



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou  
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques  
Département des sciences agronomiques



Mémoire de fin d'études  
En vue d'obtention du diplôme de master  
Filière : Sciences Agronomiques  
Spécialité : protection des végétaux



**Thème**

**Évaluation de la sensibilité d'*Eobania  
vermiculata* (Gastropoda, Helecidae) au  
Glyphosate.**

**Présenté par : Aiboud Fetta  
Belkacemi Mohamed**

**Membres du jury**

Président	Medjdoub-Bensaad F.	Professeur	UMMTO
Promoteur	Ramdini R.	MAB	UMMTO
Examineurs	Asla T.	MAA	UMMTO
	Lembrouk L.	MCB	UMMTO

**06 /06/2024**

## *Remerciements*

*Tout d'abord, nous tenons à exprimer notre profonde gratitude envers notre Créateur, qui nous a généreusement accordé la santé, la volonté et le courage nécessaires pour mener à bien ce modeste travail.*

*Nous tenons à exprimer notre gratitude envers notre encadrant, Monsieur Ramdini R. Maître assistant classe B à l'UMMTO. Il a été bien plus qu'un professeur : un frère, un ami, un mentor. Sa présence constante, ses conseils avisés, sa patience et son partage généreux de son expérience et de ses connaissances ont été d'une aide inestimable. Il ne nous a jamais abandonnés, guidant chacun de nous avec assurance et dévouement. L'encadrement de Monsieur Ramdini a été une véritable bénédiction, il a assumé son rôle d'enseignant. Sa disponibilité sans faille, sa capacité à transmettre son savoir avec clarté et sa volonté inébranlable de nous voir réussir ont été des piliers essentiels de notre progression.*

*Nous remercions Madame Medjdoub Bensaad F. Professeur à l'UMMTO, pour l'honneur qu'elle nous a fait en acceptant de présider le jury de soutenance. Sa présence et son expertise ont considérablement enrichi notre expérience.*

*Nous tenons à remercier les honorables membres de jury Monsieur Asla T. Maître assistant Classe A à l'UMMTO et Madame Lembrouk L. Maître de conférence classe B à l'UMMTO, qui ont bien voulu lire et examiner notre travail et d'apporter leurs précieuses Critiques et suggestions. Merci pour les efforts que vous avez consentis en supervisant notre étude.*

## *Dédicace*

*Je dédie ce travail*

*A ma maman, cette figure inépuisable de tendresse qui illumine les nuits les plus sombres de mon existence. Je tiens à exprimer ma profonde gratitude pour tout ce qu'elle a fait pour moi. Son amour inconditionnel, son soutien indéfectible et sa sagesse infinie qui ont façonné la personne que je suis aujourd'hui. Ces conseils avisés, son encouragement bienveillant, sa présence rassurante et son dévouement sans faille.*

*Je remercie mon cher père, pour son soutien et guidance, sa présence dans ma vie qui a été un refuge et un modèle pour moi. Je le remercie pour les nombreuses conversations que nous avons partagées, pour l'enseignement, le courage et les valeurs qu'il m'a transmises.*

*A mes chers sœurs et frères, merci pour votre présence dans ma vie, vos sourires, vos encouragements, votre soutien, votre amour inconditionnel et pour les moments de complicité, de rires et de partage que nous avons vécus ensemble.*

*A Mon encadrant Monsieur RAMDINI R, je vous exprime mes plus sincères remerciements pour votre contribution inestimable qui a été la clé de la réussite de ce travail, votre suivi attentif, ainsi que le temps et la patience que vous m'avez généreusement accordées, vos encouragements et votre aide précieuse m'ont permis a surmonter les défis.*

*J'exprime ma profonde gratitude envers toutes les personnes qui ont contribué et partagé à la réussite de ce modeste travail. A mes amis, à mes proches, à toutes les personnes qui m'ont soutenus et aimés.*

**AIBOUD Fetta**

## *Dédicace*

*Ce mémoire est dédié à toutes les personnes qui ont rendu ce voyage intellectuel et personnel possible et enrichissant.*

*À mes parents, [Chikh Tahar et farrudja ], qui m'ont offert un amour inconditionnel et un soutien sans faille tout au long de ma vie.*

*Merci pour vos sacrifices, votre patience et votre croyance inébranlable en mes capacités. Vos encouragements m'ont donné la force de persévérer même dans les moments les plus difficiles.*

*À ma famille élargie ( yahia .siham.amina.abdou.et khadidja), pour leur soutien moral, leurs prières et leurs encouragements constants. Votre foi en moi a été une source constante de motivation.*

*À mes amis, [Madjid. Said . da lekrim.da abdela.hakimben si3mara.], qui ont été à mes côtés durant cette aventure. Merci pour votre compréhension, votre aide précieuse, et pour les moments de détente et de rire qui m'ont permis de garder le cap.*

*À mes professeurs et encadrants, en particulier [Remdini remdan ], pour leur mentorat, leur patience et leur dévouement. Votre expertise, vos conseils judicieux et votre soutien académique ont été essentiels à l'accomplissement de ce travail.*

*À mon amour et ma future femme Hadjila*

*À mes collègues et camarades de promotion, pour leurs échanges enrichissants, leur esprit de collaboration et leur soutien mutuel. Ensemble, nous avons partagé des moments de doute et de succès, et c'est aussi grâce à vous que ce parcours a été si formateur.*

*À toutes les personnes que j'ai pu oublier de mentionner, mais qui ont, de près ou de loin, contribué à cette réalisation. Votre aide, même la plus petite, a eu un impact significatif.*

*Enfin, à moi-même et ma binôme a3zizen Hassina , pour la persévérance, la détermination et le travail acharné qui m'ont permis de mener ce projet à bien. Que ce mémoire soit le témoignage de ce que l'on peut accomplir avec dévouement et passion.*

*MOUMOUH BLK # Z*

Figure	Titre de figure	Page
Figure 01	<i>Eobania Vermiculata</i>	3
Figure 02	Lieu de collecte	3
Figure 03	Habitats d' <i>Eobania Vermiculata</i>	4
Figure 04	Anatomie d' <i>Eobania Vermicula</i>	5
Figure 05	Tête et tentacules d' <i>E.vermiculata</i>	6
Figure 06	Pied d' <i>E.vermiculata</i>	6
Figure 07	Coquille d' <i>E.vermiculata</i>	7
Figure 08	Reproduction	8
Figure 09	Accouplement	9
Figure 10	Incubation et éclosion	9
Figure 11	Alimentation	10
Figure 12	Activité journalière	11
Figure 13	Estivation	11
Figure 14	Hibernation avec formation d'épiphragme	12
Figure 15	Coquilles de différents stades embryonnaires	12
Figure 16	Coquilles d'individus morts	13
Figure 17	Classification des pesticides	18
Figure 18	Classification des herbicides	20
Figure 19	Structure chimique du Glyphosate	21
Figure 20	Laboratoire de Recherche Écologie des invertébrés terrestres	24
Figure 21	Les matériaux utilisés lors de l'expérimentation	24
Figure 22	<i>Eobania vermiculata</i>	25
Figure 23	Herbicide marque (Tiller)	25
Figure 24	Localisation de l'Université Tamda	26
Figure 25	Transfert de <i>Eobania vermiculata</i> dans des boites transparentes	26
Figure 26	La prise du poids, diamètre et hauteur et marquage	27
Figure 27	Numérotation et répartition des escargots	28
Figure 28	Préparation de la DL 50	28
Figure 29	Répartition des escargots dans des boites	29
Figure 30	Préparation de la nourriture	29
Figure 31	Évolution de poids relatif d' <i>Eobania Vermiculata</i> exposés aux concentrations croissantes de Tiller	31

---

<b>Figure 32</b>	Évolution de poids relatif chez les Témoins	32
<b>Figure 33</b>	Évolution de poids relatif dans le Lot 01	33
<b>Figure 34</b>	Évolution de poids relatif dans le Lot 02	34
<b>Figure 35</b>	Évolution de poids relatif dans le Lot 03	35
<b>Figure 36</b>	Le poids de nourriture restante	36

---

Numéro du tableau	Titre	Page
<b>Tableau 01</b>	Caractéristiques physico-chimiques du Glyphosate (Worthing et Hance, 2000)	21
<b>Tableau 02</b>	Répartition des concentrations croissantes de Tiller	30
<b>Tableau 03</b>	Effet de Glyphosate sur l'évolution du diamètre et de la hauteur de la coquille des escargots <i>Eobania vemiculata</i>	36

### Les abréviations

**ca** : circa (environ)

**FAO** : Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (Food and Agriculture Organization)

**DPVCT** : Direction de la Protection des Végétaux et des Contrôles Techniques

**UICPA** : Union internationale de chimie pure et appliquée (International Union of Pure and Applied Chemistry)

**CAS** : Chemical Abstracts Service

**EPE** : Entreprise Publique Économique

**SPA** : Société par Actions

**CAS** : Chemical Abstracts Service

**UICPA** : Union internationale de chimie pure et appliquée

**K** : coefficient d'absorption (sans unité spécifique ici)

**pKa** : constante de dissociation acide (sans unité spécifique)

Remerciement	
Dédicaces	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Sommaire	
Introduction .....	1

### **Chapitre I : Présentation de *Eobania vermiculata***

1. Présentation du modèle biologique ( <i>Eobania vermiculata</i> ).....	3
2. Collecte des escargots .....	3
3. Position systématique.....	4
4. Habitats .....	4
5. Anatomie d' <i>Eobania vermiculata</i> .....	5
Tête .....	5
Pied .....	6
5.3.1. Manteau.....	7
6. Reproduction et développement.....	8
Accouplement .....	8
Ponte .....	9
Incubation et éclosion .....	9
7. Alimentation.....	10
8. Rythmes de vie d' <i>Eobania vermiculata</i> .....	10
9. Activité journalière .....	10
Activité saisonnière.....	11
Estivation .....	11
Hibernation .....	11
10. Longévité .....	12
11. Mortalité.....	12
12. Influences des paramètres externes sur le comportement de <i>Eobania vermiculata</i> .....	13

### **Chapitre II : Présentation du pesticide**

1. Présentation de pesticide .....	15
Définition	15
Historique des pesticides.....	15
Classification des pesticides.....	16
Selon leurs caractéristiques chimiques.....	16
Selon les organismes vivants ciblés .....	16
Selon l'usage .....	17
Rôle et importance des pesticides par l'accumulation des pesticides .....	18

2.	Herbicides.....	19
	Définition 19	
	Classification des herbicides .....	19
	Caractéristiques du glyphosate.....	21
	Propriété physico-chimique du glyphosate .....	21
	Avantage de l'utilisation du glyphosate en agriculture .....	22
	Glyphosate dans le monde .....	22
	Glyphosate en Algérie .....	23

### Chapitre III : Matériel et Méthode

1.	Matériels .....	24
	Matériels biologiques .....	25
	Matériel chimique.....	25
2.	Méthodes.....	26
	La récolte des orgiasmes .....	26
	Conditions de l'expérimentation .....	27
	Numérotation et répartition des individus .....	27
	Préparation de la DL50.....	28
	Mode de traitement.....	29
	Préparation des doses utilisées .....	29
3.	Analyse statistique .....	30

### Chapitre IV : Résultats et Discussion

1.	Résultats	31
	Effet de Glyphosate sur les paramètres de croissance chez <i>Eobania vemiculata</i> .....	31
	Effets sur le poids des escargots des différents lots .....	31
	L'évolution de poids des témoins.....	32
	Évolution de poids dans le Lot 01 .....	33
	L'évolution de poids dans le Lot 02.....	33
	Évolution de poids dans le Lot 03.....	34
	Effet de Glyphosate sur les dimensions des coquilles <i>d'Eobania vemiculata</i> .....	35
	Effet de Glyphosate sur la nutrition <i>d'Eobania vemiculata</i> .....	36
2.	Discussion .....	37
	Conclusion.....	39
	Résumé	
	Abstract	

# ***Introduction***

L'agriculture est un élément important du développement rural en Algérie, elle est considérée comme l'une des principales composantes de l'économie nationale, elle représente 25 % de la population active et contribue à hauteur de 10 % environ à l'économie nationale (Laoubi et Yamao, 2009). Cependant, les terres arables de l'Algérie (surface agricole utile) sont limitées à moins de 3 % de sa superficie totale, soit environ 8,7 millions d'hectares (Laoubi et Yamao, 2012).

L'utilisation des produits phytosanitaires a permis d'augmenter considérablement les rendements agricoles en réduisant les pertes dues aux ravageurs des cultures. Les pesticides sont largement utilisés dans l'agriculture pour protéger les cultures des ravageurs et des maladies. En Algérie, l'utilisation des pesticides est de plus en plus fréquente, suite à l'augmentation des surfaces cultivées. Ainsi, près de 400 substances actives de pesticides sont commercialisées annuellement (Bouziani, 2014), et constituent des outils nécessaires, voire indispensables pour les agriculteurs, puisqu'ils assurent la rentabilité de la majorité de leurs productions (Louchahi, 2015).

Les pesticides sont des composés chimiques dotés de propriétés toxicologiques, ils sont considérés comme la troisième cause de pollution dans le monde (Mullinger, 2005). Ces produits chimiques, conçus pour éliminer ou contrôler les organismes considérés comme nuisibles aux cultures, peuvent également avoir des effets néfastes sur les espèces non ciblées, y compris les plantes, les animaux et les micro-organismes qui constituent et contribuent au bon fonctionnement des écosystèmes naturels. Ils sont répandus dans l'environnement lors des applications en zones agricoles (protection des cultures) et en zones urbaines (entretien des jardins, parcs...). Bien que les principales cibles des pesticides soient les mauvaises herbes, il est estimé que seulement 0,1% des quantités appliquées atteignent ceux-ci (Arias-Estévez et al., 2008).

Les Mollusques sont l'un des groupes les plus diversifiés et les plus évolués du règne animal, après les arthropodes (Zhang, 2013). En effet, il existe dans le monde entre 30000 à 35000 espèces de mollusques terrestres (Tsai, 2004). Ils représentent une composante importante de la faune du sol dans la plupart des écosystèmes terrestres. Ces espèces sont souvent utilisées pour contrôler la pollution de l'air et du sol et l'eau (Dallinger, 1993; Astani et al., 2012).

Les gastéropodes terrestres, sont reconnus comme des indicateurs écologiques pertinents de la qualité des écosystèmes (Berger et Dallinger, 1993 ; Corotet et al., 1999). Ils présentent des caractéristiques physiologiques, biologiques et écologiques variées permettant ainsi de comparer l'influence de ces différents paramètres sur leurs réponses à la contamination de

l'environnement (Gomot De Vauflery et Pihan, 2000; Laskowski et Hopkin, 1996).

