette semaine, est de 100% pour la concentration 720mg/L et la plus faible mortalité est de 20% pour la concentration 45mg/L. Au cours de la dernière semaine du test, le taux de mortalité de l'ensemble des cloportes exposés au Dursban (toute concentration confondue : 720, 360, 90, 45 mg/L) est de 71.25%. On remarque aussi que la mortalité la plus importante est de 100% pour les concentrations 720 et 360mg/L et la plus faible est de 27.5% pour la concentration 45mg/L. Dans ce test de toxicité aiguë, le Dursban a provoqué une mortalité supérieure à la moitié (71.25%) de la population des cloportes expérimentés.

### 3.2 - Application de L'ANOVA (Analyse de la variance à un seul critère de classification) et du test LSD (Test qui suit l'analyse de la variance de l'ANOVA)

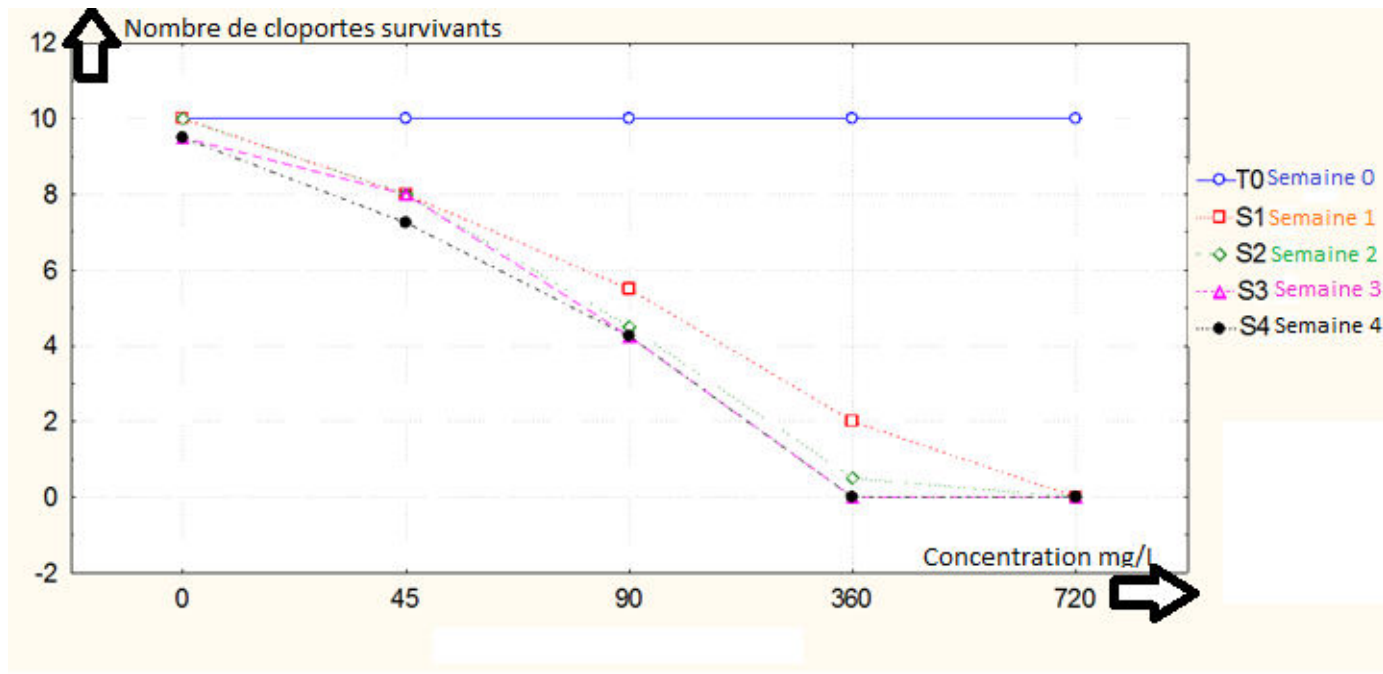


Figure 17: Interaction du nombre de survivants des cloportes au cours de 4 semaines (du 30/04/2015 au 28/05/2015) en fonction des concentrations du Dursban.

D'après l'application de L'ANOVA (Fig.13), l'interaction du nombre de survivants des cloportes au cours de 4 semaines (du 30/04/2015 au 28/05/2015) en fonction des concentrations du Dursban illustre une régression très apparente à partir de la concentration 45 jusqu'à 720 mg/L. Nous notons que le taux de mortalité a atteint son optimum pour les concentrations 720 et 360mg/L et ce dans la 3<sup>ème</sup> et la 4<sup>ème</sup> semaine de ce test.

