

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
Université UMMTO Tizi Ouzou**



**Faculté des sciences biologique**

**Mémoire de fin d'étude pour l'obtention de Master 2 en culture  
pérenne**

**Formulation d'un Bio-pesticide à base de  
margine et purin d'ortie**

**Présenté par :**

- **Ait Hammi Boubakeur**
- **Ait Namane Farida**

**Composition du jury**

Président de jury :	<b>Monsieur Si Tayab Hachimi</b>	Maitre de conférences
Examineurs :	<b>Monsieur Taghemounte Madjid</b>	Maitre assistant
Encadrant :	<b>Monsieur Arkoub Mouloud</b>	Maitre assistant

**Année 2023**



## **Remerciements**

*Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le Tout Puissant qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.*

***Nous adressons nos vifs remerciements à :***

***À notre encadrant, Mr. Arkoub Mouloud***

*Merci pour votre patience, votre soutien et vos conseils précieux qui ont été déterminants dans la réalisation de ce travail.*

***Présidente de jury: Mr. Si Tayeb Hachimi***

*Merci d'avoir accepté avec une très grande amabilité de présider notre jury de mémoire*

*Veillez trouver ici l'expression de notre grand respect et nos vifs remerciements*

***Membres du jury, Mr. Thaghemounte Madjid***

*Vous nous avez honorés en acceptant avec grande sympathie de siéger parmi notre jury de mémoire. Veillez trouver ici l'expression de notre grand respect et nos vifs remerciements.*

## *Dédicaces*

*Nous dédions ce travail à nos chères familles et chers amis et nous tenons particulièrement à les remercier de nous avoir toujours encouragés et soutenus.*

*Nous remercions tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation et réussite de notre projet de fin d'études.*

## Liste des figures

<i>Figure 1: Mécanisme de l'effet neurotoxique (SIEGWART, 2019)</i> .....	2
<i>Figure 2: différentes états de T.confusum(Walter, 2002)</i> .....	33
<i>Figure 3: Dégats de T.confusum sur la farine commerciale</i> .....	34
<i>Figure 4: T.confusum. 1: adulte, 2:Larve,3: adulte et nymphe</i> .....	37
<i>Figure 5: Photode la région Ouacif</i> .....	38
<i>Figure 6:Etapes de l'élevage de masse du T.confusum</i> .....	39
<i>Figure 7: Brassage de la solution de l'ortie</i> .....	41
<i>Figure 8: Test insecticide sur les larves par contact</i> .....	42
<i>Figure 9: Test insecticide sur les adultes par contact</i> .....	43
<i>Figure 10: Test insecticide par ingestion</i> .....	43
<i>Figure 11: Test de l'effet répulsif</i> .....	46
<i>Figure 12: Test de germination</i> .....	47
<i>Figure 13:Effet larvicide de margine sur les larves du dernier stade</i> .....	49
<i>Figure 14: Effet larvicide du purin d'ortie sur les larves du dernier stade</i> .....	49
<i>Figure 15: Effet larvicide des margine et purin d'ortie sur les larves du dernier</i> .....	50
<i>Figure 16: comparaison de l'effet larvicide des différents composés sur les larves du dernier</i> <i>stade</i> .....	51
<i>Figure 17: Effet larvicide de la margine sur les larves de 3eme semaine</i> .....	52
<i>Figure 18: Effet larvicide du purin d'ortie sur les larves de 3 eme semaine</i> .....	52
<i>Figure 19: Effet larvicide de la margine et purin d'ortie sur les larves de 3eme semaine</i> .....	53
<i>Figure 20: Pourcentage de mortalité des larves de 3eme semaine des différents composés</i> ..	54
<i>Figure 21: L'effet répulsif de la margine</i> .....	55
<i>Figure 22: Effet répulsif du purin d'ortie</i> .....	56
<i>Figure 23: L'effet répulsif de margine et purin d'ortie</i> .....	56
<i>Figure 24: Comparaison de l'effet répulsif entre les différents composés</i> .....	57
<i>Figure 25: Evaluation de la croissance avec margine et purin d'ortie</i> .....	59
<i>Figure 26: Comparaison de l'effet sur la croissance</i> .....	60
<i>Figure 27: représent l'évolution de la croissance</i> .....	60

## Liste des tableaux

Tableau 1: les principaux composés phénocoliques de margines (Dermeche et al., 2013) .....	12
Tableau 2:Analyse quantitative du distillat (margine) (Elboughdiri et al., 2007).....	13
Tableau 3:Valeurs des minéraux et métaux lourds des margines (COI,2008, s. d.) .....	14
Tableau 4:Méthodes et processus proposés pour la valorisation des margines (Galanakis, 2017).....	18
Tableau 5: Les différents acides phénoliques de la partie aérienne de la grande ortie. (Belabbes, 2020).....	26
Tableau 6: Teneur d'extrait d'ortie en minéraux (en ppm) (Delahaye, 2015) .....	30
Tableau 7: Effet larvicide de margine sur les larves du dernier stade.....	48
Tableau 8: Effet larvicide du purin d'ortie sur les larves du dernier stade .....	49
Tableau 9: Effet larvicide des margines et purin d'ortie sur les larves du dernier stade .....	50
Tableau 10: comparaison de l'effet insecticide des différents composés sur les larves du dernier stade.....	51
Tableau 11: Effet larvicide de la margine sur les larves de 3eme semaine.....	51
Tableau 12: Effet larvicide du purin d'ortie sur les larves de 3eme semaine .....	52
Tableau 13: Effet larvicide de la margine et purin d'ortie sur les larves de 3eme semaine .....	53
Tableau 14: Pourcentage de mortalité des larves de 3eme semaine des différents composés .	54
Tableau 15: L'effet répulsif de la margine .....	54
Tableau 16: L'effet répulsif du purin d'ortie.....	55
Tableau 17 : Effet répulsif de Margine et purin d'ortie.....	56
Tableau 18: Comparaison de l'effet répulsif des différents composés .....	57
Tableau 19: Evaluation de la croissance avec margine.....	57
Tableau 20: Evaluation de la croissance avec purin d'ortie.....	58
Tableau 21: Evaluation de la croissance avec margine et purin d'ortie.....	58
Tableau 22: Comparaison de l'effet sur la croissance .....	59

## Liste des abréviations

**ANSES** : Agence nationale de sécurité de l'alimentation de l'environnement et du travail.

**COI** : Coefficient d'optimalité intra-espèces.

**DDT** : Dichlorodiphényltrichloroéthane.

**EDIS** : Environmental Data and Information Service.

**FAO**: Food and agriculture organization of the United Nations.

**GABA**: Acide gamma-aminobutyrique.

**INSERM**: Institut national de la santé et de la recherche médicale.

**IPM** : Integrated pest management.

**IUF** : Institut Universitaire de France.

**JSIR** : Journal de la Recherche Scientifique et Industrielle.

**ml** : Millilitre.

**NC** : non communiqué.

**NCBI** : Centre nationale D'information sur la biotechnologie.

**PR**: Praséodyme.

**UV** : Ultraviolet.

**µl** : Micro litre.

**INSERM**: Institut national de la santé et de la recherche médicale.

## Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

## INTRODUCTION

## PARTIE THEORIQUE

1	LES PESTICIDES.....	1
1.1	Définitions des pesticides.....	1
1.2	Les différentes familles des pesticides.....	1
1.2.1	Les Herbicides.....	1
1.2.2	Les Fongicides.....	1
1.2.3	Insecticides.....	1
1.2.3.1	Mécanisme d'action des insecticides.....	2
1.2.3.1.1	Effet sur le système nerveux.....	2
1.2.3.1.2	Effet sur la croissance de l'insecte.....	2
1.2.3.1.3	Effet sur le système respiratoire.....	3
1.2.3.2	Types d'insecticides.....	3
1.2.3.2.1	Les organophosphorés et Carbamates.....	3
1.2.3.2.2	Les organochlorés.....	4
1.2.3.2.3	Les pyréthroïdes et pyréthrines.....	4
1.2.3.2.4	Les néonicotinoïdes.....	4
1.2.3.2.5	Autres.....	4
1.3	La composition et la formulation des pesticides.....	4
1.4	Effets néfastes des pesticides.....	5
1.4.1	Impacts sur l'environnement.....	5
1.4.1.1	Impacte sur la biodiversité.....	5
1.4.1.2	Pollution des eaux.....	5
1.4.1.3	Pollution de l'air.....	5
1.4.1.4	Pollution du sol.....	5

1.4.2	Impact sur la santé humaine .....	5
2	LES BIOPESTICIDES .....	6
2.1	Définition des biopesticides .....	6
2.2	Les différentes catégories de bio-pesticides .....	6
2.2.1	Biopesticides microbiens.....	6
2.2.2	Biopesticides d'origine animales.....	7
2.2.3	Biopesticides d'origine végétale.....	7
2.2.3.1	Définition.....	7
2.2.3.2	Différents types de biopesticides botaniques.....	7
2.2.3.2.1	Les plantes produisent des substances actives.....	7
2.2.3.2.2	Les plantes à pesticides intégrés (Plant Incorporated-Protectants, PIPs) .....	8
2.2.3.3	Les composants actifs des biopesticides botaniques .....	8
2.2.3.4	Mécanismes d'action des biopesticides botaniques.....	8
2.2.4	Avantages et inconvénients des bio-pesticides.....	9
2.2.4.1	Les avantages des bio-pesticides .....	9
2.2.4.2	Les inconvénients et limites des bio-pesticides .....	10
3	LES MARGINES .....	11
3.1	Définition.....	11
3.2	Composition générale des margines .....	11
3.2.1	L'eau.....	11
3.2.2	Composition organique .....	11
3.2.2.1	Les polyphénols.....	12
3.2.2.2	Les sucres .....	13
3.2.2.3	Les lipides.....	13
3.2.2.4	Les acides organiques.....	13
3.2.2.5	Les vitamines.....	14
3.2.2.6	Les composés azotés.....	14
3.2.3	Composition minérale .....	14
3.3	Traitement des margines.....	15

3.3.1	Procédés physico-chimiques .....	15
3.3.2	Procédés biologiques .....	15
3.3.3	Procédés combinés .....	16
3.4	Valorisation des margines .....	16
3.4.1	Production de biogaz .....	16
3.4.2	Production des protéines d'organismes unicellulaires (POU).....	16
3.4.3	Production d'enzymes .....	17
3.4.4	Production des compléments alimentaires antioxydants .....	17
3.4.5	Compostage .....	17
3.4.6	Utilisation en alimentation animale.....	17
3.5	Les margines comme biopesticides .....	19
3.5.1	les bactéries phyto-pathogènes .....	20
3.5.2	Contre les champignons .....	20
3.5.3	Contre les mauvaises herbes.....	21
3.5.4	Contre les nématodes, les mollusques .....	21
3.5.5	Contre les insectes .....	22
3.5.5.1	Le psylle de l'olivier .....	22
3.5.5.2	La mouche méditerranéenne.....	22
3.5.5.3	Le palmier dattier .....	22
3.6	Problématique environnementale des margines .....	23
3.6.1	Pollution du sol et phyto-toxicité .....	23
3.6.2	Pollution de l'eau.....	23
3.6.3	Pollution de l'air .....	24
4	ORTIE ET PURIN D'ORTIE .....	25
4.1	Données botaniques sur l'ortie .....	25
4.1.1	Taxonomie.....	25
4.1.2	Composition chimique de l'ortie.....	25
4.1.3	Les métabolites secondaires présents chez l'ortie .....	26
4.1.3.1	Les composés phénoliques de l'ortie.....	26

4.1.3.2	Les huiles essentielles de l'ortie .....	27
4.2	Usage agricole de l'ortie.....	28
4.2.1	Effet fertilisant.....	28
4.2.2	Effet insecticide de l'ortie .....	28
4.2.3	Effet fongicide de l'ortie .....	29
4.3	Le purin d'ortie.....	29
4.3.1	Propriétés du purin d'ortie.....	29
4.3.2	Composions du purin d'ortie .....	30
5	<i>Tribolium confusum</i> ( Duval) .....	31
5.1	Les caractères généraux des Ténébrionidae .....	31
5.2	Position systématique de <i>Tribolium confusum</i> .....	31
5.2.1	Embranchement: Arthropoda. ....	31
5.3	Origine et répartition .....	31
5.4	Morphologie de <i>Tribolium confusum</i> ( Duval) et Cycle de vie .....	32
5.5	Régime alimentaire et dégâts.....	33
5.6	Les ennemis naturels .....	34

## **PARTIE PRATIQUE**

<b>1</b>	<b>Présentation de l'étude</b> .....	<b>36</b>
1.1	L'objectif de l'étude.....	36
1.2	Lieu et date de l'étude.....	36
1.3	Structure du travail.....	36
<b>2</b>	<b>Matériels et méthodes</b>	
2.1	Matériels d'étude.....	37
2.1.1	Matériels de laboratoire.....	37
2.1.2	Matériels animal .....	37
2.1.3	Matériel végétal.....	38
2.1.3.1	Présentation de la région .....	38
2.1.3.2	Espèce végétale utilisée .....	38

2.2 Méthodes utilisées .....	39
2.2.1 Méthodes d'élevage : Elevage de masse des insectes.....	39
2.2.2 Préparation du purin d'ortie .....	39
2.2.3 Distillation des Margines et purin d'ortie .....	41
2.2.4 Etude du pouvoir insecticide des margines et purin d'ortie.....	41
2.2.4.1 Préparation de la gamme des volumes a utilisé.....	41
2.2.4.2 Test d'efficacité par contact .....	42
2.2.4.3 Test d'efficacité par ingestion sur adulte de tribolium .....	43
2.2.4.4 Estimation de l'activité insecticide.....	44
2.2.4.5 Correction de la mortalité.....	44
2.2.4.6 Evaluation de l'effet répulsif des distillats .....	45
2.2.4.7 Teste de germination .....	46

### **3 Résultats et discussion**

3.1 Résultats .....	48
3.1.1 Evaluation de l'effet insecticide .....	48
3.1.1.1.Effet insecticide de contacte et d'ingestion Sur <i>Tribolium</i> adulte .....	48
3.1.1.2 Effet larvicide de contact sur larves du <i>Tribolium</i> du dernier stade.....	48
3.1.1.2.1 Effet larvicide de la margine sur les larves du dernier stade.....	48
3.1.1.2.2. Effet larvicide du purin d'ortie sur les larves du dernier stade.....	49
3.1.1.2.3 Effet larvicide du mélange Margine/ purin d'ortie sur les larves du dernier	
.....	50
3.1.1.2.4 Comparaison de l'effet insecticide des différents composés sur les larves du	
dernier stade .....	50
3.1.1.3 Effet larvicide de contact sur larves de 3 eme semaine.....	51
3.1.1.3.1 Effet larvicide de la margine sur les larves de 3eme semaine.....	51
3.1.1.3.2 Effet larvicide du purin d'ortie sur les larves de 3eme semaine.....	52
3.1.1.3.3 Effet larvicide du margine et purin d'ortie sur les larves de 3eme	
semaine.....	53

3.1.1.3.4 Pourcentage de mortalité des larves de 3eme semaine des différents composés .....	53
3.1.2 Evaluation de l'effet répulsif .....	54
3.1.2.1 Effet répulsif de la margine .....	54
3.1.2.2 Effet répulsif du purin d'ortie.....	55
3.1.2.3 Effet répulsif de margine et purin d'ortie.....	56
3.1.2.4 Comparaison de l'effet répulsif entre les différents composés.....	57
3.1.3 Evaluation de l'effet germinatif et de la croissance .....	57
3.1.3.1 Evaluation de la croissance avec margine .....	57
3.1.3.2 Evaluation de la croissance avec purin d'ortie.....	58
3.1.3.3 Evaluation de la croissance avec margine et purin d'ortie.....	58
3.1.3.4 Comparaison de l'effet sur la germination et la croissance des différents composés.....	59
3.1 Discussion.....	61

## **CONCLUSION**

### **Références bibliographiques**

### **Annexes**



# *Introduction*

## INTRODUCTION

---

L'agriculture, pilier de la civilisation humaine, a constamment évolué pour répondre aux besoins croissants d'une population mondiale en expansion. Dans ce contexte, les pesticides ont émergé comme des outils essentiels pour garantir la sécurité alimentaire. Ces composés, englobant les insecticides, fongicides et herbicides, ont été conçus pour combattre efficacement les organismes nuisibles qui menacent les rendements agricoles. (Aktar et al., 2009)

La FAO souligne une augmentation constante de l'utilisation des pesticides depuis 1990, reflétant leur rôle central dans l'agriculture moderne. (FAO, 2016)

Les avantages des pesticides sont indéniables. Ils ont réduit la pénibilité du travail agricole et ont permis d'obtenir des rendements plus élevés à moindre coût. Une étude récente a révélé que, sans ces produits, les pertes pré-récolte des principales cultures mondiales pourraient atteindre 70%, contre 35% actuellement. (Deravel et al., 2014)

Cependant, l'utilisation intensive des pesticides n'est pas sans conséquences. Leur omniprésence dans l'environnement, attestée par leur détection dans les fluides biologiques humains, est source d'inquiétude. Les études épidémiologiques ont mis en lumière leur implication dans diverses pathologies, notamment les cancers, les maladies neurologiques et les troubles de la reproduction. De plus, leur dissémination dans l'environnement a des effets néfastes sur la biodiversité, la qualité de l'eau et la santé humaine. (INSERM, 2013)

Face à ces défis, l'agriculture se tourne vers les biopesticides qui sont des produits phytosanitaires développés à partir des composés naturels. En tant que tels, ils sont exempts de toutes substances susceptibles de nuire à l'agriculture ou au consommateur final. Leurs avantages pour la productivité agricole sont immenses : ils évitent la dégradation des sols, respectent la faune auxiliaire et réduisent la résistance des ravageurs, contrairement aux pesticides de synthèse. (Deravel et al., 2014)

Dans ce contexte, le présent mémoire explore la possibilité de formuler un biopesticide à partir de margine, un sous-produit de la production d'huile d'olive. Traditionnellement considéré comme un déchet, la margine est souvent éliminée sans traitement préalable, ce qui peut causer une série de problèmes environnementaux, notamment la pollution de l'eau, la dégradation des sols et la libération des gazes à effet de serre.

Cependant, la richesse en composés phénoliques de la margine en fait une source potentielle de substances bioactives qui peuvent être exploitées pour la conception de biopesticides.

## INTRODUCTION

---

Ce travail vise donc à réconcilier l'usage excessifs de pesticides synthétique et l'élimination inadéquate de la margine en transformant un déchet en une ressource précieuse pour une agriculture plus durable.

Par ailleurs l'originalité de cette recherche réside dans la tentative d'intégration d'une autre ressource agronomique qui est le purin d'ortie reconnue pour ces attribue insecticides et fongicides, il est donc envisagé de marier la margine et le purin d'ortie dans une tentative innovante de combiner les propriétés bioactives de la margine et du purin d'ortie qui pourrais permettre l'élaboration d'un bio pesticide efficace entre une gamme plus vaste de nuisible et de maladies.

Les principaux objectifs du présent travail sont d'évaluer le pouvoir insecticide du distillat de margine et distillat de purin d'ortie sur *Tribolium* (*Tribolium confusum*) qui est un envahisseur connu pour ces nuisances au produits céréaliers, et d'évaluer l'inertie de ces distillats sur la germination de l'orge. Dans le but de formuler un bio pesticide à base de margine et de purin d'ortie afin de minimiser l'utilisation des pesticides chimique et de valoriser un sous-produit des unités de trituration d'huile d'olive.



# *Partie théorique*

# 1 LES PESTICIDES

## 1.1 Définitions des pesticides

Les pesticides sont les substances employées pour repousser, détruire ou combattre des organismes nuisibles tels des plantes, animaux, champignons ou bactéries qui interfèrent avec les activités humaines. Selon leur cible, il s'agit principalement d'herbicides, de fongicides et d'insecticides. (ANSES, 2022)

## 1.2 Les différentes familles des pesticides

### 1.2.1 Les Herbicides

Les herbicides sont des substances chargées de ralentir la croissance ou de détruire les plantes cibles. Il existe des plantes qui sont considérées comme ennemis des cultures appelé adventices ou mauvaises herbes, ces dernières entrent en compétition avec la culture principale pour les ressources organiques et minérales du sol, l'eau, l'espace et la lumière. Donc les herbicides sont destinés à nuire aux adventices en agissant dans le sol au niveau des racines ou directement sur les feuilles. (ANSES, 2022)

### 1.2.2 Les Fongicides

Les fongicides sont des produits phytosanitaires dont la propriété est de contrôler, repousser ou détruire les champignons, susceptibles de se développer sur les cultures. Les fongicides aident à lutter contre les maladies cryptogamiques comme le mildiou, l'oïdium, les moisissures. (Doble & Kumar, 2005)

### 1.2.3 Insecticides

Les insecticides sont des substances chimiques actives utilisés pour contrôler les insectes ravageurs qui infestent les plantes cultivées en agissant sur les insectes, leurs larves et/ou leurs œufs. Ils sont généralement classés en fonction de leur structure chimique ou leur mode d'action. (Gupta et al., 2019)

### 1.2.3.1 Mécanisme d'action des insecticides

#### 1.2.3.1.1 Effet sur le système nerveux

La neurotoxicité des insecticides et le mode d'action le plus répandu, cette dernière se manifeste par le blocage de la propagation de l'influx nerveux au niveau des neurones et des synapses, tant au niveau du système nerveux central que périphérique.