*Eobania vermiculata* est un gastéropode terrestre pulmoné qu'on retrouve dans la région méditerranéenne (Welter-Schultes, 2012). Il est très abondant au nord de l'Algérie (Bouaziz-Yahiatene et al., 2017; Ramdini et al., 2021, Sadouk et al., 2022). Cette espèce considérée comme bio indicatrice, reflétant fidèlement la qualité de milieu dans lequel elle vit. De plus, elle a l'avantage d'être cosmopolite, facile à identifier, à échantillonner et à élever. En effet, elle constitue un excellent modèle biologique ayant une grande capacité d'accumulation des xénobiotiques (Bigot, 2009).

Notre étude vise à évaluer les réponses d'*Eobania vermiculata* à un pesticide qui est le Glyphosate, un herbicide largement utilisé en agriculture.

Pour faire, ce travail est subdivisé en quatre chapitres:

La première partie englobe deux chapitres pour résumer les données bibliographiques, dont le premier chapitre parle sur le modèle biologique utilisé dans l'expérimentation qui est *Eobania vermiculata*. Le second présente l'herbicide utilisé et ses caractéristiques.

Le troisième chapitre présente la méthodologie expérimentale et les outils de laboratoire exploités lors de la réalisation du travail.

Le quatrième chapitre présente l'essentiel des résultats obtenus, ainsi qu'une discussion de ces résultats et nous terminons par une conclusion et quelques perspectives.



*Chapitre I :*  
*Présentation*  
*d'Eobania*  
*vermiculata*



### 1. Présentation du modèle biologique (*Eobania vermiculata*)

*Eobania vermiculata* (Müller, 1774) communément appelée escargot à bande de chocolat ou escargot mourguéta (Bouaziz-Yahiatene et al., 2017). C'est un mollusque gastéropode pulmoné terrestre comestible. Sa coquille est aplatie, chagrinée, déprimée, globuleuse et très convexe en dessus (Kerney, 1999), elle est de taille modérée et de couleur blanc jaunâtre avec 4 à 5 bandes marron foncé, parfois interrompues ou fusionnées (Rémy, 1930). Le diamètre de la coquille de cette espèce peut atteindre environ 30 mm (Chevalier, 1983) (Fig. 01).



**Figure 01 :** *Eobania vermiculata* (Originelle, 2024).

### 2. Collecte des escargots

Les spécimens que nous avons traités ont été collectés au niveau de l'Université Mouloud MAMMARI de Tizi-Ouzou, au campus de Tamda.

La collecte a été réalisée suivant l'une des méthodes de prélèvement des mollusques terrestres qui est la collecte directe ou le ramassage à vu. Cette méthode consiste à la récolte des espèces à main dans leur habitat (Fig. 02).



**Figure 02 :** Lieu de collecte (Originelle, 2024).

### 3. Position systématique

Kerney et Cameron (2015) rappellent qu'*Eobania vermiculata* est classé comme suite :

Règne	Animalia
Embranchement	Mollusques
Classe	Gastéropodes
Sous-classe	Pulmonés
Ordre	Stylomatophora
Super-famille	Helicaceae
Famille	Hélicidae
Sous-famille	Hélicinae
Genre	<i>Eobania</i>
Espèce	<i>Eobania vermiculata</i> (Müller, 1774).

### 4. Habitats

Les lieux favorables au développement de l'escargot sont constitués par les terrains humides qui s'égouttent facilement, par les terrains frais, meubles, non acides et fissurés. Le calcaire remplit ces conditions et joue en outre, un rôle très important dans l'édification de la coquille et de l'opercule.

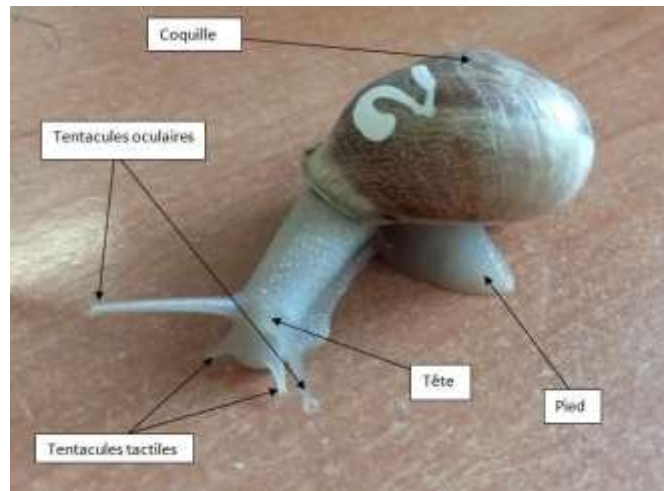
*Eobania vermiculata* se rencontre dans les jardins, terres agricoles, vergers, parcs, les zones urbaines, sous des pierres, planches ou d'autres objets offrant un abri contre la sécheresse et la chaleur (Cobbinah et al., 2008) (Fig. 03).



**Figure 03 :** Habitats d'*Eobania vermiculata* (Originelle, 2024).

### 5. Anatomie d'*Eobania vermiculata*

Le corps du mollusque est mou et non segmenté. Il comprend trois parties fondamentales : une tête, un pied et une masse viscérale enveloppée dans un manteau ou pallium qui sécrète une coquille (Maissiat et *al.*, 2011) (Fig. 04).



**Figure 04** : Anatomie d'*Eobania vermiculata* (Originelle, 2024).

#### Tête

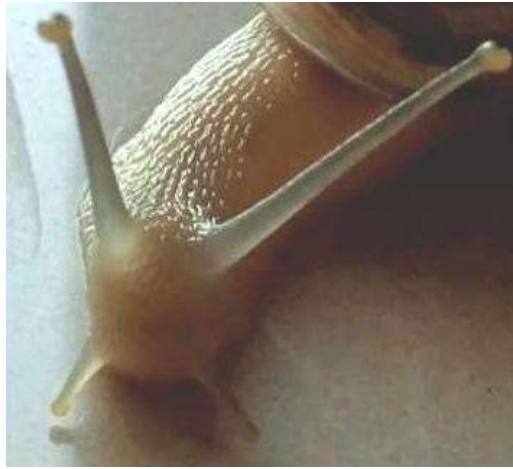
La tête des gastéropodes terrestres constitue la région antérieure du corps de l'animal ; dorsalement elle porte deux paires de tentacules sensoriels creux et rétractiles, elle porte une bouche armée d'une radula de morphologie variable, elle donne accès à un bulbe buccal.

- **Les tentacules antérieurs**, petits et renflés en bouton à leur extrémité, elles ont un rôle tactile et gustatif.
- **Les tentacules postérieurs**, les plus grands, également renflés au sommet, porte à leur extrémité un œil logé du côté externe et un organe olfactif.

Ces quatre tentacules peuvent s'invaginer sous l'action de muscles spéciaux et rentrer complètement à l'intérieur de la tête (Boué et Chanton, 1971). Les yeux de l'escargot sont visibles sous la forme de petites taches noires à l'extrémité des grands tentacules (Maissiat et *al.*, 2011).

- **La radula** est située sur la face ventrale de la bouche et se présente sous la forme d'un ruban chitineux, portant plusieurs rangées transversales de petites dents sur la face. Chaque rangée comprend une dent centrale de part et d'autre de laquelle sont disposées symétriquement des dents latérales et marginales, dont le nombre peut dépendre de l'âge de l'animal (Lévêque, 1971). Elle se spécialise et comporte des dents de type très différent selon le régime alimentaire. La prise de nourriture s'opère par frottement de la langue chitineuse sur les végétaux (Karas, 2009). La radula fonctionne comme une râpe déchiquetant très finement

les végétaux. Cette mastication est facilitée par une salive abondante, la bave de l'escargot. Cette dernière est fournie par deux glandes salivaires (Boué et Chanton, 1971) (Fig. 05).



**Figure 05 :** Tête et tentacules d'*E.vermiculata* (Originelle, 2024)

### **Pied**

Le pied est une masse musculaire allongée, il demeure aplati en une sole pédieuse à fonction essentiellement locomotrice, séparées de la parties supérieures du corps par un sillon (Kerney et Cameron, 2006). Boué et Chanton (1971) ajoutent que, postérieurement, l'épiderme recouvrant cette sole sécrète un mucus abondant qui facilite la reptation et laisse une traînée brillante sur le sol après le passage de l'animal (Fig. 06).



**Figure 06 :** Pied d'*E.vermiculata* (Originelle, 2024).

### **Masse viscérale**

Guyard (2009) rappelle que la masse viscérale est enroulée à l'intérieur de la coquille et limitée en avant par le bourrelet ; c'est le bord du manteau soudé à la masse viscérale pour fermer la cavité palléale qui ne communique plus avec l'extérieur que par un seul orifice, le pneumostome, situé à droite.

D'après André (1968), la cavité palléale joue le rôle d'un poumon. Un peu plus en arrière, le cœur flanqué à droite du rein. Le rectum longe le bord du dernier tour de la masse viscérale et débouche près du pneumostome par l'anus, voisin également de l'orifice excréteur. Le reste de la masse viscérale ou tortillon, correspond aux premiers tours de la coquille, il est occupé par l'hépatopancréas, la glande de l'albumine et près du sommet la glande hermaphrodite.

### Manteau

Le manteau est une enveloppe qui abrite les organes et sécrète la coquille. Il est composé d'un tégument et de muscles, formant une cavité palléale où se trouvent les organes respiratoires, excréteurs, digestifs et génitaux. Chez les mollusques, le manteau stocke du glycogène comme réserve énergétique (His et Cantin, 1995).

### Coquille

La coquille est de forme globuleuse et spiralée (Agro-service, 2004 ; Larbaa, 2014). C'est un tube conique calcaire enroulé en spirale autour d'un axe. Les tours les plus anciens forment le sommet du cône appelé l'apex. Les tours s'unissent les uns aux autres en formant un sillon appelé suture (Barker, 2001 ; Daguzan, 1983), le dernier tour aboutit à l'ouverture de la coquille limitée par le péristome (Larbaa, 2014 ; Stiévenart et Hardouin, 1990), elle représente le tiers du poids frais de l'escargot, elle est constituée d'une partie organique et une partie minérale. La partie organique est une trame protéique externe (la conchyoline). La partie minérale représente 98 % de la coquille ; il s'agit de carbonate de calcium sous forme de calcite et d'aragonite qui imprègne la trame de conchyoline (Chevalier, 1992) (Fig. 07).



**Figure 07 :** Coquille d'*E.vermiculata* (Originelle, 2024).

## 6. Reproduction et développement

D'après Lévêque (1971), tous les gastéropodes pulmonés sont hermaphrodites ; chaque individu est à la fois mâle et femelle, mais la reproduction doit être croisée. Salgueiro et Reyss (2002) ajoutent que l'hermaphroditisme est simultanée (ou synchrone), qui peut être considéré comme une adaptation de la reproduction sexuée à certains modes, ou milieux de vie contraignants qui limitent le contact entre individus de la même espèce, le cas de vie en milieu terrestre pour des animaux sensibles à la déshydratation.



**Figure 08 :** Reproduction (Originelle, 2024).

### Accouplement

Lors de l'accouplement, les deux escargots hermaphrodites effectuent une parade complexe qui prépare chaque escargot à introduire son pénis dans son partenaire. Au cours de la parade ils se dressent et se pressent l'un contre l'autre leur pied musculueux, entremêlent leurs tentacules et sécrètent beaucoup de mucus (Boué et Chanton, 1971), ou chaque individu transfère son sperme à l'autre (Kerney et Cameron, 2006).

Selon Boué et Chanton (1971), l'accouplement est réciproque et chaque animal excite l'autre en lui piquant la peau avec son dard, qui sort par l'orifice génital, grâce au mucus des glandes multifides. L'accouplement se produit par temps humide. Des escargots sont réunis en terrain sec, mais l'accouplement a lieu par temps de pluie ou de rosée. L'escargot paraît détecter le degré hygrométrique de l'air. Tout excès d'humidité lui est néfaste (Damerdji et Benyoucef, 2006), ces mêmes auteurs ajoutent qu'après l'accouplement, qui dure plusieurs heures, les escargots recherchent la fraîcheur et humidité



**Figure09** : Accouplement (Originelle, 2024)

### **Ponte**

D'après Cobbinah et al. (2008), le comportement de ponte commence par la recherche d'un espace de terre. Les œufs sont pondus dans des capsules gélatineuses (Lévêque, 1971). Ils sont déposés à l'abri dans le sol, dans une fissure de bois, sous une pierre, etc. (Karas, 2009). Habituellement, la ponte intervient 15 jours après l'accouplement (Kerney et Cameron, 2006), et dure entre 12 et 48 heures, une période qui diffère selon les espèces (Cobbinah et *al.*, 2008).

### **Incubation et éclosion**

La vitesse de développement de l'embryon et la date d'éclosion dépendent aussi fortement des conditions climatiques et tout spécialement de la température. Les œufs pondus en hiver mettent deux à quatre mois à se développer. Ils résistent mieux au gel que les adultes et représentent, de ce fait, le stade le plus approprié à l'hibernation. En été, par contre, leur développement est nettement plus rapide et dépasse rarement deux à quatre semaines (Anonyme, 2002). La majeure partie des stylommatophores pondent sur la terre ou dans des nids qu'ils creusent, ou encore dans des mousses (Grassé et Doumenc, 1995).

Boué et Chanton (1971) ajoutent que l'éclosion donne directement un jeune escargot ; il n'y a pas de larve trochophore. Les jeunes sont très semblables aux adultes ; leur développement est direct, sans métamorphose ni mue (Fig. 10).



**Figure 10** : Incubation et éclosion (Originelle, 2024).

## 7. Alimentation

L'escargot est un animal phytophage appréciant toutes sortes de végétaux présentent dans la nature, et la nourriture varie selon l'espèce depuis les feuilles et les fruits jusqu'à tubercules et aux racines (Zaafour, 2014). Il s'alimente grâce à une langue dentée nommée radula (Pirame, 2003). Son régime alimentaire n'est pas spécialisé et l'escargot s'adapte en fonction des plantes qui colonisent le milieu, il est surtout composé de feuilles telles que laitue. Néanmoins, il apprécie aussi les fruits et les légumes (Pol, 2006 ; Druart, 2011). Les préférences alimentaires de ces espèces semblent varier avec l'âge et la taille (Mandangi, 2010) (Fig. 11).



**Figure 11** : Alimentation (Originelle, 2024).

## 8. Rythmes de vie d'*Eobania vermiculata*

Lorsqu'un facteur du milieu est défavorable, la vitesse de la croissance devient très faible ou s'annule (Anonyme, 2004). L'escargot possède deux rythmes d'activités : activités journalières et activités saisonnières (Damerdji et Benyoucef, 2006 ; Djadouri et Ben Dahra, 2014).