A l'aide de la comparaison post-hoc en utilisant le test LSD (comparaison planifiée), il a été mis en valeur une différence très hautement significative au seuil de l'erreur 5% pour toutes les concentrations et cela pendant toute la durée du test écotoxicologique mis à part le témoin

T0 (aucune mortalité signalée). Dès la première semaine, la différence la plus hautement significative est notée entre la concentration 720mg/L et le témoin (0,000001) et entre 360mg/L et le témoin (0,000019). Durant la deuxième semaine, les concentrations 360 et 720 maintiennent toujours les différences les plus hautement significatives avec tous deux une différence de 0,000000 par rapport au témoin. Même si les autres concentrations ont des différences hautement significatives, cette différence est maintenue durant tout le test de toxicité aigüe.

### 3.3- Présentation de l'effet du Dursban par fonction sigmoïdal

On représente les résultats de toxicité aigüe par le Dursban sous forme de graphe sigmoïdal durant la 2<sup>ème</sup> semaine du test. Ce graphe met en valeur la DL<sub>50</sub> (exprimée par la IC<sub>50</sub>) qui est de 83.78071mg/L ainsi que la forte mortalité des cloportes causée par le Dursban.

$$IC_{50} = 83.78071 \text{ mg/L}$$

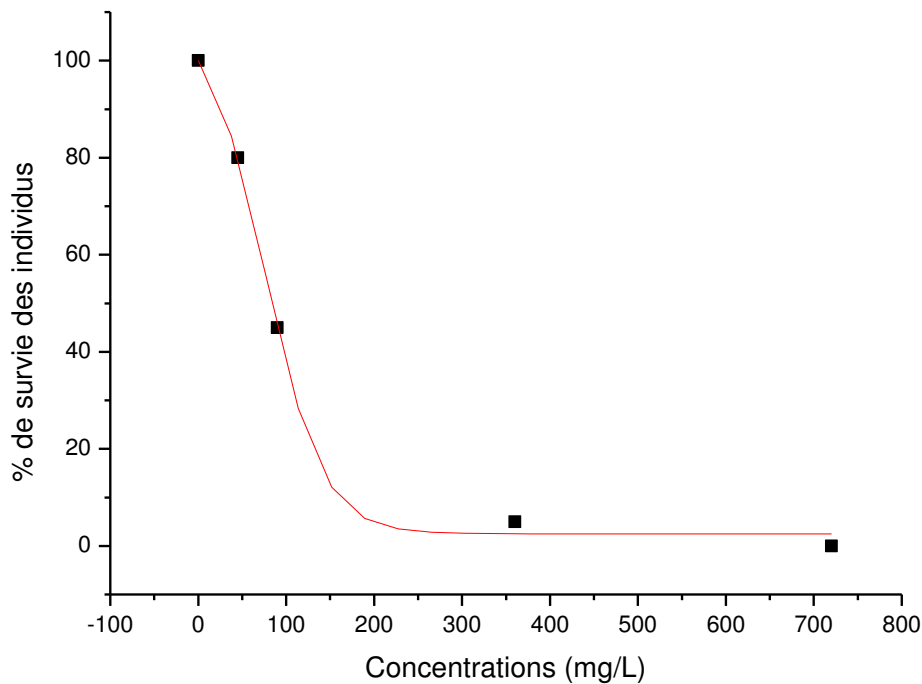


Figure 18 : Expression du pourcentage de survie des cloportes en fonctions des concentrations en Dursban, durant la 2<sup>ème</sup> semaine.

Selon le graphe sigmoïdal, la DL<sub>50</sub> du Dursban est de 83.78071mg/L (la dose létale pour éliminer 50% de la population) Lors de l'expérimentation. Certains individus exposés au Dursban ont manifesté quelques anomalies. Nous remarquons une diminution de leur activité. Il a été noté aussi, une altération fonctionnelle au niveau des trois paires de pattes de la partie caudale. Parmi les hypothèses qu'on peut en déduire : Le Dursban affecte les fonctions

nerveuses de l'individu exposé. Cela prouve la forte toxicité du Dursban envers un organisme vivant.

### II- Discussion

Après un mois de test de toxicité aigüe sur les cloportes, la mortalité est observée chez les deux pesticides, même si l'intensité de l'effet toxique est différente. Les effets toxiques létaux des pesticides dépendent des propriétés chimiques de ces produits, et de l'espèce exposée. Selon Garric (1995), les pyréthrynoïdes et les composés organochlorés ont une toxicité aigüe et chronique élevées, plus grande que celle des composés organophosphorés. Cet auteur ajoute aussi que les carbamates sont moins toxiques à l'égard des poissons mais le sont beaucoup plus pour les invertébrés.

