



UNIVERSITE SIDI MOHAMED BEN ABDELLAH
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE FES

Projet de Fin d'Etudes

Licence Sciences & Techniques

Biotechnologie et Valorisation des Phyto-Ressources

**Evaluation des activités répulsive et molluscicide d'une composition
innovante contre (*Helix aspersa*)**

Présenté par :

MSEGUED AYAM IMAN

Encadré par :

- *Pr. REMMAL ADNANE (FSDM, Fès)*
- *Pr. HAGGoud ABDLLATIF (FST, Fès)*

Soutenu le : 09/06/2018, Devant le jury composé de :

- *Mr REMMAL ADNANE, FSDM-Fès : Encadrant*
- *Mr HAGGoud ABDLLATIF, FST-Fès : Encadrant*
- *Mr AMRANI JOUTEI Khalid, FST-Fès : Examineur*

Année universitaire

2017/2018

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

A mes parents

Pour les peines et les sacrifices consentis pour mon éducation.

Mon amour et ma profonde reconnaissance ne sauraient être exprimés en ce modeste travail.

Puisse dieu vous accorder santé et longue vie.

A mes sœurs et mes frères

Vos conseils et vos soutiens étaient pour moi très précieux. C'est grâce à vous que j'ai appris à être patiente.

A mes collègues étudiants de ma promotion 2017.

A tous mes amis.

A toutes les personnes qui aiment MSEGUED AYAM IMAN.



MSEGUED AYAM IMAN

Remerciements

Tout d'abord, je voudrais remercier mon Dieu de m'avoir permis d'être ce que je suis devenu aujourd'hui, et de m'avoir guidé vers le bon chemin.

Je tiens à remercier chaleureusement, mon professeur **REMMAL ADNANE** pour son intérêt, son soutien depuis longtemps. J'exprime au professeur toute ma gratitude et mon profond respect, pour son encadrement, ses conseils précieux, ses qualités humaines qui m'ont permis de travailler dans un cadre agréable et professionnel.

Je tiens également à remercier **Mr. HAGGoud ABDLLATIF**, professeur à la Faculté des Sciences et des Techniques de Fès, pour son encadrement, sa gentillesse, sa disponibilité.

Je remercie très vivement **Mr. AMRANI JOUTEI Khalid** professeur à la Faculté des Sciences et Techniques de Fès, pour l'honneur qu'elle m'a fait en acceptant de juger ce travail.

Mes vifs remerciements vont aussi à l'étudiant doctorant **EL-Ghiwane Zakaria**, pour son aide durant la réalisation de ce stage et ces conseils avisés. Je remercie très vivement **Mlle Hakima MOUSSA**, pour son aide. Je voudrais remercier tous les membres du laboratoire de biotechnologie des plantes aromatiques, qui ont contribué à faire régner une ambiance chaleureuse et amicale dans le laboratoire.

Liste des figures et tableau

Figure 1	Classification des mollusques dans le règne animal.	6
Figure 2	Anatomie d'un gastéropode terrestre.	7
Figure 3	Ondes de contraction sur la face ventrale des pieds d'escargots.	8
Figure 4	Partie de la langue râpeuse de l'escargot, la radula, grossie 4000 fois à l'aide d'un microscope électronique à balayage.	8
Figure 5	Escargot en hibernation avec son épiphragme.	9
Figure 6	Accouplement de Petits-gris.	10
Figure 7	Œufs d'escargot.	10
Figure 8	Structure chimique métaldéhyde.	12
Figure 9	Structure de Niclosamide.	13
Figure 10	Parcelles des légumes utilisées au cours des tests.	15
Figure11	Escargots de l'espèce (<i>Helix aspersa</i>) alignés au centre de deux parcelles du radis.	16
Figure12	Escargots de l'espèce (<i>Helix aspersa</i>) au centre d'une parcelle du radis.	16
Figure13	Boîte contient les graines de blé et les escargots (<i>Helix aspersa</i>).	17
Figure14	Nombre des escargots (<i>Helix aspersa</i>) dirigés dans chaque parcelle en fonction du temps.	20
Figure15	Nombre des escargots (<i>Helix aspersa</i>) échappés en fonction du temps.	20
Figure16	Nombre des plantules de carotte ravagées par les escargots (<i>Helix aspersa</i>) en fonction de la concentration du produit NPP®.	21
Figure17	Nombre des plantules du radis ravagées par les escargots (<i>Helix aspersa</i>) en fonction de la concentration du produit NPP®.	21
Figure18	Nombre des plantules de laitue ravagées par les escargots (<i>Helix aspersa</i>) en fonction de la concentration du produit NPP®.	22
Figure19	Nombre des germes de graines digérés en fonction du temps et concentration du NPP®.	22
Figure20	Effet molluscicide de Sulfate de Cuivre sur les escargots (<i>Helix aspersa</i>)	23
Figure21	Effet molluscicides de purin d'Ortie sur les escargots (<i>Helix aspersa</i>).	23
Figure22	Effet molluscicide du produit NPP® sur les escargots (<i>Helix aspersa</i>).	23
Tableau 1	Types des plantes ravagées par les escargots (<i>Helix aspersa</i>).	11

Sommaire

Introduction générale.....	1
Structure d'accueil.....	2
I. Biologie des mollusques	4
1. Introduction	4
2. Classe des Gastéropodes	4
2.1- Description anatomique d'un gastéropode terrestre : les escargots.....	4
2.2- Conditions de vie des escargots	5
2.3- Déplacement	6
2.4- Alimentation	6
2.5- Longévité	7
2.6- Estivation et hibernation des escargots	7
2.7- Reproduction.....	7
3. Principales espèces et cultures endommagées par ces gastropodes	8
II. Lutte contre les mollusques par l'utilisation des pesticides	9
1. Généralités sur les pesticides.....	9
2. Impact de l'utilisation des pesticides	9
2.1- Sur l'environnement	9
2.2- Sur la santé humaine	10
3. Principaux molluscicides chimiques	10
3.1- Définition.....	10
3.1- Quelques substances de la famille	10
III. Alternatives des molluscicides chimiques.....	11
1. Lutte directe.....	11
2. Lutte biologique	12
3. Molluscicides à base des plantes	12
Matériel et méthodes.....	13
1. Matériel	14
1.1- Matériel biologique	14
1.2- D'autres matériels utilisés :	15
PARTIE I : Evaluation de l'activité répulsive du produit NPP® sur les escargots de l'espèce (<i>Helix aspersa</i>)	15
1) Première expérience : sur le radis	15
2) Deuxième expérience : sur les différentes espèces de légumes	17
3) Troisième expérience : sur les graines de blé	17

Partie II : Evaluation de l'activité molluscicide du produit NPP® sur les escargots (<i>Helix aspersa</i>)	18
Résultats et discussion.....	19
Partie I : Evaluation de l'activité répulsive du produit NPP® sur les escargots de l'espèce (<i>Helix aspersa</i>)	20
1) Première expérience : sur le radis.....	20
2) Deuxième expérience : sur les différentes espèces de légumes.....	21
3) Troisième expérience : sur les graines de blé	22
Partie II : Evaluation de l'activité molluscicide du produit NPP® sur les escargots (<i>Helix aspersa</i>).	23
Conclusion.....	25
Perspective	25
Références	26

Introduction générale

Au cours de leur cycle végétatif, la culture des légumes et fruits est continuellement menacée par des ravageurs (Boulahia, 2016) ; les escargots sont certainement l'un de ces ravageurs les plus redoutés. En effet, Les attaques de ces gastéropodes provoquent des destructions de semis, de jeunes plantations mais aussi des dégâts qualitatifs sur le feuillage et les tiges, des souillures, et des perforations de tubercules. Si les producteurs conventionnels arrivent souvent à limiter les dégâts grâce aux traitements chimiques, les solutions à la disposition des producteurs en Agriculture Biologique sont généralement plus contraignantes et moins efficaces. Aujourd'hui, la différence entre ces modes de production devient d'autant plus importante que l'évolution réglementaire prévoit la suppression d'emploi du métaldéhyde. Suite à cette interdiction, les producteurs se trouveront face à la question : comment limiter les pertes pour continuer à produire ? (LAMBION, 2005)

C'est pourquoi, il est nécessaire de trouver un moyen de lutte à la fois efficace et inoffensif pour les espèces non cibles. Actuellement, les chercheurs et les agriculteurs sont obligés d'être compétitifs avec l'apparition de nouvelles alternatives de métaldéhyde plus efficaces et qui ne sont pas néfastes aux plantes et à la santé des consommateurs.