## 9. Activité journalière

Elle est en relation étroite avec la photopériode (Le Guhenec, 1986). Cette activité peut être inhibée par des conditions thermiques et hygrométriques défavorables (Douafer, 2015). Dans des conditions optimales de température et d'humidité, l'escargot sort de sa coquille et devient actif dès la tombée de la nuit jusqu'au lever du jour (Djadouri et Ben Dahra, 2014). La phase de l'inactivité relative à une durée inférieure à 18heure, durant cette phase l'escargot est au repos et ne manifeste que peu d'activité locomotrice, nutritionnelle ou sexuelle (Smida et Toualbia, 2016) (Fig. 12).



**Figure 12 :** Activité journalière (Originelle, 2024)

### Activité saisonnière

L'escargot s'adapte aux variations saisonnières thermiques, en réglant la température de son corps qui sont marqués par deux états physiologiques importants (Douafer, 2015).

### Estivation

Un rythme de vie demi-ralentie d'été. On observe ce comportement dans des régions où l'été est particulièrement chaud et sec. L'animal se présente complètement rétracté à l'intérieur de sa coquille, dont l'ouverture est fermée ; par l'intermédiaire des matières muqueuses et calcaires secrétées par le mollusque lui-même. Durant l'estivation la respiration et les mouvements cardiaques sont normaux, mais il y a diminution rapide des réserves d'eau et des réserves énergétiques (Sandrine et *al.* 2003) (Fig. 13).



**Figure 13 :** Estivation (Originelle, 2024).

### Hibernation

Durant la période hivernale, l'escargot entre en léthargie. Il secrète devant l'ouverture de sa coquille un rideau de mucus solidifié : l'épiphragme. L'animal vit sur ses réserves, en particulier sur le glycogène emmagasiné. Pendant l'hibernation, tous les métabolismes sont

ralentis. L'escargot peut perdre jusqu'au 30 % de son poids (perte en eau). Au printemps, les réserves perdues seront très rapidement récupérées (Sandrine et *al.*, 2003) (Fig. 14).



**Figure 14 :** Hibernation avec formation d'épiphragme (Originelle, 2024).

### 10. Longévité

*Eobania vermiculata* est adulte à deux (02) ans, mais peut vivre plus de cinq (05) ans. Dans la nature, il dépasse rarement l'âge de trois (03) ans. Sa mort est souvent due à des prédateurs ou à des parasites (Smida et Toulbia, 2016). En captivité, sa longévité est bien plus longue et va de 10 à 15 ans (Zaafour, 2014) (Fig. 15).



**Figure 15 :** Coquilles de différents stades de vie (Originelle, 2024).

### 11. Mortalité

La mortalité est plus élevée aux premiers stades de la vie. Les œufs ne bénéficient d'aucune protection de la part des adultes et beaucoup se déshydratent, ou sont l'objet de prédation. Les jeunes sont également très vulnérables au climat et aux prédateurs. Chez les petites espèces, beaucoup d'adultes meurent après la ponte, bien qu'ils puissent vivre un an ou plus ; quelques-uns peuvent survivre une seconde saison. Chez les grandes espèces seulement, dont *E. vermiculata*, la moitié ou moins des adultes meurent chaque année et quelques individus peuvent atteindre l'âge de huit à dix ans et probablement plus (Kerney et Cameron, 2006) (Fig. 16).



Figure 16 : Coquilles d'individus morts (Originelle, 2024).

## 12. Influences des paramètres externes sur le comportement d'*Eobania vermiculata*

Un certain nombre de facteurs liés à l'environnement exercent une influence sur les escargots. Les principaux paramètres d'ambiance qui jouent un rôle sur les résultats zootechniques des escargots sont la température, l'humidité et l'éclaircissement

- **État hygrométrique** : Les mollusques terrestres présentent une teneur en eau dans leurs tissus en relation directe avec la température et l'humidité du milieu ambiant (Bigot, 1957), ceci explique que la majorité des limaces et des escargots n'étant actifs que si l'humidité du milieu est suffisante (Bachelier, 1978).

- **Température** : Chaque espèce de pulmonés possède son optimum thermique ; elle peut supporter des variations de faible ou forte amplitude (Ricou, 1964). Des températures basses provoquent la congélation des tissus, alors que celles qui sont élevées entraînent la coagulation (Pelseneer, 1935).

- **Lumière et énergie solaire** : Certaines espèces perçoivent la diminution de la lumière par les téguments et non pas par l'œil, la lumière trop vive est souvent évitée par les pulmonés qui sont généralement de mœurs nocturnes. L'influence de la lumière est souvent complémentaire de celle de la température (Pelseneer, 1935).

## 12. Différentes voies d'exposition aux polluants

Grâce au contact direct de l'escargot avec le sol, les plantes, l'atmosphère, donc plusieurs sources de contamination peuvent l'affecter par différentes voies d'exposition :

- **Voie digestive** : par ingestion de nourriture polluée ; plantes (Scheifler et *al.*, 2006).
- **Voie respiratoire** : par inhalation des gaz toxiques ou des particules atmosphériques (Regolial., 2006).

- **La voie cutanée** : est réalisés par diffusion des polluants du sol au travers de l'épithélium du pied (Cœurdassier et *al.*, 2002 ; Gomot De Vaufleury et Pihan, 2002).

### 13. Intérêts d'*Eobania vermiculata*

Les escargots sont tous utiles, En effet :

- Ils s'alimentent de cadavres de petits animaux et de déchets végétaux, qu'ils réduisent en petits morceaux et sont donc l'un des premiers maillons de la chaîne de décomposition de la matière organique.
- Ils contribuent ainsi largement à la minéralisation des substances organiques et à la formation de l'humus, ce qui profite à nos cultures (Stievenart et Hardouin, 1990).
- Le même auteur ajoute que la classification des organismes vivants en catégories dites "utiles" ou "nuisibles" est donc arbitraire, car dans la nature chaque être a un rôle à jouer au sein de la communauté biologique, en interaction avec les autres organismes vivants. Un équilibre s'établit tout naturellement entre les soi-disant nuisibles et ceux que l'on qualifie d'utiles.
- Escargots bio-indicateurs de la qualité du sol La faible mobilité des mollusques et leur grande dépendance aux conditions du microclimat en font de bons indicateurs de l'histoire d'un milieu et de son évolution (Karas, 2009). Selon Gimbert (2006), l'utilisation des escargots comme bio-indicateurs s'est montrée pertinente dans le contexte des sols pollués par les métaux).
- Ils présentent une biomasse significative au sein de la communauté des invertébrés du sol.
- Ils occupent une situation privilégiée à l'interface sol -plante-atmosphère.
- Ils possèdent des capacités de bioaccumulation importantes, pour de nombreux polluants métalliques.
- Ils présentent des réponses physiologiques (inhibition de croissance, de reproduction, mortalité).
- Ils constituent un élément des réseaux trophiques, qui contribue au transfert des polluants du sol et/ou des plantes aux prédateurs.
- Utilisation en médecine traditionnelle Les escargots comestibles occupent aussi une place importante dans la médecine populaire. Chez les enfants en bas âge présentant des symptômes d'infection respiratoire, il est recommandé d'utiliser l'huile d'Argan sous forme d'un mélange préparé à base de thym et d'escargot qui sont à cuire dans d'huile d'Argan. Ce mélange refroidi et filtré est administré en gouttes par voie orale (Radi, 2003).

# Chapitre II : Présentation du pesticide



## 1. Présentation de pesticide

### Définition

Le terme pesticide dont la traduction étymologique est « tueurs de fléaux », dérivé de « Pest », mot anglais désignant tout organisme vivant (virus, bactéries, champignons, herbes, vers, mollusques, insectes, rongeurs...) susceptible d'être nuisible à l'homme et/ou à son environnement, et le terme pesticide couvre un champ plus vaste et général que les expressions produit phytosanitaire ou produit phytopharmaceutique (Berrah, 2011).

Les pesticides sont des molécules dont les propriétés toxiques permettent de lutter contre les organismes nuisibles (Comité Sécurité Alimentaire d'Aprifel, 2017). Les pesticides sont donc toutes les substances chimiques naturelles ou synthétiques utilisées en agriculture pour contrôler les différentes sortes de nuisibles (maladies, ravageurs et mauvaises herbes) (Alaine, 2004).

Selon la définition de la FAO, un pesticide est une substance utilisée pour neutraliser ou détruire un ravageur, un vecteur de maladie humaine ou animale, une espèce végétale ou animale nocive ou gênante au cours de la production ou de l'entreposage de produits agricoles. Les pesticides à usage agricole peuvent être désignés de différentes façons : produits phytosanitaires pour les firmes qui les fabriquent et les vendent, produits phytopharmaceutiques pour la réglementation européenne et produits agro pharmaceutiques pour les scientifiques agronomes (Merhi, 2008).

### Historique des pesticides

Deux périodes peuvent être distinguées pour décrire le développement important des pesticides ; ce sont la première et la deuxième moitié du XX<sup>em</sup> siècle approximativement séparées par la Deuxième Guerre mondiale (Berrah, 2011).

Avant 1950, à côté des insecticides minéraux, on assiste au développement considérable des insecticides organiques d'origine naturelle et synthétique. Ces composés sont avant tout représentés par des composés organochlorés qui sont des biocides particulièrement efficaces. Certaines sources estiment que l'ère de l'utilisation des pesticides commençait dans les années 1940 et 1950. Durant cette période la lutte contre les maladies des plantes est toujours assurée par le soufre et par le cuivre (Jeroen et *al.*, 2004). Après les années 1950, l'utilisation des pesticides s'est beaucoup développée au cours de la deuxième moitié du XX<sup>em</sup> siècle.

D'après le Conseil de l'Europe en 1992, de nombreuses substances ont été découvertes ; elles appartiennent aux familles chimiques des organophosphorés, des carbamates et des pyréthrinoides.

À partir de début de 1960, l'utilisation des pesticides est montée en flèche en Asie et en Amérique du Sud (Jeroen et *al.*, 2004) ; 65 % des pesticides dans le monde sont utilisés dans les pays développés, mais l'utilisation dans les pays en développement est de plus en plus élevée (Berrah, 2011).

### Classification des pesticides

Les pesticides disponibles aujourd'hui sur le marché sont caractérisés par une telle variété de structure chimique, de groupes fonctionnels et d'activité que leur classification est complexe. D'une manière générale, ils peuvent être classés en fonction de la nature de l'espèce à lutter, mais aussi en fonction de la nature chimique de la principale substance active qui les compose (Bourbia-ait hamlet, 2013).

Selon Calvet et al. (2005), les pesticides peuvent être classés selon trois principes à savoir (Fig. 18) :

- ❖ Leur caractéristique chimique ;
- ❖ Les organismes vivants visés ;
- ❖ Leur usage.

### Selon leurs caractéristiques chimiques

D'après Calvet et al. (2005), il y'a trois catégories des pesticides :

- Les pesticides inorganiques, qui sont peu nombreux, sont des pesticides très anciens dont l'emploi est apparu bien avant les débuts de la chimie organique de synthèse.
- Les pesticides organométalliques.
- Les pesticides organiques, qui sont très nombreux et appartiennent à diverses familles chimiques dont il existe actuellement plus de 80 familles ou classes chimiques.

### Selon les organismes vivants ciblés

- **Fongicides** : Ils sont destinés à traiter les maladies fongiques des plantes, également les maladies bactériennes et virales, et à éliminer les moisissures et parasites (champignons) des plantes (Mamane, 2016).
- **Insecticides** : Destinés à la lutte contre les insectes, ils interviennent en les tuant ou en empêchant leur reproduction, ce sont souvent les plus toxiques (Cotard, 2008).

➤ **Herbicides** : Les herbicides sont appelés parfois désherbants, notamment en horticulture. Ce sont des matières actives ou des produits formulés ayant la propriété de tuer les végétaux (Coulibaly, 2005).

### **Selon l'usage**

Selon Calvet et al. (2005), les pesticides sont utilisés dans plusieurs domaines d'activité pour lutter contre les organismes vivants nuisibles, d'où des usages différents.

Il existe six (6) catégories de pesticides classés selon leurs usages, c'est-à-dire, selon la destination des traitements (Fournier, 1988) :

- ❖ Les cultures et les bâtiments d'élevage.
- ❖ Lutter contre les ennemis des cultures (mauvaises herbes et insectes), les insectes parasites de l'Homme et de bétail ou vecteurs de maladies.
- ❖ Lutter contre les insectes et acariens des produits stockés.
- ❖ Lutter contre les ennemis des forêts et espaces verts.
- ❖ Le désherbage et le débroussaillage des zones non cultivées.

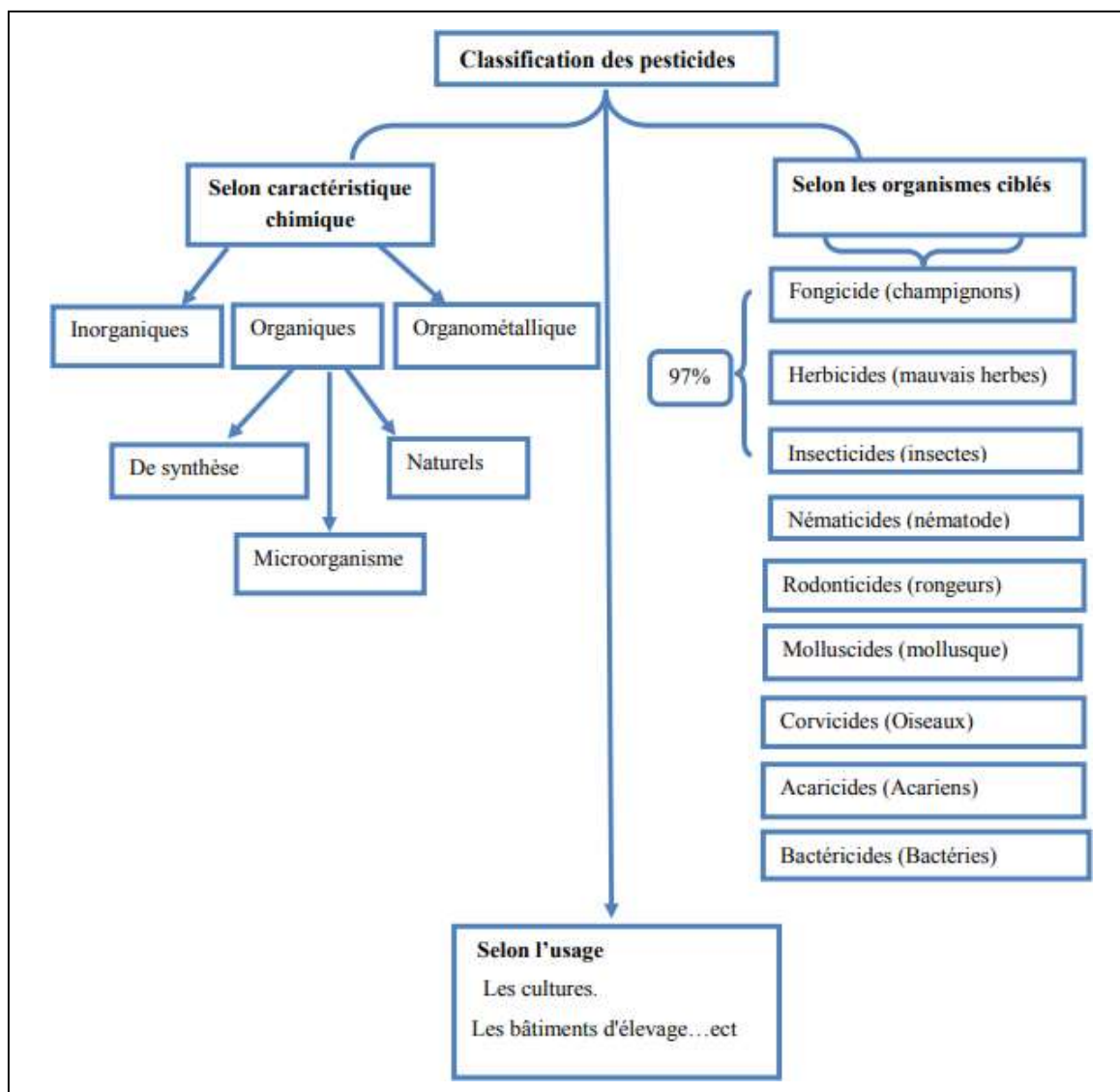


Figure 18 : Classification des pesticides (Agoussar, 2017).