Dès la 1<sup>ière</sup> semaine, il y a une mortalité totale pour la concentration 720mg/L. La DL<sub>50</sub> du Dursban est de 83.78071 mg/L. Une valeur similaire de l'ordre 83,63mg/L est noté par Hu et *al.* (2004) ayant travaillé sur la toxicité du Dursban sur les vers de terre. Un autre résultat, au 14<sup>ème</sup> jour, où le taux de la DL<sub>50</sub> est de 91.78 mg/kg, toujours dans un test de toxicité sur les vers de terre d'après Zhou et *al.* (2006).

Durant la 1<sup>ière</sup> semaine, les différentes concentrations du Mancozebe, le pourcentage de survie des individus est entre 92.5% et 95%. Par contre pour le Dursban entre 80% et 0%. A la fin du test, 4<sup>ème</sup> semaine, le pourcentage de survie selon les concentrations du Mancozebe varie entre 75 et 70%, alors que pour le Dursban c'est entre 72.5% et 0%. En effet le Mancozebe n'est pas aussi toxique que le Dursban. C'est ce que démontre Vermeulen et *al.* (2001) qui montre une faible toxicité du Moncozèbe sur l'espèce *Eisenia andrei* avec une DL<sub>50</sub> de 1262 mg/kg au 14<sup>ème</sup> jour du test de toxicité.

La faible toxicité du Mancozebe peut être expliqué par le fait que ce produit appartient aux fongicides de la famille des dithiocarbamates 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).

Le Dursban est un 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). Donc, la forte toxicité du Dursban peut être expliquée par cette liposolubilité. De plus, ces produits inhibent le fonctionnement de l'acétylcholine estérase (neurotransmetteur du système nerveux) après pénétration dans l'organisme induisant la non transmission de messages nerveux pour provoquer après la mort de l'animal d'après Venkateswara et Kavitha (2004). D'ailleurs, durant le test de toxicité, certains cloportes ont perdu la fonctionnalité des trois dernières pattes de la partie caudale de l'espèce.

# **Conclusion et perspectives**

### I- Conclusion

L'objectif de notre travail consiste en l'utilisation du principe de la bio surveillance sur des espèces bio indicatrices appartenant aux isopodes terrestres tel que le cloporte, espèce choisie dans notre étude pour évaluer l'impact et la toxicité des pesticides sur le sol.

Le contrôle de la qualité des sols en elle-même est une problématique même s'il existe des techniques appropriées à ce genre d'analyse, les résultats restent incomplets. Mais, grâce à la bio surveillance, cette problématique devient accessible pour l'homme. Des tests de toxicité aigüe par la  $DL_{50}$  sont réalisés au laboratoire sur un échantillon de cloportes du genre *Armadillidium sp.* Les cloportes sont répartis par groupes de dix individus par boîte contenant une litière végétale sur un substrat terreux assurant des conditions optimales pour leur développement. Cette litière demeure la source de vie et d'alimentation de notre bio indicateur. Le contenu des boîtes est soumis à une contamination à des doses différentes des deux pesticides que sont le Mancozebe et le Dursban. Pour une durée d'observation de un mois, le taux de mortalité s'est avéré très révélateur.

En effet, dès la première semaine on remarque une mortalité totale de tous les individus soumis à la plus forte concentration du Dursban, 720 mg/L, dose habituellement utilisée sur le terrain. Par la suite les individus exposés à des concentrations plus faibles subiront aussi de grande mortalité. La concentration 360 mg/L en Dursban à 80% de mortalité dans la 1<sup>ière</sup> semaine, qui augmente durant la 2<sup>ème</sup> semaine avec 99.5% de mortalité. Les autres concentrations ont aussi une augmentation de la mortalité, dès la 1<sup>ière</sup> semaine celle de 90 mg/L à 45% de mortalité pour évoluer jusqu'à 57.5% à la fin du test de toxicité, et celle de 45 mg/L possède 20% qui devient au fin du mois 27% de mortalité chez les cloportes. Le Mancozebe par contre, a eu des pertes, mais toujours est-il qu'elles sont moindres et prolongées dans le temps. Or, en ce qui concerne le Dursban l'utilisation d'un graphe sigmoïdal du taux de survie durant la 2<sup>ème</sup> semaine du test indique que le  $IC_{50}$  est de 83.78071mg/L, dose létale pour éliminer la moitié de la population étudiée.

L'expérience montre que le Mancozebe présente une mortalité relativement faible, par rapport au Dursban qui s'est révélé nocif. Par ailleurs, il a été observé qu'en signe de nocivité sur les individus exposés au Dursban, certaines parties de l'organisme sont affectées présentant des anomalies fonctionnelles du système nerveux.