L'effet neurotoxique se manifeste par la potentialisation de membrane, (pyréthrinoides) ou par le blocage de la transmission synaptique en agissant soit sur les synapses cholinergique comme pour les carbamates, organophosphorés et les néonicotinoïdes, soit sur les synapses glutaminergiques : récepteurs GABA (avermectines). (Brown & Ingianni, 2013; Koichi, 2016; SIEGWART, 2019)

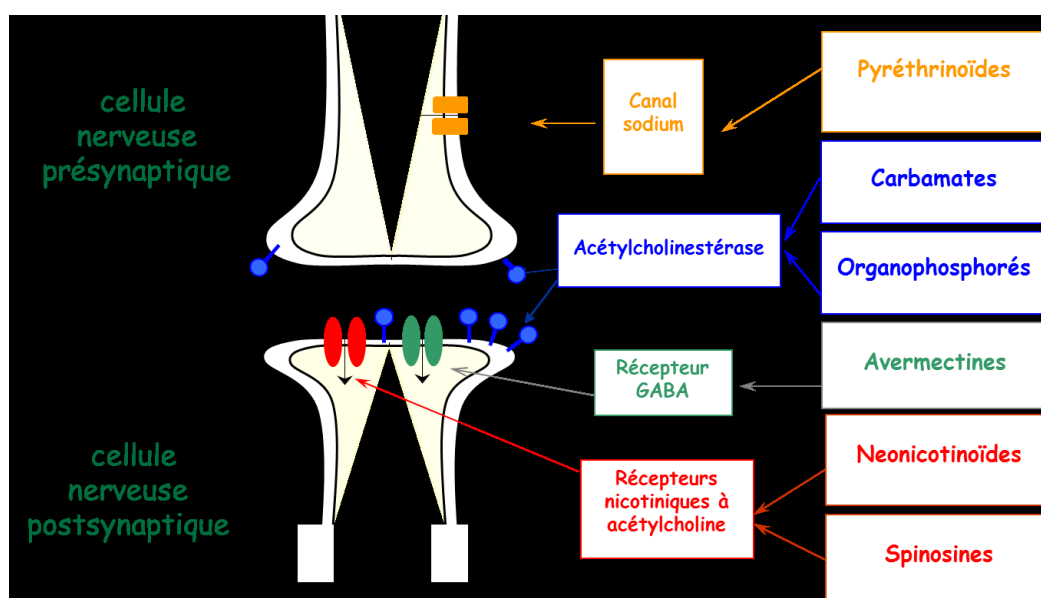


Figure 1: Mécanisme de l'effet neurotoxique (SIEGWART, 2019)

#### 1.2.3.1.2 Effet sur la croissance de l'insecte

##### ✓ Inhibiteurs de chitine

La chitine est un élément constitutif majeur de l'exosquelette des insectes, plusieurs insecticides inhibent sa production et donc perturbent la croissance normale de l'insecte, ce sont des benzoyl-urées.

Beaucoup d'inhibiteurs de chitine ont été retirés du marché car ils sont toxiques pour les mammifères qui ont les mêmes cibles. (Brown & Ingianni, 2013)

### ✓ Régulateur de croissance

Les régulateurs de la croissance agissent principalement par la perturbation de mue soit par :

- Analogues d'ecdysone : Ecdystéroïdes (diacylhydrazines) qui sont de accélérateurs de mue et des inhibiteurs de maturation sexuelle en agissant sur les récepteurs d'ecdysone.
- Mimétiques de l'hormone juvénile naturels ou synthétique ont une action stérilisante (fertilité, développement embryonnaire), suppression de la mue nymphale (super larves) et suppression du comportement maternel.

Inhibiteurs d'hormones juvéniles = précocènes, extraits de plantes (*Ageratum*) qui sont des molécules préalablement activées par oxydation dans les corps allates. (Brown & Ingianni, 2013; Smith *et al.*, 2022)

#### *1.2.3.1.3 Effet sur le système respiratoire*

Les familles des quinazolines (fenazaquin), des pyridazinones (pyridabène), des pyrazolcarboxamides (tébufenpyrad) et des phénoxy-pyrazoles (fenpyroximate) sont des inhibiteurs du site I de la chaîne mitochondriale (coenzyme Q oxydo-réductase) tandis que l'hydraméthylon inhibe le complexe cytochrome bc1.

Une autre cible biochimique du système respiratoire cellulaire est la phosphorylation oxydative : les dérivés stanniques (qui comprennent de l'étain) inhibent la phosphorylation oxydative. (Brown & Ingianni, 2013)

#### **1.2.3.2 Types d'insecticides**

Les insecticides constituent un grand nombre de produits chimiques de différentes classes, ils sont classés en fonction de leur structure et de leur mode d'action.

Les principaux groupes synthétiques sont les hydrocarbures chlorés, les phosphates organiques (organophosphorées), les carbamates, les pyréthroïdes, les néonicotinoïdes. (Gupta *et al.*, 2019)

##### *1.2.3.2.1 Les organophosphorés et Carbamates*

Les insecticides organophosphorés (OP) et CM sont souvent discuté ensemble comme anticholinestérasique (anti-ChE) car les insecticides de ces deux classes inactivent l'enzyme acétylcholinestérase (AChE).

Deux composés largement utilisés dans la classe des organophosphorés sont le parathion et le malathion et pour les carbamate carbamyl, carbaryl méthomyl, propoxure et carbofurane. (Gupta et *al.*, 2019)

### ***1.2.3.2.2 Les organochlorés***

Organochlorés étaient couramment utilisés auparavant, mais aujourd'hui, de nombreux pays ont retiré les insecticides organochlorés de leur marché en raison de leurs effets sur la santé, l'environnement et de leur persistance. Les DDT sont les principaux représentants de cette famille. (Gupta et *al.*, 2019)

### ***1.2.3.2.3 Les pyréthroïdes et pyréthrines***

Les pyréthrines et pyréthroïdes (pyréthrines synthétiques) ont un large champ d'applications dans le domaine de l'agriculture, de la santé publique et de l'environnement. Les pyréthrines ont d'abord été développés comme insecticides à partir d'extraits des capitules de *Chrysanthemum cinerariaefolium*. En raison de leur décomposition rapide par la lumière et l'air, les dérivés synthétiques ont été développés et largement utilisés. (Gupta et *al.*, 2019)

### ***1.2.3.2.4 Les néonicotinoïdes***

Les néonicotinoïdes sont une nouvelle classe d'insecticides, qui comprend l'imidaclopride, l'acétamipride, le thiaclopride, dinotéfurane et autres. Les néonicotinoïdes ont une cible spécifique aux insectes et un risque relativement faible pour les espèces de mammifères et l'environnement, d'où l'utilisation très large de l'imidaclopride comme insecticide dans le monde. (Gupta et *al.*, 2019)

### ***1.2.3.2.5 Autres***

L'amitraz est un insecticide et acaricide à large spectre utilisé dans l'agriculture, l'horticulture et la médecine vétérinaire dans le monde entier depuis 1974. (Gupta et *al.*, 2019)

## **1.3 La composition et la formulation des pesticides**

Les pesticides sont faits à partir d'un amalgame de substances chimiques, dont beaucoup sont toxiques. La formulation dépend de plusieurs facteurs tels que la cible, la persistance souhaitée, la facilité d'application, et même les efforts de réduction de la toxicité d'un produit.

La formulation d'un pesticide est composée principalement de la matière active, d'un solvant pour dissoudre la matière active, d'un surfactant, un adjuvant pour augmenter l'efficacité, un vecteur solide et inerte pour faciliter l'application. (*MANUEL DE FORMATION SUR LES PESTICIDES - IUF*, s. d.)

### **1.4 Effets néfastes des pesticides**

#### **1.4.1 Impacts sur l'environnement**

La pollution environnementale causée par les pesticides est désormais une préoccupation majeure vue leur dégradation lente dans l'environnement. (Ansari et *al.*, 2014)

##### **1.4.1.1 Impacte sur la biodiversité**

L'utilisation accrue des pesticides dans l'agriculture à diminuer l'hétérogénéité écologique dans certains habitats naturels. La plupart des pesticides n'ont pas de cibles spécifiques et donc ces produits détruisent un ensemble d'espèces d'un groupe visé. (Ansari et *al.*, 2014)

##### **1.4.1.2 Pollution des eaux**

Les insecticides peuvent pénétrer dans les eaux de surface et les eaux souterraines directement par dérive de pulvérisation ou indirectement via le ruissellement de surface ou le drainage des cultures et du sol traité. (Ansari et *al.*, 2014)

##### **1.4.1.3 Pollution de l'air**

Généralement, les insecticides peuvent contribuer à la contamination de l'air. Ils sont pulvérisés dans le l'air sous forme de particules qui pourraient être entraînées par le vent vers d'autres zones hors cible, potentiellement polluant l'air. (Ansari et *al.*, 2014; Thompson et *al.*, 2020)

##### **1.4.1.4 Pollution du sol**

Les produits chimiques provenant des champs agricoles pénètrent à plusieurs reprises dans le sol, le sous-sol et l'aquifère. Cela peut se produire soit par des pratiques de gestion normales suivies par les travailleurs ou par accident, et les résidus chimiques qui en résultent dans le sol créent des risques pour environnement et écosystème. (Ansari et *al.*, 2014)

#### **1.4.2 Impact sur la santé humaine**

Les pesticides peuvent avoir un effet toxique sur la santé humaine direct ou indirect à travers la consommation d'aliment contaminé.

Organophosphorés et carbamates anticholinestérasiques sont toxiques par voie respiratoire. Une exposition aux pyréthriinoïdes de synthèse donne des symptômes d'irritation et de troubles neurologiques locaux apparaissent dans un délai de quelques heures.(Ansari et *al.*, 2014)

## 2 LES BIOPESTICIDES

### 2.1 Définition des biopesticides

Bio-pesticides ou pesticides biologiques sont des composés ou des agents naturels obtenus à partir d'animaux, de plantes et de micro-organismes tels que des bactéries, les champignons et qui ont la particularité de lutter contre les ravageurs agricoles, classés selon la source naturelle dont ils sont isolés en bio-pesticides microbiens, bio-pesticides animales et bio-pesticide végétales, (Deravel et *al.*, 2014; Kumar et *al.*, 2021)

Les bio-pesticides sont des alternatives efficaces aux pesticides synthétiques qui représentent moins de risques pour l'environnement et pour la santé humaine. (Nawaz et *al.*, 2016)

### 2.2 Les différentes catégories de bio-pesticides

#### 2.2.1 Biopesticides microbiens

Les bio-pesticides microbiens sont des pesticides contenant des microorganismes vivants comme des bactéries, des champignons, des virus, des nématodes, des algues ou des produits dérivés de ces derniers.

Les pesticides microbiens contrôlent généralement les ravageurs grâce à leurs métabolites toxiques spécifiques, qui conduisent à la destruction des ravageurs ou à l'inhibition de la formation d'autres micro-organismes. (Nawaz et *al.*, 2016; Samada & Tambunan, 2020)

Le bio-pesticide microbien le plus largement utilisé est la bactérie *Bacillus thuringiensis* (Bt), qui produit une endotoxine (la  $\delta$ -endotoxine Bt) lors de la formation de spore bactérienne, capable de provoquer la lyse des cellules intestinales chez les insectes sensibles, principalement les chenilles. Une autre bactérie *Bacillus subtilis* a un effet fongicide sur *Botrytis* spp. (Chandler et *al.*, 2011; Kumar et *al.*, 2021)

D'autres insecticides microbiens comprennent des produits à base de *baculovirus* de champignons entomopathogènes et des nématodes entomopathogènes appartiennent principalement à des espèces des genres *Heterorhabditis* et *Steinernema*, associés à des bactéries symbiotiques des genres *Photorhabdus* et *Xenorhabdus*. (Kumar et *al.*, 2021)

Ces micro-organismes sont sans danger pour les mammifères l'environnement. (Kumar et *al.*, 2021)

### 2.2.2 Biopesticides d'origine animales

Les pesticides d'origine animale peuvent être des animaux prédateurs ou des molécules dérivées d'animaux, souvent d'invertébrés comme les venins d'araignées, de scorpions, des hormones d'insectes et des phéromones. Les insectes auxiliaires tels que les coccinelles et les acariens sont des prédateurs naturels de certains insectes ravageurs de plante.

Il existe une autre catégorie de biopesticides d'origine animale qui donnent des signaux chimiques produits par des insectes pour créer une confusion chez les insectes ravageurs via des techniques de piégeage ou de perturbation l'accouplement des insectes afin de réduire le nombre de descendants d'insectes l'exemple le plus connue est les phéromones d'insectes. (Chandler et *al.*, 2011; Deravel et *al.*, 2014)

### 2.2.3 Biopesticides d'origine végétale

#### 2.2.3.1 Définition

Les biopesticides d'origine végétale ou pesticides botaniques sont dérivés de plantes appartenant à différentes familles et sont utilisés soit sous forme d'extraits de plantes, soit d'huiles essentielles, soit les deux et qui ont la capacité de repousser, inhiber la croissance ou tuer les ravageurs.

Les familles de plantes les plus utilisées dans les pesticides botaniques sont *Myrtaceae*, les *Lauracées*, les *Rutaceae*, les *Lamiaceae*, les *Asteraceae*, les *Apiaceae*, les *Cupressaceae*, les *Poaceae*, les *Zingiberaceae*, les *Piperaceae*, les *Liliaceae*, les *Apocynaceae*, les *Solanaceae*, les *Caesalpinaceae* et les *Sapotaceae*. (Lengai et *al.*, 2020)

#### 2.2.3.2 Différents types de biopesticides botaniques

##### 2.2.3.2.1 Les plantes produisent des substances actives

Les plantes produisent une grande variété de métabolites secondaires, les extraits de plantes et les huiles essentielles (HE) présentent un large spectre d'action contre les insectes : ils peuvent agir comme répulsifs, attractifs ou anti-appâts ; ils peuvent également inhiber la respiration et diminuer l'émergence des adultes par des effets ovicides et larvicides Le composé botanique le plus largement utilisé est l'huile de neem, un produit chimique insecticide extrait des graines d'*Azadirachta indica*. D'autres extraits de plantes ont des activités insecticides comme *Tanacetum (Chrysanthemum) Cinerariae folium*, plus communément appelé pyrèthre qui est une plante herbacée vivace cultivée pour ses fleurs dont on extrait une poudre

insecticide. Ces principes actifs (pyréthrines), attaquent le système nerveux de tous les insectes. (Chakraborty et al., 2023; Deravel et al., 2014; Kumar et al., 2021)

### **2.2.3.2.2 Les plantes à pesticides intégrés (Plant Incorporated-Protectants, PIPs)**

Les plantes à pesticides intégrés ou agents protecteurs incorporés dans la plante (PIP) sont des substances produites par des organismes génétiquement modifiés (génie génétique). Le matériel génétique est incorporé à la plante, qui est ensuite utilisé comme source pour produire des composés pesticides. Les PIPs les plus connues sont des plantes de pommes de terre, maïs et coton dont on a insérer le gène de la protéine Cry de *B.thuringiensis* dans le matériel génétique, la substance pesticide est alors produite par la plante plutôt que par la bactérie *B thuringiensis*. (Chakraborty et al., 2023; Kumar et al., 2021)

### **2.2.3.3 Les composants actifs des biopesticides botaniques**

Les composés bioactifs courants dans les pesticides botaniques sont principalement des métabolites secondaires tels que les stéroïdes, les alcaloïdes, les tanins, les terpènes, les phénols, les flavonoïdes et les résines qui possèdent des propriétés antifongiques, antibactériennes, antioxydantes ou insecticides. ces métabolites secondaires ont des effets répulsif, ovicide, toxique, perturbateur du développement et de la croissance sur les ravageurs en agriculture.(Lengai et al., 2020)

Les composés bioactifs les plus rencontrés sont l'azadiractine, le mélantriol et la nimbinine qui sont les ingrédients bioactifs présents dans l'extrait de feuille de neem ; La nicotine qui est un alcaloïde très stable et présentant une grande toxicité sur les insectes, seule la nicotine naturelle lévogyre possède des propriétés insecticides, sa volatilité en fait un excellent insecticide par inhalation; les pyrèthres contenus dans les fleurs de plantes appartenant à la famille des Astéracées dont les constituants actifs sont des esters monoterpéniques (les pyréthrines) qui désigne un mélange de six esters pyréthrine I et II, cinérine I et II, et jasmoline I et II résultant de l'estérification de deux acides et de trois alcools de structures. (Lengai et al., 2020; Ngegba et al., 2022; Souto et al., 2021; Zhao et al., 2022)

### **2.2.3.4 Mécanismes d'action des biopesticides botaniques**

Les composés bioactifs contenus dans les pesticides botaniques ont des modes d'action variés contre différents ravageurs, notamment les insectes, les champignons, les bactéries, les nématodes et les cellules hôtes végétales infectées par des agents pathogènes viraux. Les modes d'action comprennent la répulsion, l'inhibition, la dénaturation des protéines et d'autres

effets en fonction du type de composé botanique et du ravageur. Par exemple, les pesticides à base de pyrèthre ciblent les cellules nerveuses des insectes, conduisant à la paralysie puis à la mort, tandis que les pesticides à base de neem ont des propriétés anti-appétissantes et répulsives, induisent des anomalies de moulage, entravent la ponte des œufs et perturbent le système endocrinien. (Lengai et *al.*, 2020)

### **2.2.4 Avantages et inconvénients des bio-pesticides**

#### **2.2.4.1 Les avantages des bio-pesticides**

- Les bio-pesticides ont une action ciblée : Les bio-pesticides ciblent souvent une gamme très étroite d'espèces cela signifie qu'en général ils tuent ou inhibent uniquement le ravageur qui s'attaque à la culture. Ils perturbent rarement les nombreux organismes avoisinants comme les insectes auxiliaires, les microbes, la végétation et la faune.
- Les bio-pesticides peuvent contribuer à prévenir le développement d'une résistance aux pesticides car les bio-pesticides ont souvent des modes d'action complexes.
- Les bio-pesticides sont généralement moins toxiques que les pesticides conventionnels.
- Les bio-pesticides sont souvent efficaces en très petites quantités et se décomposent souvent rapidement, ce qui réduit les expositions et évite largement les problèmes de pollution causés par les pesticides conventionnels.
- Lorsqu'ils sont utilisés dans le cadre de programmes de lutte intégrée contre les ravageurs (IPM), les bio-pesticides peuvent réduire considérablement l'utilisation de pesticides conventionnels, tout en conservant des rendements élevés.
- Les bio-pesticides ont une action ciblée : Les bio-pesticides ciblent souvent une gamme très étroite d'espèces cela signifie qu'en général ils tuent ou inhibent uniquement le ravageur qui s'attaque à la culture. Ils perturbent rarement les nombreux organismes avoisinants comme les insectes auxiliaires, les microbes, la végétation et la faune.
- Les bio-pesticides peuvent contribuer à prévenir le développement d'une résistance aux pesticides car les bio-pesticides ont souvent des modes d'action complexes.
- Les bio-pesticides ont une courte durée de vie résiduelle (non persistant) : Après leur application, de nombreux bio-pesticides ne persistent pas longtemps dans

l'environnement; ils se détériorent et se dégradent rapidement et donc il y a des risques moindres d'exposition et sont potentiellement moins dangereux pour les humains et l'environnement. (Deravel et *al.*, 2014; Fenibo et *al.*, 2021)

### 2.2.4.2 Les inconvénients et limites des bio-pesticides

- L'incapacité de répondre à la demande du marché mondial et le coût élevé de fabrication la méthode standard de préparation et les lignes directrices différentes, la détermination de la dose des ingrédients actifs.
- La sensibilité des bio-pesticides à plusieurs facteurs environnementaux, la stabilité éphémère, et une action lente, entre autres.
- Disponibilité des sources végétales : la production d'un bio-pesticide dépend de la disponibilité de plantes hôtes en grande quantité et de leur culture
- Formulation : cela représente un défi car plusieurs composés actifs ayant des propriétés chimiques différentes peuvent être dérivés d'une même plante. La procédure d'extraction nécessite l'utilisation de solvants organiques, qui polluent l'environnement lors de leur élimination.
- Durée de conservation : par rapport à leur taux de biodégradabilité, ils ont une durée de conservation très courte. Cela a un impact sur le coût de développement, les méthodes de production et l'incohérence de leurs performances sur le terrain. (Chakraborty et *al.*, 2023; Deravel et *al.*, 2014; Fenibo et *al.*, 2021)

### 3 LES MARGINES

#### 3.1 Définition

Le processus de trituration des olives produit principalement l'huile d'olive vierge, l'huile de grignon et engendre deux résidus : l'un liquide (les margines) et l'autre solide (les grignons d'olives). Les olives contiennent environ 20% d'huile, 30% de grignons et 50% d'eau de végétation. Le pressage de 1 tonne d'olives produit en moyenne 1,5 tonnes de margines avec les modes de production modernes. Les margines ont une couleur brun à brun-rougeâtre, d'aspect trouble, avec une odeur rappelant celle des olives. La composition moyenne en poids de margines issues du procédé à trois phases est de 83 à 96% d'eau, 3,5 à 15% de matières organiques (sucres, composés azotés, acides organiques, phénols et pectines, etc.) et 0,5 –2% de sels minéraux. (Messineo et *al.*, 2020)

#### 3.2 Composition générale des margines

##### 3.2.1 L'eau

C'est le procédé d'extraction qui conditionne le plus la quantité et la composition des margines obtenues. L'eau des margines est la résultante des éléments suivants :

- Eau de végétation contenue dans l'olive, 40 à 50% d'eau des margines provient du fruit d'olive.
- Eau de rinçage des trémies de stockage.
- Eau de lavage des olives : Le volume d'eau utilisée varie entre 80 et 120 litre par tonne d'olives selon l'état des olives réceptionnées. Ces eaux se chargent de poussières, feuilles, de terre, de morceaux de fruits abimés et de toute particule qui a été collée au fruit pendant la récolte et stockage.
- Eau ajoutée au cours du malaxage pour faciliter le mélange de la pâte d'olive .
- Eaux ajoutée pendant la centrifugation de l'huile pour optimiser la séparation centrifuge des phases, c'est le cas notamment pour le procédé de trois phases. (Messineo et *al.*, 2020; Rahmanian et *al.*, 2014)

##### 3.2.2 Composition organique

Les margines comportent deux fractions organiques : une fraction insoluble constituée essentiellement de pulpes d'olives qui représente la matière en suspension et colloïdale et une

fraction soluble dans la phase aqueuse qui contient les sucres, les lipides, les composés azotés, les vitamines, les acides organiques et les composés phénoliques. (Rahmanian et *al.*, 2014)

### 3.2.2.1 Les polyphénols

La composition phénolique des margines est diversifiée et très variable et leur teneur peut atteindre 24 g/L voire plus (Rahmanian et *al.*, 2014). Les polyphénols des margines proviennent de l'hydrolyse enzymatique des glucosides et des esters de la pulpe d'olive au cours de la trituration. Une grande partie de ces polyphénols d'olive est polaire, ce qui explique leur passage vers la phase aqueuse (les margines) plutôt que dans la phase organique (l'huile). Par conséquent, les polyphénols sont dix fois plus abondants dans les margines que dans l'huile d'olive. On peut diviser les phénols en deux grandes catégories :

- **Les phénols libres** : cette catégorie regroupe les acides et alcools phénoliques, les acides phénoliques sont représentés par l'acide-coumarique, cinnamique, caféique, férulique, gallique, sinapique, chlorogénique, protocatéchuque, syringique, vanillique et élénolique. D'autre part, l'hydrotyrosol et le tyrosol sont les alcools phénoliques les plus répandus dans les margines. (Dermeche et *al.*, 2013)