C'est dans ce cadre que j'ai fait un projet qui vise à évaluer un molluscicides phytosanitaire à base naturelle, et qui peut être considéré comme une alternative des autres molluscicides chimiques.

Ce travail comporte deux parties :

- ✓ La première partie a consisté à évaluer l'activité répulsive d'un produit innovant naturelle.
- ✓ La deuxième partie a consisté à évaluer l'activité molluscicides de ce produit naturelle et la comparaison de ce dernier avec des autres produits.

Structure d'accueil

Le laboratoire de biotechnologie des plantes aromatiques se trouve à la faculté des sciences Dhar El Mehrez de Fès.

Le thème général de recherche du laboratoire, est de combattre la résistance aux antibiotiques provoquée par les produits chimiques utilisés dans le domaine de la production animale et de la production végétale. Ceci, par la mise au point de solutions alternatives aux produits chimiques et à base des substances naturelles efficaces et dénuées de toxicité. Le laboratoire est divisé en 4 groupes de recherche :

Un groupe, dont la recherche est axée sur le domaine de la production végétale, un autre s'intéresse au domaine de la production animale, un 3ème focalise sa recherche sur le domaine des industries agroalimentaires et un dernier, qui s'intéresse à la médecine humaine.

Revue bibliographique

I. Biologie des mollusques

1. Introduction

L'embranchement des mollusques, riche de plus de 100 000 espèces actuelles dont 46 000 marines, le classant donc à la seconde place après les arthropodes (Le Manuelle, 2016).

Les Mollusques sont des Invertébrés intéressants, certains hébergent des organismes pathogènes transmissibles à l'Homme ou aux animaux. Plusieurs classes constituent l'embranchement de Mollusques, dont les Céphalopodes (pieuvres, seiches, calmars), les Gastéropodes (escargots, limaces) et les Bivalves (moules, huitres) (Jaussaud, 2017).

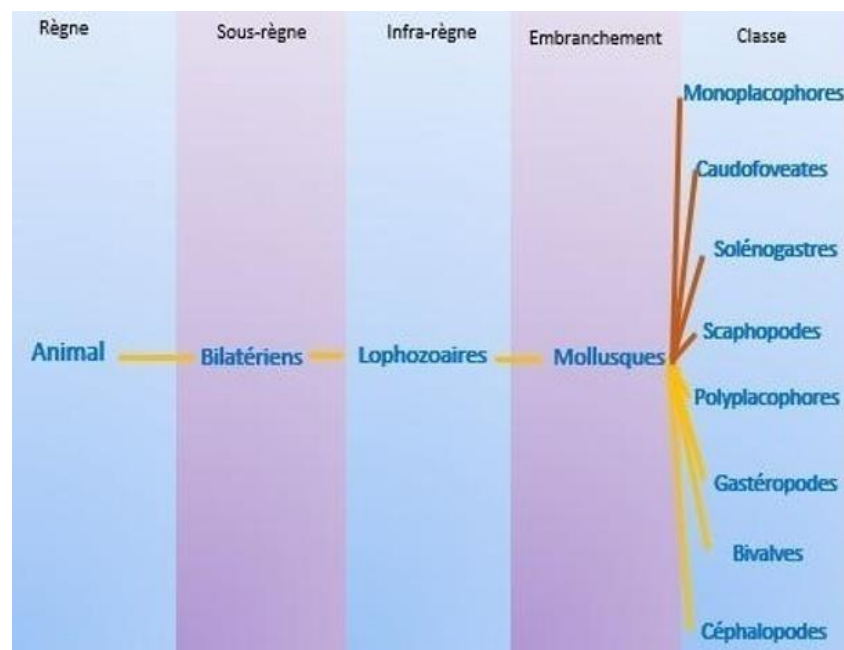


Figure 1. Classification des mollusques dans le règne animal (Le Manuelle, 2016)

2. Classe des Gastéropodes

Cette classe rassemble les $\frac{3}{4}$ des espèces actuelles de mollusque. Un gastéropode ou gastropode, est un mollusque rampant sur un large pied central musculeux, souvent pourvu d'une coquille dorsale spiralée et vivant dans les mers (Buccin), en eau douce (Limnée) ou dans les lieux humides (Escargot, Limace) (zaafour, 2014).

2.1- Description anatomique d'un gastéropode terrestre : les escargots

Le corps d'un escargot consiste en un pied unique, une tête et une masse viscérale enroulée placée dans la coquille. Le mouvement a lieu grâce à l'expansion et l'extraction de muscles dans le pied, des glandes de mucus sur le reste du corps protégeant l'escargot contre la perte d'eau.

Deux paires de tentacules placées sur la tête. L'une permet de détecter les odeurs, l'autre porte l'organe de la vue. La coquille est sécrétée par un épais pli de peau, appelé le manteau, cette dernière est reliée au corps par un puissant muscle qui est attaché au columella, la contraction de ce muscle permet à l'escargot de se retirer dans sa coquille. À l'intérieur de la coquille, se trouve la cavité du manteau, qui contient le cœur, le rein et le poumon (Daguzan, 1981).

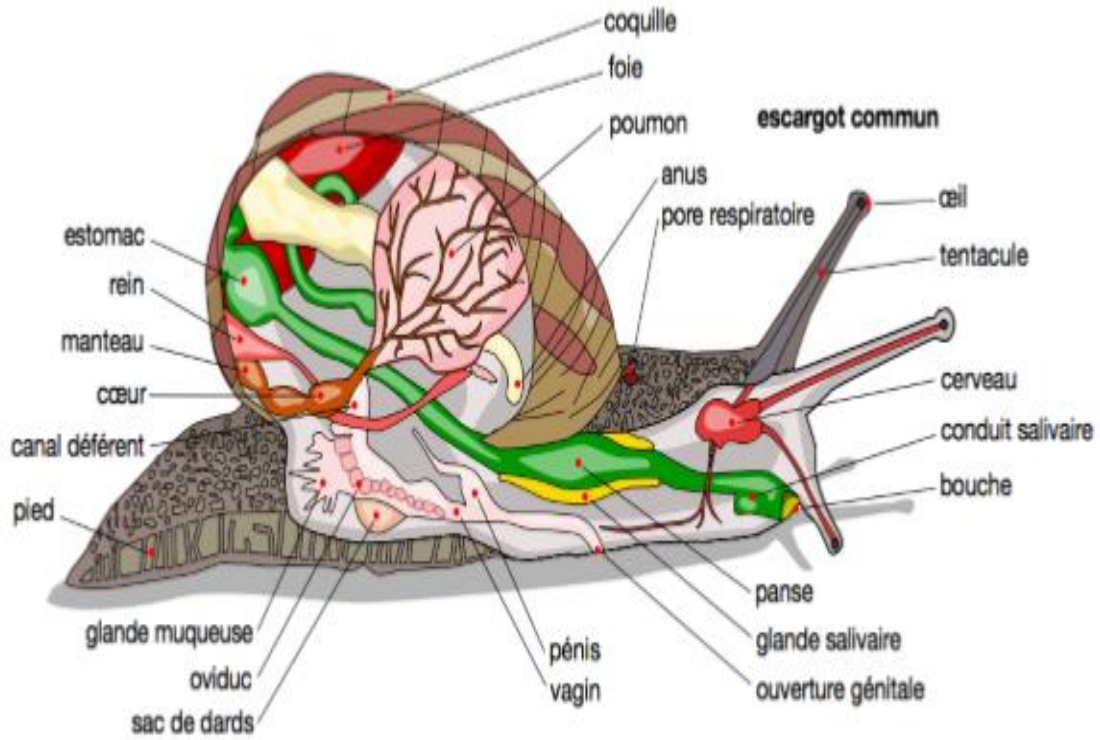


Figure 2. Anatomie d'un gastéropode terrestre (Daguzan, 1981).

2.2- Conditions de vie des escargots

Les escargots sont des animaux très sensibles aux conditions hydriques du milieu. En cas de sécheresse, l'animal se rétracte à l'intérieur de sa coquille qu'il obture par un voile muqueux, ce qui lui évite la déshydratation. Le sol le plus favorable aux escargots est le sol argileux qui est riche en eau et en matière organique (Jordy, 1990). Ils se déplacent facilement dans un sol assez humide et aéré. Dans un sol sec, leur déplacement impose une production importante de mucus. Les escargots ont leur maximum d'activité pendant les saisons douces et humides (printemps, automne) et principalement la nuit, quand l'humidité atteint son maximum ; 99% de l'activité de l'escargot, y compris les "repas", ont lieu de nuit.