### II- Perspectives

Afin de mieux comprendre l'effet des pesticides sur l'environnement d'autres recherches doivent être engagées, notamment par des techniques d'observations et de mise en évidence de la biosurveillance.

Le test de toxicité chronique s'étalant sur le cycle de l'espèce étudiée donne de plus amples résultats non apparent sur la toxicité aiguë. A l'issue du travail que nous avons réalisé, il serait intéressant dans l'avenir d'aborder des thèmes liés aux cycles de vie et aux comportements d'origine anthropique sur leur milieu naturel.

L'étude des cloportes en eux-mêmes est un axe de recherche très intéressant. Ils possèdent un nombre important d'espèces qui ne cesse d'augmenter avec de nouvelles découvertes et qui serait bien d'y contribuer dans le futur. Ces isopodes terrestres jouant aussi un rôle essentiel dans le recyclage de la matière organique, l'impact de la bactérie *Wolbachia* sur cette espèce en induisant un changement de sexe reste pour le moins un axe de recherche fascinant et très curieux.

La modernisation de l'agriculture passe indéniablement par l'utilisation des pesticides, ce qui n'est pas sous danger à court ou à long terme sur l'environnement et la santé publique. Il existe d'autres alternatives pour atténuer l'effet de la pollution liée aux pesticides, c'est de substituer la lutte chimique par une méthode rationnelle qui est la lutte intégrée. La conception de cette dernière est essentiellement la protection des cultures dont l'application fait intervenir un ensemble de méthodes satisfaisant les exigences à la fois écologiques, économiques et toxicologique. La lutte intégrée consiste en la prise en considération attentive de toutes les méthodes de protection des plantes disponibles, telles que :

- Rotation des cultures selon les saisons et les endroits, en jouant sur les conditions favorables de certains ravageurs entre autre leur source, d'alimentation.
- Plantation de végétations arborescentes dans la périphérie des cultures afin d'attirer les prédateurs naturels de certains ravageurs.
- Recenser la liste des parasites des espèces ravageuses pour les utiliser dans la lutte biologique.
- Désherbage et traitement des cultures manuellement et non par des moyens chimiques : de plus, puisque cela requière une forte main-d'œuvre cela donnera des opportunités d'embauche, surtout pour un pays comme le nôtre, jeune où l'offre d'emploi ne cesse de se raréfier.

# **Références bibliographiques**

## Références bibliographiques

**Anonyme**, 2004. Index phytosanitaire. ACTA, Association de Coordination Technique Agricole .4<sup>ème</sup> édition, 804p.

**Armand D.**, 2002. Découvrir l'eau : Dégradations : La pollution par les pesticides. [En ligne] : [http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/doseau/decouv/degradation/06\\_pollution.htm](http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/doseau/decouv/degradation/06_pollution.htm) . Consulté le : 13/05/2015

**Bandi C, Anderson TJC, Genchi C, Blaxter ML**, 1998. Phylogeny of Wolbachia in filarial nematodes. Proc. R. Soc. Lond. B Biol. Sci., 265 : 2407-2413.

**Besse G**, 1976. Contribution à l'étude expérimentale de la physiologie sexuelle femelle chez les crustacés isopodes terrestres. Thèse Université de Poitiers. 330 pages. 12-26p.

**Besse G, Juchault P, Legrand J-J, Mocquard J-P**, 1969. Contribution à l'étude de la physiologie sexuelle femelle de *Ligia oceanica* L. (crustacé oniscoïde). Différentiation des oostégites et contrôle neurohumoral de la maturation ovarienne. C. R. Acad. Sci. III, 269 : 733-736p.

**Blandin P**, 1986. Bioindicateurs et diagnostic des systèmes écologiques. Bulletin d'écologie, 17(4) : 215-307p.

**Bouchon D, Rigaud T, Juchault P**, 1998. Evidence for widespread Wolbachia infection in isopod crustaceans: molecular identification and host feminization. Proc. R. Soc. Lond. B Biol. Sci., 265: 1081-1090p.

**Bourrain JL, Vigan M, Teixeira M**, 2005. Progrès en Dermato-Allergologie Grenoble. Edition John Libbey Eurotext, Paris, 124p.

**Bowman TE, Abele LG**, 1982. Classification of the recent Crustacea. The biology of Crustacea (Bliss DE, ed). New York : Academic Press, 1-27p.

**Breeuwer JAJ, Jacobs G**, 1996. Wolbachia: intracellular manipulators of the mite reproduction. Exp. Appl. Acarol., 20 : 421-434p.