### Rôle et importance des pesticides par l'accumulation des pesticides

Les risques sur la santé humaine augmentent d'une part et d'autre part ils ont un effet sur la pollution des eaux, le sol, la vie de la faune et la flore, mais on ne peut pas négliger les avantages des pesticides malgré tous ces risques (Batsch, 2011).

Parmi ces avantages, nous pouvons citer :

- ❖ Protection des végétaux ou des produits végétaux contre tous les organismes nuisibles ou à prévenir leurs actions.
- ❖ Exercer une action sur les processus vitaux des végétaux, pour autant qu'il ne s'agisse pas de substances nutritives (par exemple, les régulateurs de croissance).
- ❖ Assurer la conservation des produits végétaux, sauf si ces substances ou produits font l'objet de dispositions particulières concernant les agents conservateurs.

❖ Détruire les végétaux indésirables ou détruire des parties de végétaux, freiner ou prévenir une croissance indésirable des végétaux.

❖ L'utilisation des pesticides peut aussi jouer un rôle en matière de la santé publique, soit vis-à-vis certains insectes comme les moustiques qui représentent des vecteurs de maladies graves tels que la malaria, soit vis-à-vis certains végétaux comme l'ambrosie ; c'est une plante invasive possédant un pollen très allergisant qui provoque chez les personnes sensibles des pathologies notamment respiratoire (rhinite, trachéite) ou cutanée (urticaire) (Socorro, 2015).

## 2. Herbicides

### Définition

Un herbicide est un produit phytopharmaceutique à usage agricole qui cible plus précisément les mauvaises herbes. Il s'agit de molécule de synthèse ou d'une substance naturelle, qui possède une activité sur le métabolisme des plantes entraînant ainsi la mort de ces dernières. Il sert à éliminer les plantes indésirables qui ne peuvent que nuire aux rendements, en raison de la compétition sur les nutriments ou sur l'espace qu'elles exercent sur les cultures en émergence (Giroux, 2004).

### Classification des herbicides

Selon Gauvrit (1996), plusieurs classifications sont possibles. On peut se baser sur leur formule chimique, sur leur cible, sur les symptômes qu'ils occasionnent aux mauvaises herbes..., il n'existe pas de classification idéale, mais certaines peuvent être mieux appropriées à tel ou tel but (Fig. 19).

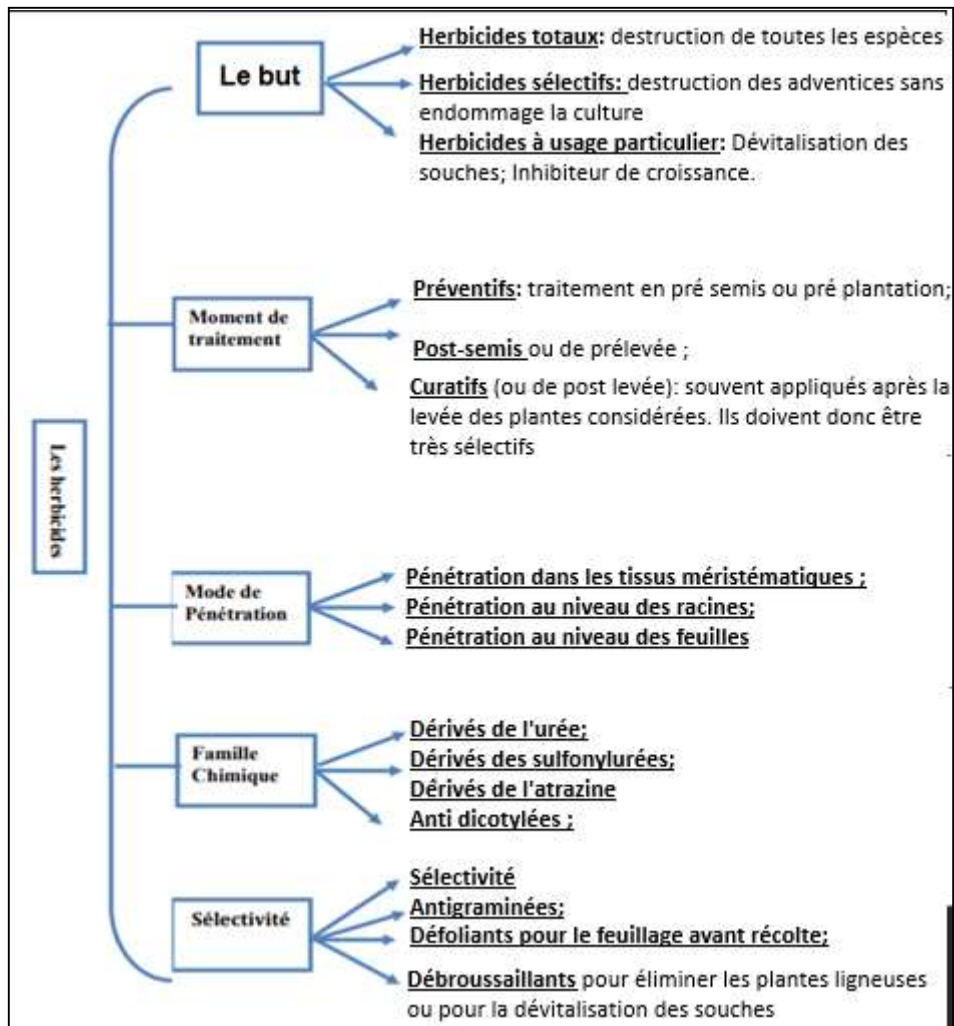


Figure 19 : Classification des herbicides (Agoussar, 2017).

## Glyphosate

Afin d'expérimenter l'effet des pesticides, notamment les herbicides, sur une espèce de mollusque terrestres (*Eobania vermiculata*), nous avons choisi le Glyphosate comme herbicide.

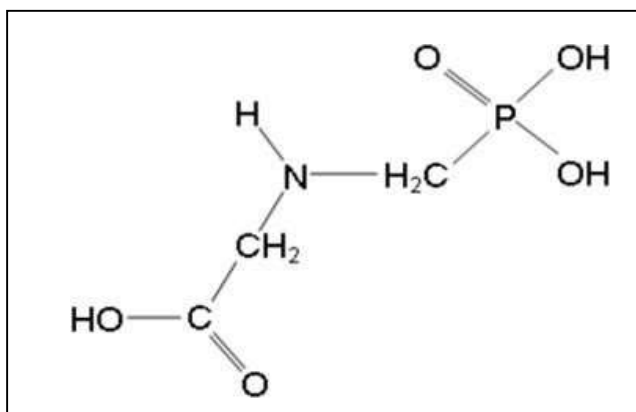
Les propriétés herbicides de Glyphosate ont été signalées en 1971 (Pelfrène, 2003), là où il a été trouvé lors d'une étude des effets herbicides des acides aminométhylphosphoniques tertiaires provenant de différentes amines primaires et secondaires (Moedritzer et Irani, 1966). Parmi tous les composés fabriqués (de la même famille que le Glyphosate), seulement deux peuvent montrer une activité herbicide, mais tous les deux ont eu des activités unitaires très faibles. Le Glyphosate a été parmi les métabolites possibles des deux composés, et a été retenu pour avoir une très haute activité herbicide (Franz, 1985).

### Caractéristiques du glyphosate

Le Glyphosate (N-(phosphonométhyl) glycine) est un herbicide à large spectre extrêmement efficace fabriqué par Monsanto Company. C'est un herbicide inhabituel, il n'y a aucun composé qui ait la même structure que le Glyphosate et qui ait une activité herbicide (Franz, 1985). Le Glyphosate est l'herbicide le plus répandu mondialement (Birgit, 2021). C'est un herbicide organophosphoré (Tsuioshi et *al.*, 2009), de formule moléculaire ( $C_3H_8NO_5P$ ), il est appelé par les chimistes N-phosphonométhyl glycine (Bertonnier et *al.*, 2012).

Selon la nomenclature de l'union internationale de chimie pure et appliquée (IUPAC), il est enregistré sous le numéro CAS, 107-83-6 (Fig. 20) (Gounari, 2006). C'est un herbicide organique systémique, appliqué sur le feuillage des mauvaises herbes. Il est généralement dégradé rapidement dans les sols par des microbes (Rose et *al.*, 2017).

La composition et formulation Le Glyphosate est dérivé de la glycine. Il comporte trois fonctions : une fonction acide carboxylique, une fonction acide phosphorique et une fonction amine (Fig. 20).



**Figure 20** : Structure chimique du Glyphosate (Worthing et Hance, 2000).

### Propriété physico-chimique du Glyphosate

Le tableau 01 donne les principales caractéristiques physico-chimiques du Glyphosate.

**Tableau 01** : Caractéristiques physico-chimiques du Glyphosate (Worthing et Hance, 2000).

Nom chimique	N-(phosphonométhyl)glycine
Forme	Cristal
Couleur	Blanc
Odeur	Inodore
Formule chimique	$C_3H_8NO_5P$
Masse moléculaire (g/mole)	169.1

Densité (g/mole)	1.74
Point de fusion (°C)	200
Point d'éclair (°C)	>93 (vision)
Pression de vapeur (mmHgà25°C)	<7.5×10 <sup>-8</sup>
Solubilité dans l'eau mg/l à25°C	12000
Solubilité dans les solvants organiques	Insoluble dans la plupart des solvants organiques
Coefficient d'absorption (K)	16.5
Constante de dissociation(pka)	<2 ; 2,6 ;5,6 et 10,6

### Avantage de l'utilisation du Glyphosate en agriculture

Le Glyphosate est un herbicide non sélectif, il est capable de contrôler la présence de n'importe quelle plante adventice et permet d'éviter la multiplication des traitements. Cet aspect pratique fait de lui un herbicide très apprécié (Ondo Ovono et *al.*, 2019). L'usage d'herbicides à base de Glyphosate s'est généralisé grâce aux avantages qu'ils apportent aux agriculteurs. Il est le premier herbicide total ayant permis de semer directement après usage, et cela sans effet sur la culture suivante, car l'effet désherbant apparaît uniquement en cas de pulvérisation sur les feuilles de la plante. La possibilité de planter vite juste après un désherbage efficace était une vraie rupture à l'époque de sa mise sur le marché (Bertonnier et *al.*, 2012).

Selon Pierre-Louis(2013), le Glyphosate peut être utilisé :

- ❖ Dans les vergers, les vignobles, et de nombreuses plantations arboricoles (Thé, café, bananes, caoutchouc, cacao... etc.).
- ❖ Pour le désherbage des zones cultivées avant germination (cultures légumières, betteraves, soja, céréales, coton... etc.).
- ❖ Pour la dessiccation qui précède certaines récoltes (coton, céréales, pois, haricots...) ; comme une aide à la moisson afin de réduire le degré d'humidité des grains.
- ❖ Le Glyphosate est également utilisable pour l'entretien des espaces verts effectué par du personnel communal ou des paysagistes professionnels qui utilisent le Glyphosate pour la préparation d'un nouveau gazon (Bertonnier et *al.*, 2012).

### Glyphosate dans le monde

Le Glyphosate est l'herbicide le plus répandu mondialement. Breveté et commercialisé sous le label Roundup par Monsanto en 1974, son brevet a expiré en 2000 et son prix a

considérablement baissé. Plus de 8,6 milliards de kilogrammes de Glyphosate ont été utilisés dans le monde depuis les années 1970.

Les grandes cultures industrielles ne sont plus labourées depuis que le colza, le soja et le maïs ont été génétiquement modifiés pour résister au Glyphosate. Ces cultures peuvent alors être désherbées par pulvérisateur sans affecter les petites plantes de culture émergentes. Au Canada, 8,4 millions d'hectares de colza résistant aux herbicides ont été plantés en 2019, 2,3 millions d'hectares de soja et 1,5 million d'hectares de maïs. La résistance des cultures au Glyphosate et à d'autres herbicides est devenue le pivot de la révolution technologique du semis direct pour les grandes exploitations agricoles, d'abord aux États-Unis et au Canada, puis en Europe (Birgit, 2021).

### **Glyphosate en Algérie**

Selon la DPVCT (2015), l'Algérie a mis en place un système de gestion des produits phytosanitaires à usage agricole, à travers une législation et une réglementation afin d'assurer le contrôle de l'utilisation de ces produits et ce à travers : Loi n° 87-17 du 1er août 1987 relative à la protection phytosanitaire. Décret exécutif n°95-405 du 02 décembre 1995 relatif au contrôle des produits phytosanitaires à usage agricole. Décret exécutif n°10-69 du 31 janvier 2010 qui fixe les mesures applicables lors de l'importation et l'exportation des produits phytosanitaires à usage agricole. L'homologation est accordée par l'autorité phytosanitaire nationale (DPVCT), sur avis de la commission nationale des produits phytosanitaires à usage agricole, à tout produit dont l'efficacité a été prouvée et les niveaux de toxicité tolérés (DPVCT, 2015).

La fabrication de Glyphosate a été assurée par l'entreprise : EPE ALPHYT SPA ALGERIE. Mais avec l'économie de marché actuelle, plusieurs entreprises se sont spécialisées dans l'importation de Glyphosate. Ainsi, environ 27 produits phytosanitaires à base de Glyphosate (annexe 1) sont homologués et commercialisés en Algérie, qui sont largement utilisés par les agriculteurs (DPVCT, 2015).