La fraîcheur nocturne et la rosée facilitent ses déplacements (Chase, 1986). Les escargots sont des herbivores qui se nourrissent essentiellement de plantes et de débris végétaux.

2.3- Déplacement

Les escargots se déplacent seulement vers l'avant, grâce à son pied, qui est en fait un gigantesque muscle qui se contracte et s'allonge alternativement. Sa vitesse moyenne pour un adulte est de 1 mm/s soit 3,6 m/h.

L'escargot arrive à déplacer 170 fois son poids, autrement dit un escargot qui pèse 10 g par exemple peut déplacer un poids d'environ 1,5 kg (Zaafour, 2014).



Figure3. Ondes de contraction sur la face ventrale des pieds d'escargots (Pol, 2001).

2.4- Alimentation

Les escargots s'alimentent grâce à une langue dentée nommée radula (1500 à 2500 dents). La langue de l'escargot est couverte d'aspérités très dures, disposées en rangées régulières, comme la râpe du menuisier. L'alimentation des escargots varie selon l'espèce. Certains escargots sont phytophages, détritivores, d'autres nécrophages, d'autres prédateurs et parfois cannibales. (Beazley, 2000).

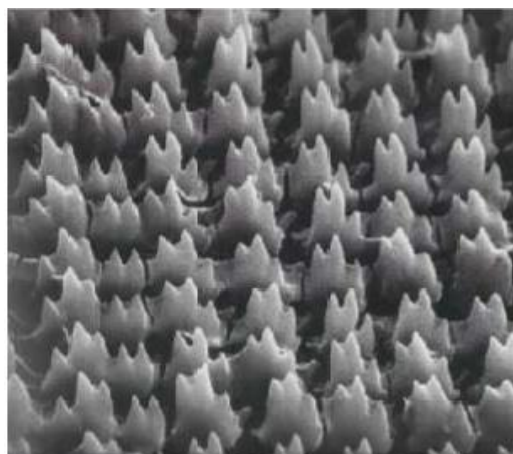


Figure 4.Partie de la langue râpeuse de l'escargot, la radula, grossie 4000 fois à l'aide d'un microscope électronique à balayage (Sirtin, 2009).

2.5- Longévité

La durée de vie des escargots varie selon les espèces. Dans la nature, l'escargot est adulte à deux ans mais peut vivre plus de cinq ans. Dans la nature, il dépasse rarement l'âge de trois ans. Sa mort est souvent due à des prédateurs ou à des parasites. En captivité, sa longévité est bien plus longue et va de 10 à 15 ans. Certains individus ont vécu plus de trente ans (Taylor, 1883).

2.6- Estivation et hibernation des escargots

Les escargots terrestres ne sont actifs que lorsque l'humidité est suffisamment élevée. Une absence prolongée d'humidité provoque l'estivation d'escargot (Chevallier, 1992), l'animal se rétracte à l'intérieur de sa coquille et se fixe sur un support en fermant l'ouverture de sa coquille par un voile de mucus solidifié : l'épiphragme. Ce qui lui évite la déshydratation. Il reprend son activité lorsque les conditions environnementales sont plus favorables. Lorsque la température moyenne devient inférieure à 15°C, les escargots se mettent en hibernation en se "collant" sur un support ou en s'enfouissant dans le sol ou la litière et secrètent un épiphragme d'hiver. Dans une atmosphère humide, le processus d'hibernation s'effectue en-dessous de 5°C. Le raccourcissement de la durée de jour semble avoir également une action sur la mise en hibernation (Bailey, 1981).

L'hibernation et l'estivation sont donc des réponses à des stress environnementaux prévisibles (Ansart et Vernon, 2003).



Figure 5. Escargot en hibernation avec son épiphragme (Grobe, 2006)

2.7- Reproduction

La période de reproduction commence au début du mois de mai et dure jusqu'à mi-septembre. L'accouplement implique une fécondation réciproque par échange de spermatophores entre les deux partenaires. Cette règle n'est cependant pas absolue et certains individus se comportent soit comme mâle soit comme femelle.

L'autofécondation n'a été que très rarement constatée chez les escargots. La durée entre l'accouplement et la ponte varie en fonction des conditions du milieu. En conditions optimales, elle est d'une dizaine de jours mais ce délai peut atteindre un voire deux mois suivant les conditions d'environnement. (Daguzan, 1981; Chevallier, 1982). Pour pondre, l'escargot creuse une cavité de quelques centimètres de profondeur dans le sol, y dépose ses œufs puis rebouche le "nid de ponte, ". Le nombre moyen d'œufs par ponte varie de 80 à 130 pour des individus de différentes origines (Madec, 1983). La taille des œufs diffère selon les espèces, de trois millimètres de diamètre jusqu'à six centimètres pour les escargots terrestres géants africains. Après deux à quatre semaines de climat favorable, ces œufs éclosent et les jeunes sortent. Les escargots peuvent pondre des œufs jusqu'à une fois par mois (Zaafour, 2014).



Figure6. Accouplement de Petits-gris (Buron-Mousseau, 2014).



Figure7. Œufs d'escargot (Astrid, 2011).

3. Principales espèces et cultures endommagées par ces gastropodes

Particulièrement nuisibles lorsque les conditions climatiques sont humides, les escargots et les limaces dévorent les jeunes plantes, les fruits, les tubercules, les racines charnues et les feuilles. Ils provoquent d'énormes dégâts dans les cultures et les jardins. Voraces et prolifiques, ils laissent des trous, des découpes sur les feuilles, dans les végétaux consommables. Ces ravageurs dévastent les salades et trouent les surfaces foliaires des plantes cultivées et n'hésitent pas à grignoter les radis. Ils rongent également les tiges et les fleurs des plantes ornementales et potagères. L'action néfaste des escargots et des limaces causent ainsi des dommages perceptibles sur les plantes cultivées et sauvages (<https://agroneo.com>).

De plus, une fois que ces derniers sont endommagés, ils deviennent plus sensibles aux infections fongiques et leur conservation où leur pouvoir germinatif diminue alors rapidement. (Lambion, 2005)

Dans le tableau ci-dessous, nous avons trouvé les principales espèces qui ravagent les cultures.

Tableau 1: Types des plantes ravagées par les escargots (*Helix aspersa*) (stenmetz, 2002).

Cultures endommagées	Espèce d'escargot responsable
Pâtures, céréales	Thebapisana, <i>Cemuell avirgata</i>
Agrumes, légumes, pâtures, céréales,	<i>Helix aspersa</i>
Rizière	<i>Pomaceasp</i>
Horticulture	Escargot géant africain

II. Lutte contre les mollusques par l'utilisation des pesticides

1. Généralités sur les pesticides

Le mot pesticide dérive du Latin pestis (fléau, calamité), et cide (tue) (De Cormis, 1994). Les pesticides sont des produits chimiques utilisés en agriculture pour détruire des ravageurs, les plantes adventices et les agents phytopathogènes (OMS, 1991).

Plusieurs pesticides sont utilisés selon le mode d'application :

- **Insecticides** : sont destinés à détruire les insectes nuisibles.
- **Fongicides** : servant à combattre la prolifération des champignons phytopathogènes.
- **Herbicides** : ils permettent d'éliminer les mauvaises herbes adventices des cultures.
- **Acaricides** : contre les acariens.
- **Molluscicides** : contre les mollusques, les limaces et les escargots.

2. Impact de l'utilisation des pesticides

2.1- Sur l'environnement

L'impact des pesticides sur l'environnement varie en fonction d'un grand nombre de facteurs dont :

- La persistance du pesticide dans l'environnement (durée de demi-vie)
- Le temps d'exposition, la dose et la toxicité.
- La sensibilité relative des organismes ou de l'écosystème exposés - l'âge de l'organisme exposé.

Les pesticides peuvent donc être responsables de pollutions diffuses chroniques et/ou aiguës et accidentelles, lors de leur épandage sur les surfaces agricoles mais également lors de leur fabrication, transport ou élimination (Margni et coll. 2002).

2.2- Sur la santé humaine

De manière générale, de nombreux pesticides sont classés CMR : cancérogènes, mutagènes (toxique pour l'ADN) ou reprotoxiques (nocifs pour la fertilité). Les pesticides peuvent pénétrer dans l'organisme par contact cutané, par ingestion ou inhalation. Les effets peuvent être bénins à mortels (Mollier et coll. 2010).