**Tableau 1: les principaux composés phénoliques de margines (Dermeche et *al.*, 2013)**

Les différents types des polyphénols			
Monomères aromatiques		Composés phénoliques a haut poids moléculaires principalement les Tanins	
<b>Acides phénoliques</b>	Alcools phénoliques	Tanins hydrolysables	Tanins condensés (flavotanin)
- Acide caféique	- <b>4-Hydroxyphényléthanol</b>	- Esters d'acides phénoliques	- Le catécholmélaninique
- <b>Acide p-coumarique</b>	- <b>3,4-dihydroxyphényléthanol</b>	- Esters d'acides phénoliques et sucres	
- <b>Acide protocatéchuque</b>	- <b>Syringaldéhyde</b>		- <b>Glucosides</b>
- Acide vanillique			
- <b>Acide 4-hydroxyphénylacétique</b>			
- Acide syringique			
- <b>Acide p-</b>			

**hydroxybenzoïque**

- Acide vératrique

**Tableau 2:Analyse quantitative du distillat (margine) (Elboughdiri et al., 2007)**

Composés	$m_x$ (g)
Phénol	0.03
2-méthylphénol	0.02
3-méthylphénol	0.02
2,6-méthylphénol	0.08
Syringol	0.02
Vanilline	0.27
Tyrosol	0.01
Hydroxytyrosol	0.03
Acide coumarique	0.12

### 3.2.2.2 Les sucres

Les polysaccharides solubles sont détectés dans la phase aqueuse qui est la margine alors que la fraction insoluble est plutôt identifiée dans les sous-produits solides (grignons, pulpes d'olive...). Entre 5 et 10% des polysaccharides solubles de l'olive migrent différenciellement dans les margines, en conséquence la teneur des margines en sucres totaux varie entre 0,3 et 41 g/L. Les monomères saccharidiques représentent 1–4.5 g/100 g et sont constitués de glucose, fructose, galactose, mannose, et quelques traces de saccharose.(Aggoun et al., 2016; Dermeche et al., 2013)

### 3.2.2.3 Les lipides

Le procédé traditionnel par presse engendre des margines plus riches en huile atteignant jusqu'à 9 g/L ; par contre le procédé continu à trois phase permet d'obtenir des margines épuisées en lipides, dû à la bonne séparation par les décanteurs centrifuges utilisés. La teneur en huiles dans les margines est globalement faible, et se situe entre 0.03–1.1 %. (Rahmanian et al., 2014)

### 3.2.2.4 Les acides organiques

Leur concentration dans les margines varie entre 0,5 et 1,5 %. Ils regroupent l'acide fumarique, glycérique, lactique, malique et malonique. (Aggoun et al., 2016)

### 3.2.2.5 Les vitamines

La présence occasionnelle des caroténoïdes et tocophérols (vitamines liposolubles) dans les margines serait liée aux débris de l'olive présents en suspension ainsi qu'à l'huile résiduelle après le processus d'extraction. (Aggoun et *al.*, 2016)

### 3.2.2.6 Les composés azotés

Regroupent principalement les protéines et les acides aminés. La concentration en azote total dans les margines est très variable allant de 25,4 à 2900 mg/L. (Aggoun et *al.*, 2016)

De manière générale, les margines sont réputées pour leur déficit en azote, ce qui leur confère un rapport C/N déséquilibré. Ce déficit rend obligatoire une correction du dit rapport avant tout traitement biologique des margines afin de satisfaire les besoins des microorganismes épuratoires aérobies et anaérobies. (Aggoun et *al.*, 2016; Ahmed et *al.*, 2019; Gunay & Karadag, 2015; Messineo et *al.*, 2020)

### 3.2.3 Composition minérale

La fraction minéral varie selon la nature du sol, la fertilisation apportée à l'olivier, et la qualité de l'eau ajoutée pendant la trituration et le procédé d'extraction utilisé (Gunay & Karadag, 2015)

Le tableau montre les valeurs minimales et maximales des minéraux et métaux lourds déterminées sur les margines issues de deux systèmes d'extraction d'huile.

**Tableau 3: Valeurs des minéraux et métaux lourds des margines (COI, 2008, s. d.)**

Elément	Procédé d'extraction de l'huile	
	Pression	Centrifugation
K (mg/L)	1500 -5000	630-2500
Ca (mg/L)	54 - 408	47-200
Na (mg/L)	38 -285	18-124
Mg (mg/L)	90 - 336	60-180
Fer (mg/L)	16,48 -86,4	8,8-31,5
Mn (mg/L)	2,16 -8,9	0,87-5,2
Cu (mg/L)	1,1- 4,75	1,16-3,42
Zn (mg/L)	1,6-6,5	1,42-4,48
Pb (µg/L)	0,4- 1,85	0,35- 0,72

Les minéraux sont présents soit à l'état soluble (phosphates, chlorures et sulfates) à hauteur de 80%, ou insoluble (carbonates et silicates) pour 20%, les éléments les plus représentatifs sont le potassium, les carbonates, le phosphate et le sodium. (COI,2008, s. d.)

### **3.3 Traitement des margines**

Ces traitements peuvent être classés en trois grands groupes selon leur nature: traitements physicochimiques; biologiques et combinés.

#### **3.3.1 Procédés physico-chimiques**

on peut trouver des méthodes telles que la distillation, l'évaporation, la combustion ou l'incinération et la floculation-clarification des margines ; utilisées principalement comme traitement final des margines. Des techniques telles que l'adsorption ou l'échange d'ions, entre autres, sont des méthodes qui pourraient être utilisées pour éliminer les phénols et les polyphénols, mais elles sont généralement appliquées en combinaison avec d'autres. Des traitements d'oxydation chimique sont souvent effectués afin d'éliminer les polluants organiques dangereux, en utilisant des oxydants uniques tels que le chlore, l'ozone, le rayonnement UV et le peroxyde d'hydrogène. Cependant, la dégradation de la teneur en polluants par des traitements chimiques uniques peut être limitée si la matière organique est particulièrement réfractaire aux oxydants. Les procédés d'oxydation avancés sont basés sur la génération de radicaux libres hautement réactifs et oxydants qui possèdent un pouvoir oxydant élevé. (Adhoum & Monser, 2004; Bressan et *al.*, 2004; Perri et *al.*, 2012)

#### **3.3.2 Procédés biologiques**

La dégradation biologique à l'opposé des procédés physico-chimiques est considérée comme une méthode plus saine, efficace et moins coûteuse pour la réduction des polluants .

Les traitements biologiques de purification comprennent à la fois des processus aérobies et anaérobies. Les traitements aérobies sont basés sur l'activité de dégradation microbienne qui transforme la matière organique décomposable en éléments minéraux non polluants et en substances similaires à l'humus. Les processus anaérobies sont caractérisés par des pools microbiens qui fonctionnent en l'absence d'oxygène, convertissant les substances polluantes organiques en biogaz (méthane) et en dioxyde de carbone ou en substances volatiles hydrogénées (acides gras et alcools).(Perri et *al.*, 2012)

### 3.3.3 Procédés combinés

une technique améliorée pour le traitement des margines a été pratiquée basée sur les actions combinées de l'oxydation catalytique et des biotechnologies microbiennes . Dans l'action combinée, l'activité de minéralisation d'un consortium microbien sélectionné a été utilisée pour dégrader les composés organiques volatils et non volatils résiduels en CO<sub>2</sub> et en biomasse. Le traitement biologique permet non seulement d'atteindre une dégradation supplémentaire de la DCO (jusqu'à 90 pour cent), mais a également le potentiel d'éliminer la phytotoxicité. Une usine de boues activées à grande échelle est en service en Italie depuis 1979 pour le traitement combiné des effluents des moulins à huile et des eaux usées domestiques. (Bressan et *al.*, 2004; Wiesman, 2009)

### 3.4 Valorisation des margines

Les margines peuvent être considérées comme une source de composés inorganiques et organiques, et la récupération des substances résiduelles peut produire des sous-produits destinés à l'agriculture, la biotechnologie, la pharmacie et l'industrie alimentaire.

#### 3.4.1 Production de biogaz

L'application du processus de la digestion anaérobie aux margines permet de transformer environ 80% des substances organiques en biogaz (65 à 70% de méthane). Ainsi, la fermentation méthanique permet la dépollution des margines tout en produisant de l'énergie. Une grande variété d'applications de processus pour la biométhanisation des eaux usées, des boues et des déchets solides a été développée. Ils varient du simple stockage en plein air au traitement dans un réacteur à réservoir complètement agité, en passant par la co-digestion avec d'autres matrices organiques, jusqu'aux traitements dans des digesteurs spéciaux, en tant que réacteurs UASB (Up-flow Anaerobic Sludge Blanket) et avec différentes conditions de processus (temps de rétention, taux de chargement, températures, etc.) pour maximiser la production de biogaz. (Perri et *al.*, 2012)

#### 3.4.2 Production des protéines d'organismes unicellulaires (POU)

La plupart des procédés appliqués sont basés sur l'utilisation des levures capables de transformer les substances organiques en biomasse à haut contenu en protéines et vitamines de grande valeur pour l'alimentation animale et même humaine. (Ouabou et *al.*, 2014)

### 3.4.3 Production d'enzymes

Cultivées sur les margines, *Cryptococcus albidus* permet la production de pectinases.

La réutilisation de ces enzymes pectinolytiques dans le processus mécanique d'extraction de l'huile d'olive permet d'augmenter le rendement en huile (Petruccioli et al., 1988).

### 3.4.4 Production des compléments alimentaires antioxydants

Les antioxydants les plus importants dérivés de margines sont les polyphénols, les flavonoïdes, les anthocyanes, les tanins, l'acide oléanolique et l'acide maslinique. Il a été démontré que les polyphénols dérivés de l'olive présents dans les margines ont une activité antioxydante, antibiotique, antimicrobienne et antifongique. (Guerfel et al., 2009)

### 3.4.5 Compostage

Le compostage est l'une des principales technologies de recyclage des margines pour permettre la récupération des nutriments dans le sol. Le processus de compostage implique une dégradation biologique aérobie contrôlée des substrats organiques (déchets, résidus, etc.). Les micro-organismes utilisés à cet effet utilisent le substrat organique pour la croissance et la multiplication. Par ce processus, des substances et minéraux stabilisés et humiques sont produits qui peuvent être utilisés pour augmenter la fertilité du sol et la production végétale. Les margines sont ajoutées au substrat solide, qui s'enrichit de matière organique, et elles sont ensuite évaporées ou consommées. (Wiesman, 2009)

### 3.4.6 Utilisation en alimentation animale

Les margines ont été utilisés directement comme boisson pour le bétail et ils ont été donnés à des volailles à la place de l'eau potable. Ces expériences ont montré un abaissement du taux de mortalité de ces animaux et une diminution de leur coût par kilo de viande produite. Cependant, cette pratique reste à risque, en raison des taux élevés en sodium et en composés phénoliques pouvant engendrer un effet antitryptique. L'apport des margines déshydratées a provoqué des diarrhées chez les ruminants. Le procédé Dalmolive décrit par Martilotti, (1993) semble remédier au problème. Il consiste à mélanger 50 kg de margines avec 20 kg de grignons et 12,6 kg de divers résidus et sous-produits agricoles pour réduire l'effet inhibiteur des composés phénoliques. (Souilem et al., 2017)

**Tableau 4: Méthodes et processus proposés pour la valorisation des margines**  
(Galanakis, 2017)

Processus	Objectif / produit	Déclarations
<b>Processus d'adsorption / désorption en flux continu</b>	Récupération des composés phénoliques	L'Amberlite XAD16 a été utilisée comme adsorbant et de l'éthanol acidifié comme solvant de désorption. Le rendement d'adsorption était de 20%
<b>Extraction à l'aide de liquides ioniques hydrophobes</b>	Récupération du tyrosol	Des liquides ioniques hydrophobes ont été proposés pour remplacer les composés organiques volatils conventionnels comme solvants d'extraction pour récupérer le tyrosol de margine.
<b>Processus intégré comprenant les technologies de fermentation, de séchage par pulvérisation et d'encapsulation</b>	Pâte à tartiner à base de pâte d'olive, poudre d'olive et phénols encapsulés	Un certain nombre de sous-produits précieux ont été produits à partir de margine pour être inclus dans les formulations alimentaires.
<b>Distillation solaire</b>	Séchage de margine et récupération des composés phénoliques	Un distillateur solaire a été utilisé pour le séchage solaire simultané de margine et la récupération des composés phénoliques avec antioxydant propriétés du distillat.
<b>Fermentation sombre</b>	Production de biohydrogène	Fermentation sombre de margine par digestat anaérobie thermophile prétraité.
<b>Hydrolyse enzymatique / microfiltration - ultrafiltration</b>	Récupération de l'hydroxytyrosol naturel	Un processus à grande échelle sans produits chimiques consiste en un prétraitement enzymatique suivi de deux étapes de séparation par membrane à écoulement tangentiel, permettant la production d'un

## LES MARGINES

		extrait riche en hydroxytyrosol.
<b>Imprégnation sur biomasses sèches</b>	Production de biocarburants solides	L'ajout de margine entraîne une augmentation des valeurs de chauffage de la biomasse sans effet négatif sur leur qualité de cuisson.
<b>Bain de teinture pour teindre la laine</b>	Colorants naturels pour teinture textile	La margine peut représenter une ressource possible pour la teinture des matières textiles. Il contient une précieuse source de substances colorantes naturelles abondantes.
<b>Production de briques en terre cuite</b>	Matériaux de construction en céramique	La margine a été utilisé pour remplacer l'eau douce dans la fabrication de briques d'argile. Les performances d'extrusion et les propriétés technologiques ont été améliorées.
<b>Processus de fabrication de briques</b>	Briques de construction	L'incorporation de margine à un taux de 23% a maintenu les propriétés physiques et mécaniques des briques ou les a améliorées.

### 3.5 Les margines comme biopesticides

La demande de bio-pesticides augmente en raison de la nécessité de limiter l'utilisation de pesticides chimiques dangereux, dans le cadre de la lutte intégrée contre les ravageurs ; une alternative valable est l'utilisation de pesticides d'origine végétale avec une action sélective contre les ravageurs ciblés et une persistance plus courte dans les écosystèmes.

Parmi les produits végétaux, les composés phénoliques et poly-phénoliques de l'olivier présentent de puissantes propriétés bioactives comme insecticides et régulateurs de croissance. Les margines sont une source importante de ces composés. Surmontant ainsi les problèmes environnementaux.

### 3.5.1 les bactéries phyto-pathogènes

De nombreux chercheurs ont étudié l'effet antibactérien de margines riches en phénols sur différents types de bactéries phytopathogènes. Une inhibition complète de la croissance d'*Agrobacterium tumefaciens* a été déclaré (Yangui et al., 2008) en raison de l'action antimicrobienne des acides phenolics des margines. Cette bactérie est l'agent causale de la maladie de la galle du collet chez plus de 140 espèces des dicotylédones. En outre, les margines riches en hydroxytyrosol présentent de puissantes activités bactéricides contre *Pseudomonas syringae* de la tomate et *Xanthomonas campestris*. Yangui et al. (2013) ont rapporté que la viabilité de *Pectobacterium carotovorum* était réduite après un temps de contact des extraits riches en hydroxytyrosol.

D'après les études disponibles, on peut conclure que les margines et son principal composé phénolique (hydroxytyrosol) sont efficaces contre les agents responsables de la galle du collet, feu bactérien, pourriture annulaire de la pomme de terre, flétrissure bactérienne et chancre de la tomate, entre autres maladies bactériennes des plantes.(Yangui et al., 2013)

### 3.5.2 Contre les champignons

La flétrissement verticillien, causée par *Verticillium dahliae* Kleb., est l'une des les maladies des plantes les plus destructrices au monde . Certains chercheurs ont suggéré l'incorporation de margines dans le sol comme alternative écologique pour la protection des cultures contre *V. dahlia* . (Yangui et al., 2013)

Les margines peuvent également inhiber la croissance de *Rhizoctonia solani* (Kotsou et al., 2004), Cependant, l'application des margines sur les fruits et légumes peut inhiber la sporulation de Botrytis et Penicillium spp. ainsi que la croissance mycélienne des pathogènes *Fusarium oxysporum f. sp. et lycopersici* sur les plants de tomates(Guerfel et al., 2009). Par ailleurs, Schwingshackl & Hoffmann, ont rapporté que les margines filtrés inhibe la croissance in vitro du mycélium d'*Aspergillus, Botrytis, Fusarium et Penicillium spp.* (Schwingshackl & Hoffmann, 2014) (Guerfel et al., 2009)

Il a été indiqué que les extraits de margines riches en hydroxytyrosol présentent une puissante activité fongicide contre les phytopathogènes (Yangui et al., 2013). De plus, d' une réduction de la viabilité des spores de *B. cinerea* après de contact avec de margine riche en hydroxytyrosol . (Yangui et al., 2013)

### 3.5.3 Contre les mauvaises herbes

Un nombre croissant d'études ont rapporté que les composés phénoliques sont les principales molécules responsables de la phytotoxicité dans les margines puisqu'elles influencent les processus physiologiques des plantes tels que la perméabilité membranaire, la respiration, la synthèse des protéines et les déchets de l'activité enzymatique. (Fiorentino et al., 2003)

Cependant, les margines ont d'autres composés organiques responsables de la phytotoxicité, comme les aldéhydes et les acides gras à chaîne courte qui agissent comme desséchants contre diverses espèces de mauvaises herbes. (Cayuela et al., 2008)

Les effets négatifs de l'application de margines sur diverses espèces de mauvaises herbes ont été rapportés par différents auteurs. (Cayuela et al., 2008) observé une inhibition totale de la germination des graines de quatre espèces hautement invasives adventices du monde entier (*Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album*, *Solanum nigrum* et *Sorghum halepense*). **Boz et al. (2003)** ont rapporté un grand effet herbicide sur les mauvaises herbes dans le blé, le maïs et le tournesol ; Outre la réduction de la germination de graines ; les margines n'ont montré aucun effet toxique sur le tournesol et le maïs.

### 3.5.4 Contre les nématodes, les mollusques

Malgré les propriétés phytotoxiques bien connues des margines, leurs impacts contre les nématodes nuisibles, les mollusques et les arthropodes ont été rarement investigués. Chitwood (2002) ont démontré que les composés phénoliques ainsi que les dérivés d'acides gras figuraient parmi les composés phytochimiques possédant des propriétés nématicides. En revanche, **Nico et al. (2004)** ont observé une réduction limitée de la gale des racines et la population de nématodes à l'aide d'un mélange d'olives sèches, de déchets et de cosse de riz sèche. De plus, **Yousfi et al. (2008)** signalé une forte inhibition de l'éclosion des œufs et des larves de deuxième stade de *Meloidogyne incognita* le nématode à galles à l'aide de l'extrait aqueux des produits secondaires des huileries à deux phases. Ce constat confirme la présence de composés bioactifs capables de traverser la coquille d'œuf du nématode et supprimer la pénétration des racines par les larves du deuxième stade, perturbant ainsi le cycle de vie des nématodes. (Yousfi et al., 2008)

L'activité mollusquicide de margines a également été étudiée. **Obied et al. (2007)** ont rapporté un effet significatif des extraits de polyphénols de margines contre *Isidorella newcombi*. De plus, **Kubo et Matsumoto (1984)** ont observé une intéressante activité mollusquicide d'extrait de méthanol brut de fruits frais d'olive amère contre l'escargot

d'Amérique du Sud (*Biomphalaria glabrata*). Après fractionnement, isolement et détermination spectrale, les composants actifs étaient l'oleuropéine et le ligstroside. (El-Abbassi et *al.*, 2017)

### **3.5.5 Contre les insectes**

#### **3.5.5.1 Le psylle de l'olivier**

En ce qui concerne l'activité insecticide des margines, l'efficacité de préparation riche en hydroxytyrosol de margines ;in situ sous forme de spray traitement contre le psylle de l'olivier, *Euphyllura olivina*, a été évalué en 2008 et 2009 dans une oliveraie irriguée au goutte-à-goutte (Larif et *al.*, 2013). L'hydroxytyrosol a montré une forte activité insecticide contre *E. olivina*. Par ailleurs, Larif et *al.* (2013) ont observé un effet significatif sur la survie des stades larvaires et adultes de *E. olivina* et *A. citricola*, selon sur la concentration des extraits phénoliques de margines. (El-Abbassi et *al.*, 2017)

#### **3.5.5.2 La mouche méditerranéenne**

*Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera, Tephritidae) est un ravageur important en Méditerranée causant de graves pertes économiques. Actuellement, les pyréthrinoïdes sont les insecticides les plus couramment utilisés dans le contrôle de la mouche méditerranéenne.

Les fractions polyphénoliques des margines montrent des effets ovicides en termes de réduction du taux d'éclosion, alors que le développement larvaire n'est pas affecté par les traitements. Sur les adultes, des fractions sélectionnées induisent un blocage complet de la fécondité des femelles probablement dû à une perturbation induite de l'ovogenèse. des fractions polyphénoliques dérivées des margines peuvent être utilisées comme un puissant agent naturel chimiostérilisant contre la mouche méditerranéenne des fruits et peut être considéré comme un agent ovicide putatif. (Di Ilio & Cristofaro, 2021)

#### **3.5.5.3 Le palmier dattier**

Le palmier dattier est l'une des plantes vivaces les plus importantes économiquement de l'Afrique du Nord, où il est largement cultivé à des fins alimentaires et à de nombreuses autres fins commerciales. les arbres sont menacés par de nombreux ravageurs comme le *Potosia opaca*.

Les résultats ont montré que les margines brute ont été efficaces contre ce ravageur provoquant une perte de poids similaire à l'insecticide Cordus, et une mortalité presque similaire à l'insecticide Kemaban. (Meddich et *al.*, 2020)

### 3.6 Problématique environnementale des margines

Les margines sont des eaux considérées très polluantes car fortement chargées en matières organiques. Ces rejets liquides causent de sérieux dégâts environnementaux ; allant de la coloration des eaux naturelles, à la toxicité vis-à-vis des espèces aquatiques, pollution des eaux de surface et souterraines, altération de la qualité des sols, phyto-toxicité et nuisances olfactives.

Les mauvaises odeurs, introduites par les margines, provoquent une pollution considérable de l'air par les gaz produits surtout lors du traitement. Ainsi la teneur élevée en polyphénols dans les margines participe fortement à la pollution de l'environnement.