*Chapitre III :*  
*Matériel et méthodes*



Notre travail a été effectué au niveau du Laboratoire de Recherche écologie des invertébrés terrestres au niveau du Département de Biologie appliquée à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou (Fig. 20).



**Figure 20 :** Laboratoire de Recherche en Écologie des invertébrés terrestres (Originelle, 2024).

### 1. Matériels

Les matériaux et les équipements mobilisés au cours de l'expérimentation sont les suivants (Fig. 21) :

- Balance de précision : pour la prise du poids (escargots + laitue 20 g), pied à coulisse pour la hauteur et le diamètre.
- Une pipette : pour la solution (pesticide + l'eau distillée), des pinces pour prendre la laitue traitée avec le pesticide, l'eau distillée : pour diluer la DL50
- Des boîtes pitreries : pour peser la laitue, un flacon filtrant en verre : pour la solution (DL50).
- Seringue d'injection : pour injecter la solution dans la laitue, un entonnoir et des béchers, des boîtes en plastiques.



**Figure 21 :** Matériaux utilisés lors de l'expérimentation (Originelle, 2024).

### Matériels biologiques

2. Le choix de l'espèce étudiée, *Eobania vermiculata* (Fig. 22), est basé sur l'abondance de cet escargot, qui est largement répandu dans le bassin méditerranéen, leur capacité à accumuler les pesticides ainsi leur impact en agriculture.



**Figure 22 :** *Eobania vermiculata* (Originelle, 2024).

### Matériel chimique

Dans cette étude, notre choix s'est porté sur un herbicide couramment utilisé dans l'agriculture, avec la molécule active qui est le Glyphosate. Commercialisé sous la marque Tiller et identifié chimiquement par N-(phosphonométhyl) glycine (Fig. 23).



**Figure 23 :** Herbicide marque (Tiller) (Originelle, 2024).

Cet herbicide est fréquemment employé pour contrôler une variété de mauvaises herbes et d'adventices en agriculture. Nous avons acquis auprès d'un fournisseur de produits chimiques agricoles à Tizi-Ouzou.

### 3. Méthodes

Le matériel biologique employé dans notre étude consiste en l'escargot *Eobania Vermiculata*. Quarante spécimens utilisés lors de l'expérimentation. Ils proviennent d'une zone non polluée de la région de Tizi-Ouzou, Université Mouloud Mammeri, campus Tamda, en mois Janvier 2024 (Fig. 24).



Figure 24 : localisation de l'université Tamda (Google Earth, 2024).

#### La récolte des orgiasmes

La récolte des orgiasmes s'est faite par la méthode directe, elle implique une collecte manuelle des escargots dans leur habitat naturel, suivie de leur transfert au laboratoire dans des boîtes transparentes (Fig. 25).



Figure 25 : Collecte d'*Eobania vermiculata* (Originelle, 2024).

Avant toute procédure de traitement, les spécimens collectés sont maintenus trois semaines au laboratoire afin de s'acclimater aux conditions expérimentales.

L'identification de l'espèce a été faite par Dr *RAMDINI R.* Enseignant et chercheur au département de Sciences Biologique à l'Université de Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.

### Conditions de l'expérimentation

Notre étude a été menée sur une population de 40 escargots adultes, présentant un poids allant de 2.29 g à 6.54 g et un diamètre qui variant entre 2.5 cm à 3.4 cm, la hauteur de la coquille de ces individus se situe entre 1.8 cm à 2.4 cm.

Le poids a été pris en utilisant une balance de précision, et les mensurations de la coquille à l'aide d'un pied à coulisse électronique (Fig. 26).



**Figure 26 :** Prise du poids, diamètre et hauteur et marquage des individus (Originelle, 2024).

### Numérotation et répartition des individus

Chaque escargot a été numéroté de 1 à 10 pour une identification aisée dans chaque boîte. Les essais sont réalisés dans les conditions locales du laboratoire. Les escargots ont été répartis dans quatre contenants en plastique transparent munis de couvercles perforés pour assurer une bonne oxygénation.

Les dimensions de ces boîtes sont 20 cm en longueur, 15 cm en largeur et 15 cm en hauteur soit un volume de 1 L chacune.

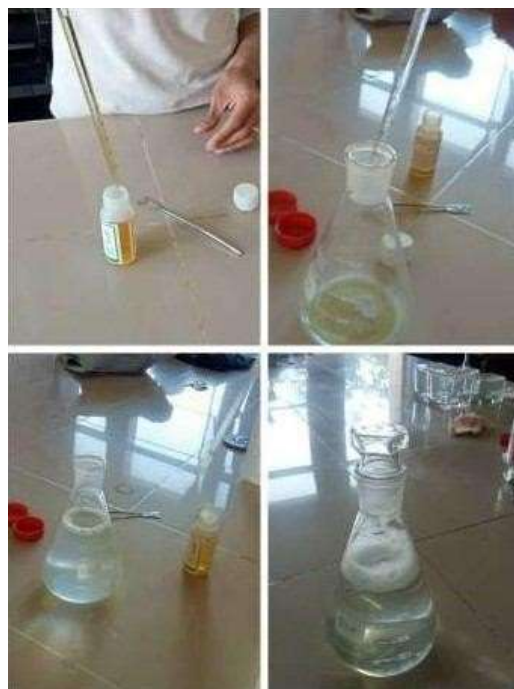
Chaque boîte est pourvue d'une éponge humidifiée afin de maintenir un niveau adéquat d'humidité pour les escargots (Fig. 27).



**Figure 27** : numérotation et répartition des escargots (Originelle, 2024).

### Préparation de la DL50

Afin de déterminer la dose létale médiane (DL50) du Glyphosate, nous avons procédé à la préparation d'une solution mère concentrée. Pour ce faire, nous avons prélevé 15 ml de la solution commerciale de Glyphosate et les avons dilués dans 1000 ml d'eau distillée stérile. Cette dilution a permis d'obtenir une concentration finale de 2500 mg/kg (pour les rats) (Fig. 28).



**Figure 28** : Préparation de la DL50 (Originelle, 2024).

### Mode de traitement

Les escargots ont été répartis en quatre groupes distincts, chaque groupe comprenant exactement 10 individus. Cette distribution a été effectuée après une période d'acclimatation aux conditions expérimentales en laboratoire (Fig. 29).



**Figure 29 :** Répartition des escargots dans des boîtes (Originelle, 2024).

Chaque boîte est approvisionnée avec 20 g de feuilles de laitue pour l'alimentation des escargots, pendant 3 semaines (durée de l'expérimentation) (Fig. 30).



**Figure 30 :** Préparation de la nourriture (Originelle, 2024).

### Préparation des doses utilisées

Dans cette étude, le groupe témoin a été exclu de tout traitement, ne recevant aucune dose. Les 3 autres groupes ont été soumis à des doses variables, allant de la plus élevée à la plus faible. Le premier lot a reçu la dose létale médiane DL50 standard en utilisant une pipette, nous prélevons 10 ml de la DL50 dans un flacon en verre, puis nous la pulvérisons directement sur la laitue en utilisant une seringue. Le deuxième lot a été avec une solution diluée de DL50, composée de 20 ml de DL50, nous procédons à la préparation de la solution

en prélevant 20 ml de la DL50 à l'aide d'une pipette dans un flacon en verre, puis nous ajoutons 5 ml de l'eau distillée pour obtenir une dilution appropriée, ensuite nous utilisons une seringue pour pulvériser cette solution sur la laitue. Le dernier lot a été administré avec une solution contenant 10 ml de DL50 diluée dans 5 ml d'eau distillée, la préparation de cette dose impliquait de mélanger 10 ml de DL50, prélevés avec précision à l'aide d'une pipette, avec 5 ml d'un solvant, puis de pulvériser ce mélange sur la laitue en utilisant une seringue. Nous avons sélectionné 03 doses supplémentaires, en plus du témoin (0 ml). La gamme des doses choisies est a été raisonnée comme suit (Tableau 02).

**Tableau 02** : Répartition des concentrations croissantes de Tiller

Lots	Dose appliquée
Témoin	/
Lot 1	DL50
Lot 2	20 ml DL50 + 5ml d'eau distillée
Lot 3	10 ml DL50 + 5ml d'eau distillée

Les boîtes ont été méticuleusement nettoyées à intervalles réguliers, à raison 3 fois par semaines jusqu'à la fin de l'expérimentation. Ce processus comprenait le ramassage des déjections et le nettoyage des parois à l'aide d'un papier absorbant humidifié. Après chaque nettoyage, l'alimentation contaminée a été soigneusement renouvelée.

Pendant la période de traitement, un relevé quotidien de l'effet du traitement sur les escargots enregistrant des observations telles que la mortalité, les changements de comportement, les mouvements et les variations de poids.

#### 4. Analyse statistique

Pour comparer les moyennes de deux échantillons indépendants, l'analyse statistique par le test t de Student a été appliquée aux valeurs moyennes des poids corporel des individus de *E. vermiculata* des différents lots et ce, conformément aux méthodes préconisées par Dagnelie (2006).

Ce test a été réalisé à l'aide du logiciel d'analyse et de traitement statistique des données R (Version 4.1.3).

# *Chapitre IV*

## *Résultats et Discussion*



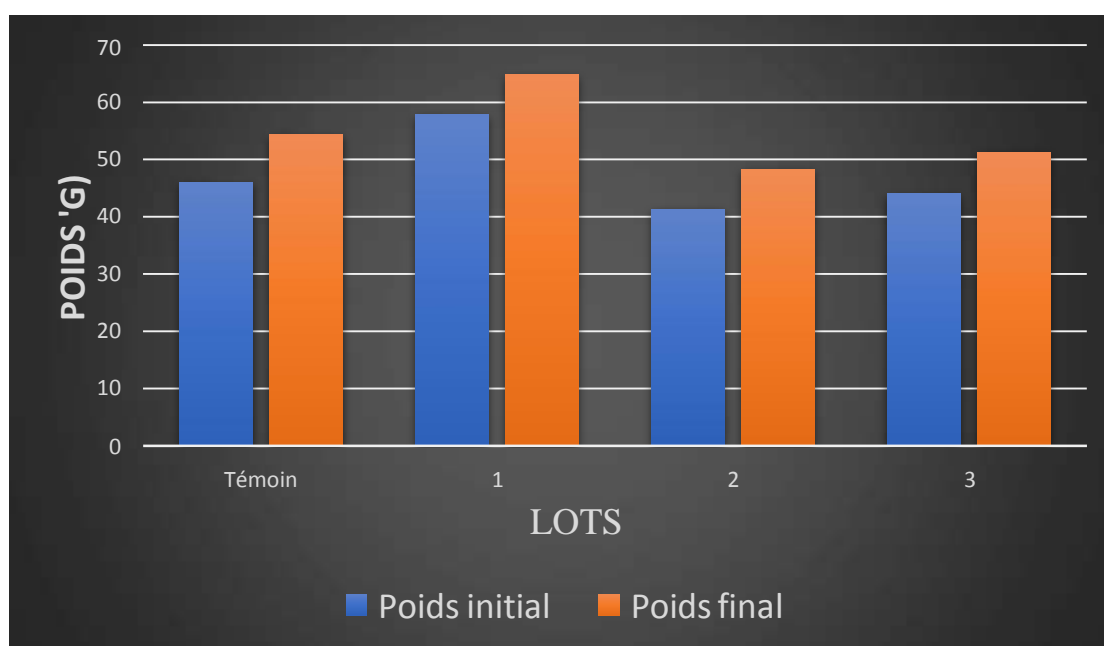
## 1. Résultats

Les résultats de l'étude des effets du Glyphosate sur les paramètres de croissance d'*Eobania vermiculata* : poids, diamètre et hauteur de la coquille et le poids de nourriture restaurant sont présentés dans les graphiques ci-après.

### Effet du Glyphosate sur les paramètres de croissance chez *Eobania vermiculata*

#### Effets sur le poids des escargots des différents lots

La figure 31 illustre la relation entre la masse corporelle (initiale et finale) et les doses de l'herbicide administrées.



**Figure 31** : Évolution du poids relatif d'*Eobania vermiculata* exposé aux différentes concentrations de Glyphosate.

L'analyse des résultats révèle une tendance à l'augmentation du poids dans l'ensemble des groupes expérimentaux, y compris le groupe témoin. Cependant, l'ampleur de cette progression diffère de manière significative selon les lots. Bien que tous les groupes aient enregistré une hausse pondérale, c'est au sein du groupe témoin que l'accroissement a été le plus marqué. Les 10 individus de ce lot ont ainsi affiché une progression moyenne de 8,42 g sur toute la durée de l'expérimentation. À l'inverse, les 3 autres groupes, traités avec des doses variables de Tiller, ont certes connu une augmentation de poids, mais dans une moindre mesure que le groupe témoin.

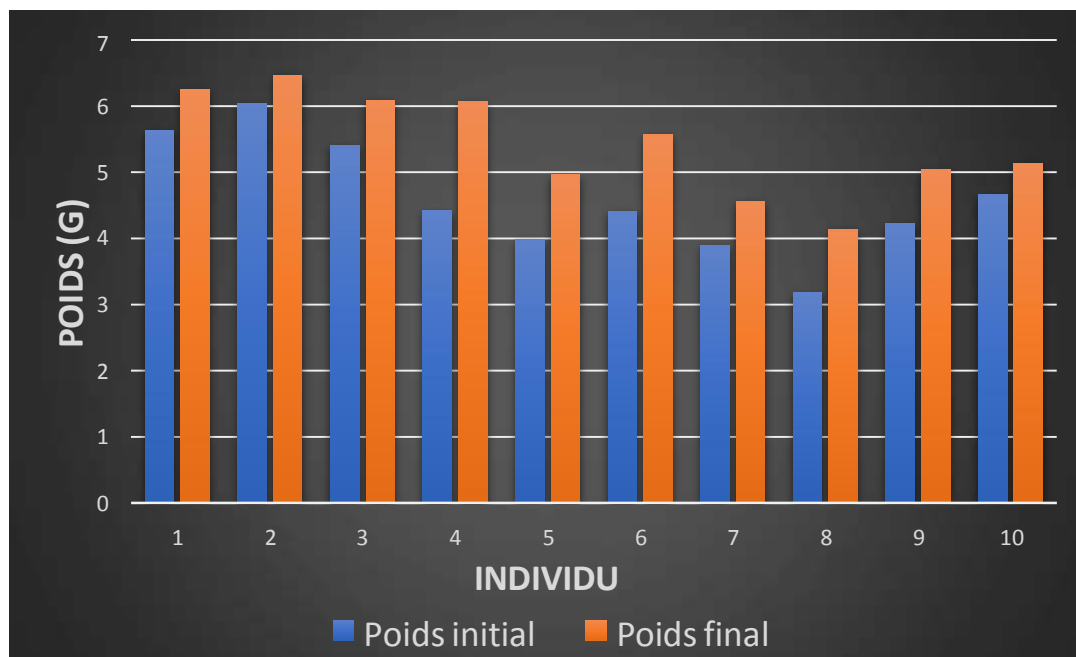
De plus, une tendance à l'augmentation du gain de poids est constatée lors du dernier jour de l'expérimentation par rapport au premier jour, et ce, au sein des 4 groupes étudiés. Cette

progression a été mesurée de manière spécifique dans chaque groupe, révèlent des variations significatives. Dans le groupe témoin, le gain de poids moyen s'est élevé à 8,42 g, tandis que dans le premier lot, il atteint 6,89 g. Le deuxième lot a enregistré un gain de 6,95 g, et le dernier lot a présenté une augmentation de 7,19 g.