3. Principaux molluscicides chimiques

3.1- Définition

Les Molluscicide sont les pesticides utilisés dans l'agriculture ou le jardinage, pour commander spécifiquement des espèces de mollusque de parasite. Ces pesticides sont prévus pour viser certain lingot et espèces de l'escargot qui peuvent endommager des récoltes en les mangeant partiellement. Ces substances incluent la métaldéhyde, le Méthiocarbe, le Sulfate du cuivre, Niclosamide et Na PCP (sodium penta chlorophenate) (Berrah, 2011).

3.1- Quelques substances de la famille

✓ Métaldéhyde

Le métaldéhyde est une substance active de produit phytosanitaire (ou produit phytopharmaceutique, ou pesticide), qui présente un effet molluscicide, et qui est employé pour tuer des limaces et autres gastéropodes .Le métaldéhyde est un composé très toxique y compris pour l'homme. Il est généralement utilisé sous forme de comprimés et il convient donc d'éviter de l'ingérer. Il est en outre inflammable (Berrah, 2011).

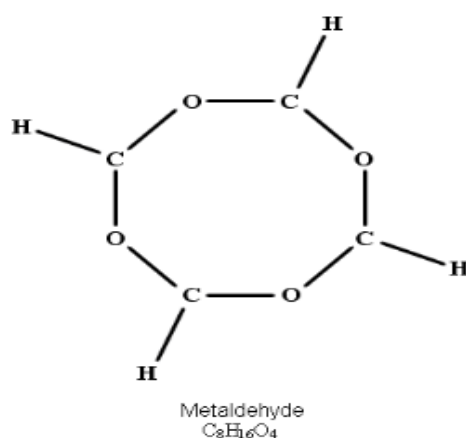


Figure 8. Structure chimique métaldéhyde (Berrah, 2011).

✓ Niclosamide

Il est utilisé comme molluscicide de référence depuis les années 1960, très active à tous les mollusques (Khallaayoune et coll, 1998).

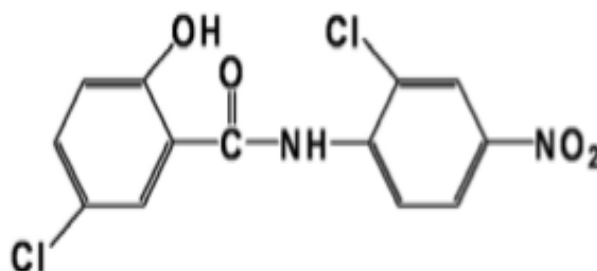


Figure 9. Structure de Niclosamide (Berrah, 2011).

✓ Sulfate de cuivre

Efficace dans certaines conditions ; inactive à $\text{PH} \geq 9$, utilisé en Egypt.

✓ Na PCP (sodium penta chlorophenate)

Utilisé en Chine. En plus de leur coût de revient élevé, les agents molluscicides de synthèse sont déversés en grande quantité dans les foyers d'endémie et posent d'énormes problèmes à l'environnement par leur impact néfaste sur l'écosystème aquatique dans lequel ils sont employés (les produits chimiques qui tuent les mollusques tuent aussi les poissons, (par exemple le B-2 et le sulfate de cuivre) (Marston et coll, 1985; Adewunmi, 1991).

✓ Méthiocarbe

Le Méthiocarbe est utilisé comme molluscicide sous forme d'appâts qui attire les escargots. Il agit au niveau des transmissions nerveuses, provoquant un empoisonnement qui se manifeste par un relâchement du tonus musculaire (Heimi, 1999).

Les molluscicides chimiques sont efficaces, mais ils ne sont pas pour autant dénuées de toxicité. Les intoxications animales par ces composés sont fréquentes au printemps. Les chiens et les chats et aussi les bovins sont principalement touchés (Steimez, 2002).

III. Alternatives des molluscicides chimiques

1. Lutte directe

Un ramassage manuel (très fastidieux...) peut se révéler efficace si celui-ci est réalisé le matin ou le soir, et répété régulièrement. La mise en place de pièges à bière ou de barrières anti escargot sont décrites. Les escargots vont succomber aux effets de l'alcool.

Une autre technique consiste à la stérilisation de tous les Bacs des plantes à la chaleur ce qui permet de tuer les œufs avant l'éclosion. (Speiser et col, 2001a). Cependant, ces mesures ne peuvent avoir d'effet que dans des cas particuliers et sur une surface limitée.

2. Lutte biologique

La technique de lutte biologique consiste à favoriser les ennemis des mollusques et les auxiliaires consommateurs de mollusques comme les carabes ou les hérissons, les crapauds, les oiseaux, les araignées, et les nématodes qui limitent le développement des mollusques (Debras et coll, 2003)

Un produit à base de nématodes (*Phasmarhabditis hermaphrodita*) existe sur le marché. Le nématode se développe en symbiose avec des bactéries dans le corps du mollusque, entraînant sa mort (Glen, 1997). Le produit est dilué dans l'eau, puis pulvérisé au sol.

Cependant Une irrigation abondante permet aux nématodes de pénétrer dans le sol, et l'efficacité du produit dépend en grande partie de la taille des individus visés (Speiser et col, 2001b) et de l'humidité constante du sol (Speiser et coll, 1996). De plus, le coût de ce produit est très important (environ 35 € pour 100 m²). Pour toutes ces raisons, cette technique est utilisée uniquement pour les petites surfaces.

3. Molluscicides à base des plantes

Les molluscicides naturels d'origine végétale sont d'une actualité croissante en vue d'une application éventuelle comme moyen de lutte et de contrôle de la schistosomiase. Ils pourraient offrir un double avantage sur les molluscicide de synthèse, car ils sont moins polluants (produits naturels biodégradables) et plus économiques (produits purifiés à base d'extraits de plantes locales).

Les molécules naturelles pourraient aussi offrir des structures guides pour le développement de nouveaux molluscicide de synthèse (Marston et coll, 1985; Marston et coll, 1993).

Plusieurs plantes ont fait l'objet d'évaluation de leur effet molluscicide :

- Feuilles de *Polygonum senegalense* (Maradufu et coll, 1978).
- Fruits de *Tetrapleura tetraptera* (Aridan) (Adewunmi, 1991; Gebremedhim et coll, 1994), différentes parties de *Calendula officinalis* et *Ammi majus* (Rawi et coll, 1996).
- Huile essentielle de *Chrysanthemum viscidifolium* (Khallouki et coll, 2000).
- Extrait aqueux de *Holarrhena floribunda* (Tamboura, 2005).

Matériel et méthodes

Notre étude a été réalisée au niveau du laboratoire de biotechnologie et valorisation des plantes aromatiques et de la serre qui se trouve à la faculté des sciences Dhar El Mehrez de Fès., sur les escargots d'espèce *Helix aspersa*.

1. Matériel

1.1- Matériel biologique

- ❖ Le matériel biologique utilisé dans notre travail est l'escargot « petit gris » : *Helix aspersa* dont la position systématique est la suivante :

Règne : Animalia
Embranchement: Mollusca
Classe: Gasteropoda
Ordre: Stylommatophora
Famille: Helicidae
Genre : *Helix*
Espèce: *Aspersa* (Barker, 2001).

Les échantillons utilisés ont été achetés à l'ancienne médina de Fès, afin de tester les activités du produit NPP® sur ces échantillons.

- ❖ **Quatre parcelles de carotte, 50 plantules dans chaque parcelle.**

Nous avons procédé au repiquage de 200 plantules de carotte dans des parcelles de 1m³espacées par 50cm.

- ❖ **Deux parcelles contiennent 46 plantules de radis dans chaque parcelle.**

Dans des parcelles de 1m³, on va repiquer 92 plantules.

- ❖ **Deux parcelles contiennent 24 plantules de laitue.**

Nous avons planté 24 plantules de laitue dans des parcelles rectangulaires.

- ❖ **400 graines de blé germées.**



Figure10.Parcelles des légumes utilisées au cours des tests.

1.2- D'autres matériels utilisés :

Les produits utilisés dans ce travail sont les suivants :

- ❖ (NPP®) un produit à base des substances naturelles.
- ❖ Le sulfate de cuivre(CuSO_4) : Un produit chimique à préparation commercial.
- ❖ Purin d'ortie

PARTIE I : Evaluation de l'activité répulsive du produit NPP® sur les escargots de l'espèce (*Helix Aspersa*)

Pour évaluer l'activité répulsive du produit NPP®, nous avons effectué les expériences suivantes :

1) Première expérience : sur le radis

- a. Dans cette expérience, nous avons irrigués les deux parcelles de radis, l'un par une concentration de **1g/l** de produit NPP® et l'autre par de l'eau. Puis nous avons déposé 30 escargots alignés au centre de deux parcelles avec leurs tentacules qui ne se dirigent vers aucune parcelle, et par la suite, nous avons calculé le nombre des escargots dirigés dans chaque parcelle en fonction du temps.