Les grandes quantités de margines produites pendant une courte période aggravent ces dommages pour les pays oléicoles où les margines sont déchargées, sans traitement, dans l'environnement.

#### 3.6.1 Pollution du sol et phyto-toxicité

Le principal obstacle à l'utilisation directe des margines pour l'irrigation est sa forte concentration en composés phénoliques, qui sont phyto-toxiques, pouvant inhiber la germination des graines. Les margines rejetées directement dans le sol ont des effets néfastes non seulement sur la croissance des plantes et l'activité microbienne, mais aussi sur les propriétés physico-chimiques des sols. (Dermeche et *al.*, 2013)

L'application des margines montre, à court terme, des effets négatifs sur les propriétés physicochimiques et biologiques du sol, mais ils peuvent être considérés comme négligeables après une période d'adaptation appropriée (Di Bene et *al.*, 2013). Dans une étude récente, les auteurs ont recommandé l'amendement du sol avec les margines six mois avant le semis de maïs pour atténuer leur toxicité (Belaqziz et *al.*, 2017). Avec le choix correct de type de sols, notamment calcaires et de cultures tolérantes, comme le maïs, cette méthode pourrait constituer une approche efficace pour valoriser les margines.

#### 3.6.2 Pollution de l'eau

Les margines dans l'eau douce réduisent la concentration de l'oxygène dissout, ce qui bouleverse l'équilibre de l'écosystème aquatique, et la concentration élevée de sucres réducteurs peut stimuler la respiration microbienne, abaissant ainsi davantage la concentration en oxygène dissout. Les margines ont également un impact sur les eaux de surface par coloration à cause des polyphénols et tanins.

les lipides des margines forment un film impénétrable à la surface de l'eau qui bloque la lumière du soleil et l'oxygène, inhibant ainsi la croissance des plantes (Komnitsas *et al.*, 2016).

Danellakis *et al.*, (2011) ont démontré que le déversement des margines pourrait induire des altérations pré-pathologiques chez les organismes marins. Karaouzas *et al.*, (2011) ont étudié les effets toxiques des margines sur les organismes aquatiques et ont révélé la détérioration spatiale et temporelle des communautés aquatiques en raison de la diminution de la capacité du fleuve à s'auto-purifier.

### 3.6.3 Pollution de l'air

L'exposition des margines à l'air libre est responsable de la multiplication d'insectes ayant un danger pour la santé de la population (El-Abbassi *et al.*, 2017)

Les margines stockées dans les bassins d'évaporation naturelle peuvent subir une fermentation et émettre le méthane et d'autres gaz malodorants tels que le sulfure d'hydrogène. L'impact est plus grave en cas de vents qui véhiculent ces odeurs auprès des habitations.

## 4 ORTIE ET PURIN D'ORTIE

### 4.1 Données botaniques sur l'ortie

L'ortie fait partie de la famille des *Urticaceae* qui regroupe 48 genres, pour environ 1000 espèces dont la plupart sont herbacées (vivaces ou annuelles), avec également des arbustes, des lianes et même des arbres. La principale caractéristique des *Urticaceae* est la présence de poils qui recouvrent la plante, certains à cystolithes allongés (Schoch et al., 2020).

#### 4.1.1 Taxonomie

Règne : *Plantae*

Sous règne : *Tracheobionta* (plantes vasculaires)

Embranchement : *Magnoliophyta* (phanérogames).

S/classe : *Rosidées*

Super ordre : *Eurosidées I*

Famille : *Urticaceae*

Genre : *Urtica*

Espèce: *Urtica dioica* (Schoch et al., 2020)

#### 4.1.2 Composition chimique de l'ortie

La composition de l'ortie varie selon la nature du sol, la variété et l'origine, l'exposition de la plante et les conditions climatiques. Elle varie évidemment en fonction de l'organe de la plante et de la période de récolte. Pour cela, les valeurs fournies par la littérature sont différentes.

Les tiges contiennent des acides gras et des composés phénoliques: les lignines, flavonoïdes, anthocyanes, acides phénoliques. Les poils d'ortie contiennent de l'acide formique, de l'histamine, de la sérotonine, de leucotriène et de l'acétylcholine (Otlés & Yalcin, 2012)

Les fleurs d'*U. dioica* contiennent le sitostérol, sitostérol glucoside et la scopolétine. Des glycosides de flavonols ont été aussi identifiés dans des extraits méthanoliques des fleurs. Les fleurs femelles contiennent de l'acide chlorogénique et de l'acide caféyl-malique (Akabay et al., 2003).

Les fruits mûrs d'*Urtica dioica* renferment des vitamines (C, E, B1, B2, B3 et B6), des minéraux (fer, zinc, cuivre, calcium, phosphore, magnésium, manganèse, sodium, potassium, et sélénium), des mucilages formés de différents polysaccharides ainsi que de caroténoïdes et de l'huile (environ 30% du poids sec). La fraction lipidique des graines d'*U. dioica* renferme

une forte proportion d'acide palmitique et une faible quantité d'oméga-3 (Tissier, 2011).

Les feuilles de l'ortie sont très riches en composition minérale on trouve du calcium, magnésium et potassium et on y trouve aussi 3 à 5% (P/P) d'azote ces feuilles renferment aussi 18 acides aminés on trouve des acides gras saturés (palmitique, stéarique, myristique et en faible quantité l'acide nanodécanoïque), et des acides gras monoinsaturés (palmitoléique et en moindre quantité l'oléique) et des acides gras polyinsaturés (les acides et l' $\alpha$ -linoléique (Pradhan *et al.*, 2015).

La composition quantitative et qualitative des racines diffère de celle des parties aériennes des plantes. La teneur de la majorité des phénols dans les extraits de racine est nettement inférieure et le seul composé important est le sécoisolaricirésinol. Par conséquent, les racines des orties sont considérées comme la partie la plus pauvre en composés bioactifs. Les extraits de racines ne contiennent que quelques acides gras comme les acides palmitoléique, oléique, gadoléique, et dérivés en quantités significatives. Ils contiennent de l'amidon, de la gomme, de l'albumine, des sucres et des résines, ainsi que des neurotransmetteurs et des récepteurs, tels que l'histamine, l'acétylcholine, la choline ou la sérotonine. (Kregiel *et al.*, 2018).

### 4.1.3 Les métabolites secondaires présents chez l'ortie

#### 4.1.3.1 Les composés phénoliques de l'ortie

##### ✓ Les acides phénoliques :

Les acides hydroxybenzoïques et hydroxycinnamiques sont les principaux acides phénoliques présents dans la partie aérienne de la grande ortie.

**Tableau 5: Les différents acides phénoliques de la partie aérienne de la grande ortie. (Belabbes, 2020)**

Type d'acide phénolique	nomenclature
Acides hydroxybenzoïques	Acide p-hydroxybenzoïque
	Diocanol
	Acide gentisique
	Acide vanillique
	Acide protocatéchique

	Acide gallique
	Acide syringique
Acides hydroxycinnamiques	Acide chlorogénique
	Acide 2-O-caféoyl-malique
	Acide férulique
	Acide 2-O- caféylmalique
	Acide cinnamique
	Acide sinapique
	Acide p-coumarique
	Acide caféique

✓ **Les Flavonoïdes :**

Les flavonoïdes de l'ortie *U. dioica* sont les catéchine ,l'apigénine, lutéoline, chrysoeriol, kaempférol, quercétine, isorhamnétine, myricétine, genistéine, naringénine, . Des anthocyanes sont aussi présents dans l'ortie (Fattahi *et al.*, 2014; Otlés & Yalcin, 2012; Zeković *et al.*, 2017)

✓ **Les coumarines :**

Les coumarines sont des hétérocycles oxygénés ayant comme structure de base le benzo-2-pyrone. L'ortie dioïque contient de la scopolétine ainsi que de l'esculétine et l'ombelliférone. (Zeković *et al.*, 2017)

✓ **Les lignanes :**

Ces composés contribuent à former, avec la cellulose et les dérivés hémicellulosiques, la paroi des cellules végétales. L'ortie dioïque contient de la lutéine (les caroténoïdes) et du  $\beta$ -carotène ainsi que du lycopène (Guil-Guerrero *et al.*, 2003) .

#### 4.1.3.2 Les huiles essentielles de l'ortie

Les principaux composants de l'huile essentielle d'*U. dioica* comme suit: le carvacrol ou cymophénol (38.2%), la carvone (9%), naphthalène (8.9%), anéthol (4.7%), hexahydrofarnésyl acétone (3%), (E) -géranyl acétone (2.9%), (E) - $\beta$ -ionone (2.8%) et le phytol (2.7%) (Gül *et al.*, 2012)

### 4.2 Usage agricole de l'ortie

#### 4.2.1 Effet fertilisant

L'ortie est couramment utilisée en agriculture biologique pour ces effets d'engrais foliaire, le stimulateur de croissance, le contrôle de la chlorose ferrique, la prévention des ravageurs et des maladies et les insectifuges (Garmendia *et al.*, 2018).

#### 4.2.2 Effet insecticide de l'ortie

De rares études ont été réalisées pour l'exploration de l'effet insecticide de l'ortie :

Dans le cadre de la lutte biologique contre les insecte nuisible un travail de S.Touball et al en 2019 a été réalisé pour étudier l'effet insecticide des extraits aqueux et des alcaloïdes extraits de la Grande ortie (*U. dioïca* L.) contre les larves de moustique de quatrième stade(L4) *Culex pipiens*, dans ce contexte une extraction, et une analyse spectrale par infrarouge (IR) ainsi que l'évaluation de l'effet de l'extrait aqueux extraits et des alcaloïdes de la Grande ortie contre les moustiques *Culex pipiens* ont été effectué.

Il en ressort des résultats que l'extrait aqueux de la Grande ortie ainsi que les alcaloïdes présentent une bonne activité larvicide, cette sensibilité est dépendante du facteur temps et des doses des extraits. L'extrait aqueux de la Grande ortie possède des propriétés insecticides meilleures par rapport à celle des alcaloïdes. L'extrait aqueux semble très toxique vis-à-vis des larves L4 de *C. pipiens*. En effet, cet extrait a donné 100% de mortalité après 24h d'exposition à la dose la plus élevée 10% (Toubal & Arab, 2019).

Deux autres études ont été faites pour évaluer l'effet insecticide sur un mélange d'ortie avec de l'ail ou avec du piment. Selon l'étude faite par (K.c et *al.*, 2022), le mélange d'ail et d'ortie peut représenter une option pour la réalisation d'un pesticide botanique naturel et que la structure en forme d'aiguiller et les épines de l'ortie présente dans les feuilles créent un environnement défavorable pour les insectes ovipositeur.(K.c et *al.*, 2022)

Une autre étude sur l'utilisation d'extrait aqueux d'ail et d'ortie comme insecticide botanique contre différents ravageurs en agriculture de champs a été réalisées. Dans ce contexte deux essais ont été menés sur l'effet insecticide d'extrais aqueux d'ail et d'ortie et le deuxième teste sur la conservation des semences d'une infestation de *Bruchinae* avec un test de germination sur semences exposées aux traitements. Il y a probablement aucun effet de mortalité sur leurs adultes au cours du premier test. La mortalité des adultes dans le deuxième essai était de 75,6 % avec l'ail et de 50 % avec l'ortie. L'extrait d'ortie a eu plus d'efficacité

dans la protection des semences avec un taux d'infestation de 4%, alors que 27,5% des graines exposées à l'extrait d'ail étaient infestées. Le taux de germination des graines était de 2,38 % à l'extrait d'ortie et 1,19% à l'extrait d'ail, l'utilisation combinée de ces deux extraits et d'autres natifs pourrait accroître l'efficacité de l'utilisation artisanale des plantes Insecticide. (González-Macedo *et al.*, 2021)

### 4.2.3 Effet fongicide de l'ortie

Dans l'espoir de trouver de nouveaux produits naturels pour être utilisés dans la lutte biologique contre certains champignons pathogènes importants des plantes.

Des études ont montré que l'extrait d'ortie présente une activité antifongique importante contre *A. alternata*, ou sa croissance a été complètement inhibée et aussi lorsque la concentration de 0,9% d'extraits d'ortie a été utilisée contre le mycélium une grande réduction de la croissance a été observée et l'extrait de l'ortie a montré une capacité de réduire ou inhiber la croissance de *R. solani*, *F. oxysporum*. (Marchand, 2012)

Tant dit que d'autres essais ont été portés sur la rouille de l'ail et sur l'oïdium de l'artichaut, avec des préparations à base de prêle seul et prêle avec l'ortie et de consoude. Ces essais n'ont pas montré d'efficacité significative que ce soit en situation de faible ou de forte pression de la maladie. D'autres essais ont été effectués sur le mildiou du concombre de laitue, de la tomate et de la pomme de terre, les résultats montrent que les purins n'ont d'effet que lorsque la pression de la maladie est faible. (*purin-ortie-bd.pdf*, s. d.)

## 4.3 Le purin d'ortie

Cette préparation du purin d'ortie est connue par les agriculteurs et les jardiniers soucieux de l'environnement on l'obtient par fermentation de la plante dans l'eau. Le terme exact pour le purin de l'ortie est « extrait végétal fermenté ». Cet extrait végétal est en fait un éliciteur et un phytostimulant il agit comme un répulsif pour les nuisibles et sert à prévenir des maladies (Delahaye, 2015)

### 4.3.1 Propriétés du purin d'ortie

Le suédois Rolf Peterson a comparé pendant 2 mois l'action d'une solution minérale chimique à celle de l'extrait d'ortie sur les plantes de radis d'orge de tomate et de blé cultivées en serre il a conclu que la méthode naturelle a produit une quantité plus importante de

## ORTIE ET PURIN D'ORTIE

---

matière végétale fraîche et de matière sèche et le système racinaire des plante traitées étai plus développé .

Voici la liste de ces propriétés

- Il permet de lutter contre les pucerons verts et noir les acarien les araignées et les limaces, il ne tue pas mais empêche la ponte des ravageurs
- protection contre les champignons grâce a une substance qui se trouve au niveau des racine de l'ortie qui appartient a la famille des phytolectine
- le purin d'ortie va favoriser le développement des plantes et leur permet également de résister au rigueurs de l'hiver. (Delahaye, 2015)

### 4.3.2 Composions du purin d'ortie

**Tableau 6: Teneur d'extrait d'ortie en minéraux (en ppm) (Delahaye, 2015)**

<b>Azote total</b>	<b>595</b>	<b>Potassium</b>	<b>630</b>
<b>Azote nitrique</b>	5	Calcium	730
<b>Azote Ammoniacal</b>	240	Magnésium	80
<b>Azote organique</b>	350	sulfate	50
<b>Phosphate</b>	20	fer	2,5

## 5 *Tribolium confusum* ( Duval)

### 5.1 Les caractères généraux des Ténébrionidae

La famille des ténébrionidés occupe une grande place dans l'entomofaune des denrées stockées, ce qui explique l'importance d'espèces vivantes dans cette dernière. Ce sont des petits coléoptères de 2 à 8 mm, de forme très variée, à téguments le plus souvent rigides, épais, noir mat ou luisant, de teinte sombre, coloré ou «métallique» par interférence, avec des yeux généralement grandes, ovales ou ronds. Antennes moniliforme de 11 articles, plus rarement 10 ; aptères ou ailées. Leurs mandibules sont robustes et courtes, L'abdomen ne présente que cinq segments visibles, l'avant dernier étant plus court que les autres. Les larves sont vermiformes. Ce sont des insectes qui fuient la lumière et sont de mœurs nocturnes (Balachowsky, 1962).

### 5.2 Position systématique de *Tribolium confusum*

Selon **Lepesme (1944)** les espèces du genre *Tribolium* appartiennent à la famille des *Tenebrionidae*, sous famille des *Ulominae*, sont au nombre de cinq dont deux sont particulièrement importantes:

- ✓ *Tribolium confusum* (Duv, 1868)
- ✓ *Tribolium castaneum* (Herbst, 1798).

#### 5.2.1 Embranchement: **Arthropoda.**

**Classe:** Insecta.

**Ordre:** Coleoptera.

**Sous Ordre:** Polyphaga.

**Famille:** Tenebrionidae.

**Sous Famille:** Ulominae.

**Genre:** *Tribolium*.

**Espèce:** *Tribolium confusum* (Duval.)

### 5.3 Origine et répartition

D'origine Indo-Australienne (**Smith et Whitman, 1992**) le *Tribolium* est trouvé dans des secteurs tempérés, mais survivra l'hiver dans les endroits protégés, (**Tripathi et autres 2**

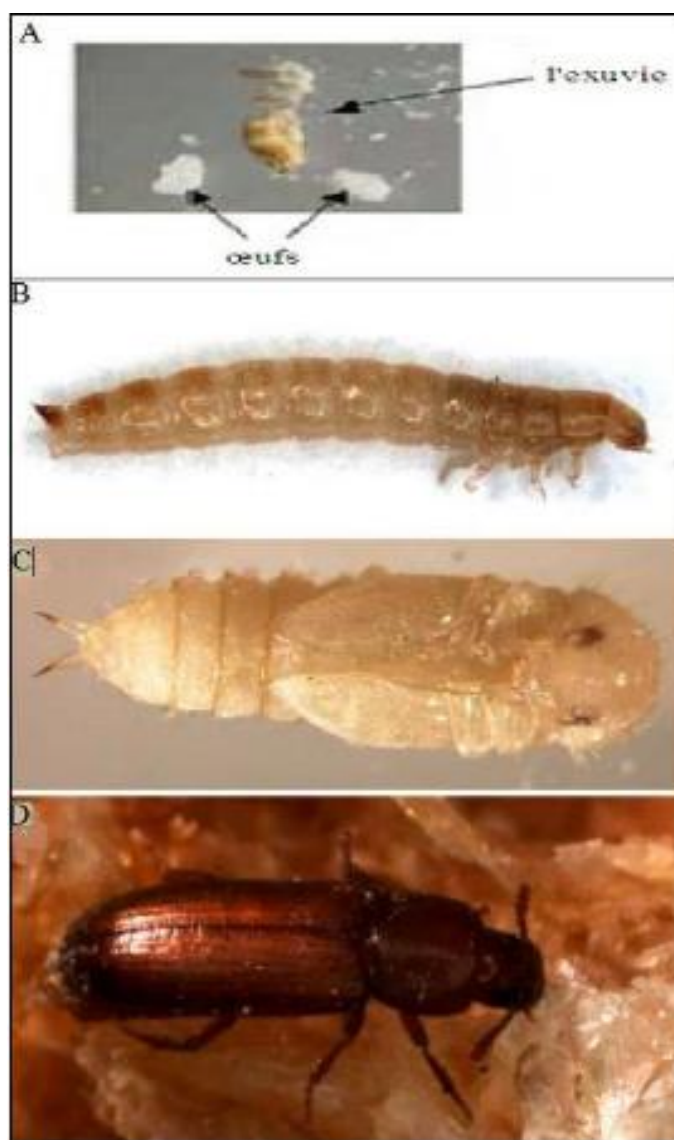
001). En Afrique le *Tribolium* se trouve dans les climats les plus frais (Smith et Whitman, 1992).

### 5.4 Morphologie de *Tribolium confusum* ( Duval) et Cycle de vie

Les femelles pondent 300 à 400 œufs dans les aliments qu'elles infestent, au rythme de 2 à 3 œufs par jour. Ces œufs oblong et blanchâtre sont collants et s'agglutinent autour des particules alimentaires, ce qui les rend difficiles à distinguer. Les larves de couleur blanche, de petite taille ne dépassant pas 1.4 mm éclosent environ 10 jours plus tard et se nourrissent dans ce milieu; La larve de dernier stade est cylindrique mesure environ 7 mm de long et 0,8 mm de large, sa couleur est d'un jaune pâle ;ce n'est qu'après 7 ou 8 mues qu'elles passent au stade nymphal de couleur blanche. La durée du stade larvaire varie de 22 jours à plus de 100 jours, selon la température ambiante, le taux d'humidité et la nourriture disponible. Le stade nymphal dure en moyenne 8 jours. La durée du cycle complet varie généralement entre 7 semaines et 3 mois. La femelle du *Tribolium* peut vivre jusqu'à 2 ans et le mâle jusqu'à 3 ans.

Le premier accouplement a lieu environ 2 jours après l'émergence des imagos et dure de 3 à 15 minute. Chez *Tribolium confusum* (Duv.) l'échelonnement des pontes est conditionné par plusieurs copulations. Les œufs sont pondus en vrac sur les marchandises et ils sont difficiles à déceler. Au cours de sa vie, la femelle pond entre 500 et 1000 œufs.

Les jeunes larves, passent par 5 à 12 stades larvaires selon des conditions de température et d'humidité. La larve, circule librement dans la denrée infestée ou elle nymphose. L'émergence de l'adulte a lieu six jours après la nymphose à 32,5°C et une humidité relative de 70 %, la durée du cycle est de 24 à 26 jours, *Tribolium confusum* (Duval.) est une espèce dont l'optimum thermique se situe entre 32°C et 35 ° C, son développement s'arrête au-dessous de 22°C. Il résiste aux basses hygrométries. En absence d'alimentation, *Tribolium confusum* exerce le cannibalisme, dévore les oeufs et les larves de leur congénère (Steffan in Scotti, 1978).



*Figure 2: différents états de T.confusum(Walter, 2002)*

### 5.5 Régime alimentaire et dégâts

D'après STEFFAN in SCOTTI (1978), sont très polyphages, ce sont des cléthrophages secondaires, car les larves et les adultes se nourrissent surtout de brisures, elles attaquent les grains endommagés, escortent souvent les charançons ou parachèvent leurs dégâts .

Le Tribolium recherche surtout les denrées amylacées pulvérulentes comme la farine, le son, ... etc. (LEPESME, 1944). Les adultes sécrètent une substance nauséabonde, riche en quinones qui communique au lot infesté une odeur particulièrement désagréable.

### 5.6 Les ennemis naturels

Certains arthropodes particulièrement les acariens, tels que : *Pediculoides ventricosus* Nemp. *Acarophenax tribolu* Nemp. Et Duval. tendent à limiter l'activité de Tribolium, deux hyménoptère de la famille des bethylides parasitant les larves sont: *Rhabdepyris zea* Turu et Waterst . *Sleroderma immigrans* Bridw.



**Figure 3: Dégâts de T.confusum sur la farine commerciale.**



*Partie pratique*

### Partie pratique

#### 1 Présentation de l'étude

##### 1.1 L'objectif de l'étude

Les principaux objectifs du présent travail est :

- Evaluer le pouvoir insecticide du distillat de margine et distillat de purin d'ortie sur *Tribolium* (*Tribolium confusum*) , ainsi que la synergie des deux distillats.
- Evaluer l'inertie de ces distillats sur la germination de l'orge.

