

République Algérienne Démocratique et Populaire

Université de Abdelhamid
Ibn Badis Mostaganem
Faculté de sciences de la
Nature et de la vie



إبن الحميد عبد جامعة
مستغانم باديس
الحياء و الطبيعة علوم كلية

DÉPARTEMENT DE SCIENCES AGRONOMIE

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par :

BAHLOUL Kheira Rania

AMARA Selma

Pour l'obtention du diplôme du

MASTER EN PROTECTION DES VÉGÉTAUX

THÈME

**Évaluation de l'effet insecticide d'extraits
hydroalcooliques de *Ricinus communis* et *Urtica
dioica* dans la lutte contre les adultes de *Tribolium
confusum***

Soutenu le 18 juin 2025 devant le jury :

Présidente:	Dr. SAIAH Farida	UMAB Mostaganem
Examinatrice:	Dr. BERGHEUL Saida	UMAB Mostaganem
Promotrice:	Pr. BOUALEM Malika	UMAB Mostaganem
Co-promotrice :	Mlle KADDAR Fayza	Doctorante Université de Chlef

Année universitaire : 2024/2025

Remerciements

On remercie Dieux le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.

Nous adressons nos vifs remerciements à Madame BOUALEM Malika, encadrante de ce travail, ainsi qu'à l'encadrante assistante Mademoiselle KEDDAR Faiza pour son aide précieuse tout au long de la période de stage.

J'exprime tous mes remerciements à Mme SAIAH Farida . pour avoir accepter de Présider le jury et Mme BERGUEUL Saida . pour l'honneur qu'elle me fait en examinant ce Travail et honorer par leur présence la constitution des jury

Nos remerciements s'adressent également à tous ceux qui nous ont tendu la main et ont contribué à enrichir ce modeste travail...

Toute notre gratitude va aussi aux responsables des laboratoires pédagogiques de biochimie 2 de la faculté SNV de l'université de Mostaganem.

Au Chef du Département , ainsi qu'à l'ensemble des enseignants des sciences agronomie de l'Université de Mostaganem.

Dédicace

La couronne de ma tête, symbole de la générosité et du don, source d'amour et de tendresse...

Ma chère mère.

À celui qui a veillé sur mon confort, celui auprès de qui mon âme trouve le repos après la fatigue, et en qui mon esprit trouve sécurité après l'inquiétude...

Mon cher père.

J'offre les premiers fruits de mon parcours scientifique et certainement pas les derniers à ces deux premiers maîtres de ma vie,

A l'origine de mon existence et de mon identité...

Ils sont aussi ceux qui ont façonné mon être et ma réussite.

À mes sœurs Hayat, Fatima et Zahra,

Et à leurs enfants : Rahma, Bakhta, Mansouria, Ibrahim, Ismaïl, Abdelkader, Ahmed et le petit Mansour.

À toute ma famille.

À tous ceux qui portent le nom BAHLOUL.

À tous ceux que je connais et que je chéris dans mon cœur, même si ma plume ne les a pas cités.

À mon amie AMARA Selma,

Qui m'a fidèlement accompagnée tout au long de la réalisation de ce modeste mémoire.

À ma professeure BOUALEM Malika,

Qui a veillé à la réalisation de ce travail avec bienveillance et professionnalisme.

À tous ceux qui se sont consacrés sincèrement à la connaissance,

Et à tous ceux qui aiment Kheira Rania BAHLOUL avec sincérité.

BAHLOUL Kheira Rania

Dédicace

*À tous ceux qui ont cru en ma réussite et en mon arrivée,
à tous ceux qui m'ont poussée un pas en avant, ne serait-ce qu'avec une parole bienveillante,
à ma mère et à mon père, qui ont semé dans mon cœur les graines de l'espoir, et les ont
arrosées de patience et de prières, je vous partage cette réussite en reconnaissance de votre
soutien et en hommage à vos sacrifices.*

*Et à l'âme de 'AMARA Saadia, qui nous a quitté, je t'offre mes prières et ma mémoire fidèle.
Ton souvenir restera vivant dans mon cœur tant que je vivrai.*

*À ma partenaire dans ce travail, tu as été un appui dans les moments de fatigue, un élan dans
les instants de doute. Nos pas étaient plus assurés ensemble, notre fatigue plus légère, et
notre réussite plus sincère. Je te dois toute ma gratitude, et à ton cœur patient et aimant, toute
ma reconnaissance.*

*À tout militant sur le chemin du savoir, et à tout marcheur sur la voie de la réforme, recevez
de tout cœur mes salutations, et une part de ce fruit de l'effort.*

*Et plus particulièrement aux étudiants de Gaza, ceux qui se sont accrochés à leurs stylos
malgré le blocus, et qui ont marché avec fermeté vers les sommets du savoir malgré la
destruction, ceux qui sont tombés martyrs, leurs livres à la main, ceux qui enseignent à leurs
enfants à l'ombre de la guerre, sur les ruines des écoles, et même quand les conditions
minimales d'éducation manquent, ils persistent pour que l'ignorance ne cerne pas l'esprit de
leurs enfants, et croient qu'ils forment une génération qu'Israël ne pourra briser, même avec
son feu et son fer... C'est à vous que je lève ma plume avec révérence, et que mes mots
s'inclinent avec fierté.*