**Brereton JLG**, 1956. A study of some factors controlling the population of some terrestrial isopods. Thèse Université d'Oxford.

**Briggs DEG, Weedon MJ, Whyte MA**, 1993. Arthropoda (Crustaceaexcluding Ostracoda). In : The fossil record (Benton MJ, ed). London : Chapman & Hall.

**Calvet R, Barriuso E, Bedos C, Benoit P, Charnay MP, Coquet Y**, 2005. Les pesticides dans le sol conséquences agronomiques et environnementales. France agricole : Paris.22-490p.

**Caubet Y**, 1998. Individual life histories in terrestrial isopod populations: a simulation program. Israel. J. Zool., 44 :423-437p.

**Cortet J, Gomot-De Vaufleury A, Poinso-Balaguer N, Gomot L, Texier C**, 1999. The use of invertebrate soil fauna in monitoring pollutant effects. Eur. J. Soil Biol. 35 :115-134p.

**De Luca V, Longo G, Sottile L, La Spina G, Viscuso R**, 1987. Scanning electron microscopy and histochemistry of the reproductive female system and sperm storage in *Porcellio laevis* Latreille (Isopoda, Oniscidea). Acta Embriol. Morphol. Exper., 8 : 243-255p.

**Drach P**, 1939. Mue et cycle d'intermue chez les crustacés décapodes. Ann. Inst. Océanogr. Monaco, 19 : 103-392p.

**Druart C**, 2011. Effets des pesticides de la vigne sur le cycle biologique de l'escargot dans divers contextes d'exposition. Thèse de l'Université de Franche-Comté. 316 pages, 1-24p.

**Echaubard M**, 1995. Les animaux comme indicateurs biologiques de pollution. ANPP. Colloque International Marqueurs Biologiques de Pollution/ Biological Markers Pollution, PSV, Imprimerie Créteil, France, 335-338p.

**Edney EB**, 1968. Transition from water to land in isopod crustaceans. Am. Zool., 8 : 309-326p.

**Garrec JP et Van Haluwyn C**, 2002. Biosurveillance végétale de la qualité de l'air, Tec&Doc, 116p.

**Garric J**, 1995. La contamination des eaux superficielles par les produits phytosanitaires : les effets sur le milieu aquatique. Ministère de l'environnement, Paris. 25-32p.

**Gasquez J**, 1995. LA résistance aux pesticides. Impacts des pesticides sur la faune et la flore sauvages, Ministère de l'environnement, Paris. 11-16p

**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 l'Université Lille 1. 231 pages, 1-14p.

**Graf F**, 1978. Les sources de calcium pour les crustacés venant de muer. Arch . Zool. Exp. Gén., 119 : 143-161p.

**Hatchett SP**, 1947. Biology of the Isopoda of Michigan. Ecol. Monogr., 17 : 47-79p.

**Hertig M**, 1936. The Rickettsia, Wolbachia pipiensis (gen. et sp. N.) and associated inclusions of the mosquito, Culex pipiens. Parasitology, 28 : 453-486p.

**Hiroyuki K, Eiji K, Shinji T, Kazuhito N, Kunihiko K**, 2004. Screening for oestrogen and androgen receptor activities in 200 pesticides by in vitro reporter gene assays using Chinese hamster ovary cells. Environmental Health Perspectives. 112: 524-523p.

**Hopkin S**, 1991. A key to the woodlice of Britain and Ireland. FSC, Environmental understanding for all, n°204.

**Hopkin S, Jones DT, Dietrich D**, 1993. The isopod Porcellio scaber as a monitor of the bioavailability of metals in terrestrial ecosystems : towards a global 'woodlouse watch' scheme. Sci. Total Environ. 357-365p.

**Hu Xiuqin Q, Cang T, Wu M**, 2004. Study on toxicity and safety evaluation of chlorpyrifos and fenprothrin to earthworm (Eisenia foelide). Pesticide Science and Administration, 25 (2004): 10-11p.

**Juchault P, Mocquard J-P, Kouigan S**, 1985. Étude expérimentale de l'influence des facteurs externes (température et photopériode) sur le cycle de reproduction du Crustacé oniscoïde Porcellionides pruinosus (Brandt) provenant de populations africaine (Togo) et européenne (France). Crustaceana, 48 : 307 - 315p.

**Kammenga JE, Dallinger MH, Köhler HR, Simonsen V, Triebkorn R, Weeks JM**, 2000. Biomarkers in terrestrial invertebrates for ecotoxicological soil risk assessment. Reviews of Environmental Contamination and Toxicology. 164, 93-147p.