Dans le but de formuler un bio pesticide à base de margine et de purin d'ortie afin de minimiser l'utilisation des pesticides chimique et de valoriser un sous-produit des unités de trituration d'huile d'olive.

##### 1.2 Lieu et date de l'étude

Notre travail a été réalisé au niveau au niveau du laboratoire d'entomologie, **Département des sciences biologiques**, Université **UMMTO** (Tizi-Ouzou) sur une période de **05 mois** allant du **26/02/2023** au **20/07/2023**.

##### 1.3 Structure du travail

- Elevage de l'insecte adulte et larves du *Tribolium confusum* au niveau du laboratoire d'entomologie, Département des sciences biologiques, Université UMMTO (Tizi-Ouzou).
- Collecte des margines au niveau des huileries modernes a 3 phases au niveau de la région Ouacif de la Wilaya de Tizi-Ouzou puis leurs conservation au niveau du laboratoire jusqu'à leurs utilisation.
- Récolte de l'ortie au niveau de la région Ouacif de la Wilaya de Tizi-Ouzou .
- Préparation du purin d'ortie.
- Distillation des margines et du purin d'ortie.
- L'étude du pouvoir insecticide par contacte et ingestion sur les larves et les adultes de *Tribolium confusum* avec le distillat de margine, du purin d'ortie et du mélange des deux.
- Evaluation de l'effet répulsif du distillat de margine et du distillat de purin d'ortie sur les adultes de *Tribolium confusum*.
- Evaluation de l'effet germinatif des graines d'orge qui ont subi le traitement insecticide.

## 2 Matériels et méthodes

### 2.1 Matériels d'étude

#### 2.1.1 Matériels de laboratoire

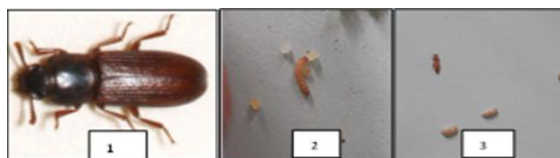
Dans nos tests nous avons utilisé différentes type de matériels :

- Une étuve réfrigérée, qui correspondent aux conditions optimales du développement de *T. confusum* (Duval).
- Un distillateur.
- Des boîtes de Pétri 9 cm de diamètre.
- Des papiers filtres de 9 cm de diamètre.
- Une balance à affichage électronique pour les pesées de l'orge.
- Des bocaux en verre d'une capacité de **0,25** litre en moyenne pour l'élevage de masse.
- Micropipette (500µl-1000µl) pour un pipetage de précision des volumes des distillats.
- Autre accessoires : (pinces, ciseaux, rouleau adhésif, tamis, papier filtre, bassines, étiquettes, stylo...).
- Des bidons de 05 litres, des bouteilles de 1,5 l.
- Orge : variété locale.

#### 2.1.2 Matériels animal

##### Espèce entomologique : *Tribolium confusum*

- Les individus de *Tribolium confusum* qui ont servi à notre expérimentation proviennent d'un élevage de masse sur semoule (du commerce), à partir d'une souche issue des anciens élevages effectués au sein du même laboratoire.
- L'élevage de masse est conduit dans des bocaux perforés et mis dans une étuve Obscure maintenue à une température de  $30\pm 1^{\circ}\text{C}$  et une humidité relative de  $70\pm 5\%$ .
- Les milieux d'élevage sont constitués par des semoules préalablement congelées pendant 48 heures, pour détruire les œufs de tout insecte, puis laissées revenir à la température ambiante.

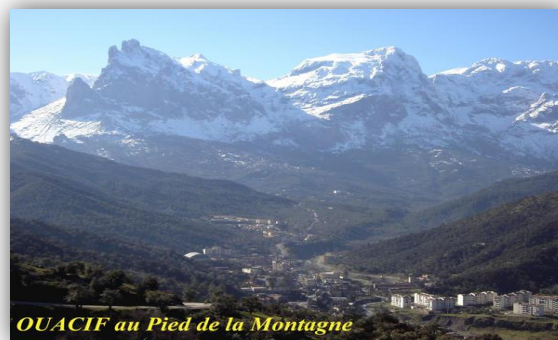


**Figure 4:** *T.confusum*. 1: adulte, 2:Larve,3: adulte et nymphe

### 2.1.3 Matériel végétal

#### 2.1.3.1 Présentation de la région

L'ortie et les margines ont été récoltées dans la région de la grande kabylie (Tizi-Ouzou) et plus exactement à la daïra des Ouacifs qui est à 600 m d'altitude qui est caractérisé par un hiver très froid et un été plus au moins chaud.



*Figure 5: Photo de la région Ouacif*

#### 2.1.3.2 Espèce végétale utilisée

##### ➤ Margines

Échantillonnage : Les prélèvements de margines ont été effectués au niveau de trois unités de trituration modernes dans trois régions des Ouacifs durant la campagne oléicole 2022-2023. Les échantillons ont été prélevés à partir du bassin de stockage puis transportés dans des bidons de 05 litres. La margine a été distillée par une distillation simple pendant une durée de 3 heures. Les distillats obtenus ont été stockés à 4 °C jusqu'à utilisation.

##### ➤ Ortie

L'ortie (*urtica dioica* ou *urtica urens*) est une plante très répandue dans la nature et bien connue de tous pour ses effets urticants sur la peau. Considérée à tort comme une envahissante mauvaise herbe, l'ortie est pourtant une plante qui vaut de l'or. En effet, c'est une plante dont on peut utiliser toutes les parties : ses racines, sa tige, en passant par ses feuilles ainsi que ses graines.

Plusieurs critères sont pris en considération pour le choix du matériel biologique végétal :

- ✓ La disponibilité de la plante sur le territoire national.

- ✓ Son usage en pharmacopée traditionnelle locale.
- ✓ Ses propriétés insecticides relatées dans la littérature.

La récolte des parties aériennes de l'ortie a été faite pendant la dernière décade du mois d'avril 2023, dans la localité d'Ait Toudert à 800 m d'altitude dans la daïra de Ouacif Wilaya de Tizi-Ouzou. La récolte ce fait tôt le matin ou le soir ; La moyenne des températures pendant ces jours de récoltes était de 27°C et pas de précipitations (pluies, grêles...).

### 2.2 Méthodes utilisées

#### 2.2.1 Méthodes d'élevage : Elevage de masse des insectes

Les élevages de masse sont effectués dans des bocaux en verre contient 200 g de semoule dans lesquels sont ajoutés un nombre suffisant d'insectes, de sexe indéterminé. L'élevage est conduit dans une étuve obscure. Après une semaine d'infestation, les adultes sont retirés de la semoule. La semoule infestés est laissés en incubation jusqu'à l'apparition des nouveaux adultes qui sont utilisés pour les tests insecticides (Figure 06).

Afin d'éviter le phénomène de surpopulation, nous avons procéder à un transfert régulier des adultes dans de nouveaux bocaux, permettant ainsi d'assurer de nouvelles infestations. Les élevages de masse de nos essais sont d'âge connu, pour cela nous avons réalisé des tamisages réguliers pour récupérer des adultes plus jeunes.



*Figure 6:Etapes de l'élevage de masse du T.confusum*

#### 2.2.2 Préparation du purin d'ortie

Bien que facilement accessible dans le commerce, le purin d'ortie peut également être fabriqué à la maison pour un moindre coût. La recette, très simple, requiert tout de même quelques points d'attention pour une bonne fermentation, et quelques jours de patience.

Pour **10 litres de purin** il vous faudra :

- Un contenant de plus de 10 litres (pour que le brassage quotidien soit plus facile). Sélectionnez un contenant en plastique ou en bois, la fermentation du purin fait oxyder le métal.
- Des bidons opaques.
- Des gants et un sécateur pour ramasser les orties.
- Un tissu (toile de jute par exemple) ou un grand torchon pour servir lors de la filtration.
- Un grand entonnoir pour verser le purin dans les bidons.
- Une balance pour peser les orties.
- 1 kilo d'ortie fraîche. L'ortie se cueille au printemps, entre avril mai avant qu'elle ne commence à fleurir. On utilise toutes les parties aériennes mais aussi les racines qui sont riches en éléments nutritifs.
- 10 litres d'eau de pluie ou d'eau non calcaire. Il est possible d'utiliser l'eau du robinet mais en la laissant reposer au minimum 24 heures afin de la débarrasser du chlore qu'elle contient

La réalisation du purin d'ortie se fait comme suite :

- **Les orties sont découpées** en petits morceaux. Plus ceux-ci seront petits, plus la fermentation sera rapide et la proportion d'éléments nutritifs et principes actifs restitués sera plus importante.
- Mettre l'ortie dans un des récipients de plus de 10 litres.
- Ajouter l'eau puis remuer la préparation avant de la couvrir.
- l'installer dans un endroit ombragé et abrité de la pluie. Au cours de la fermentation, le mélange peut dégager de mauvaises odeurs.
- **Brasser** au moins une fois par jour jusqu'à la fin de la fermentation.
- Lorsqu'on ne voit plus de bulles à la surface, **la fermentation est terminée.**

La température joue un rôle important dans la rapidité du processus. Celui-ci peut prendre entre quelques jours s'il fait chaud et 2 voire 3 semaines s'il fait frais (pas de fermentation possible à moins de 10°). Quant aux températures au-dessus de 30°, elles nuisent à la qualité du produit fini.

- filtrer le purin. Pour une meilleure conservation dans le temps un filtrage fin sera nécessaire.
- Répartir ensuite le purin dans les bidons opaques et stockez-les au frais (12°) et à l'abri de la lumière. Le produit pourra ainsi se conserver environ 1 an. (Figure 07)



*Figure 7: Brassage de la solution de l'ortie*

### 2.2.3 Distillation des Margines et purin d'ortie

La mise au point d'un protocole efficace pour la distillation est une étape cruciale dans la transformation de ces produits agricole en une précieuse ressource pour la formulation de bio-pesticides. C'est un processus méticuleux qui nécessite une connaissance approfondie de la chimie analytique et une compréhension claire des propriétés physico-chimiques des margines et du purin d'ortie.

La distillation des margines est réalisée dans un système de distillation sous vide pour prévenir la dégradation thermique des composés phénoliques. Le choix de la distillation sous vide est justifié par le fait que les composés phénoliques ont des points d'ébullition élevés, ce qui pourrait entraîner leur décomposition lors d'une distillation atmosphérique.

Les margines et purin sont placées dans la cuve de l'appareil de distillation sous vide, où une pompe à vide réduit la pression, ce qui permet une distillation à une température plus basse. L'application de la chaleur fait évaporer les composés volatils, dont les composés phénoliques, qui sont ensuite conduits dans un condenseur où ils retournent à l'état liquide. Le distillat obtenu est collecté dans un flacon de récupération.

### 2.2.4 Etude du pouvoir insecticide des margines et purin d'ortie

#### 2.2.4.1 Préparation de la gamme des volumes a utilisé

A partir des distillats de margines et purin d'ortie obtenues, nous avons choisis quatre (4) concentrations à tester. Trois répétitions ont été effectuées pour chaque volume.

### Les doses utilisées sont

- **première volume** :1000 $\mu$ l . (V1)
- **2ième volume** : **1500**  $\mu$ l. (V2)
- **3ième volume** :2000  $\mu$ l. (V3)
- **4ième volume** : **2500**  $\mu$ l. (V4)
- **Témoin** ; aucun traitement.

Les différentes solutions à base des distillats sont :

- Distillat de margine pure .
- Distillat de purin d'ortie pure.
- Mélange 50/50 de distillat de margine et distillat de purin d'ortie.

### 2.2.4.2 Test d'efficacité par contact

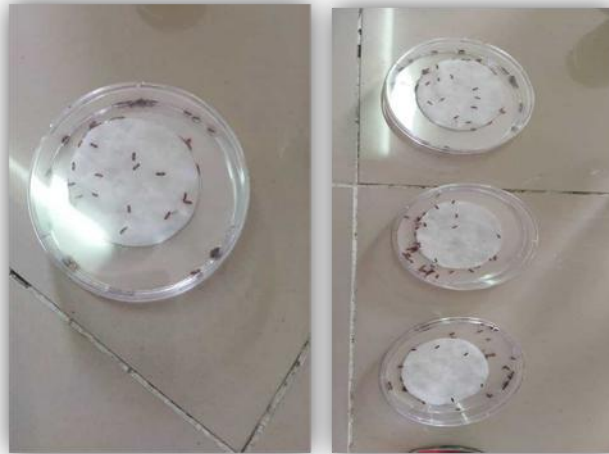
Ce teste est réalisé sur adulte du jeune âge, sur larves du dernier stade larvaire 7 a 8 semaines d'élevage, et sur des larves jeune de 3eme semaine d'élevage.

La méthode se base sur imprégnation du papier filters de diamètre de 9 cm qui sont mis dans des boites de pétries, avec les différentes doses des distillats utilises et avec les répétitions nécessaires. À l'aide d'une micropipette, une quantité de chaque solution a été uniformément répandue. Dans ce teste on a utilisé 39 boites de pétries pour chaque teste. (figure 8 et 9)

Dans chaque boite sont déposer 20 individus de l'insecte étudié.les boites de pétries sont recouverte et mise dans l'étuve. L'évaluation des mortalités se fait après 24 h, 48 h, 72 h, 96h



*Figure 8: Test insecticide sur les larves par contact*



*Figure 9: Test insecticide sur les adultes par contact*

### 2.2.4.3 Test d'efficacité par ingestion sur adulte du *T.confusum*

Ce teste est réalisés sur les adultes jeunes âges de tribolium issue de l'élevage .Une quantité de 20g d'orge est mise dans chaque boite de pétries qui sont ensuite sujettes a des traitements de différents doses et différents distillats. À l'aide d'une micropipette, une quantité de chaque solution a été uniformément répartie. Avec les répétitions nécessaires on a utilisé 39 boites de pétries pour chaque teste.

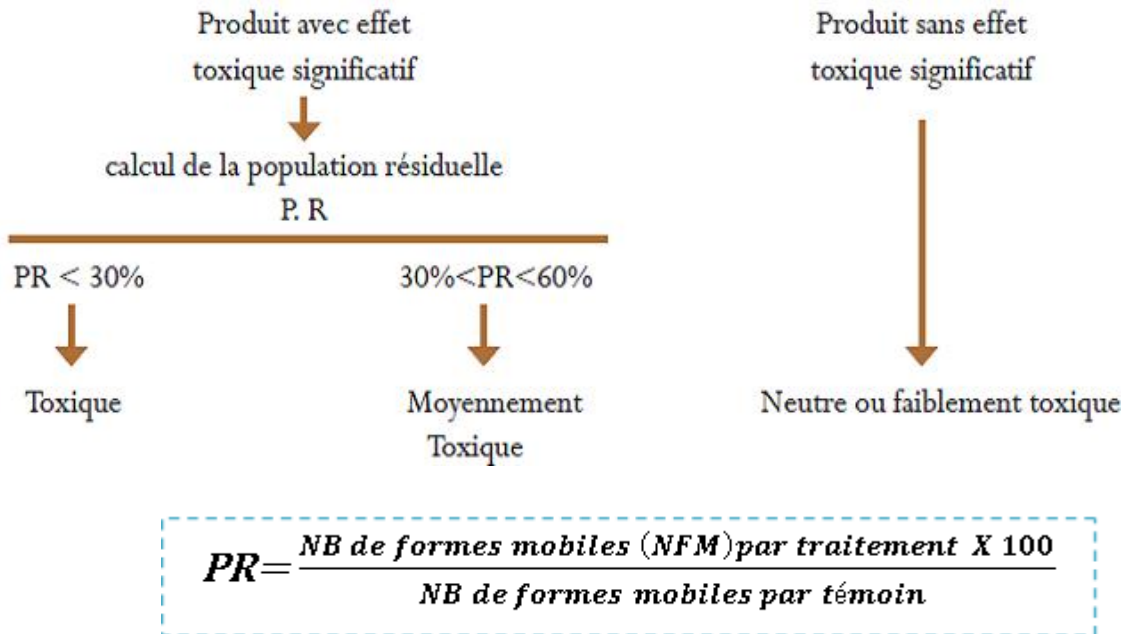
Dans chaque boite sont déposer 20 individus de l'insecte étudié.les boites de pétries sont recouverte et mise dans l'étuve. L'évaluation des mortalités se fait après 24 h, 48 h, 72 h , 96 h. (figure10)



*Figure 10: Test insecticide par ingestion*

#### 2.2.4.4 Estimation de l'activité insecticide

L'évaluation de l'effet insecticide a été réalisée par le calcul de la population résiduelle (P.R), selon le test de DUNNETT après 24h, 48h et 72h 96h pendant l'exposition aux différents traitements.



- P.R. <30% molécule toxique.
- 30% < P.R <60% molécule moyennement toxique.
- P.R > 60% molécule neutre ou faiblement toxique.

#### 2.2.4.5 Correction de la mortalité

L'efficacité d'un produit biocide est évaluée par la mortalité de l'organisme cible. Cependant, le nombre d'individus dénombrés morts dans une population traitée par un toxique n'est pas le nombre réel d'individus tués par ce toxique. Il existe en fait dans toute population traitée une mortalité naturelle qui vient s'ajouter à la mortalité provoquée par le toxique, pour cela les pourcentages de mortalité doivent être corrigés par la formule de Schneider- Orelli qui est la suivante :

$$MC = \frac{M - M_t}{100 - M_t} \times 100$$

- MC (%) : Pourcentage de mortalité corrigée

- M (%) : Pourcentage de morts dans la population traitée
- M t (%) : Pourcentage de morts dans la population témoin

### 2.2.4.6 Evaluation de l'effet répulsif des distillats

L'effet répulsif distillats à l'égard des adultes de *tribolium* .a été évalué en utilisant la méthode de la zone préférentielle sur papier filtre décrite par **McDonald & al, 1970**, Ainsi, les disques de papier filtre de 9 centimètre de diamètre utilisés à cet effet ont été divisés en deux parties égales. Quatre teneurs différentes de chaque distillat ont été préparées À l'aide d'une micropipette, une quantité de chaque solution a été uniformément répandue sur une moitié de disque, tandis que l'autre moitié a reçu uniquement de l'acétone. Après évaporation complète du solvant, les deux moitiés de disque ont été ressoudées au moyen d'une bande adhésive. Le disque de papier filtre ainsi reconstitué a été placé dans une boîte de Pétri de 9cm de diamètre.

Un lot de 15 insectes adultes jeunes ont été placé au centre de chaque disque de papier dans les boîtes de Pétri .Au bout de 2 heures, on a relevé le nombre d'insectes présents sur la partie de disque traitée par le distillat (Nt) et le nombre de ceux présents sur la partie traitée uniquement à l'acétone (Nc). Le pourcentage de répulsion (PR) a été calculé en utilisant la formule suivante :

$$PR = [Nc - Nt / Nc + Nt] \times 100$$

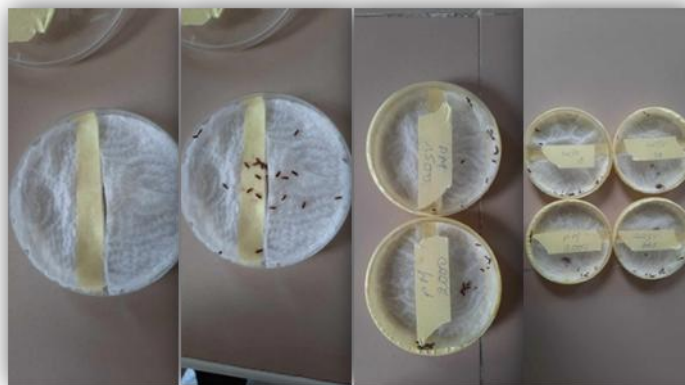
**NC** : le nombre d'insectes présents sur la partie de disque traité uniquement de l'acétone.

**NT** : le nombre d'insectes présents sur la partie traité avec le distillat.

Selon le classement proposé par Mc Donald et ses collaborateurs (**Tapondjou et al., 2003**) le pourcentage de répulsion moyen est réparti suivant six classes, la classe 0 étant celle qui contient moins de 0,1% de répulsion. Ceci est résumé comme suit :

## MATERIEL ET METHODES

Classe	Intervalle de répulsion	Propriété de la substance traitée
Classe 0	PR<0,1%	Non répulsive
Classe 1	10_20%	Très faiblement répulsive
Classe 2	20_40%	Faiblement répulsive
Classe 3	40_60%	Modérément répulsive
Classe 4	60_80%	Répulsive
Classe 5	80_100%	Très répulsive



*Figure 11: Test de l'effet répulsif*

### 2.2.4.7 Teste de germination

Les graines d'orge utilisés pour le teste d'ingestion vont subir un autre teste de germination pendant 7 jours pour évaluer l'effet des distillats utiliser sur la germination ainsi sur la croissance des plantules.

Après le premier traitement les boites de pétries dont les graines de l'orge sont mises a températures ambiante du laboratoire, et sont bien humidifier chaque jour par pulvérisation d'eau .le couvercle des boite de pétries est enlever dès le début de germination.



*Figure 12: Test de germination*

### 3 Résultats et discussion

#### 3.1 Résultats

##### 3.1.1 Evaluation de l'effet insecticide

###### 3.1.1.1.Effet insecticide de contacte et d'ingestion Sur *Tribolium* adulte

Ces deux tests ont été réalisés plusieurs fois, avec des répétitions, mais les résultats été toujours nul avec aucune mortalité.

On a constaté à la fin que ni les margines, ni le purin d'ortie, ni leurs mélange ayant un effet insecticide envers l'adulte du *Tribolium confusum* malgré les volumes différents utilises. Le facteur temps aussi n'avait aucune influence.

Les distillats des margines et du purin d'ortie n'ont pas un effet insecticide ni de contacte ni d'ingestion vis-à-vis l'adulte du *Tribolium confusum*.

Le *Tribolium confusum* est très résistant, les margines et purin d'ortie sont sans effet toxique significatif.

###### 3.1.1.2 Effet larvicide de contact sur larves du *Tribolium* du dernier stade

###### 3.1.1.2.1 Effet larvicide de la margine sur les larves du dernier stade

Le distillat de margine n'a donné aucune activité insecticide pour les volumes V1, V2 et V3 mais pour le V4 **1.65%** des larves été mortes.