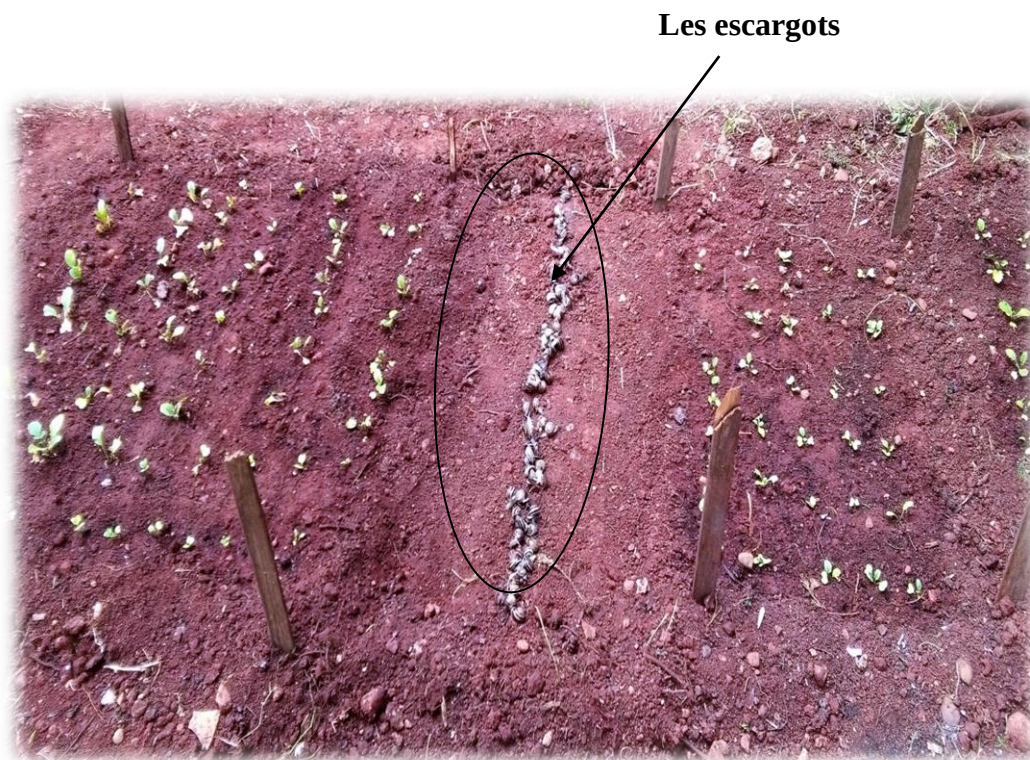


Figure11. Escargots de l'espèce (*Helix aspersa*) alignés au centre de deux parcelles du radis.

- b. Au cours de ce test, nous avons déposé 30 escargots au centre de deux parcelles de radis puis nous avons pulvérisé ces gastropodes, dont les escargots d'une parcelle ont été pulvérisés par le produit NPP® et les autres escargots de la deuxième parcelle ont été traités par de l'eau seule, puis nous avons noté le temps nécessaire et le nombre des escargots échappés.

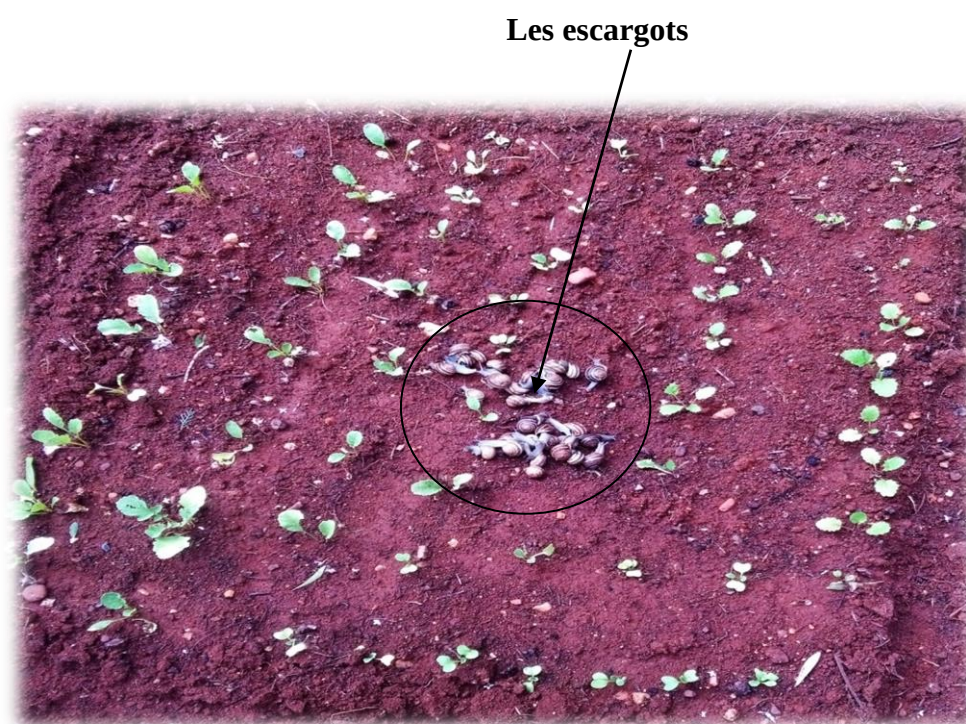


Figure12. Escargots de l'espèce (*Helix aspersa*) au centre d'une parcelle du radis.

2) Deuxième expérience : sur les différentes espèces de légumes

Dans des parcelles entourées par une moustiquaire, afin d'éviter l'évasion des escargots, nous avons traité quatre parcelles de carotte par différentes concentrations de produit NPP® (0,5g /l ; 1g/l ; 2g/l) et une seule parcelle par de l'eau comme témoin. Pour le radis, nous avons traité une parcelle par le produit NPP® de concentration 2g/l et l'autre parcelle par 1L d'eau. Et dans le cas de la laitue, nous avons traité 12 plantules de ce dernier par 1g/l du produit NPP®, les 12 autres par de l'eau.

Par la suite, nous avons laissé dans chaque parcelle 40 escargots pendant une nuit, et puis nous avons noté le nombre des plantules ravagés dans chaque parcelle.

3) Troisième expérience : sur les graines de blé

Ce test consiste à mettre dans 3 boîtes 100 graines de blé germées et pulvérisées par deux concentrations différentes de produit NPP® dans chaque boîte (1g/l, 2g/l) et par de l'eau.

Le nombre de blé digérés par jour dans les 3 boîtes a été noté.



Figure13. Boite contenant les graines de blé et les escargots.

Partie II : Evaluation de l'activité molluscicide du produit NPP® sur les escargots (*Helix aspersa*)

Afin de déterminer l'effet molluscicides, différentes concentrations ont été préparées pour chaque produit.

Pour le produit NPP®, nous avons préparé les trois concentrations suivantes : 1g/l, 2g/l, 4g/l ; puis nous avons préparé deux concentrations de sulfate de cuivre (1g/l, 6g/l), et enfin nous avons préparé deux autres concentrations d'extrait d'ortie (20g/l, 80g/l).

Dans huit boîtes trouées, nous avons trempé 10 escargots dans chacune des boîtes. Chaque boîte a été remplie par une des sept concentrations préparées ; avec la huitième boîte remplie d'eau comme témoin.

Le nombre d'escargots morts dans les huit boîtes a été noté.