Les résultats obtenus soulignent des nuances significatives dans les réponses pondérales des groupes soumis à des conditions expérimentales variées (l'exposition des 3 groupes à différentes doses de Tiller). Une analyse approfondie de ces données sera essentielle pour mieux comprendre l'impact du Tiller sur le gain de poids des sujets et pour identifier les tendances et les variations observées dans cette étude.

### L'évolution du poids des témoins

La figure 32 représente l'évolution pondérale des individus témoins entre le début et la fin de l'expérimentation.



**Figure 32** : Évolution du poids relatif chez les Témoins

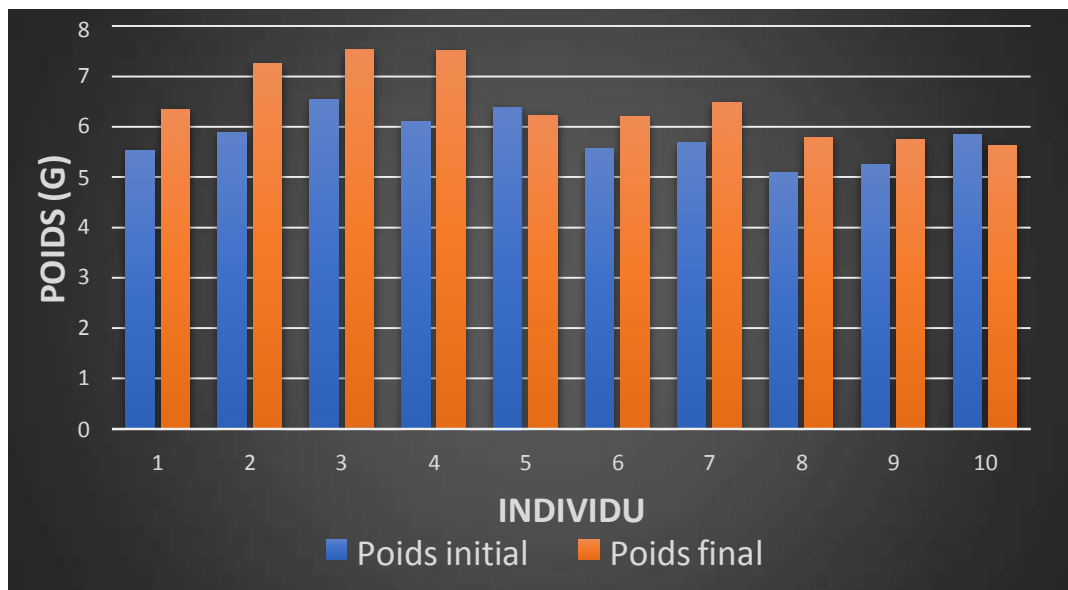
Nos observations indiquent une augmentation moyenne de 0,84 g pour les 10 escargots du groupe témoin. La plus faible valeur d'accroissement, soit 0,42 g, a été enregistrée chez l'individu numéro 2, tandis que l'individu numéro 4 a affiché la plus forte hausse, atteignant 1,65 g.

Le test t de student révèle une différence significative des poids relatifs entre le début et la fin de l'expérimentation au seuil  $\alpha=5\%$  avec une p-value = 0.003265.

Cette analyse des variations de poids au sein du groupe témoin permet de mieux comprendre les dynamiques de croissance des escargots dans des conditions normales, sans traitement. Ces données serviront de référence pour évaluer l'impact des différentes doses de Tiller administrées aux autres lots expérimentaux.

### Évolution de poids dans le Lot 01

La figure 33 trace la trajectoire pondérale du premier lot d'escargots de l'expérience, de son commencement à sa conclusion.



**Figure 33** : Évolution du poids relatif dans le Lot 01.

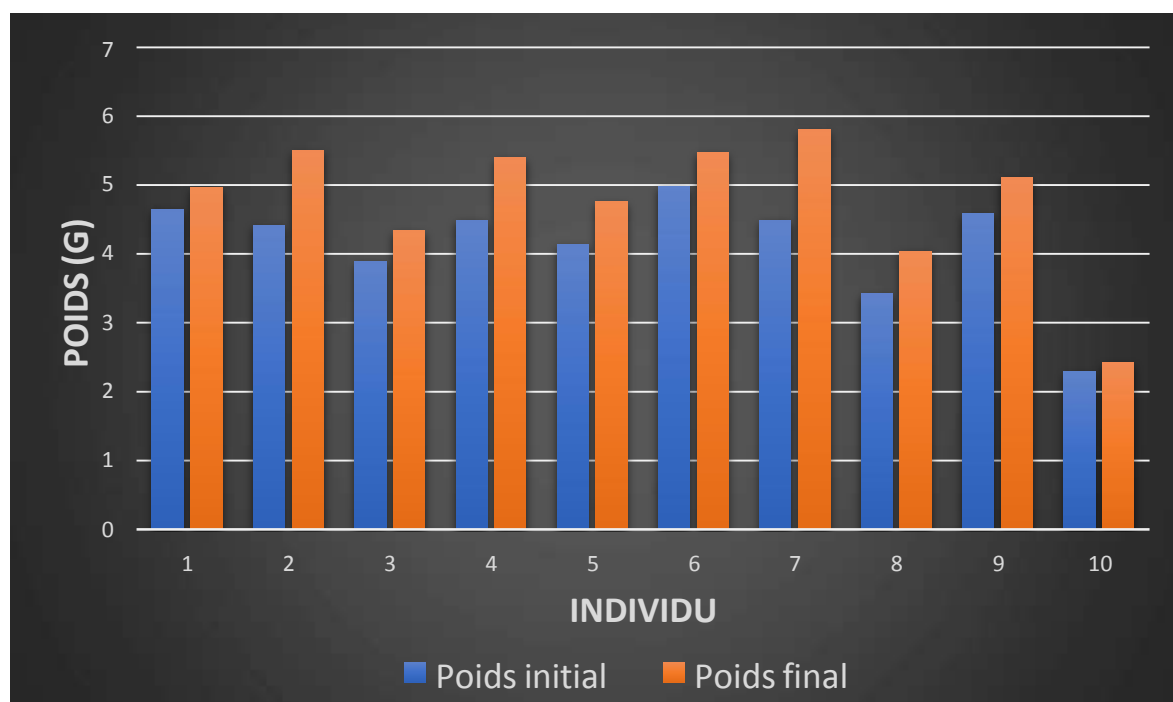
Nos observations révèlent une augmentation de 0,77 g pour les 10 individus de ce premier groupe. L'individu numéro 9 a enregistré la plus faible progression, avec un gain de poids de 0,5 g, tandis que l'individu numéro 4 a affiché la plus forte croissance, atteignant 1,42 g. De plus, il est à noter une perte de poids chez les individus numéro 5, avec une diminution de 0,17 g, et numéro 10, avec une perte de 0,29 g.

Ces données détaillées seront essentielles pour évaluer l'impact de la DL50 de l'herbicide Tiller sur la santé et la croissance des escargots.

Le test t de student révèle une différence très hautement significative des poids relatifs entre le début et la fin de l'expérimentation au seuil  $\alpha=5\%$  avec une p-value =  $4.749e^{-05}$ .

### L'évolution de poids dans le Lot 02

La Figure34 expose la progression pondérale de deuxième lot d'escargots de l'expérience, depuis son commencement jusqu'à sa conclusion.



**Figure 34** : Évolution du poids relatif dans le Lot 02.

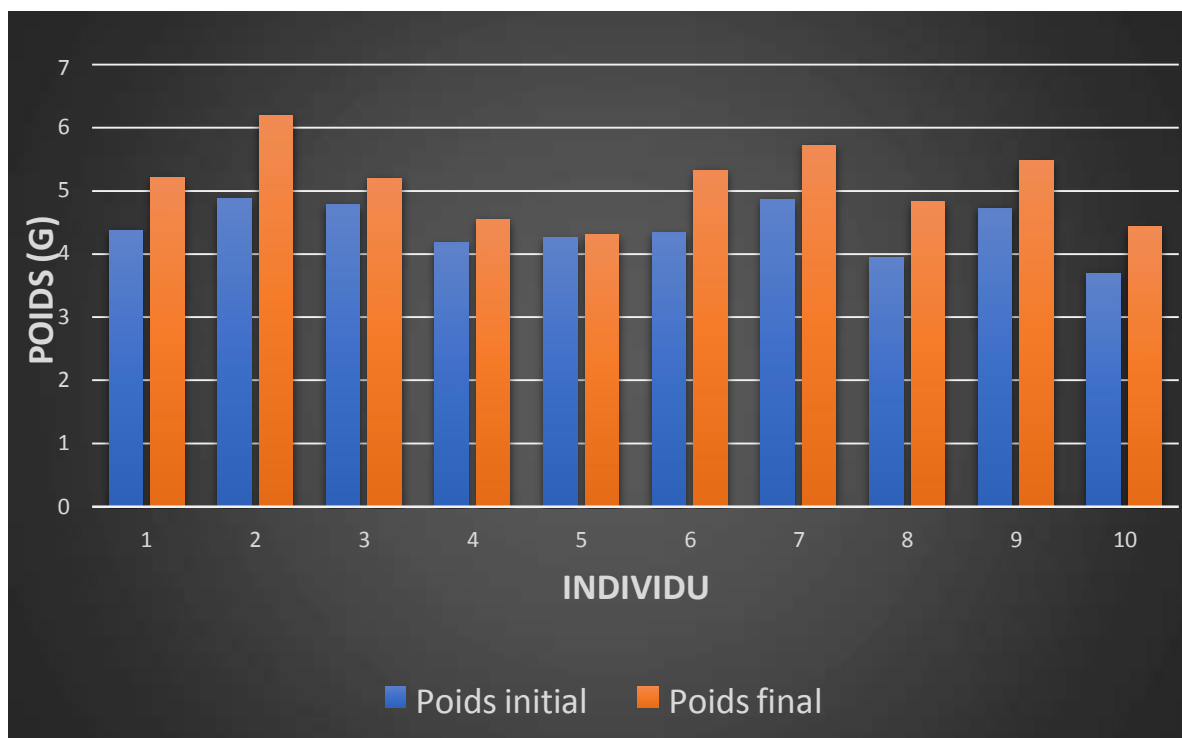
Nos résultats dévoilent une augmentation moyenne de 0,64 g pour les 10 spécimens de ce groupe. L'individu numéro 10 a enregistré la plus faible augmentation, s'élevant à 0,13 g, tandis que l'individu numéro 4 a affiché la plus significative hausse, atteignant 1,31 g.

Les observations ont été faites pour une dose de 20 ml de DL50 dilués dans 5 ml d'eau distillée.

Le test t de student révèle une différence hautement significative des poids relatifs entre le début et la fin de l'expérimentation au seuil  $\alpha=5\%$  avec une p-value = 0.0005917.

### Évolution de poids dans le Lot 03

Les poids initiaux et finals des différents individus d'escargots du troisième lot de l'expérience sont illustrés dans la figure 35.



**Figure 35** : Évolution du poids relatif dans le Lot 03.

Nos observations mettent en lumière une augmentation moyenne de 0,72 g pour les 10 spécimens de ce groupe. L'individu numéro 5 a enregistré la plus modeste progression, s'élevant à 0,05 g, tandis que l'individu numéro 2 a affiché la plus marquée augmentation, en atteignant les 1,31 g.

Les résultats de l'étude ont été obtenus à partir d'une exposition à une concentration spécifique de DL50, définie par une dilution de 10 ml dans 5 ml d'eau distillée.

Le test t de student révèle une différence significative des poids relatifs entre le début et la fin de l'expérimentation au seuil  $\alpha=5\%$  avec une p-value = 0.0001273.

#### **Effet de Glyphosate sur les dimensions des coquilles d'*Eobania vemiculata***

Le tableau 03 résume les mesures (diamètre et hauteur) de la coquille de chaque individu pris dans l'expérience.

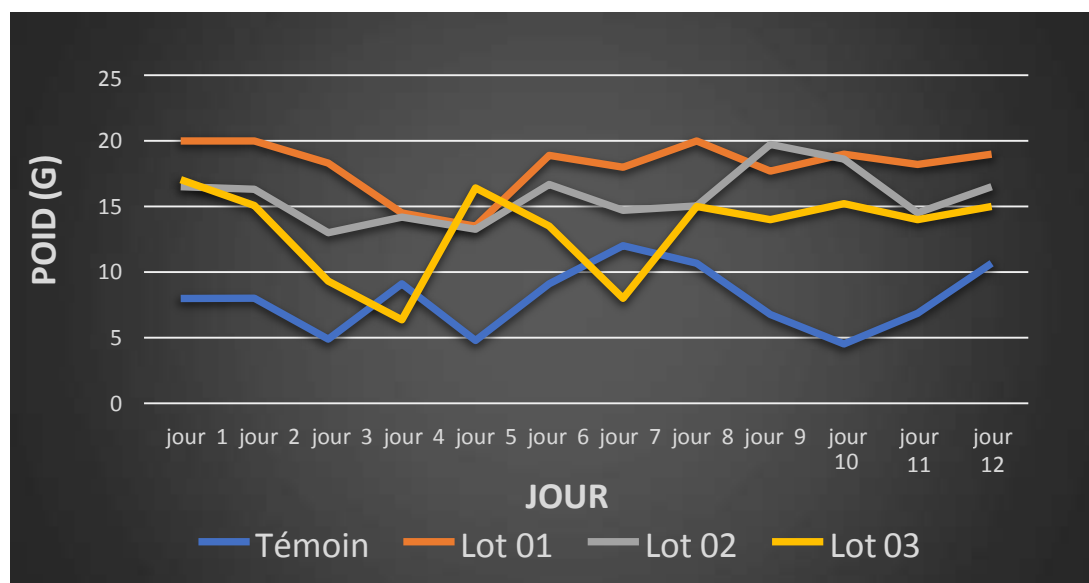
**Tableau 03 :** Effet de Glyphosate sur l'évolution du diamètre et de la hauteur de la coquille des escargots *Eobania vermiculata*

Dose	Diamètre initial mm	Diamètre final (mm)	Différence (mm)	Hauteur (mm)	Hauteur final (mm)	Différence (mm)
<b>Témoin</b>	29,9	30	0,1	22,3	22,4	0,1
<b>Lot 01</b>	28,2	28,1	0	20,6	20,6	0
<b>Lot 02</b>	27,7	27,7	0	20,7	20,7	0
<b>Lot 03</b>	28,1	28,2	0,1	20,1	20,2	0,1

Comme le tableau 03 démontre, les variations du diamètre et de la hauteur de la coquille entre les différents lots sont minimales. En effet, la moyenne de croissance en longueur et en hauteur de la coquille ne dépasse pas 0,1 mm. Ainsi de manière générale, on constate qu'il n'y a pas de croissance significative chez les escargots pendant la période de traitement.