**Tableau 7: Effet larvicide de margine sur les larves du dernier stade**

	V1	V2	V3	V4
Mortes	0%	0%	0%	1,65%
Vivantes	100%	100%	100%	98%

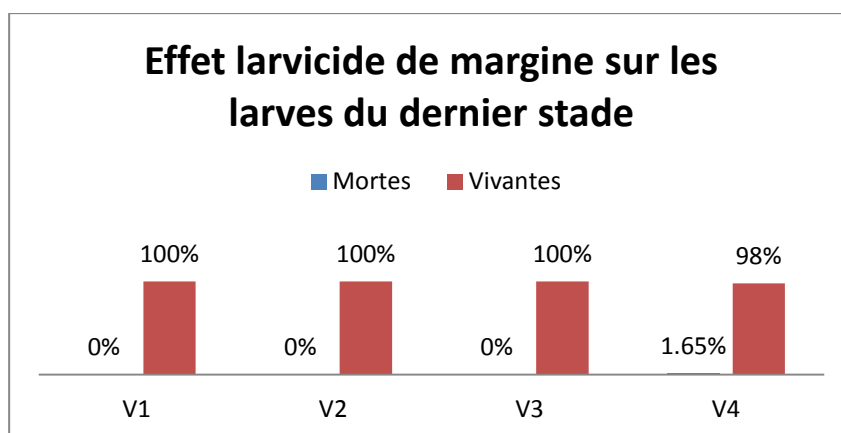


Figure 13: Effet larvicide de margine sur les larves du dernier stade

### 3.1.1.2.2. Effet larvicide du purin d'ortie sur les larves du dernier stade

Le purin d'ortie n'a donné aucune activité insecticide pour les volumes V1 et V2 mais pour le V3 et V4 on constate que 1.65% des larves étaient mortes.

Tableau 8: Effet larvicide du purin d'ortie sur les larves du dernier stade

	V1	V2	V3	V4
Mortes	0%	0%	1,65%	1,65%
Vivantes	100%	100%	98%	98%

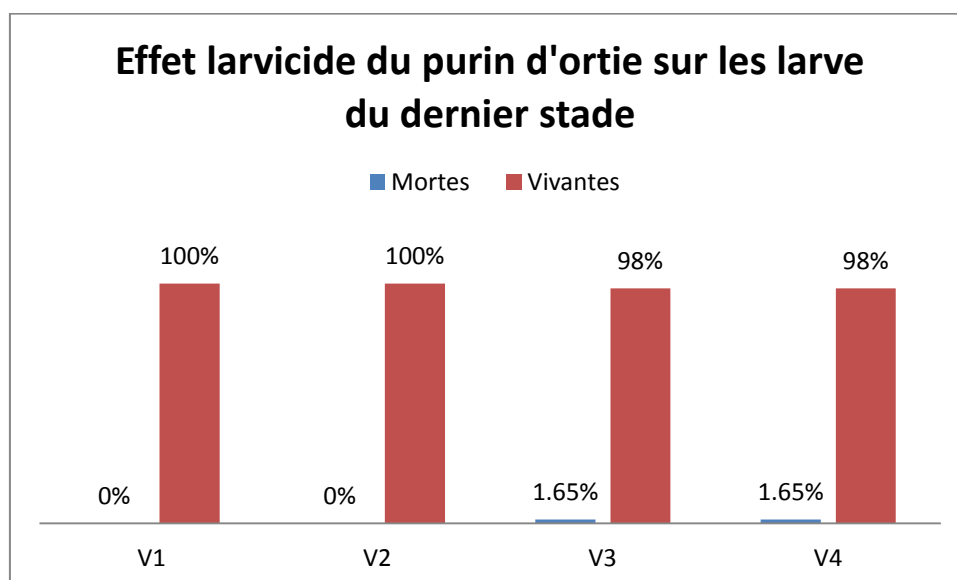


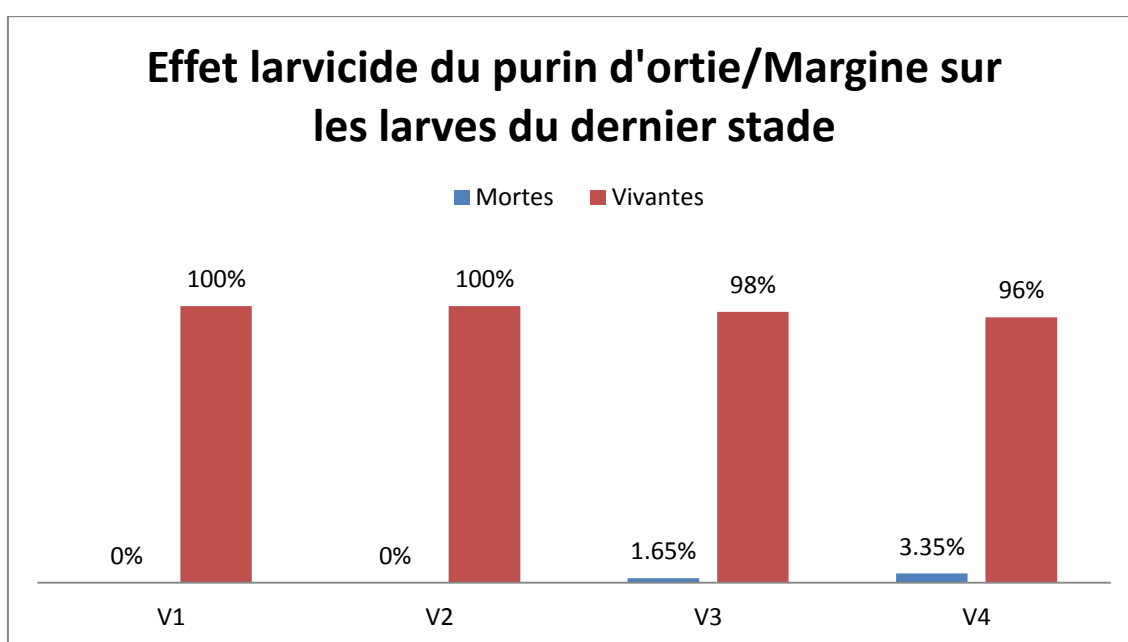
Figure 14: Effet larvicide du purin d'ortie sur les larves du dernier stade

### 3.1.1.2.3 Effet larvicide du mélange Margine/ purin d'ortie sur les larves du dernier stade

Le mélange des margine et purin d'ortie n'a donné aucune activité insecticide pour les volumes V1 et V2 mais pour le V3 et V4 on remarque une mortalité de **1.65%**, **3.35%** successivement.

**Tableau 9: Effet larvicide des margines et purin d'ortie sur les larves du dernier stade**

	V1	V2	V3	V4
<b>Mortes</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>1,65%</b>	<b>3,35%</b>
<b>Vivantes</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>98%</b>	<b>96%</b>



*Figure 15: Effet larvicide des margine et purin d'ortie sur les larves du dernier*

### 3.1.1.2.4 Comparaison de l'effet insecticide des différents composés sur les larves du dernier stade

Pour les larves du dernier stade larvaire, on a remarqué que les deux distillats à (V1 et V2) n'ont pas d'effet toxique significatif.

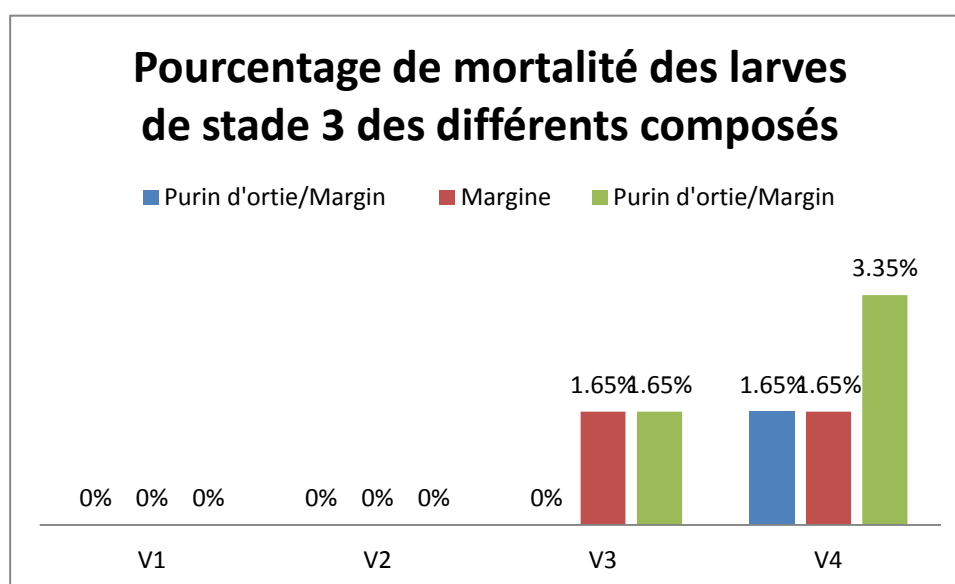
Les résultats retrouvés sont très faibles avec des pourcentages de mortalités qui ne dépassent pas les **3.35%**.

## RESULTATS ET DISCUSSION

Les mortalités varient entre 1.65 et 3.35 % pour les volumes de 2000 µl et 2500 µl des deux distillats, ce taux est vraiment **très insignifiant**.

**Tableau 10: comparaison de l'effet insecticide des différents composés sur les larves du dernier stade**

	V1	V2	V3	V4
<b>Purin d'ortie/Margin</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>1,65%</b>
<b>Margine</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>1,65%</b>	<b>1,65%</b>
<b>Purin d'ortie/Margin</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>1,65%</b>	<b>3,35%</b>



*Figure 16: comparaison de l'effet larvicide des différents composés sur les larves du dernier stade*

### 3.1.1.3 Effet larvicide de contact sur larves de 3eme semaine

#### 3.1.1.3.1 Effet larvicide de la margine sur les larves de 3eme semaine

Contrairement aux individus adultes et les larves du dernier stade, l'extrait de margine était efficace contre les larves de 3eme semaine d'élevage pour les 4 volumes avec une mortalité allant de 3.35% à 13.35%.

**Tableau 11: Effet larvicide de la margine sur les larves de 3eme semaine**

	V1	V2	V3	V4
<b>Mortes</b>	<b>3,35%</b>	<b>5%</b>	<b>13,35%</b>	<b>13,35%</b>
<b>Vivantes</b>	<b>96,65%</b>	<b>95,0%</b>	<b>86,65%</b>	<b>86,65%</b>

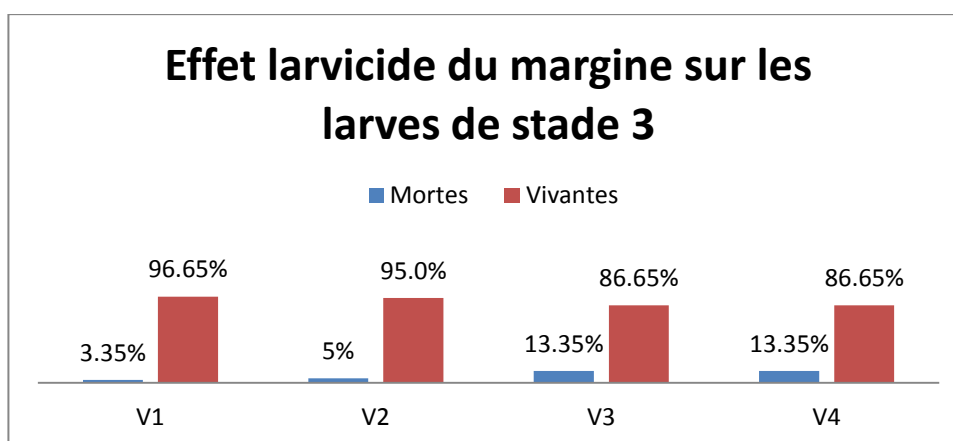


Figure 17: Effet larvicide de la margine sur les larves de 3eme semaine

### 3.1.1.3.2 Effet larvicide du purin d'ortie sur les larves de 3eme semaine

Contrairement aux individus adultes et les larves du dernier stade, le purin d'ortie était efficace contre les larves de 3eme semaine d'élevage pour les 4 volumes avec une mortalité allant de **5% à 11.65%**.

Tableau 12: Effet larvicide du purin d'ortie sur les larves de 3eme semaine

	V1	V2	V3	V4
<b>Mortes</b>	5%	5%	3,35%	11,65%
<b>Vivantes</b>	95%	95%	96,65%	88,35%

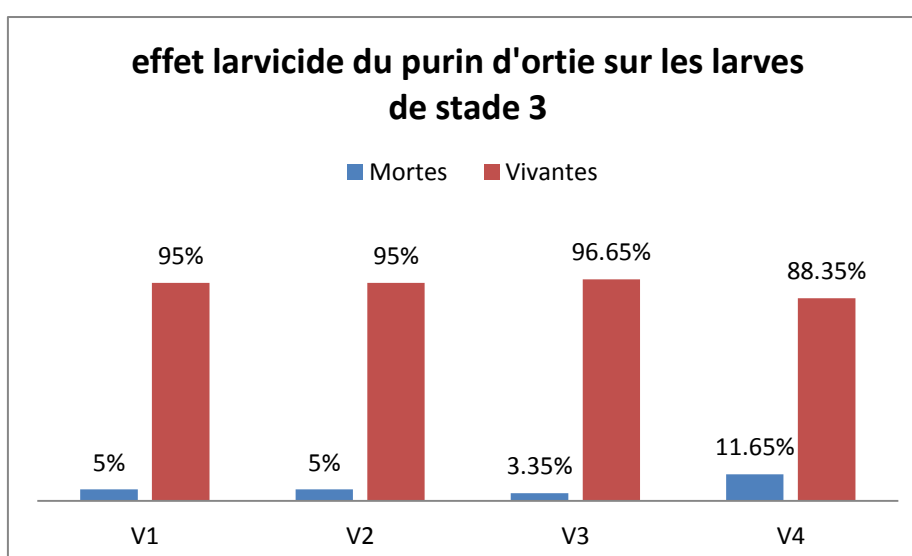


Figure 18: Effet larvicide du purin d'ortie sur les larves de 3 eme semaine

### 3.1.1.3.3 Effet larvicide du margine et purin d'ortie sur les larves de 3eme semaine

Contrairement aux individus adultes et les larves du dernier stade, le purin d'ortie avec margines était efficace contre les larves de 3eme semaine d'élevage pour les 4 volumes avec une mortalité allant de 1,65% à 15%.

Tableau 13: Effet larvicide de la margine et purin d'ortie sur les larves de 3eme semaine

	V1	V2	V3	V4
Mortes	0%	1,65%	10%	15%
Vivantes	100%	98,35%	90%	85%

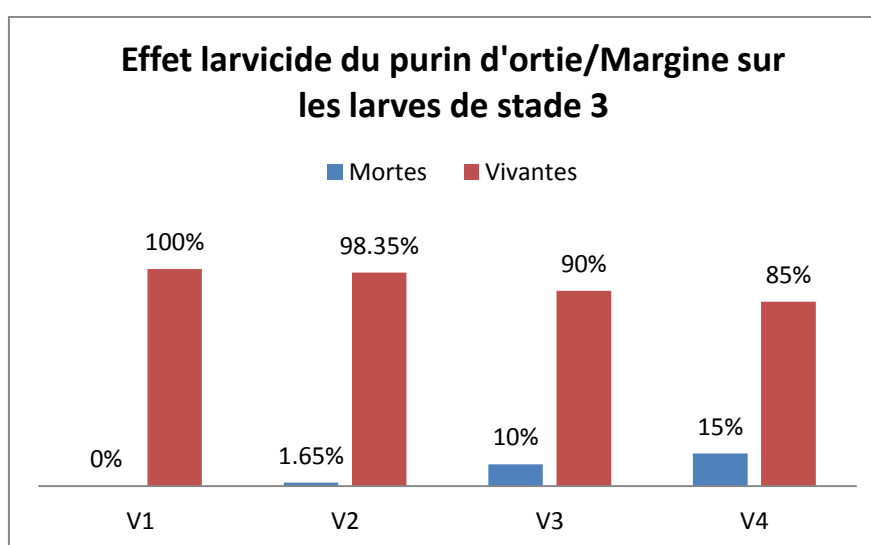


Figure 19: Effet larvicide de la margine et purin d'ortie sur les larves de 3eme semaine

### 3.1.1.3.4 Pourcentage de mortalité des larves de 3eme semaine des différents composés

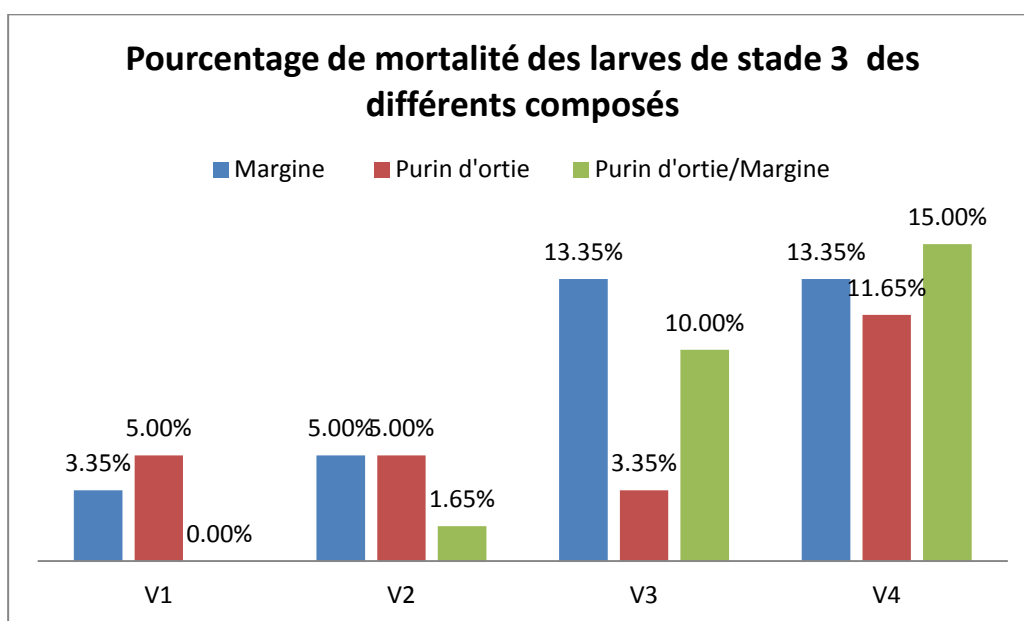
L'histogramme montre que les larves de la 3eme semaine d'élevage L3 et L4 présentent une sensibilité aux distillats selon le volume utilisé surtout pour le distillat de margine seul ainsi associé au purin d'ortie.

L'efficacité du produit au stade jeune larves avec une rémanence de 96 heures est un résultat intéressant qui peut être utilisé afin d'interrompre le cycle de développement de l'insecte.

Les taux de mortalités obtenus ne dépassent pas les 15 %, elles sont de maximum de 13.35% , 11.65 % et 15% respectivement pour les volumes élevés de 2500 µl des distillats de margine , purin d'ortie et le mélange des deux distillats. Le taux de mortalité est plus élevé avec l'interaction des deux distillats.

**Tableau 14: Pourcentage de mortalité des larves de 3eme semaine des différents composés**

	V1	V2	V3	V4
<b>Margine</b>	3,35%	5,00%	13,35%	13,35%
<b>Purin d'ortie</b>	5,00%	5,00%	3,35%	11,65%
<b>Purin d'ortie/Margine</b>	0,00%	1,65%	10,00%	15,00%



*Figure 20: Pourcentage de mortalité des larves de 3eme semaine des différents composés*

### 3.1.2 Evaluation de l'effet répulsif

#### 3.1.2.1 Effet répulsif de la margine

L'histogramme montre un effet répulsif a 1000,1500, 2000 µl et tres répulsif a 2500 µl ce qui explique que le distillat des margines recèle une matière actif polyphénolique qui a permis ce résultat, parmi ces composés on peut trouver le tyrosol, hydroxytyrosol, vanilline, acide vanillique, acide coumarique et des methylphenol.

**Tableau 15: L'effet répulsif de la margine**

	V1000	V1500	V2000	V2500
<b>Margine</b>	60%	80%	80%	80%

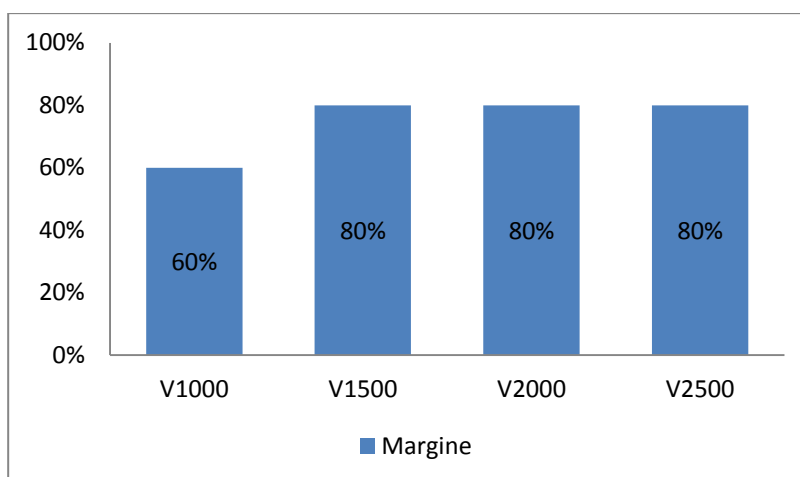


Figure 21: L'effet répulsif de la margine

### 3.1.2.2 Effet répulsif du purin d'ortie

Le purin d'ortie est très répulsif, il est de 90% pour les volumes de 2000,2500  $\mu$ l. L'histogramme montre bien que le purin d'ortie est très répulsif Selon le classement proposé par Mc Donald et ses collaborateurs, et il est répulsif aux volumes 1000 et 1500  $\mu$ l.cet effet pour autant qu'il se reproduise s'avère très intéressant pour la protection des denrées stockes .nos recherches montre que ça sera pour la première fois sur le *tribolium* que cet effet est prouvé.