- Kensley B, Shilling S, Schotte M**, 1996. World list of terrestrial Crustacea Isopoda (Oniscidea). Smithsonian Institution Gopher Server, accessible via Smithsonian home page on [www.nmnh.si.edu/iz/isopod/](http://www.nmnh.si.edu/iz/isopod/).
- Kidd H et James DR**, 1991. The Agrochemicals Handbook, Seconde Edition. Royal society of Chemistry Information Services, Cambridge, UK, Carbaryl.
- Koch CL, Berendt GC**, 1854. Die im Bernstein befindlichen organischen Reste der Vorwelt. Berlin : Berndt GC.
- Mambie S**, 2011. Généralité sur les produits phytosanitaires. MSA, deuxième régime de protection social agricole en France.
- Legrand JJ**, 1958a. Comportement sexuel et modalités de la fécondation chez l'Oniscoïde *Porcellio dilatatus*. C. R. Acad. Sci. III, 246 : 3120-3122p.
- Leistikow A, Wägele J-W**, 1999. Checklist of the terrestrial isopods of the new world (Crustacea, Isopoda, Oniscidea).
- Linnaeus C**, 1758. Systema naturae. Regnum animalium. Holmiae.
- Linsenmair KE**, 1989. Sex-specific reproductive patterns in some terrestrial isopods. In : The sociobiology of sexual and reproductive strategies (Rasa AE, Vogel C, Voland E, eds). London : Chapman & Hall, 19-47p.
- Longo G, Musmeci R, Privitera R, Sottile L**, 1998. Ultrastructural organization of seminal receptacle and sperm storage in *Porcellio laevis* Latreille (Crustacea: Isopoda Oniscidea). Tissue Cell, 30 : 464-474p.
- Lueken W**, 1968. Mehrmaliges kopulieren von *Armadillidium* weibchen (Isopoda) während einer parturialhäutung. Crustaceana, 14 : 113-118p.
- Madhun YA et Freed VH**, 1990. Impact of pesticides on the environment. Pesticides in the soil environment: processes, impacts, and modelling, vol 2. Cheng, H.H., Ed. Soil Science society of America, Madison, USA. 429-466p.
- Magdelaine C**, 2013. Les pesticides ou produits phytosanitaires. [En ligne] : <http://www.notre-planete.info/ecologie/alimentation/pesticides.php#> . Consulté le 13/052015.
- Malek L et Mehenni H**, 2012. Contribution à la réalisation d'une enquête sur l'utilisation des pesticides à usage agricole à Bejaia. Département sciences alimentaires, Master II en biotechnologie, agroressources : alimentation et nutrition. 65pages, 21-30p.

- Mangala P, De Silva CS, Pathiratne A, Van Gestel CAM**, 2009. Toxicity of chlorpyrifos, carbofuran, mancozeb and their formulations to the tropical earthworm *Perionyx excavates*. *Applied Soil Ecology* 44 (2010) 56–60p.
- Martin G, Juchault P, Legrand J-J**, 1973. Mise en évidence d'un micro-organisme intracytoplasmique symbiote de l'Oniscoïde *Armadillidium vulgare* L., dont la présence accompagne l'intersexualité ou la féminisation totale des mâles génétiques de la lignée thélygène. *C. R. Acad. Sci. III*, 276 : 2313-2316p.
- Mayrat A, De Saint-Laurent M**, 1996. Classe des Malacostracés (Malacostraca, Latreille, 1802). In : *Traité de zoologie (crustacés) : anatomie, systématique, biologie* (Grassé P-P, ed). Paris : Masson, 841-863p.
- Mead F**, 1973. Recherches sur la reproduction et le comportement sexuel des isopodes terrestres. Thèse Université de Provence. 240pages, 12-20p.
- Mead F**, 1976. La place de l'accouplement dans le cycle de reproduction des isopodes terrestres (Oniscoidea). *Crustaceana*, 31 : 27-41p.
- Michel-Salzat A**, 2000. Evolution des Oniscidea (Crustacea, Isopoda) : analyse de gènes mitochondriaux et implications phylogénétiques. Thèse de l'Université Paris 6. 314pages, 32-45.
- Moreau J, Rigaud T**, 2000. Operational sex ratio in terrestrial isopods: interaction between potential rate of reproduction and Wolbachia-induced sex ratio distortion. *Oikos*, 91 : 477-484p.
- O'Neill SL, Giordano R, Colbert AME, Karr TL, Robertson HM**, 1992. 16S rRNA phylogenetic analysis of the bacterial endosymbionts associated with cytoplasmic incompatibility in insects. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 89 : 2699-2702p.
- Picaud J-L, Souty-Grosset C, Martin G**, 1989. Vitellogenesis in terrestrial isopods: female specific proteins and their control. In : *The biology of terrestrial isopods*. Urbino : *Monitore Zool. Ital. (N.S.) Monogr.* 4 : 305-331p.
- Pierce TG**, 1989. Acceptability of pteridophytes litters to *Lumbricus terrestris* and *Oniscus asellus* and implications for the nature of ancient soils. *Pedobiologia*, 33 : 91-100p.