Résultats et discussion

Partie I : Evaluation de l'activité répulsive du produit NPP® sur les escargots de l'espèce (*Helix aspersa*)

1) Première expérience : sur le radis

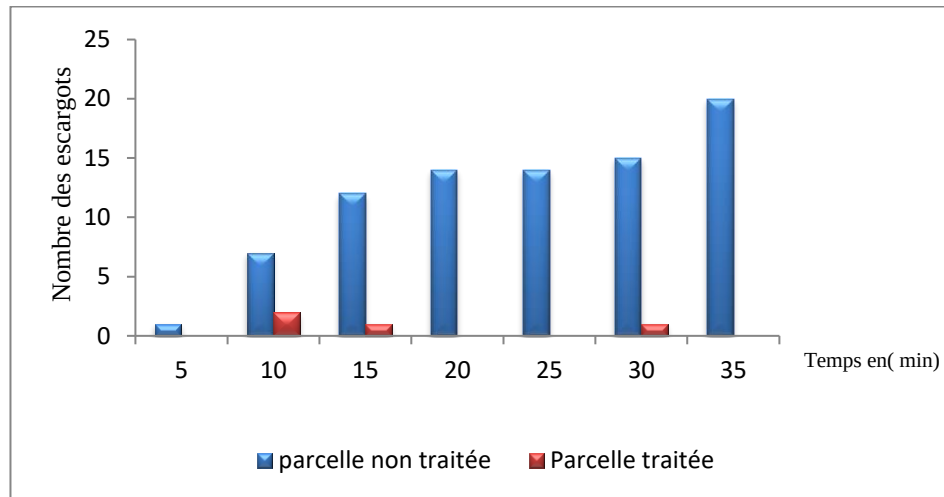


Figure 14. Nombre des escargots (*Helix aspersa*) dirigés dans chaque parcelle en fonction du temps.

Les résultats obtenus montrent qu'après 10 min, 7 escargots se sont dirigés vers la parcelle non traitée, alors que seulement 2 escargots se sont dirigés vers celle traitée par 1g/l du NPP®. Et avec l'écoulement de temps jusqu'à 35 min, on constate que le nombre des escargots se dirigeant vers la parcelle non traitée a augmenté jusqu'à 20 escargots tandis que le nombre des dirigeant vers la parcelle traitée n'a pas dépassé 1.

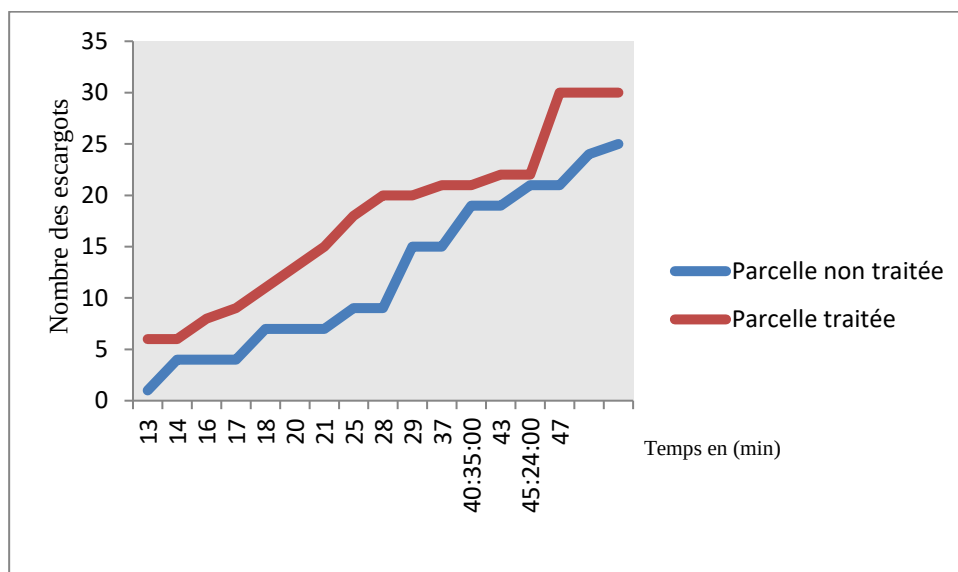


Figure15. Nombre des escargots (*Helix aspersa*) échappés en fonction du temps.

A travers les résultats obtenus dans la figure11, on constate que le nombre des escargots échappés augmente d'une manière rapide et presque linéaire dans la parcelle traitée. En effet, 11 escargots sont échappés dans une durée de 16 min et ce nombre a atteint 30 escargots après 43 min.

Alors que dans le cas des escargots pulvérisés par l'eau, le temps nécessaire pour l'échappement des escargots est plus long, et le nombre de ces derniers reste toujours inférieur au nombre des escargots échappés dans la parcelle traitée. En effet, 7 escargots sont échappés dans une durée de 16min et ce nombre a atteint 25 escargots après 47min.

2) Deuxième expérience : sur les différentes espèces de légumes

a. Cas de la carotte

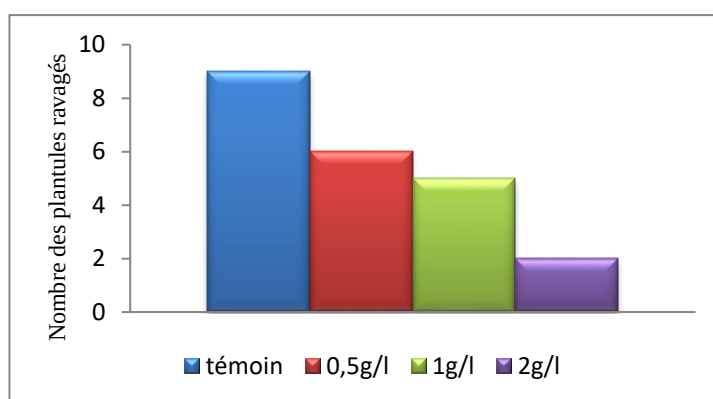


Figure16. Nombre des plantules de carotte ravagées par les escargots (*Helix aspersa*) en fonction de la concentration du produit NPP®.

En exploitant les résultats de cette figure, on peut conclure que le nombre des plantules ravagées diminue relativement avec l'augmentation de la concentration du NPP®. Lorsqu'on les traite avec une concentration de 2g/l on trouve que le nombre des plantules ravagées est égal à 2 alors qu'il est de 9 pour celles traitées par l'eau.

b. Cas du radis

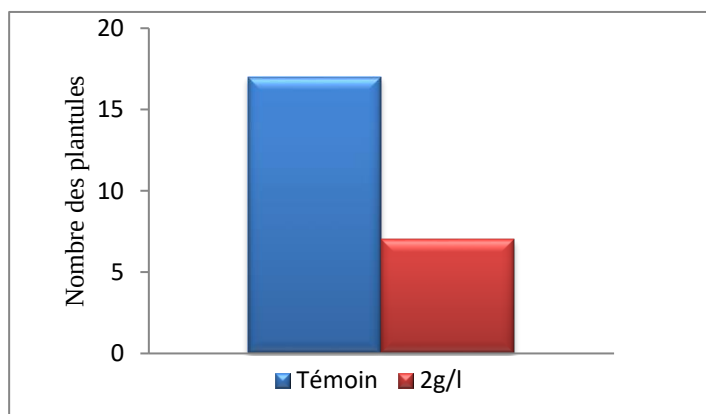


Figure17. Nombre des plantules du radis ravagées par les escargots (*Helix aspersa*) en fonction de la concentration du produit NPP®.

Les résultats montrent bien que le nombre des plantules ravagées diminue en fonction du traitement par une concentration de 2g/l du produit NPP®. Pour l'échantillon témoin traité à l'eau, ce nombre vaut 17 et pour une concentration de 2g/l, ce nombre diminue jusqu'à 7.

a. Cas de laitue

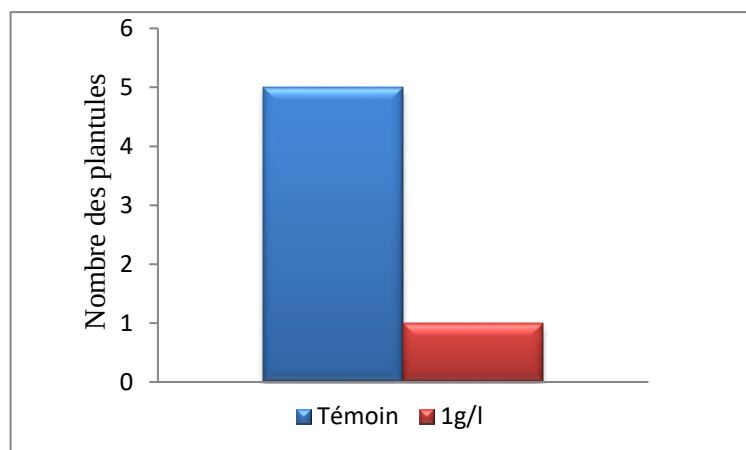


Figure18.Nombre des plantules de laitue ravagées par les escargots (*Helix aspersa*) en fonction de la concentration du produit NPP®.

Pour le cas de laitue, on constate que le nombre des plantules ravagées diminue en fonction de l'utilisation du NPP®. Pour un échantillon témoin, le nombre des plantules ravagées vaut 5, et ce nombre diminue jusqu'à 1 pour une concentration de 1g/l.