Tableau 16: L'effet répulsif du purin d'ortie

	V1000	V1500	V2000	V2500
<b>Purin d'ortie</b>	70%	75%	90%	90%

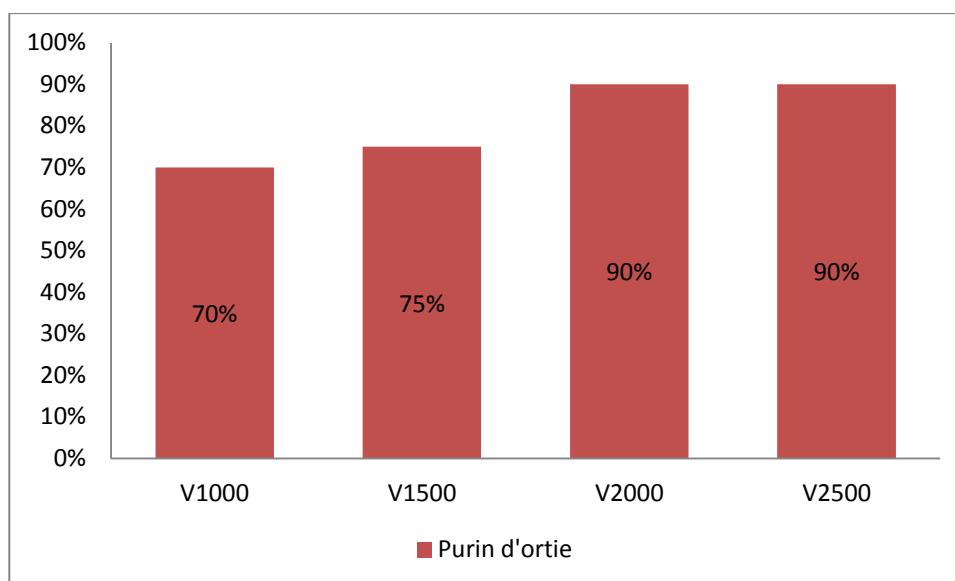


Figure 22: Effet répulsif du purin d'ortie

### 3.1.2.3 Effet répulsif de margine et purin d'ortie

Pour le mélange du distillat margine et purin d'ortie 50/50 ont montre un effet répulsif a 80 % pour le volume 1000 µl, et très répulsif pour les volumes 1500,2000,2500 µl dont elle a atteint les 95%.

Tableau 17 : Effet répulsif de Mrgine et purin d'ortie

	V1000	V1500	V2000	V2500
Purin d'ortie/Margine	80%	90%	90%	95%

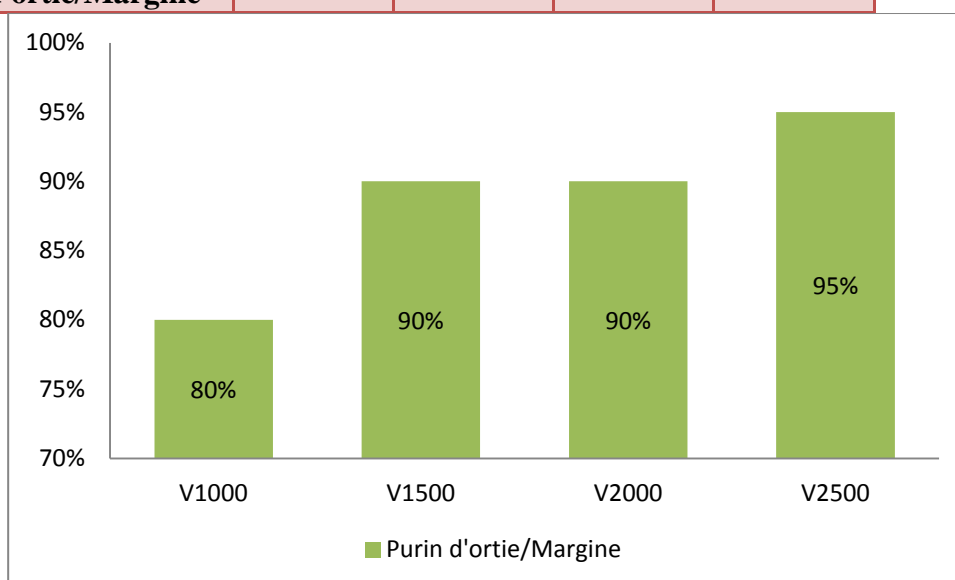


Figure 23: L'effet répulsif de margine et purin d'ortie

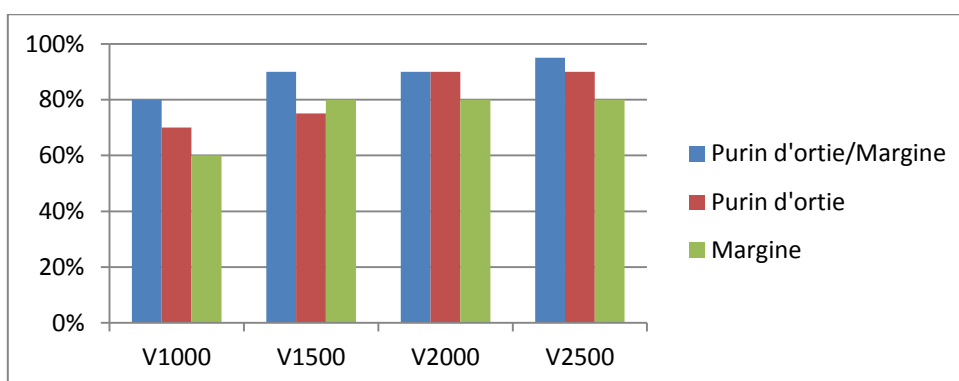
### 3.1.2.4 Comparaison de l'effet répulsif entre les différents composés

L'effet synergique est vraiment intéressant à signaler pour la suite de cette recherche en effet l'association des polyphénols des deux matières actives se sont additionne.

A noter aussi que le purin d'ortie a un effet répulsif plus manifestant que les margines.

**Tableau 18: Comparaison de l'effet répulsif des différents composés**

	V1000	V1500	V2000	V2500
<b>Purin d'ortie/Margine</b>	80%	90%	90%	95%
<b>Purin d'ortie</b>	70%	75%	90%	90%
<b>Margine</b>	60%	80%	80%	80%



*Figure 24: Comparaison de l'effet répulsif entre les différents composés*

### 3.1.3 Evaluation de l'effet germinatif et de la croissance :

Les 3 distillats n'ont montré aucune toxicité pour les graines, elles n'ont pas entravé la germination bien au contraire nos molécules montrent un effet germinatif significatif des graines d'orge, le pouvoir germinatif était à 100%.

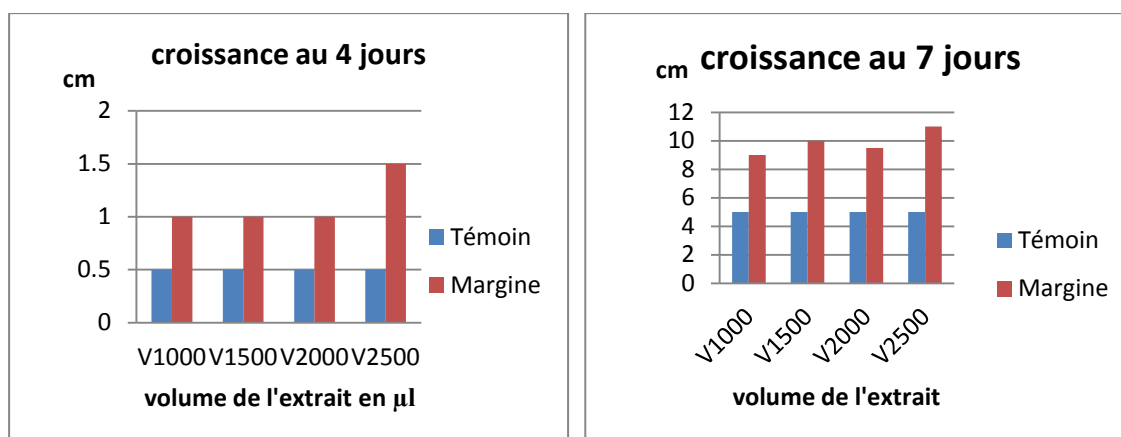
#### 3.1.3.1 Evaluation de la croissance avec margine :

Des élongations allant jusqu'à 12 cm pendant seulement 7 jours étaient vraiment un très bon résultat, donc les molécules de margines n'avaient pas d'effet néfaste vis-à-vis de la croissance.

**Tableau 19: Evaluation de la croissance avec margine**

J4	V1	V2	V3	V4	J7	V1000	V1500	V2000	V2500
<b>Témoin</b>	0,5	0,5	0,5	0,5	<b>Témoi</b>	5	5	5	5
<b>Margine</b>	1	1	1	1,5	<b>n</b>				
					<b>Margine</b>	9	10	9,5	11

## RESULTATS ET DISCUSSION



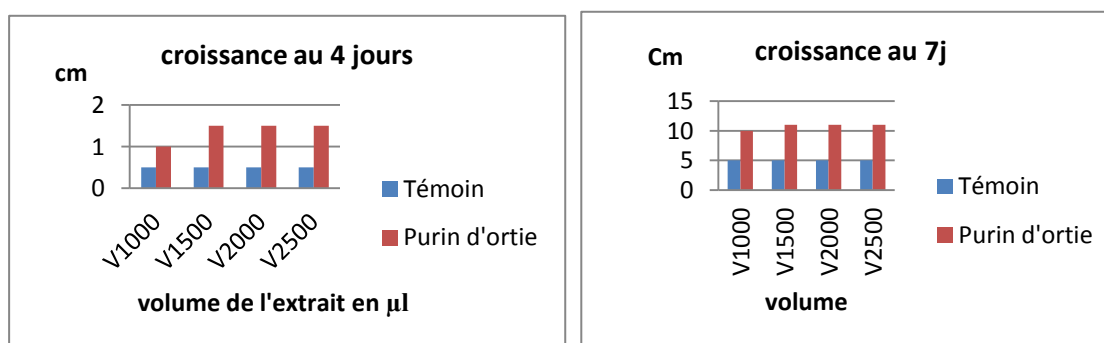
*Figure : Evaluation de la croissance avec margine*

### 3.1.3.2 Evaluation de la croissance avec purin d'ortie :

Des élongations allant jusqu'à 11 cm pendant seulement 7 jours était vraiment un très bon résultat, donc les molécules de purin d'ortie avait un effet positif envers la germination.

**Tableau 20: Evaluation de la croissance avec purin d'ortie**

j4	V1000	V1500	V2000	V2500	j7	V1000	V1500	V2000	V2500
<b>Témoin</b>	0,5	0,5	0,5	0,5	<b>Témoin</b>	5	5	5	5
<b>Purin d'ortie</b>	1	1,5	1,5	1,5	<b>Purin d'ortie</b>	10	11	11	11



### 3.1.3.3 Evaluation de la croissance avec margine et purin d'ortie

Des élongations allant jusqu'à 12 cm pendant seulement 7 jours était vraiment un très bon résultat, la croissance végétative était favorise par les molécules actives des deux produits.

**Tableau 21: Evaluation de la croissance avec margine et purin d'ortie**

j7	V1	V2	V3	V4
<b>Témoin</b>	5	5	5	5
<b>Purin d'ortie/Margine</b>	11	10	12	12

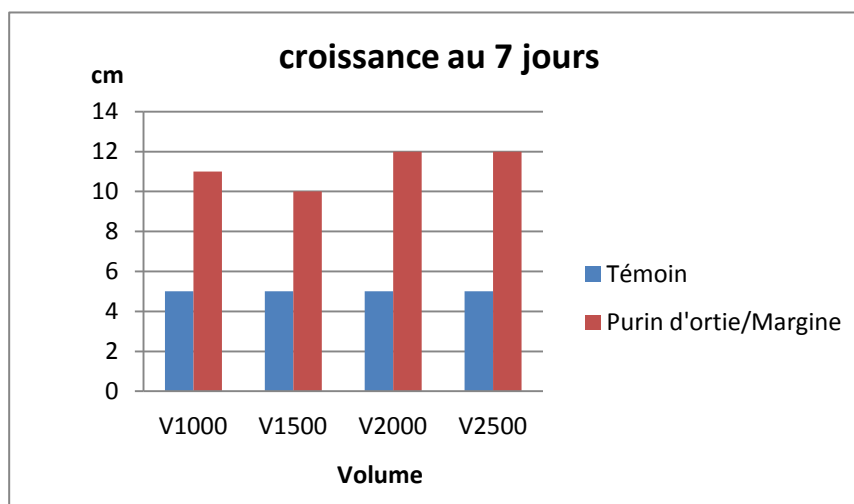


Figure 25: Evaluation de la croissance avec margine et purin d'ortie

### 3.1.3.4 Comparaison de l'effet sur la germination et la croissance des différents composés

La germination été presque 100 % pour toutes les graine, du aussi a la faculté germinative de la graine, les graines était aussi saines.

D'un autre cote, même si on a irriguer avec l'eau du robinet , la croissance des plantules était un peu différente , car par la mesure de la hauteur des plantules , on a remarque que les graine traiter avec de la margine et purin d'ortie étais de croissance plus rapide que le témoin non traite .

Des élongations allant jusqu'à 12 cm pendant seulement 7 jours étais vraiment un très bon résultat, donc les molécules de margines ainsi que le purin n'avait pas d'effet néfaste vis-à-vis de la germination mais bien au contraire on avait des résultats beaucoup plus intéressant que les témoins ; aussi le purin avait des résultats meilleurs que celle des margine ainsi l'interaction.

Tableau 22: Comparaison de l'effet sur la croissance

	V1	V2	V3	V4
<b>Témoin</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
<b>Margine</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>9,5</b>	<b>10</b>
<b>Purin d'ortie</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
<b>Purin d'ortie/Margine</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>12</b>

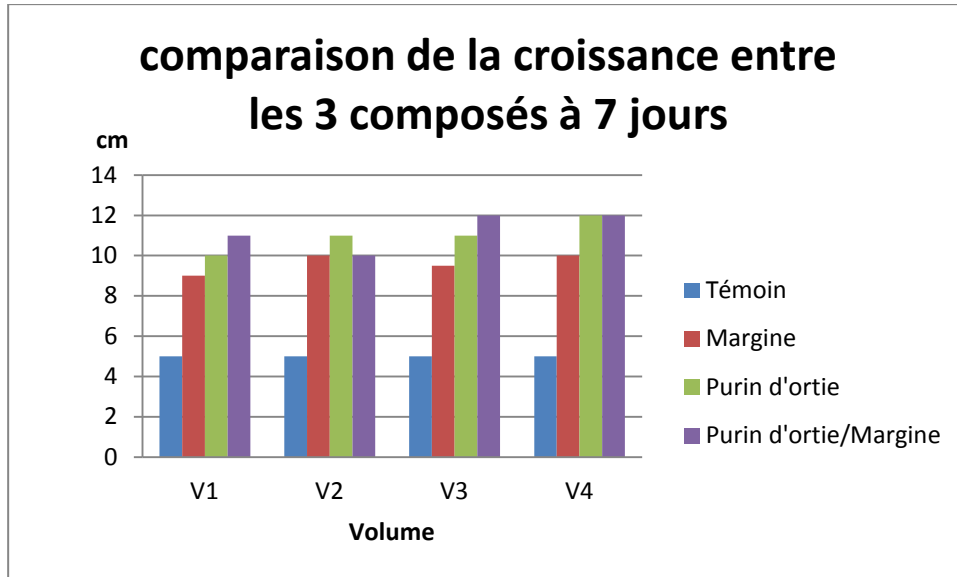


Figure 26: Comparaison de l'effet sur la croissance

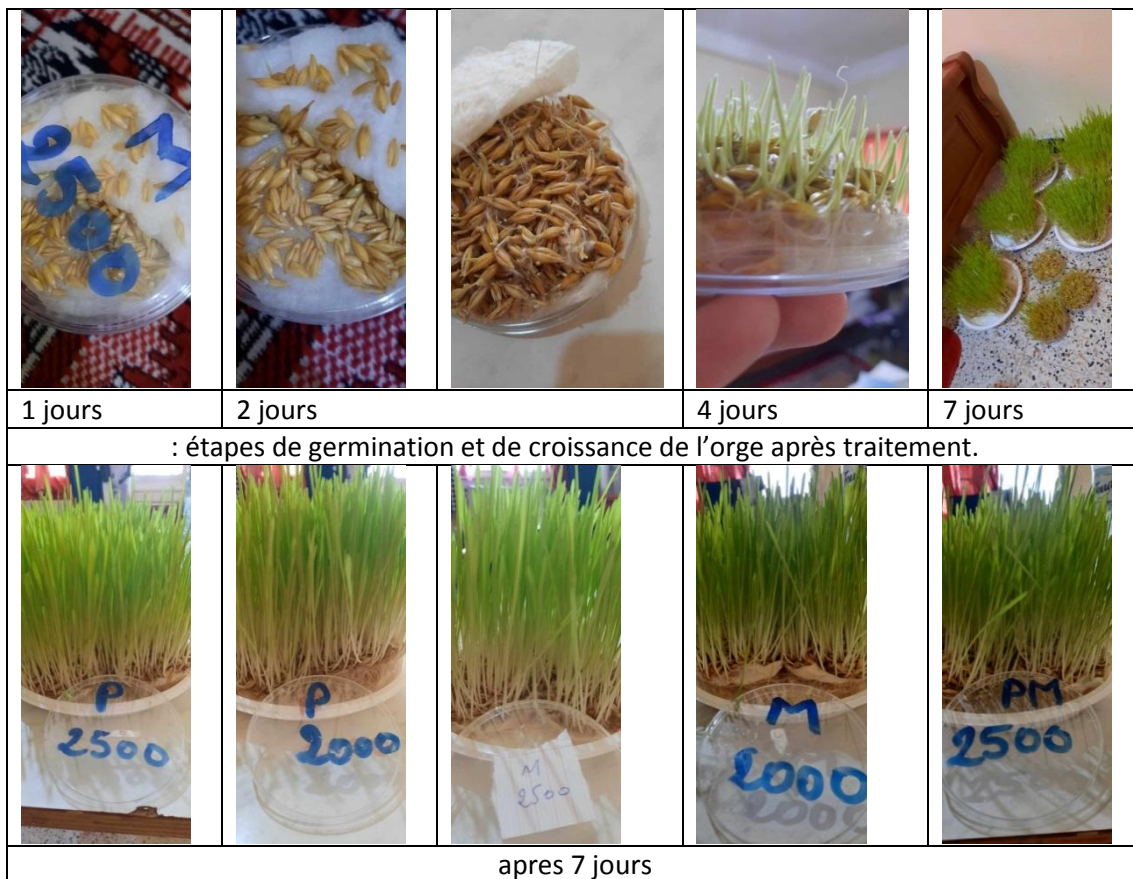


Figure 27: représent l'évolution de la croissance

### DISCUSSION

D'après notre travail mené sur le *Tribolium castaneum* adulte et ses larves du dernier stade larvaire, nos résultats ont montré une résistance remarquable de cet insecte aux différents traitements appliqués. Que ce soit par ingestion ou par contact, les distillats des margines, du purin d'ortie, leurs mélanges n'ont montré aucune efficacité insecticide contre le *Tribolium* adulte. Cette résistance intrinsèque du *Tribolium* aux substances testées soulève des questions sur les mécanismes de défense de cet insecte et sur la pertinence de ces substances en tant qu'insecticides. En revanche les larves de troisième semaine de développement en particulier les stades L3 et L4 ont montré une sensibilité notable surtout face au distillat de margine que ce soit seul ou associé au purin d'ortie. Bien que les taux de mortalité soient relativement faibles (ne dépassant pas 15 %), cela suggère que le ciblage de stades spécifiques peut être crucial dans la gestion des ravageurs.

L'essai répulsif a révélé que le purin d'ortie possède un fort potentiel répulsif qui égale à 90% pour un volume de 2000 et 2500 µl, dépassant même l'efficacité des margines. Ceci est particulièrement intéressant car cela indique que le purin d'ortie pourrait être utilisé comme une alternative potentielle pour la protection des denrées stockées contre le *Tribolium castaneum*. L'effet synergique observé entre les margines et le purin d'ortie est également prometteur pour les futures applications.

La littérature existante sur les margines souligne leur efficacité contre d'autres ravageurs, comme le psylle de l'olivier (Larif et al., 2013), la mouche méditerranéenne (Vincenzo Di Ilio<sup>1,2</sup> & Massimo Cristofaro<sup>1</sup>, 2020) et le *Potosia opaca* du palmier dattier (Abdelilah Meddich et al.). La présence d'hydroxytyrosol et d'autres composés polyphénoliques dans les margines pourrait expliquer leur activité insecticide.

En ce qui concerne le purin d'ortie, les études montrent qu'il possède des propriétés insecticides, en particulier contre les larves de moustique de quatrième stade (L4) *Culex pipiens* (S.Touball et al., 2019). La combinaison d'ortie avec d'autres agents, comme l'ail, a également montré des effets prometteurs, ces résultats concordant avec ceux que nous avons eus dans notre expérience sur les larves de troisième semaine en particulier les stades L3 et L4 du ravageur *Tribolium castaneum* traité par le purin d'ortie et margine.

En outre, la mouche méditerranéenne, un ravageur majeur en Méditerranée, est actuellement traitée principalement avec des pyréthrinoïdes. Il serait intéressant d'explorer si les margines

## RESULTATS ET DISCUSSION

---

ou d'autres substances naturelles pourraient offrir une alternative viable aux insecticides traditionnels pour ce ravageur.

En ce qui concerne nos résultats sur la germination, il est rassurant de constater que ni les margines ni le purin d'ortie n'ont eu d'effet néfaste sur la capacité germinative des graines d'orge. De plus, il semble que ces produits pourraient même favoriser la croissance des plantules, suggérant un potentiel pour leur utilisation dans la promotion de la santé des plantes.

D'autre étude sur la conservation des semences d'une infestation de *Bruchinae* montre que l'extrait d'ortie est plus efficace dans la protection des semences avec un taux d'infestation de seulement 4%. En comparaison 27.5% des graines exposées à l'extrait d'ail ont été infestées. Le taux de germination des graines est de 2.38% pour l'extrait d'ortie et de 1.19% pour l'extrait d'ail. (González-Macedo et al, 2021)

### CONCLUSION

Le monde agricole est continuellement à la recherche de méthodes plus écologiques pour gérer les nuisibles qui affectent nos cultures. Cette recherche d'un bio pesticide à base de margine et de purin d'ortie visait à explorer cette avenue pour la régulation de l'insecte ravageur (*Tribolium*). Si nos expériences ont montré que la mortalité des adultes du nouvel âge de cet insecte était nulle, nous ne devons pas négliger le résultat significatif obtenu sur les larves de troisième semaine. En effet, le bio pesticide a manifesté un effet larvicide notable.

De plus, une observation intrigante a été mise en avant : les larves de stade 8 ont tendance à se métamorphoser rapidement en phase néphale lorsqu'elles sont exposées à notre bio pesticide. Cette influence sur la métamorphose des larves suggère que le produit pourrait effectivement perturber le cycle de développement de (*Tribolium*).