**Radu VG, Cracium C**, 1969. Le cycle annuel des phases spermatogénétiques chez *Armadillidium vulgare* Latr. (isopode terrestre). Rev. roumaine Biol. Zool., 14 : 375-384p.

**Rice PJ, Drewes CD, Klubertanz TM, Bradbury SP, Coats JR**. 1997, Acute toxicity and behavioral effects of chlorpyrifos, permethrin, petrol, strychnine, and 2,4-dinitrophenol to 30 days-old Japanese Medaka (*Oryzias latipes*). Setac. Journals, 16:696-704p.

**Rigaud T, Rousset F**, 1996. What generates the diversity of Wolbachia-arthropod interactions? Biodivers. Conserv., 5 :999-1013p.

**Rigaud T, Juchault P, Mocquard J-P**, 1997. The evolution of sex determination in isopods crustaceans. Bioessays, 19 : 409-416p.

**Rondelaud D, Juchault P**, 1970. Contribution to the study of part of androgenic hormone in spermatogenesis of *Helleria brevicornis* Ebner and *Porcellio dilatatus* Brandt (crustacean oniscoides). C. R. Hebd. Seances Acad. Sci. D, 270 : 2575-2578p.

**Rouane-hacene O**, 2013. Biosurveillance de la qualité des eaux côtières du littoral occidental algérien, par le suivi des indices biologiques, de la biodisponibilité et la bioaccumulation des métaux lourds (Zn, Cu, Pb et Cd) chez la moule *Mytilus galloprovincialis* et l'oursin *Paracentrotus lividus*. Thèse de l'Université d'Oran. 243 pages, 1-21p.

**Rousset F, Bouchon D, Pintureau B, Juchault P, Solignac M**, 1992. Wolbachia endosymbionts responsible for various alterations of sexuality in arthropods. Proc. R. Soc. Lond. B Biol. Sci., 250 : 91-98p.

**Schmalfuss H**, 1984. Eco-morphological strategies in terrestrial isopods. In : The biology of terrestrial isopods (Sutton SL, Holdich DM, eds). Oxford : Clarendon Press, 49-64p.

**Steel CGH, Campbell SE**, 1977. Storage and translocation of calcium during the moulting cycle in the isopod crustacean *Oniscus asellus*. Am. Zool., 17 : 935p.

**Steel CGH**, 1980. Mechanisms of coordination between moulting and reproduction in terrestrial isopod Crustacea. Biol. Bull., 159 : 206-218p.



**Steel CGH**, 1982. Stages of the intermoult cycle in the terrestrial isopod *Oniscus asellus* and their relation to biphasic cuticle secretion. *Can. J. Zool.*, 60 : 429-437p.

**Vandel A**, 1925. Recherches sur la sexualité des isopodes. *Bull. Biol. Fr. Belg.*, 59 : 320-371p.

**Vandel A**, 1941a. Recherches sur la génétique et la sexualité des isopodes terrestres. II. Sur la longévité des spermatozoïdes à l'intérieur de l'ovaire d'*Armadillidium vulgare*. *Bull. Biol. Fr. Belg.*, 75 : 364-367p.

**Vandel A**, 1941b. Recherches sur la génétique et la sexualité des isopodes terrestres. VI. Les phénomènes de monogénie chez les oniscoïdes. *Bull. Biol. Fr. Belg.*, 75 : 316-363p.

**Vandel A**, 1948. La faune isopodique française (Oniscoïdes ou isopodes terrestres). Sa répartition, ses origines et son histoire. *Rev. franç. Entomol.*, 15 : 101-139p.

**Vandel A**, 1960. Isopodes terrestres (première partie). In : *Faune de France* (Lechevalier P, ed). Paris, 1-416p.

**Vandel A**, 1962. Isopodes terrestres (seconde partie). In : *Faune de France* (Lechevalier P, ed). Paris, 417-931p.

**Vandel A**, 1965. Sur l'existence d'oniscoïdes très primitifs menant une vie aquatique et sur le polyphylétisme des isopodes terrestres. *Ann. Speleol.*, 20 : 489-518p.