3) Troisième expérience : sur les graines de blé

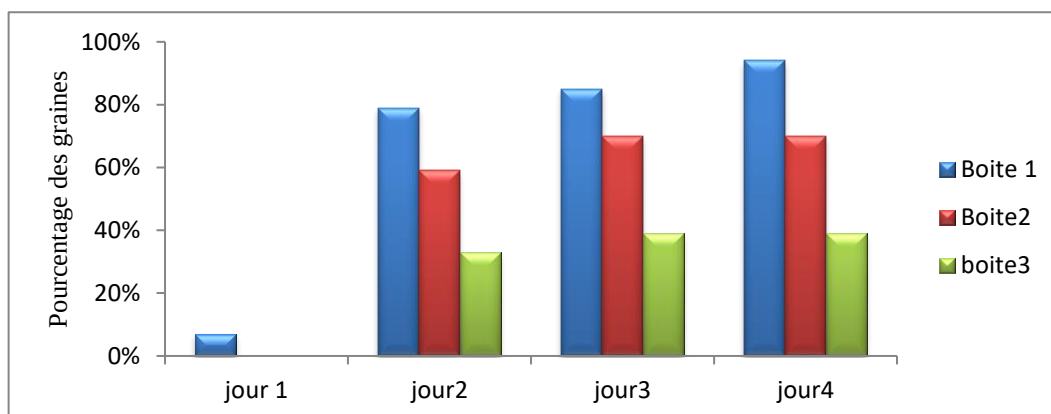


Figure19.Nombre des germes de graines digérées en fonction du temps et de concentration du NPP®.

La troisième expérience est réalisée sur les graines de blé, en utilisant trois boîtes, et pour une durée de 4 jours, on remarque à l'aide des résultats obtenus que le nombre des semis digérés augmente dans la boîte non traitée pendant les quatre jours, sachant que cette boîte a marquée 7% dans le 1^{er} jour et 94^{ème} jour, alors que dans les autres boîtes le nombre reste inférieure à celui de la boîte 1.

Pour les graines de blé traitées par 1g/l de NPP®, le nombre de ces germes digérés varie entre 0% dans le 1^{er} jour et 70% dans le 4^{ème} jour. Et dans le cas des graines traitées par 2g/l de produit NPP®, les pourcentages de ces germes digérés varie entre 0% et 39% pendant les 4 jours.

Partie II : Evaluation de l'activité molluscicide du produit NPP® sur les escargots (*Helix aspersa*).

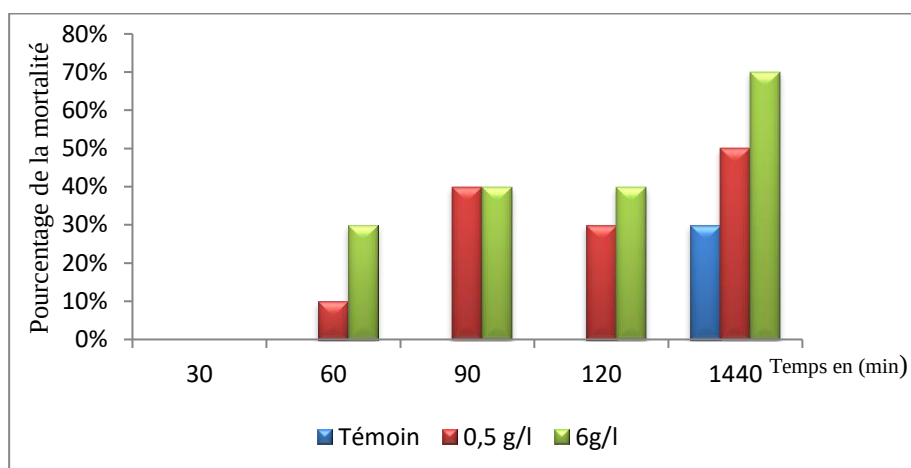


Figure20. Effet molluscicide de Sulfate de Cuivre sur les escargots (*Helix aspersa*).

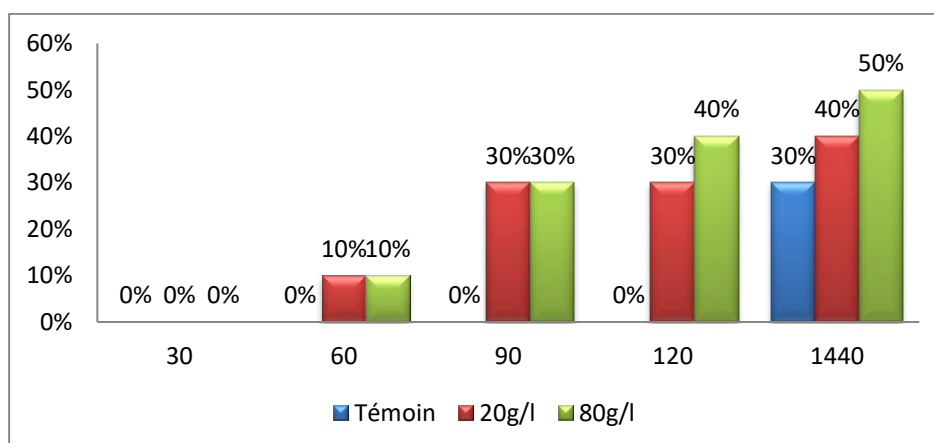


Figure21. Effet molluscicides de purin d'Ortie sur les escargots (*Helix aspersa*).

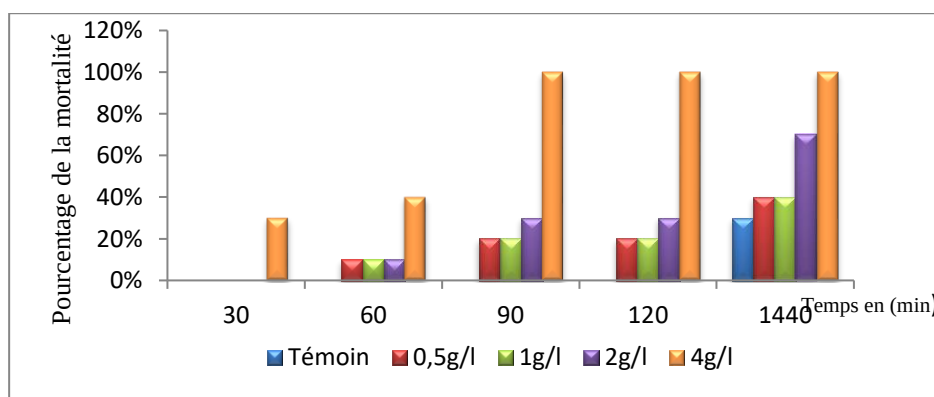


Figure 22. Effet molluscicide du produit NPP® sur les escargots (*Helix aspersa*).

D'après les résultats obtenus, nous remarquons que les trois produits testés ont un effet molluscicide sur les escargots.

Dans le cas de Sulfate de cuivre, le pourcentage de mortalité a augmenté en fonction du temps et de la concentration du produit.

En effet, 10% des escargots sont morts après une durée de 60min avec une concentration de 0,5g/l de (CuSO₄) et ce pourcentage a atteint 50% de mortalité après 24h. Alors qu'avec une concentration de 6g/l, 30% des escargots sont morts dans une durée de 60min et ce pourcentage atteint 70% de mortalité dans 24h.

Dans le cas de purin d'Ortie, avec une concentration de 20g/l, la mortalité atteint 10% au bout de 60min et 40% après 24h. De plus, avec une concentration de 80g/l, la mortalité atteint 10% après 60min et 50% de la mortalité après 24h.

Dans le cas du produit naturel NPP®, toutes les concentrations marquent un effet molluscicide sur les escargots. En effet, à des concentrations de 0,5 g/l et 1g/l, la mortalité atteint 40% dans une durée de 24h, et un excellent effet avec une concentration de 4g/l où la mortalité atteint 100% dès les premières heures.

Conclusion

Les escargots (*Helix aspersa*) sont des ravageurs des cultures, qui provoquent des dégâts graves et des pertes économiques importantes, en s'attaquant aux feuilles, aux tiges, et aux tubercules, réduisant ainsi la croissance des plantes ou la perte de la totalité de la plante et des récoltes.