*À chaque professeur qui m'a enseignée, à chaque élève et camarade qui a partagé avec moi
ce parcours éducatif, merci d'avoir fait partie de mon chemin. Dieu a voulu que nos pas se
croisent, et chacun de vous a laissé une empreinte inoubliable dans cette réussite*

AMARA Selma

Résumé :

Cette étude vise à évaluer l'efficacité insecticide d'extraits végétaux issus d'*Urtica dioica* (ortie) et de *Ricinus communis* (ricin) à l'égard de *Tribolium confusum*, un ravageur majeur des denrées stockées. Les deux plantes, sélectionnées pour leur richesse en composés bioactifs (flavonoïdes, tanins, polyphénols), ont fait l'objet d'une extraction par Soxhlet avec des rendements satisfaisants. Les tests ont révélé que l'extrait d'*U. dioica* possède une efficacité rapide et marquée, avec un taux de mortalité atteignant 100% dès le premier jour aux concentrations élevées (40%, 50% et 100%), et une DL50 de 36,30%. Quant à l'extrait de *R. communis*, une action plus progressive a été constatée, avec un taux de mortalité de 53,33% dès le premier jour à une concentration de 40%. Par ailleurs, pour la concentration de 50%, au quatrième jour, un taux de mortalité de 88,62% a été noté suivi d'un taux de mortalité de 100% au 5ème jour pour la dose 100%. Une DL50 de 79,41% a été enregistrée pour le ricin. Le mélange synergique des deux extraits a révélé une efficacité remarquable, avec une mortalité de 100% au deuxième jour pour la concentration 40%, des mortalités respectives de 98,72% et de 92,22% observées dès le premier jour aux concentrations de 30% et 20%. Une DL50 intéressante de 13,99% a été notée pour l'extrait synergique, témoignant d'un effet synergique manifeste entre les deux extraits. Ces résultats prometteurs ouvrent des perspectives pour le développement de bio-insecticides naturels contre *T. confusum*, bien que des études complémentaires soient nécessaires pour identifier les molécules actives, élucider leurs mécanismes d'action et valider ces observations en conditions réelles de stockage.

Mots-clés : *Urtica dioica* , *Ricinus communis* , *Tribolium confusum* , Extrait foliaire, bio-insecticide.

Abstract:

This study aims to evaluate the insecticidal efficacy of plant extracts derived from *Urtica dioica* (nettle) and *Ricinus communis* (castor bean) against *Tribolium confusum*, a major pest of stored products. The two plants, selected for their richness in bioactive compounds (flavonoids, tannins, polyphenols), were subjected to Soxhlet extraction with satisfactory yields. Tests revealed that the *U. dioica* extract exhibited rapid and pronounced effectiveness, with a mortality rate reaching 100% on the first day at high concentrations (40%, 50%, and 100%), and an LD₅₀ of 36.30%. In contrast, the *R. communis* extract showed a more gradual action, with a mortality rate of 53.33% on the first day at a concentration of 40%. Furthermore, at a concentration of 50%, a mortality rate of 88.62% was recorded on the fourth day, followed by 100% mortality on the fifth day at the 100% dose. An LD₅₀ of 79.41% was recorded for the castor extract. The synergistic mixture of the two extracts demonstrated remarkable efficacy, with 100% mortality observed on the second day at a concentration of 40%, and respective mortalities of 98.72% and 92.22% observed from the first day at concentrations of 30% and 20%. An interesting LD₅₀ of 13.99% was recorded for the synergistic extract, indicating a clear synergistic effect between the two extracts. These promising results open up prospects for the development of natural bio-insecticides against *T. confusum*, although further studies are necessary to identify the active molecules, elucidate their mechanisms of action, and validate these findings under real storage conditions.

Keywords : *Urtica dioica*, *Ricinus communis*, *Tribolium confusum*, Plant extracts, Bio-insecticide.