**Venkateswara Rao D, Pavan S et Madhavendra SS**, 2003. Toxic effects of chlorpyrifos on morphology and acetylcholine esterase activity in the earthworm, *Eisenia foetida*. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 54 (2003) 296-301p.

**Vermeulen LA, Reinecke AJ, Reinecke SA**, 2001. Evaluation of the fungicide manganese-zinc ethylene bis(dithiocarbamate) (mancozeb) for sublethal and acute toxicity of twenty-four insecticides to earthworm, *Eisenia foetida*, *Ecotox. Environ. Saf.* 48, 183-189p.

**Wang X, Yu Z**, 2006. Toxicity assessment for chlorpyrifos-contaminated soil with three different earthworm test methods. Thèse de l'Université de Yunnan. 260 pages, 4-54.

**Warburg MR**, 1993. Evolutionary biology of land isopods. Berlin : Springer-Verlag.

**Warburg MR, Linsenmair KE, Bercovitz K**, 1984. The effect of climate on the distribution and abundance of isopods. In : The biology of terrestrial isopods (Sutton SL, Holdich DM, eds). Oxford : Clarendon Press, 339-368p.

**Werren JH, O'Neill SL**, 1997. The evolution of heritable symbionts. In : Influential passengers: inherited microorganisms and arthropod reproduction (O'Neill SL, Hoffman AA, Werren JH, eds). Oxford : Oxford University Press, 1-41p.

**Yen JH, Barr AR**, 1971. New hypothesis of the cause of cytoplasmic incompatibility in *Culex pipiens*. *Nature*, 232 : 657-658p.

**Zhou SP, Duan CQ, Hui FU; Chen YH, Wand XH, YU ZF**, 2007. Toxicity assessment for chlorpyrifos-contaminated soil with three different earthworm test methods. *J. Environ. Sci.* 19 (7): 854-858p.

**Zimmer M**, 2001. Why do not male terrestrial isopods (Isopoda: Oniscidea) not guard females? *Anim. Behav.*, 62 : 815-821p.

## RESUME

Le travail qui vient d'être analysé a pour but l'évaluation de la toxicité des pesticides (Mancozebe et Dursban) sur un crustacé terrestre, le cloporte *Armadillidium sp* qui est un bio-indicateur des agro-écosystèmes.

Afin d'évaluer la toxicité des pesticides sur les cloportes, nous avons utilisé un test de toxicité aiguë où on prend en compte la mortalité des cloportes comme indicateur de toxicité en déterminant la DL<sub>50</sub>. Ce test est réalisé dans des conditions de laboratoire (au niveau de l'animalerie de l'université de Bejaia). Les cloportes sont répartis par dix dans 40 boîtes de différentes concentrations de pesticides.

Durant la première semaine on remarque une mortalité totale pour le Dursban à une concentration de 720mg/L. Alors que chez le Mancozebe la mortalité est moindre avec la plus haute mortalité de 10% pour une concentration de 100mg/L dans la 1<sup>ière</sup> semaine. A la fin du test, on obtient une mortalité de 22.5% pour le Mancozebe et 71, 25 % pour le Dursban. De plus, la DL<sub>50</sub> du Dursban durant la 2<sup>ème</sup> semaine est de 83.78071mg/L.

Ce test de toxicité aiguë a prouvé que le Dursban est très nocif et que les cloportes ont assuré la bio-indication.

Mots clés : Toxicité, pesticide, bio surveillance, cloporte.

## ABSTRACT

The work that has been analyzed has as goal the evaluation of pesticides' toxicity (Mancozeb and Dursban) in crustacean of earth, woodlouse *Armadillidium sp* who is a bio-indicator of agrosystemes.

In order to evaluate the toxicity of pesticides in woodlooses, we have used a test of acute toxicity where we take in consideration the mortality rate of woodlouse as indicator of toxicity with determining the DL<sub>50</sub>. This test is realized in laboratory conditions (at the animal house of the university of Bejaia). Woodlooses are distribute by 10 in each 40 boxes of different concentrations of pesticides.

During the 1<sup>st</sup> week, we note a total mortality for Dursban at 720mg/L of concentration. However for Mancozeb, the mortality is lower, also the higher rate one's is about 10% for 100mg/L concentration, in the 1<sup>st</sup> week. At the end of the test, we obtaine 22.5% of global (all concentrations together) mortality for Mancozeb and for Dursban 71.25%. In addition to tha, the Dursban's DL<sub>50</sub> is around 83.78071mg/L.

This test of acute toxicity has proved that Dursban is very toxic and the woodloose have been successful in the bio-indication, bio-monitoring.

Key words: Toxicity, pesticide, bio-monitoring, woodlouse.