#### Effet du Glyphosate sur la nutrition d'*Eobania vermiculata*

La figure 36 représente l'évolution du poids de la nourriture restante en fonction des doses de Glyphosate administrées.



**Figure 36 :** Le poids de la nourriture restante.

La courbe bleue illustre la variation du poids de la nourriture au sein du groupe témoin. Les importantes diminutions du poids sont observées aux jours 3, 5 et 8 mesurées à 5 g. La consommation de laitue par les escargots durant ces périodes s'approche de 15 g sur 2 jours.

La courbe orange du lot 01 montre une stabilité du poids de la nourriture, suggérant une consommation faible des escargots. Les deux premiers jours affichent une consommation

nulle, indiquant une faible activité alimentaire. La consommation culmine au 5<sup>ème</sup> jour, approchant les 10 g, marquant ainsi une nette augmentation de l'appétit des escargots à ce moment. Cette dernière est marquée par 2 pics d'arrêt de consommation le premier intervenant le 6<sup>ème</sup> jour, suivi du second au 8<sup>ème</sup> jour. Par la suite on observe une légère diminution de la quantité de nourriture ingérée par les escargots qui atteint environ 3 g pour le reste de la durée de l'expérimentation.

Cette observation suggère que l'exposition à la concentration de DL50 testée a pu avoir un impact modéré sur l'appétit des escargots.

La courbe grise du lot 02 présente une légère oscillation du poids de nourriture caractérisée par un pic de consommation notable au 3<sup>ème</sup> jour, atteignant presque 07 g. Cette hausse est suivie d'une pause dans la consommation au 7<sup>ème</sup> jour. À partir du neuvième jour, la consommation a cessé complètement.

La courbe jaune met en évidence 2 pics de forte consommation alimentaire, atteignant 16 g sur un total de 20 g de nourriture, au 4<sup>ème</sup> et 7<sup>ème</sup> jour. Ces hausses marquées de l'appétit contrastent avec un pic de faible consommation enregistré au 6<sup>ème</sup> jour, mesuré à 15 g.

## 2. Discussion

Les tests toxicologiques en laboratoire jouent un rôle capital dans la prédiction des effets des substances toxiques sur les écosystèmes terrestres. L'utilisation d'escargots dans ces tests est particulièrement attrayante en raison de leurs nombreux avantages : facilité de collecte, alimentation simple et réactivité rapide aux contaminants environnementaux (Gomot de Vaufleury et Bispo, 2000 ; Radwan et al., 2010).

À l'issue de notre expérimentation, nous avons pu confirmer l'excellence d'*Eobania vermiculata* en tant qu'organisme bio accumulateur, selon les résultats obtenus au cours des 2 premiers jours de l'expérimentation sur le premier lot d'escargots qui dévoile le phénomène d'accumulation de l'herbicide au sein de leurs organismes, et ce à travers, toutes les modifications, semble d'adapter aux conditions défavorables du milieu, qui se manifeste à la perturbation métaboliques (Coeurdassier, 2001).

Au cours de cette étude, divers comportements ont été notés lors de l'exposition des escargots aux différents traitements. Parmi ceux-ci, nous avons observé une incapacité des escargots à se nourrir normalement et un évitement de la nourriture, une diminution de leur activité locomotrice, ainsi qu'un positionnement des animaux sur les couvercles des boîtes expérimentale.

Nos résultats corroborent à ceux Bourbia-Ait Hamlet (2013) qui démontrent que tous les escargots fuient la nourriture, se positionnent au sommet des boîtes, et n'ont pratiquement pas d'activité locomotrice les premiers jours de traitement.

Les résultats de notre expérimentation n'ont pas mis en évidence des effets significatifs sur les mensurations de la coquille des escargots. En effet, Costa et al. (2008) ont analysé les effets du Glyphosate et du Glufosinate sur les escargots en milieu terrestre et leurs résultats ne montrent aucune incidence significative sur le développement de la coquille des escargots. De plus, Gomot (1997) explique que le mécanisme impliqué dans l'inhibition de croissance des escargots nourris avec de la nourriture contaminée est difficile à identifier.

Nos résultats montrent un effet modéré du Glyphosate sur l'évolution pondérale des escargots. En effet, une augmentation du poids a été observée pour les 4 groupes étudiés au cours de l'expérimentation. Cependant une analyse plus fine des résultats révèle des différences subtiles entre les lots. Les effets induits sur le poids par les différentes concentrations du Glyphosate augmentent d'une manière dose-dépendante en fonction du temps.

Lorsque nous comparons la moyenne d'augmentation pondérale des différents lots, nous constatons que le témoin, sans exposition à l'herbicide, a enregistré la plus forte hausse. Viennent ensuite le troisième lot, exposé à une dose légère de l'herbicide, puis le deuxième lot et enfin le premier lot, soumis à la dose la plus élevée DL50. Ces observations suggèrent que, bien que l'impact du Tiller sur l'évolution du poids soit modéré, il semble néanmoins ralentir cette progression pondérale de manière dose-dépendante.

En contrepartie, les résultats obtenus par Attia et al. (2021) ont montré que l'application de l'insecticide, le Zoom, de l'herbicide, le Decis et de l'engrais le Weafert a induit une inhibition de la croissance des juvéniles d'*E.vermiculata* traduite par une diminution du poids corporel et du diamètre de la coquille.

Notre étude montre un effet significatif du Glyphosate sur la reproduction d'*E. vermiculata*, malgré les conditions favorables d'humidité et de température dans les unités expérimentales, aucune activité de reproduction n'a été observée. En effet, Noskovic et al. (1996) ont montré que le Glyphosate peut causer des structures pathologiques au niveau des embryons d'escargots. Szarek et al. (2012) ont révélé que l'exposition aux effets du Glyphosate pendant le développement embryonnaire des escargots a entraîné une perturbation significative de leur reproduction, etc

# ***Conclusion***

## Conclusion

---

Dans le cadre de notre étude, l'objet principal est d'évaluer les effets et l'impact du glyphosate, un herbicide largement utilisé en agriculture, sur l'escargot *Eobania vermiculata*, organisme essentiel aux écosystèmes.

Pour ce faire, nous avons administré de manière rigoureuse et contrôlée diverses doses précises de ce pesticide, allant de faibles concentrations jusqu'à la dose létale 50 (DL50), afin d'analyser et d'observer les divers changements physiologique, comportementaux et reproductifs subis par les escargots, tels que la mortalité, les modifications du comportement alimentaire ainsi que les variations du poids corporel.

Au cours de notre expérimentation menée sur 21 jours, des variations de poids corporel ont été constatées, notamment au sein du groupe traité avec la dose la plus élevée, correspondant à la DL50 reconnue, il est apparu de façon évidente que le glyphosate induit des interruptions ou des pauses de l'alimentation, pouvant éventuellement conduire inéluctablement à des décès en cas de prolongation de la durée de l'expérience.

Nos observations ont également mis en évidence une bioaccumulation du pesticide dans les tissus des escargots exposés. Par ailleurs, une absence totale de reproduction a été observée, suggérant un lien direct et causal avec l'exposition au glyphosate, étant donné qu'il a été précédemment démontré par d'autres études que cet herbicide perturbe la fertilité des escargots.

En conclusion, notre étude a permis de mettre en évidence les effets néfastes du glyphosate sur *Eobania vermiculata*. Ces résultats des changements comportementaux, physiologique, reproductifs sont d'autant plus inquiétants que les escargots jouent un rôle écologique essentiel dans les écosystèmes.

*Références*  
*Bibliographiques*

## Références Bibliographiques

---

### A

- Agoussar A., 2017. Effet des pesticides sur la diversité bactérienne des champs agricoles et la capacité des bactéries à les dégrader. Thèse de master, Université de Montréal. 18p.
- AGRO-SERVICE, 2004. L'élevage d'escargot, Étude monographique. Rapport final. Tunis.
- Alain P., Boisset M., Casse F., Catteau M., Lecerf J. M. et Carole L., 2004. Pesticides risques et sécurité alimentaire. Paris. 09p.
- André F., 1968. Zoologie des invertébrés. Tome 1, Ed. Masson et Cie. Paris.
- Anonyme, 2002. COSEPAC (Comité sur la Situation des Espèces en Péril Au Canada)
- Anonyme, 2004. L'élevage des escargots (Étude monographique) Agence de Promotion des Investissements Agricoles (APIA), République Tunisienne, 108p.
- Arias-Estévez M., López-Periágo E., Martínez-Carballo E., Simal-Gándara J., Mejuto J. C. et García-Río L., 2008. The mobility and degradation of pesticides in soils and the pollution of groundwater resources. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 123(4): 247-260.
- Astani M., Vosoughi A.R., Salimi L. et Ebrahimi M., 2012. Comparative study of heavy metal (Cd, Fe, Mn, and Ni) concentrations in soft tissue of gastropod *Thais mutabilis* and sediments from intertidal zone of Bandar Abbas. *Advances in Environmental Biology*. 6: 31932.
- Attia L., Tine S., Tine-Djebbar F. et Soltani N., 2021. Potential hazards of an inorganic fertilizer (Weatfert) for the brown garden snail (*Eobania vermiculata* Müller, 1774): Growth, Histological and Biochemical changes and biomarkers. *Applied Ecology and Environmental Research*, 19(3):1719-1734.

### B

- Bachelier G., 1978. La Faune des Sols, son Écologie et son Action. Initiations - Documentations techniques, N° 38. O.R.S.T.O.M., Paris, 391p.
- Baldi I., Filleul L., Mohammed-Brahim B., Fbrigoule C., Dartigues J. F. et Brochard P. 1996. Neurobehavioral effects of long-term exposure to pesticides: results from the 4-year follo.

## Références Bibliographiques

---

- Barker G. M. 2001. The biology of terrestrial molluscs. CAB International, Oxon, Wallingford, UK.
- Batsch D., 2011. L'impact des pesticides sur la santé humaine, Thèse de Diplôme de doctorat d'État en Pharmacie. Faculté de pharmacie, Université Henri Poincaré- Nancy. 01 07, 08 p.
- Berger B. et Dallinger R., 1993. Terrestrial snail as quantitative indicators of environmental pollution. *Environmental Monitoring and Assessment*, 25 : 65-84
- Berrah A., 2011. Étude sur les pesticides. Mémoire Master 2 en toxicologie appliquée. Université de Tébessa, Algérie. 102 p.
- Bertonnier L., Bonansea V., Bonnet F. et Duran R. C., 2012. Étude du glyphosate (Roundup) ; Rapport : Production & Environnement, 5p.
- Bigot L., 1957. Un Microclimat Important de Camargue : les Coquilles vides de Mollusques. *Revue Terre et Vie*, 2-3 : 211 – 230.
- Birgit M., 2021. Glyphosate une histoire d'amour. Birgit Müller et Michel Naepels (sous la direction) Mondes toxiques. Monde Commun Nr. 5 Paris : PUF. 02 p.
- Bouaziz-Yahiatene H., Pfarrer B., Medjdoub-Bensaad F. et Neubert E., 2017. Revision of *Massylaea Möllendorff, 1898 (Stylommatophora, Helicidae)*. *ZooKeys*, 694: 109–133.
- Boué H. et Chaton R., 1971. Biologie Animale Zoologie I. Invertébrés. ED Doin, Paris, 542p.
- Bourbia Ait Hamlet S., 2013. Évaluation de la toxicité de mixtures de pesticides sur un bioindicateur de la pollution des sols *Helix aspersa*. Thèse de Doctorat, Université Badji Mokhtar, Algérie. 177p.
- Bouziani M., 2014. La pollution des eaux par les pesticides, une préoccupation pour les chercheurs algériens. Journée scientifique de l'ACEDD, Oran.

## C

- Calvet R., Barriuso E., Bedos C., Benoit C., Charnay M. P., et Coquet Y., 2005. Les pesticides dans le sol : conséquences agronomiques et environnementales. Éditions France Agricole, Paris. 625 p.

## Références Bibliographiques

---

- Chevalier H., 1983. Les escargots comestibles commercialisent en Europe occidentale. Informatique technique des services vétérinaires : l'escargot et l'héliciculture. Paris, France, 31.
- Cobbinah J. R., Vink A. et Onwuka B., 2008. L'élevage d'escargots : Production, transformation et commercialisation. Agromisa. Wageningen, 84 p.
- Coeurdassier M., Saint-Denis M., Gomot De Vaufleury A., Ribera D. et Badot P. M, 2001. The garden snail (*Helix aspersa*) as a bioindicator of organophosphorus exposure: effects of dimethoate on survival, growth, and acetylcholinesterase activity. *Environ. Toxicol. Chem.*, 20 (9) : 1951-1957.
- Corotet J., Gomot-de Vaufleury A., Pointso-Blaguer N., Gomot L., Texier C. et Cluzeau D., 1999. The use of invertebrate soil fauna in monitoring pollutants effects. *European Journal of Soil Biology*, 35: 115-134.
- Cottard C., 2008. Les pesticides encore appelés produits phytosanitaires, institut français de l'éducation. 04 p.
- Coulibaly H., 2005. Le SCV (Semis direct sous Couverture Végétale), un élément stratégique de gestion durable des terres agricoles : une expérience française comme base de réflexion pour le Mali. Mémoire (DEPA. France). Chapitre 2, 13-20 p.

### D

- Dagnelie P., 2006. Statistique théorique et appliquée. Interférence statistique à une et à deux dimensions. Deuxième Edition. De boeck Ed. 734 p.
- Daguzan J., 1983. Principales caractéristiques biologiques et écophysologiques de l'escargot. In: Daguzan J. (Ed). L'escargot et l'Héliciculture. Informations techniques des services vétérinaires. Paris, 207p.
- Dallinger R., 1993. Strategies of metal detoxification in terrestrial invertebrates. In: Rainbow, P. Ecotoxicology of Metals in invertebrates. Lewis, Boca Raton, FL. PP. 245-289.
- Damerджи A. et Benyoucef B., 2006. Impact des différents facteurs physiques et du rayonnement solaire sur la diversité malacologique dans la région de Tlemcen (Algérie) Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur l'escargot du Puget *Cryptomastixdevia* au Canada, 23p.