Dans une perspective plus large, l'utilisation de la margine et du purin d'ortie comme bio pesticide offre une alternative séduisante pour l'agriculture biologique. En stoppant le cycle du ravageur, cette solution pourrait limiter la propagation de l'insecte tout en respectant l'environnement et les réglementations de l'agriculture biologique.

Cependant, devant les résultats mitigés de nos tests, il semble pertinent d'explorer d'autres applications de la margine et du purin d'ortie. Par exemple, la germination des graines d'orge par la margine et le purin d'ortie pourrait ouvrir la voie à la production de fourrage pour l'alimentation animale, offrant ainsi une valorisation supplémentaire de ces ressources.

En somme, si notre bio pesticide ne s'est pas avéré totalement efficace contre les adultes de (*Tribolium*), son potentiel en tant que larvicide, ainsi que d'autres applications potentielles, le place comme un outil prometteur pour l'agriculture de demain. Il est essentiel de poursuivre la recherche et l'exploration de ces solutions écologiques pour répondre aux défis actuels de la production agricole.

## REFERENCES

- Adhoum, N., & Monser, L. (2004). Decolourization and removal of phenolic compounds from olive mill wastewater by electrocoagulation. *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*, 43(10), 1281- 1287. <https://doi.org/10.1016/j.cep.2003.12.001>
- Aggoun, M., Arhab, R., Cornu, A., Portelli, J., Barkat, M., & Graulet, B. (2016). Olive mill wastewater microconstituents composition according to olive variety and extraction process. *Food chemistry*, 209, 72- 80.
- Ahmed, P. M., Fernández, P. M., Castellanos, L. I., & Pajot, H. F. (2019). *Exploitation alternatives of olive mill wastewater : Production of value-added compounds useful for industry and agriculture*. <https://doi.org/10.18331/BRJ2019.6.2.4>
- Akbay, P., Basaran, A. A., Undeger, U., & Basaran, N. (2003). In vitro immunomodulatory activity of flavonoid glycosides from *Urtica dioica* L. *Phytotherapy Research: PTR*, 17(1), 34- 37. <https://doi.org/10.1002/ptr.1068>
- Aktar, Md. W., Sengupta, D., & Chowdhury, A. (2009). Impact of pesticides use in agriculture : Their benefits and hazards. *Interdisciplinary Toxicology*, 2(1), Article 1. <https://doi.org/10.2478/v10102-009-0001-7>
- Ansari, M. S., Moraiet, M. A., & Ahmad, S. (2014). Insecticides : Impact on the Environment and Human Health. In A. Malik, E. Grohmann, & R. Akhtar (Éds.), *Environmental Deterioration and Human Health : Natural and anthropogenic determinants* (p. 99- 123). Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-7890-0\\_6](https://doi.org/10.1007/978-94-007-7890-0_6)
- ANSES. (2022). *Encadrement des pesticides en agriculture*. Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. <https://www.anses.fr/fr/content/encadrement-des-pesticides-en-agriculture>
- Belabbes, M. (2020). *Composition chimique et propriétés biologiques des polyphénols de l'ortie (Urtica dioica L.)* [Thesis, Université de Mostaganem]. <http://e-biblio.univ-mosta.dz/handle/123456789/17918>

- Bressan, M., Liberatore, L., d'Alessandro, N., Tonucci, L., Belli, C., & Ranalli, G. (2004). Improved Combined Chemical and Biological Treatments of Olive Oil Mill Wastewaters. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(5), 1228- 1233. <https://doi.org/10.1021/jf035128p>
- Brown, A. E., & Ingianni, E. (2013). *Mode of Action of Insecticides and Related Pest Control Chemicals for Production Agriculture, Ornamentals, and Turf*.
- Cayuela, M. L., Millner, P. D., Meyer, S. L. F., & Roig, A. (2008). Potential of olive mill waste and compost as biobased pesticides against weeds, fungi, and nematodes. *Science of The Total Environment*, 399(1), 11- 18. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2008.03.031>
- Chakraborty, N., Mitra, R., Pal, S., Ganguly, R., Acharya, K., Minkina, T., Sarkar, A., & Keswani, C. (2023). Biopesticide Consumption in India : Insights into the Current Trends. *Agriculture*, 13(3), Article 3. <https://doi.org/10.3390/agriculture13030557>
- Chandler, D., Bailey, A. S., Tatchell, G. M., Davidson, G., Greaves, J., & Grant, W. P. (2011). The development, regulation and use of biopesticides for integrated pest management. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 366(1573), Article 1573. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0390>
- COI,2008. (s. d.). Consulté 8 septembre 2023, à l'adresse <https://www.internationaloliveoil.org/wp-content/uploads/2022/05/COI-T15-NC-R%C3%A9v.-3-Novembre-2008-Fr.pdf>
- Delahaye, J. (2015). *Utilisations de l'ortie- Urtica dioïca L.*
- Deravel, J., Krier, F., & Jacques, P. (2014). Les biopesticides, compléments et alternatives aux produits phytosanitaires chimiques (synthèse bibliographique). *BASE*. <https://popups.uliege.be/1780-4507/index.php?id=11072>
- Dermeche, S., Nadour, M., Larroche, C., Moulti-Mati, F., & Michaud, P. (2013). Olive mill wastes : Biochemical characterizations and valorization strategies. *Process Biochemistry*, 48(10), 1532- 1552. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2013.07.010>
- Di Ilio, V., & Cristofaro, M. (2021). Polyphenolic extracts from the olive mill wastewater as a source of biopesticides and their effects on the life cycle of the Mediterranean fruit fly *Ceratitis*

- capitata (Diptera, Tephritidae). *International Journal of Tropical Insect Science*, 41(1), Article 1. <https://doi.org/10.1007/s42690-020-00224-6>
- Doble, M., & Kumar, A. (2005). CHAPTER 8—Biodegradation of Pesticides. In M. Doble & A. Kumar (Éds.), *Biotreatment of Industrial Effluents* (p. 89- 100). Butterworth-Heinemann. <https://doi.org/10.1016/B978-075067838-4/50009-9>
- El-Abbassi, A., Saadaoui, N., Kiai, H., Raiti, J., & Hafidi, A. (2017). Potential applications of olive mill wastewater as biopesticide for crops protection. *The Science of the Total Environment*, 576, 10- 21. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.10.032>
- Elboughdiri, N., Jamoussi, B., Hannachi, A., Romdhane, M., & Abderraba, A. (2007). Séparation des composés phénoliques de la margine. *Environnement, Ingénierie & Développement*, N°47- Juillet-Août-Septembre 2007, 17- 23. <https://doi.org/10.4267/dechets-sciences-techniques.1637>
- FAO. (2016). *Publication preview page | FAO | Food and Agriculture Organization of the United Nations*. FAODocuments. <https://www.fao.org/documents/card/en?details=a5347a39-c961-41bf-86a4-975cdf2fd063>
- Fattahi, S., Zabihi, E., Abedian, Z., Pourbagher, R., Motevalizadeh Ardekani, A., Mostafazadeh, A., & Akhavan-Niaki, H. (2014). Total Phenolic and Flavonoid Contents of Aqueous Extract of Stinging Nettle and In Vitro Antiproliferative Effect on Hela and BT-474 Cell Lines. *International Journal of Molecular and Cellular Medicine*, 3(2), 102- 107.
- Fenibo, E. O., Ijoma, G. N., & Matambo, T. (2021). Biopesticides in Sustainable Agriculture : A Critical Sustainable Development Driver Governed by Green Chemistry Principles. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fsufs.2021.619058>
- Fiorentino, A., Gentili, A., Isidori, M., Monaco, P., Nardelli, A., Parrella, A., & Temussi, F. (2003). Environmental Effects Caused by Olive Mill Wastewaters : Toxicity Comparison of Low-

- Molecular-Weight Phenol Components. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(4), 1005- 1009. <https://doi.org/10.1021/jf020887d>
- Galanakis, C. M. (2017). *Sustainable Management of Olive Mill Wastewater : Treatment or Valorisation? | SciTech Connect*. <https://scitechconnect.elsevier.com/sustainable-management-olive-mill-wastewater/>, <https://scitechconnect.elsevier.com/sustainable-management-olive-mill-wastewater/>
- Garmendia, A., Raigón, M. D., Marques, O., Ferriol, M., Royo, J., & Merle, H. (2018). Effects of nettle slurry (*Urtica dioica* L.) used as foliar fertilizer on potato (*Solanum tuberosum* L.) yield and plant growth. *PeerJ*, 6, e4729. <https://doi.org/10.7717/peerj.4729>
- González-Macedo, M., Cabirol, N., & Rojas-Oropeza, M. (2021). Assessment of the ancestral use of garlic (*Allium sativum*) and nettle (*Urtica dioica*) as botanical insecticides in the protection of mesquite (*Prosopis laevigata*) seeds against bruchins. *Journal of Plant Protection Research*, 61(2), 170- 175. <https://doi.org/10.24425/jppr.2021.137023>
- Guerfel, M., Ouni, Y., Taamalli, A., Boujnah, D., Stefanoudaki, E., & Zarrouk, M. (2009). Effect of location on virgin olive oils of the two main Tunisian olive cultivars. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 111, 926- 932. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200800108>
- Guil-Guerrero, J. L., Reboloso-Fuentes, M. M., & Isasa, M. E. T. (2003). Fatty acids and carotenoids from Stinging Nettle (*Urtica dioica* L.). *Journal of Food Composition and Analysis*, 16(2), 111- 119. [https://doi.org/10.1016/S0889-1575\(02\)00172-2](https://doi.org/10.1016/S0889-1575(02)00172-2)
- Gül, S., Demirci, B., Başer, K. H. C., Akpulat, H. A., & Aksu, P. (2012). Chemical composition and in vitro cytotoxic, genotoxic effects of essential oil from *Urtica dioica* L. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 88(5), 666- 671. <https://doi.org/10.1007/s00128-012-0535-9>
- Gunay, A., & Karadag, D. (2015). Recent developments in the anaerobic digestion of olive mill effluents. *Process Biochemistry*, 50(11), 1893- 1903. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2015.07.008>

- Gupta, R. C., Miller Mukherjee, I. R., Malik, J. K., Doss, R. B., Dettbarn, W.-D., & Milatovic, D. (2019). Insecticides. In *Biomarkers in Toxicology* (p. 455- 475). Elsevier.  
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814655-2.00026-8>
- INSERM. (2013). *Pesticides : Effets sur la santé · Inserm, La science pour la santé*. Inserm.  
<https://www.inserm.fr/expertise-collective/pesticides-effets-sur-sante/>
- K.c, S., Thapa, R., Lamsal, A., Ghimire, S., Kurunju, K., & Shrestha, P. (2022). Urtica Dioica : A OSTRACIZED NEGLECTED PLANT IN AGRICULTURE SERVING AS A BEST MEDICINAL AND INSECTICIDAL PROPERTY. *Tropical Agrobiodiversity (TRAB)*, 3(1), 08- 11.
- Koichi, H. (2016). Studies on the mode of action of neurotoxic insecticides. *Journal of Pesticide Science*, 41(3), Article 3. <https://doi.org/10.1584/jpestics.J16-01>
- Kregiel, D., Pawlikowska, E., & Antolak, H. (2018). Urtica spp. : Ordinary Plants with Extraordinary Properties. *Molecules : A Journal of Synthetic Chemistry and Natural Product Chemistry*, 23(7), 1664. <https://doi.org/10.3390/molecules23071664>
- Kumar, J., Ramlal, A., Mallick, D., & Mishra, V. (2021). An Overview of Some Biopesticides and Their Importance in Plant Protection for Commercial Acceptance. *Plants*, 10(6), 1185.  
<https://doi.org/10.3390/plants10061185>
- Lengai, G. M. W., Muthomi, J. W., & Mbega, E. R. (2020). Phytochemical activity and role of botanical pesticides in pest management for sustainable agricultural crop production. *Scientific African*, 7, e00239. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2019.e00239>
- MANUEL DE FORMATION SUR LES PESTICIDES - IUF. (s. d.). Consulté 8 septembre 2023, à l'adresse  
<https://fr.readkong.com/page/manuel-de-formation-sur-les-pesticides-iuf-5786120>
- Marchand, P. (2012). L'Ortie. *Alter Agri*, 111, 27- 28.
- Meddich, A., Boutasknit, A., Anli, M., Ahmed, M. A., Abbassi, A. E., Boutaj, H., Ait-El-Mokhtar, M., Boumezzough, A., Meddich, A., Boutasknit, A., Anli, M., Ahmed, M. A., Abbassi, A. E., Boutaj, H., Ait-El-Mokhtar, M., & Boumezzough, A. (2020). Use of Olive Mill Wastewaters as Bio-Insecticides for the Control of *Potosia Opaca* in Date Palm (*Phoenix*

- dactylifera L.</em>). In *Biotechnological Applications of Biomass*. IntechOpen.  
<https://doi.org/10.5772/intechopen.93537>
- Messineo, A., Maniscalco, M. P., & Volpe, R. (2020). Biomethane recovery from olive mill residues through anaerobic digestion : A review of the state of the art technology. *The Science of the Total Environment*, 703, 135508. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135508>
- Nawaz, M., Mabubu, J., & Hua, H.-X. (2016). Current status and advancement of biopesticides : Microbial and botanical pesticides. *JOURNAL OF ENTOMOLOGY AND ZOOLOGY STUDIES*, 4, 241- 246.
- Ngegba, P. M., Cui, G., Khalid, M. Z., & Zhong, G. (2022). Use of Botanical Pesticides in Agriculture as an Alternative to Synthetic Pesticides. *Agriculture*, 12(5), Article 5.  
<https://doi.org/10.3390/agriculture12050600>
- Otles, S., & Yalcin, B. (2012). Phenolic Compounds Analysis of Root, Stalk, and Leaves of Nettle. *The Scientific World Journal*, 2012, 564367. <https://doi.org/10.1100/2012/564367>
- Ouabou, E., Anouar, A., & Hilali, S. (2014). Élimination des polluants organiques présents dans la margine d'huile d'olive par filtration sur colonne d'argile et sciure de bois d'eucalyptus. *Journal of Applied Biosciences*, 75, 6232- 6238. <https://doi.org/10.4314/jab.v75i1.9>
- Perri, E., Benincasa, C., & Muzzalupo, I. (2012). Olive Oil Traceability. *Olive Germplasm - The Olive Cultivation, Table Olive and Olive Oil Industry in Italy*.  
[https://www.academia.edu/21814086/Olive\\_Oil\\_Traceability](https://www.academia.edu/21814086/Olive_Oil_Traceability)
- Pradhan, S., Manivannan, S., & Tamang, J. P. (2015). Proximate, mineral composition and antioxidant properties of some wild leafy vegetables. *JSIR Vol. 74(03) [March 2015]*.  
<http://nopr.niscpr.res.in/handle/123456789/30726>
- Purin-ortie-bd.pdf*. (s. d.). Consulté 6 mai 2023, à l'adresse <https://www.jardiner-autrement.fr/wp-content/uploads/2016/12/purin-ortie-bd.pdf>

- Rahmanian, N., Jafari, S. M., & Galanakis, C. M. (2014). Recovery and Removal of Phenolic Compounds from Olive Mill Wastewater. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 91(1), 1- 18. <https://doi.org/10.1007/s11746-013-2350-9>
- Samada, L. H., & Tambunan, U. S. F. (2020). Biopesticides as Promising Alternatives to Chemical Pesticides : A Review of Their Current and Future Status. *OnLine Journal of Biological Sciences*, 20(2), 66- 76. <https://doi.org/10.3844/ojbsci.2020.66.76>
- Schoch, C. L., Ciufo, S., Domrachev, M., Hotton, C. L., Kannan, S., Khovanskaya, R., Leipe, D., Mcveigh, R., O'Neill, K., Robbertse, B., Sharma, S., Soussov, V., Sullivan, J. P., Sun, L., Turner, S., & Karsch-Mizrachi, I. (2020). NCBI Taxonomy : A comprehensive update on curation, resources and tools. *Database*, 2020, baaa062. <https://doi.org/10.1093/database/baaa062>
- Schwingshackl, L., & Hoffmann, G. (2014). Monounsaturated fatty acids, olive oil and health status : A systematic review and meta-analysis of cohort studies. *Lipids in Health and Disease*, 13, 154. <https://doi.org/10.1186/1476-511X-13-154>
- SIEGWART, M. (2019). *Mode d'action des insecticides*.
- Smith, H., Dale, A., & Beuzelin, J. (2022). Understanding Insecticide Modes of Action and Resistance Management in Florida Horticulture : ENY2087/IN1379, 11/2022. *EDIS*, 2022(6), Article 6. <https://doi.org/10.32473/edis-in1379-2022>
- Souilem, S., El-Abbassi, A., Kiai, H., Hafidi, A., Sayadi, S., & Galanakis, C. M. (2017). Chapter 1 - Olive oil production sector : Environmental effects and sustainability challenges. In C. M. Galanakis (Éd.), *Olive Mill Waste* (p. 1- 28). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805314-0.00001-7>
- Souto, A. L., Sylvestre, M., Tölke, E. D., Tavares, J. F., Barbosa-Filho, J. M., & Cebrián-Torrejón, G. (2021). Plant-Derived Pesticides as an Alternative to Pest Management and Sustainable Agricultural Production : Prospects, Applications and Challenges. *Molecules*, 26(16), 4835. <https://doi.org/10.3390/molecules26164835>

- Thompson, D. A., Lehmler, H.-J., Kolpin, D. W., Hladik, M. L., Vargo, J. D., Schilling, K. E., LeFevre, G. H., Peeples, T. L., Poch, M. C., LaDuca, L. E., Cwiertny, D. M., & Field, R. W. (2020). A critical review on the potential impacts of neonicotinoid insecticide use : Current knowledge of environmental fate, toxicity, and implications for human health. *Environmental Science: Processes & Impacts*, 22(6), Article 6. <https://doi.org/10.1039/C9EM00586B>
- Toubal, S., & Arab, K. (2019). L'importance des extraits d'Urtica dioica L. dans la lutte contre Culex pipiens (Linné, 1758). *algerian journal of environmental science and technology*, 5(1), 868- 872.
- Wiesman, Z. (2009). *Desert Olive Oil Cultivation : Advanced Bio Technologies*. Academic Press.
- Yangui, A., Font, M. C., & Gil, J. M. (2013). The effect of food related personality traits and lifestyle orientation on consumer's behaviour related to extra virgin olive oil : Estimation of an extended hybrid choice model. *2013 Fourth International Conference, September 22-25, 2013, Hammamet, Tunisia*, Article 160536. <https://ideas.repec.org//p/ags/aaae13/160536.html>
- Yousfi, K., Cayuela, J. A., & García, J. M. (2008). Reduction of Virgin Olive Oil Bitterness by Fruit Cold Storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(21), 10085- 10091. <https://doi.org/10.1021/jf801951g>
- Zeković, Z., Cvetanović, A., Švarc-Gajić, J., Gorjanović, S., Sužnjević, D., Mašković, P., Savić, S., Radojković, M., & Đurović, S. (2017). Chemical and biological screening of stinging nettle leaves extracts obtained by modern extraction techniques. *Industrial Crops and Products*, 108, 423- 430. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.06.055>
- Zhao, J., Liang, D., Li, W., Yan, X., Qiao, J., & Caiyin, Q. (2022). Research Progress on the Synthetic Biology of Botanical Biopesticides. *Bioengineering*, 9(5), 207. <https://doi.org/10.3390/bioengineering9050207>

## ANNEXES

Annexe 01 : Etuve réfrigérée (Laboratoire d'entomologie appliqué).



Annexe 02 : Les boîtes de Pétri 6 cm (Laboratoire d'entomologie appliqué)



Annexe03 : Une balance (Laboratoire d'entomologie appliqué).



Annexe 04 : Les bocaux en verre



Annexe 05 : micropipette (500 µl-1000 µl) (Laboratoire d'entomologie appliqué)



Annexe 06 : Etuve d'élevage des insectes



## Résumé

Face à la croissance constante de la population mondiale, l'agriculture s'est adaptée pour répondre à la demande alimentaire. Les pesticides ont révélé des impacts environnementaux et sanitaires préoccupants. Cette dualité ouvre la voie aux biopesticides.

L'objectif principale de notre travail est de formuler un biopesticide à base de margine qui sont des déchets de la production de l'huile d'olive, riche en composés phénoliques potentiellement actifs contre les nuisibles et de combier également le purin d'ortie, connu pour ses propriétés insecticides, visant à créer un biopesticide efficace.

Les tests sur le *Tribolium castaneum* adulte et les larves de stade avancé n'ont montré aucune efficacité. Cependant, des taux de mortalité allant jusqu'à 15% ont été observés chez les larves de la 3ème semaine d'élevage, en particulier avec le distillat de margine.

De plus, le purin d'ortie s'est révélé très répulsif, avec une efficacité de 90% à certains volumes. Le mélange des deux distillats a montré une synergie, atteignant une répulsion de 95%. Enfin, les tests de germination ont démontré que ces distillats n'entravent pas la germination des graines d'orge, voire stimulent leur croissance.

En somme, cette étude vise à redéfinir la protection des cultures, capitalisant sur des ressources sous-utilisées, tout en contribuant à une agriculture plus respectueuse et durable.

**Mots clés :** Bio-pesticide, *Tribolium castaneum*, les margines, purin d'ortie, huile d'olive, orge

## Abstract

Faced with the ongoing growth of the global population, agriculture has adapted to meet the demand for food. Pesticides have revealed concerning environmental and health impacts. This duality paves the way for biopesticides.

The main objective of our work is to formulate a biopesticide based on margine, which is a waste product of olive oil production, rich in potentially active phenolic compounds against pests, and also combines nettle slurry, known for its insecticidal properties, aiming to create an effective biopesticide.

Tests on adult *Tribolium castaneum* and advanced stage larvae showed no effectiveness. However, mortality rates of up to 15% were observed in third-week larvae, particularly with margine distillate. Furthermore, nettle slurry proved to be highly repellent, with an efficacy of 90% at certain volumes. The combination of both distillates showed synergy, reaching a 95% repellent effect. Finally, germination tests demonstrated that these distillates do not hinder barley seed germination and may even stimulate their growth.

In summary, this study aims to redefine crop protection, capitalizing on underutilized resources while contributing to a more environmentally friendly and sustainable agriculture.

**Key words:** biopesticide, *Tribolium castaneum*, margine, nettle, olive oil