Pour lutter contre ces ravageurs, certains molluscicides chimiques étaient et continuent à être utilisés (Métaldéhyde ; Méthiocarbe). Ces produits chimiques sont aujourd'hui, soit interdits, soit en cours d'interdiction à cause de leur risque de toxicité pour les animaux (chat, bovins ...) pour l'homme, et pour l'environnement, sans oublier la réduction de leur efficacité en temps pluvieux. Il est donc nécessaire de trouver une alternative, ayant la même efficacité molluscicide, mais dépourvue de toxicité.

Nous avons effectué une recherche bibliographique sur le problème des escargots et sur les solutions proposées pour le résoudre. Cette recherche bibliographique nous a permis de comprendre que les solutions proposées actuellement, sont d'une efficacité limitée, et leur prix est souvent très élevé par rapport aux traitements chimiques. Nous nous sommes donc retrouvés devant le défi de développer un produit à base de substances naturelles, ayant une forte activité molluscicide avec un prix acceptable.

La présente étude a été menée pour déterminer et évaluer les activités répulsives et molluscicides d'un produit naturel à base des plantes (NPP®), et le comparer aux autres produits.

Nous avons donc effectué plusieurs expériences pour confirmer l'activité répulsive et molluscicide sur les escargots d'espèce *Helix aspersa* dans différentes espèces de légumes.

Nous avons constaté que :

- Le produit NPP® a une activité répulsive sur les escargots même à des concentrations faibles (figures 10, 11, 12, 13, 14,15).
- Les produits testés ont une activité molluscicide sur les escargots, mais le produit NPP® reste plus efficace par rapport au temps et aux concentrations. En effet, la concentration de 4g/l du NPP® aboutit à 100% de mortalité dès les premiers temps d'utilisation.

Perspective

- Adaptation du traitement aux grandes surfaces des cultures en concertation avec les professionnels de l'agriculture.

Références

- BOULAHIA, L. Thèse : *Analyse des résidus en traces des produits phytosanitaires dans les légumes et fruits cultivés dans les serres multichapelles (région de Biskra) (2017) ; p3.*
- Lambion, J. Thèse : *Limaces et escargots en agriculture biologique : quelles alternatives au métaldéhyde ? (2005) ; p1.*
- Berrah, A. Thèse : *Etude sur les pesticides (2011). Mémoire Consulté en ligne le : 10 Mai 2018 à l'url : https://www.memoireonline.com/11/12/6459/m_Etude-sur-les-pesticides47.html.*
- Le Manuel du Plongeur Biologiste. *Les Mollusques (2016); p : 2-6.*
- JAUSSAUD, Ph. Thèse : *Cuvier et l'anatomie des Mollusques (2017) ; p1.*
- Zaafour, M. Thèse : *Étude écophysiologique de la reproduction de l'escargot terrestre Petit-gris (Helix aspersa, Gastropoda: Stylommatophora; Helicidae) dans la région Nord-Est d'Annaba – Algérie (2014) ; p7.*
- Daguzan, J. *Contribution à l'élevage de l'escargot petit-gris : Hélix aspersa Müller (mollusque gastéropode pulmoné stylommatophore). I. Reproduction et éclosion des jeunes en bâtiment et en conditions thermo hygrométriques contrôlées (1981). Ann. Zootechnie ; p : 249-272.*
- Heimi, *Utilisation du méta pour le contrôle des limaces et escargots et effets sur les organismes en contact avec ces mollusques (1999) ; p : 1-13.*
- Stenmetz, L. Thèse : *Intoxication des bovins par les molluscicides (métaldéhyde et Méthiocarbe) : symptomatologie, traitement. Étude à partir des données du CNITV (2002) ; p : 3-9.*
- Chase, R. *Lessons from Snail Tentacles, Chemical Senses (1986) ; p : 411-426*
- Pol, D. *Ondes de contraction sur la face ventrale des pieds d'escargots. Dans Biologie animale Locomotion (2001). Consulté en ligne le : 23 Avril 2018 à l'url : <http://www.fondationlamap.org/fr/page/12076/biologie-animale-fonctions-derelation>*
- Beazley, M. *Encyclopedia of Nature (2000); p360.*
- Sirtin. *Partie de la langue râpeuse de l'escargot, la radula, grossie 4000 fois à l'aide d'un microscope électronique à balayage (2009). Consulté en ligne le 23 avril 2018 : <http://www.sirtin.fr/2009/08/26/limage-mystere-du-jour/>*
- Taylor, J. *Life History of British Helices: Helix (Pomatia) aspersa Müller The Journal of Conchology (1883); 4: 94-95.*
- Chevallier, H. *Facteurs de croissance chez des gastéropodes pulmonés terrestres paléarctiques en élevage. Halitosis (1982) ; 12 : 29-46.*
- Bailey, S. *Circannual and circadian rhythms in the snail Helix aspersa Müller and the photoperiodic control of annual activity and reproduction. Journal of Comparative Physiology (1981); 142: 89-94.*
- Ansart A, Vernon P. *Cold hardiness in molluscs. Acta Oecologica (2003) ; 24: 95-102.*
- Grobe, H. *Escargot en hibernation avec son épiphragme (2006) ; Dans Wikipédia. Consulté en ligne le : 22 Avril 2018 à l'url : http://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89piphragme#mediaviewer/Fichier:Helix_pomatia_operculum_hg.jpg.*

- Chevallier, H. *L'élevage des Escargots. Production et Préparation du Petit-Gris*. 2ème édition. Edition du point vétérinaire. Maisons-Alfort(1992) ; p 5.
- Madec, L. "Importance des conditions climatiques et de l'origine des individus pour la reproduction de l'escargot petit-gris en élevage sous bâtiment contrôlé." Session ITAVI, Rennes, France(1983).
- Astrid. *Œufs d'escargot*(2011) ; Dans *Escargots*. Consulté en ligne le : 26 Avril 2018
<http://leblogdastrid.canalblog.com/archives/2011/10/27/22492885.html>
- Buron-Mousseau, F. *Accouplement de Petits-Gris* (2014) ; Dans *Zoologie*. Consulté en ligne le : 26 Avril 2018 à l'url :
<http://www2.aclyon.fr/enseigne/biologie/photosql/photos.php?RollID=images&FrameID=escargot1>
- De Cormis, L. « *Qualité de l'environnement, pesticides et pratiques agricoles. Enjeux et contradiction des procédures de contrôle* ». *Etud. Rech. Sys* (1994) ; 28 :65–7.
- Margni M, Rossier D, Crettaz P. ET Jolliet O. « *Life cycle impact assessment of pesticides on humanhealth and ecosystems* ». *Agriculture, Ecosystems&Environment*(2002) ; 1 93 :3–379.
- Mollier P, et Chabriat G. (*Pour une agriculture compétitive plus économe en pesticides*. *INRA magazine* (2010) ; p: 12-53.
- Speiser B, Glen D, Pigott S., Ester A., Davies K., Castillejo J ,Coupland J. *Slug damage and control of slugs in horticultural crops*. *FIBL Editions* (2001a); p8.
- Speiser B , Zaller J , Neudecker A , *Size-specificsusceptibility of the and Arionlusitanicus to the nematode biocontrol agent Phasmarhabditis hermaphrodita*, *Biocontrol* (2001b); 46: 311-320.
- Debras J, Cousin M, Rieux R. *Combien d'espèces planter dans la haie du verger ?* *Phytoma – la défense des végétaux* (2003) ; 556 : 45-50.
- Gebremedhim G, Adewunmi C, Becker W, Agbedahunsi , Dörfler G. *Hirudinicidal activities of some natural molluscicid used in schistosomia siscontrol*.*Journal of Ethnopharmacology* (1994) ;41 :127-132.
- Khallouki F, Hmamouchi M , Youno C, Soulimani R , Bessiere J , Essass M. *Antibacterial and molluscicidal activities of the essential oil of Chrysanthemun viscidehirtum*. *Fitoterapia* (2000); 71 :544-546.
- Maradufu A, Ouma, J. *A new chalcone as a natural molluscicide from Polyconum senagalenes*. *Phytochemistry , Pergamon Press Printed in England*. (1978);17: 823-824.
- Rawi S, El-gindy H, Abd-el-kader A. *New possible molluscicides from Calendula officinalis and Ammi majus*. *Ecotoxicology and Environmental safety* (1996); 35: 261-267.
- <https://agroneo.com/phytosanitaire/parasites/gasteropodes#ravages causes par les escargots et les limaces> consulté le20 mai 2018
- OMS, *Organisation Mondiale de la santé. L'utilisation des pesticides en agriculture et ses conséquences pour la santé publique*. Genève, (1991).