## Références Bibliographiques

---

Douafer L., 2015. Réponses in situ et en laboratoire de deux espèces communes de gastéropodes à une contamination des agrosystèmes par un insecticide néonicotinoïde (Actara) : activité de l'AChE et stress oxydatif. Thèse de Doctorat en Biologie et Physiologie Animale, Université Badji-Mokhtar-Annaba, Algérie. 162 p.

DPVCT. 2015. Index des produits phytosanitaires à usage agricole, Juillet 2015. Direction de la protection des végétaux et des contrôles techniques. [http://www.inpv.edu.dz/institut/wpcontent/uploads/2016/03/INDEX\\_PRODUIITS\\_PHYTO\\_2015.pdf](http://www.inpv.edu.dz/institut/wpcontent/uploads/2016/03/INDEX_PRODUIITS_PHYTO_2015.pdf).

Druart C., 2011. Effets des pesticides de la vigne sur le cycle biologique de l'escargot dans divers contextes d'exposition, Thèse de Doctorat en Sciences de la Vie et de l'Environnement, Université de Franche-Comté, France. 326p.

### F

Fournier J., 1988. Chimie des pesticides. Cultures et Techniques. Agence de Coopération Culturelle et Technique ; Université d'Angers. 350 p.

Franz J. E., 1985. The herbicide glyphosate. Butterworth Co Ltd Tor. 3–17.

### G

Gauvrit C., 1996. Efficacité et sélectivité des herbicides. Institut national de la recherche agronomique, 3eme édition, éditions quae, Paris cedex, 1-10 p.

Gimbert F., 2006. Cinétiques de transfert de polluants métalliques du sol à l'escargot. Thèse de doctorat en sciences de la vie université de FRANCHE-COMTÉ, France. 172p.

Giroux I., 2004. La présence de pesticides dans l'eau en milieu agricole au Québec. Québec ministère de l'Environnement, Direction du suivi de l'état de l'environnement Envirodoq n° ENV/2004/0309, collection n° QE/151, 40 p.

Gomot A., 1997. Dose-dependent effects of cadmium on the growth of snails in toxicity bioassays. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 33 : 209-216.

Gomot-de Vaufleury A. et Pihan F., 2002. Methods for toxicity assessment of contaminated soil by oral or dermal uptake in land snails: metal bioavailability and bioaccumulation. *Environmental Toxicology and Chemistry: An International Journal*, 21(4): 820-827.

## Références Bibliographiques

---

Gomot de Vaufleury A. et Bispo A., 2000. Methods for toxicity assessment of contaminated soil by oral or dermal uptake in land snails. 1. Sublethaleffects on growth. *Environmental science & Technology*, 34(9): 1865-1870.

Gounari R., 2006. Principales intoxications du chien dans les jardins. Thèse de doctorat, Université Paul-Sabatier de Toulouse, École Nationale Vétérinaire Toulouse, France. 63 p.

Grasse P.P. et Doumenc D., 1995. Zoologie I. Invertébrés. 5eme édition. Ed. Masson, Paris. 263 p.

Guyard A., 2009. Cours de Zoologie-étude de la différenciation de l'ovistes et des facteurs contrôlant l'orientation des gonocytes de l'escargot *Helix aspersa* Muller. Thèse d'état soutenue à la faculté des sciences de l'Université de Franche-Comté, France. 117p.

### H

His E. et Cantin M., 1995. Anatomie interne d'un mollusque type : le manteau.

### K

Kerney M. P. et Cameron R.A.D., 1999. Guide des escargots et limaces d'Europe. Les guides des naturalistes, Lausanne Paris. Ed. De la chaux et Niestlé. 370 P.

Kerney M.P. et Cameron R.A.D., 2006. Guide des escargots et limaces d'Europe, identification et biologie de plus de 300 espèces. Ed. Delachaux et Nietlé, Paris. 370p.

### L

Laoubi K. et Yamao M., 2009. A typology of irrigated farms as a tool for sustainable agricultural development in irrigation schemes: The case of the East Mitidja scheme, Algeria. *International Journal of Social Economics*, 36(8) : 813-831.

Laoubi K. et Yamao M., 2012. The challenge of agriculture in Algeria: are policies effective. *Bulletin of Agricultural and Fisheries Economics*, 12(1) : 65-73.

Larbaa R., 2014. Biosurveillance de l'environnement dans la région Est : mesure de biomarqueurs chez *Helix Aspersa* et corrélation avec les caractéristiques physicochimiques des sols. Thèse de doctorat. Université Badji Mokhtar Annaba, Algérie.

## Références Bibliographiques

---

Laskowski R. et Hopkin S.P., 1996. Effect of Zn, Cu, Pb and Cd on fitness in snail (*Helix aspersa*). *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 34: 59-69.

Levêque C., 1980. Mollusque. In : Levêque C. (Ed.) Flore et faune aquatiques de l'Afrique sahélo-soudanienne. Ed. IRD. 284-305pp.

Louchahi M. R., 2015. Enquête sur les conditions d'utilisation des pesticides en agriculture dans la région centre de l'algérois et la perception des agriculteurs des risques associés à leur utilisation. Thèse de Doctorat, INA. 90p.

### M

Maissiat J., Baehner J.C et Picaud J. L., 2011. Biologie animale. Ed. DUNOD, 239p.

Mamane A., 2016. Effets sanitaires aigus de l'exposition aux pesticides en milieu rural : étude dans un pays du nord. Thèse doctorat en épidémiologie. Université de Bordeaux. 20p.

Mandangi G.M., 2010. Contribution à l'étude de la consommation et valorisation d'escargots géants africains à Kinshas. Université de Liège-Gembloux Agro Bio Tec - Master complémentaire en Gestion des ressources animales et végétales en milieux tropicaux, 26 p. Disponible sur : <http://www.memoireonline.com/12/10/4191/Contribution-aletude-de-laconsommation-etvalorisation-descargots-geants-africains-a-Kinsh.htm> (Consulté le 20 février2022).

Merhi M., 2008. Étude de l'impact de l'exposition à des mélanges de pesticides à faibles doses : caractérisation des effets sur des lignées cellulaires humaines et sur le système hématopoïétique murin. Thèse de Doctorat. Université de Toulouse, France.

Moedritzer K. et Irani R. R., 1966. The Direct Synthesis of  $\alpha$ -Aminomethylphosphonic Acids. Mannich-Type Reactions with Orthophosphorous Acid. *J. Org. Chem.* 31 : 1603–1607.

Müller O. F., 1774. Vermium terrestrium et fluviatilium, senanimaliuminfusoriorum, helminthicorum, et testaceorum, non marinorum, succinctahistoria. Testacea–Heineck et Faber, Havnie et Lipsiae. Vol 2.

Multinger L., Skakkebaek N.E. et Germond M., 2015. Pollution & human infertility : A systematic review. (2005)w-up of the PHYTONER Study. *Neurotoxicology and Teratology*, 18(6), 489-496p. availability and bioaccumulation. *Environmental Toxicology and Chemistry*.21: 820-827.

## Références Bibliographiques

---

### N

Neskovic., Nenad K., Jovan V. Kovacevic, et Milos M. Radojevic. 1996. Effects of glyphosate on the reproduction of snails. *Journal of Environmental Science and Health, Part B: Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes*, 31(2), 231-244.

### O

Ondo Ovono P., Préccilia K., Daudet S., MVE1 M., KEVERS C., DOMMES J., 2019. Effet des herbicides à base de glyphosate et fluroxypyr sur les adventices les plus fréquentes dans la culture de l'hévéa (*Hevea brasiliensis* (H.B.K) (Muell. Arg) à Batouri, Nord du Gabon. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 13(6): 2458–2477.

### P

Pelfrène A., 2003. Glyphosate : Toxicology and Human Risk Assessment. *Environ. Risques Santé* 2 : 323–334.

Pelseneer P., 1935. Essai d'Ethologie Zoologique d'après l'Étude des Mollusques. Ed. Palais des Académies, Bruxelles. 662 p.

Pierre-Louis R., 2013. Évaluation des risques à long terme des herbicides à base de glyphosate sur la santé humaine, Thèse de doctorat, Université de Limoges, 39-45 p.

Pol D., 2006. Élevage de l'escargot. *In*: Fondation La main à la pâte (18/9/2006) Disponible sur : <http://www.fondation-lamap.org/fr/page/11571/elevage-de-lescargot> (consulté le 20 février 2022).

### R

Radi N., 2003. L'Arganier arbre du Sud-ouest Marocain, en péril, à protéger. Thèse de docteur en pharmacie, Université de NANTES, faculté de pharmacie, 59 p.

Radwan M. A., El-Gendy K. S. et Gad A. F., 2010. Biomarkers of oxidative stress in the land snail, *Theba pisana* for assessing ecotoxicological effects of urban metal pollution. *Chemosphere*. 79(1): 40-46.

Ramdini R., Ali R. F., Sadouk, G. et Medjdoub-Bensaad F., 2021. Diversity of Terrestrial Gastropods in Kabylia Region (Tizi-Ouzou, Northern Algeria). *Folia Malacologica*, 29(4) : 212–221. <https://doi.org/10.12657/folmal.029.025>

## Références Bibliographiques

---

Regoli F., Gorbi S., Fattorini D., Tedesco S., Notti A., Machella N. et Piva F., 2006. Use of the land snail *Helix aspersa* as sentinel organism for monitoring ecotoxicologic effects of urban pollution: an integrated approach. *Environmental health perspectives*, 114(1) : 63-69.

Ricou G., 1964. Relations entre l'activité des limaces grises et la température. *Meded. Land bouwhogesch. Gent*, 29 : 1071-1080.

### S

Salgueiro E. et Reyss A., 2002. Biologie de la reproduction sexuée. Belin. 60p.

Sánchez-Bayo F. et Wyckhuys K. A., 2019. Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. *Biological conservation*, 232 : 8-27.

Scheifler R., De Vaufleury A., Cœurassier M., Crini N. et Badot P. M., 2006. Transfer of Cd, Cu, Ni, Pb, and Zn in a soil-plant-invertebrate food chain: A microcosm study. *Environmental Toxicology and Chemistry: An International Journal*, 25(3): 815-822.

Socorro J., 2015. Étude de la réactivité hétérogène de pesticides adsorbés sur des particules modèles atmosphériques : cinétiques et produits de dégradation, Thèse de doctorat, Marseille. 24 p.

Stiévenart C. et Hardouin J., 1990. Manuel d'élevage des escargots géants africains sous les tropiques. Centre technique de Coopération Agricole et Rurale ACP/CEE.

### T

Tron C., Bérard P. et Dab W., 2001. Neuropsychologic effects of long-term exposure to pesticides : results from the french PHYTONER study. *Environmental Health Perspectives*, 109(8): 839-844.

Tsai C.L., 2004. Introduction of slugs in plant quarantine. *Council of Agriculture plant protection*. 5:113-119.

Tsuioishi Y., Kremer R. et Paulo R., 2009. Glyphosate interactions with physiology, nutrition, and diseases of plants: Threat to agricultural sustainability? *European Journal of Agronomy*, Guest Editor Institute, Brazil, 13 p.

## Références Bibliographiques

---

### W

Welter-Schultes F., 2012. European non-marine molluscs, a guide for species identification. Ed. Planet Poster, Germany.

Worthing C. R. et Hance R. J., 2000. Electronic Pesticides Manual. 11th edition, British Crop Protection Council (London).

### Z

Zaafour M. 2014. Étude écophysiological de la reproduction de l'escargot terrestre Petit Gris (*Helix aspersa aspersa*, Gastropoda: Stylommatophora ; Helicidea) dans la région Nord Est d'Annaba, Algérie. Thèse de Doctorat en Sciences, Université Badji Mokhtar Annaba, Algérie. 109p.

## Résumé

L'objectif principal de notre étude est d'évaluer l'impact toxique du glyphosate sur *Eobania vermiculata*. Pour atteindre cet objectif, nous avons mené une analyse des effets du glyphosate sur les paramètres physiologiques, comportementaux et reproductifs de cette espèce.

Nous avons utilisé trois doses différentes de glyphosate. Un groupe témoin a été laissé sans exposition au traitement, mais soumis aux mêmes conditions expérimentales. Le glyphosate a été pulvérisé sur 20g de laitue pour chaque lot, contenant 10 individus par boîtes en plastiques. Le poids des sujets a été relevé de façon journalière, tandis que la quantité de nourriture a été pesée tous les deux jours. De surcroît, la mesure de la hauteur et diamètre a été effectuée lors du premier et du dernier jour de l'expérience.

Les résultats de cette étude démontrent que le glyphosate a des effets délétères sur *Eobania vermiculata*, entraînant des perturbations significatives dans les paramètres de croissance, notamment le poids. On a noté aussi que l'ensemble des escargots manifestent un comportement d'évitement vis-à-vis de la nourriture, se positionner en hauteur dans les boîtes et présentant une activité locomotrice quasi-nulle au cours des premiers jours de traitement. De plus des arrêts de nutrition ont été observés ce qui peut être expliqué par une accumulation du pesticide dans les tissus des organismes et dans les cas les plus graves, cette accumulation peut entraîner des décès d'escargots, notamment pour les groupes traités aux doses les plus élevées.

**Mots Clés :** *Eobania vermiculata*, Glyphosate, Paramètre de croissance, Poids, Mortalité.

## Abstract

The main objective of our study is to evaluate the toxic impact of glyphosate on the biological model *Eobania vermiculata*.

To achieve this goal, we conducted a thorough analysis of the toxic effects of glyphosate on the physiological, behavioral, and reproductive parameters of this species, focusing on the observed changes in growth parameters.

We used three different doses of glyphosate, ranging from the highest dose, corresponding to the LD50, to the lowest dose, which was a dilution of 10ml of LD50 in 5ml of distilled water. A control group was left unexposed to the treatment but subjected to the same experimental conditions. Glyphosate was sprayed on 20g of lettuce for each batch, containing 10 individuals per plastic box. The weight of the subjects was recorded daily, while the amount of food was weighed every two days. Moreover, the height and diameter measurements were taken on the first and last day of the experiment.

The results of this study demonstrate that glyphosate has deleterious effects on *Eobania vermiculata*, leading to significant disruptions in growth parameters, it was also noted that all the snails exhibit an avoidance behavior towards food, preferring to position themselves at the top of the boxes and showing almost no locomotor activity during the first days of treatment. In addition to nutritional stops, an accumulation of pesticides in the tissues of organisms has been observed, which can explain the phenomenon. In severe cases, this accumulation can lead to snail deaths, especially in groups treated with the highest doses.

**Keys words:** *Eobania vermiculata*, Glyphosate, Parameter of growth, Weight, Mortality.