Table des matières

Liste des figures	11
Liste des tableaux	13
Partie théorique	14
Chapitre 01 : Etude des plantes la grande Ortie <i>Urtica dioica</i> et le ricin <i>Ricinus communis</i> ..	17
Introduction :	18
1.1. L'ortie <i>Urtica dioica</i> :	19
1.1.2. Présentation et origine de la plante étudiée :	19
1.1.3. Position systématique de la plante :	19
1.1.4. Dénomination et Etymologie :	20
1.1.5. Biotope et distribution de l'ortie dioïque :	20
1.1.6. Description botanique de l'ortie dioïque :	20
1.8. Composition chimique de l'ortie :	23
1.1.9. Utilisation de l'Ortie :	24
1.2. Ricin (<i>Ricinus communis</i>) :	27
1.2.1. Présentation et origine du Ricin :	27
1.2.2. Position Systématique de <i>Ricinus communis</i> :	27
1.2.3. Dénomination et Etymologie :	27
1.2.4. Biotope et distribution du ricin commun :	28
1.2.5. Description Botanique du ricin commun :	28
1.2.6. Composition chimique de <i>R. communis</i> :	31
1.2.7. Utilisation de Ricin :	33
1.2.7.1. Utilisation traditionnelle :	33
1.2.7.2. Utilisation médicinale moderne de <i>R. communis</i> :	Erreur ! Signet non défini.
1.2.7.3. Utilisation alimentaire de <i>R. communis</i> :	33
1.2.7.4. Utilisation agricole de <i>R. communis</i> :	34
Chapitre 02 : Les métabolismes secondaire de <i>U. dioica</i> et <i>R. communis</i>	36
Introduction :	37
2.1. Les métabolites secondaires de l'ortie dioïque (<i>U. dioica</i>) :	38
2.2. Les métabolites secondaires de <i>U. communis</i> :	39
2.3. Les classes des métabolites secondaires :	Erreur ! Signet non défini.
Les différentes classes des métabolites secondaires sont reportées sur la figure ci-dessous :	Erreur ! Signet non défini.
2.3.1. Les molécules phénoliques :	42
2.3.1.2. Rôle des polyphénols :	43
2.3.1.3. Effet insecticide des polyphénols :	44
2.4. Effet insecticides des métabolites secondaires de <i>U. dioica</i> :	45

2.5. Effet insecticides des métabolites secondaires de <i>R. communis</i> :	46
CHAPITRE 03 : <i>Tribolium confusum</i>	48
Introduction :	49
3.1. Les caractères généraux des Tenebrionidae :	49
3.2. Le genre <i>Tribolium</i> :	49
3.3. Position Taxonomique de l'insecte :	50
3.4. Origine et répartition de l'insecte :	50
3.5. L'habitat :	51
3.6. La morphologie de <i>T. confusum</i> :	51
3.7. La biologie et les stades de développement de <i>T. confusum</i> :	51
3.8. La distinction entre mâle et femelle :	53
3.9. Le régime alimentaire et les dégâts :	54
3.10. Les ennemis naturels de <i>T. confusum</i>	55
3.11. La lutte contre le <i>T. confusum</i> :	55
3.11.2. La lutte curative :	56
3.11.2.1. Méthode chimique :	56
3.11.2.2. Méthode physique :	56
La radiation :	57
3.11.2.3. Méthode biologique :	57
Les solutions aqueuses :	58
Les huiles essentielles :	59
Poudre de plantes :	59
Partie expérimentale	60
Matériel et méthodes	61
1.1. Le matériel végétal :	62
1.1.1. <i>Urtica dioica</i>	62
1.1.2. <i>Ricinus communis</i>	62
1.2. Le matériel animal :	63
2.1.2. Le Protocole d'extraction :	66
2.1.3. Evaporation :	67
2.1.4. Utilisation d'un évaporateur rotatif (Rotavapor) :	67
2.1.5. Calcul du rendement :	68
2.1.6. Préparation des dilutions :	69
2.3. Détermination du taux de mortalité :	75
2.4. Détermination des doses létales 50 et 90 :	75
Résultats et discussion.....	76
1. Résultats :	77

1.1.	Résultats de l'extraction des parties aériennes :.....	77
1.1.1.	Variation de couleur :	77
1.1.2.	Rendement d'extraction :	77
1.1.3.	Impact du solvant d'extraction sur le rendement :	78
1.2.1	DL50 de l'extrait de l'ortie.....	80
	DL50 du ricin :	82
1.2.2	DL50 de l'extrait synergique du ricin et d'ortie :.....	84
	Conclusion :.....	88
	Références	95

Liste des Abréviations

R : Rendement

T : Témoin

Mext : La masse de l'extrait après l'évaporation du solvant

Méch : La masse de l'échantillon

DL50 : Dose létale qui causerait la mortalité de 50% de la population étudiée

DMSO : Diméthylsulfoxyde

Liste des figures

Figure 1 :La plante d' <i>U. dioica</i>	20
Figure 2:Tige d' <i>U. dioica</i> L.....	21
Figure 3: Feuille d' <i>Urtica dioica</i> L	21
Figure 4: Fleur d' <i>U. dioica</i> L.....	22
Figure 5: Poil urticant d' <i>U. dioica</i> L.	22
Figure 6: Racine d' <i>U. dioica</i> L.....	23
Figure 7: L'arbre de <i>R. communis</i>	29
Figure 8 : Feuilles de <i>R. communis</i>	29
Figure 9: Structure du fruit triloculaire	30
Figure 10: Les fruits de <i>R. communis</i>	31
Figure 11: Les grains de <i>R. comminus</i>	31
Figure 12: Origine biosynthétique des métabolites secondaires	38
Figure 14: Structure de phénol simple	42
Figure 15: Fonctions et propriétés des métabolites secondaires	47
Figure 16: <i>T. Confusum</i>	50
Figure 17: Echantillons de blé tendre infesté par le <i>T. confusum</i>	51
Figure 18: : L'aspect de stade larvaire de <i>T. Confusum</i>	52
Figure 19: Aspect de stade adulte de <i>T. confusum</i>	53
Figure 20: Feuilles d' <i>U. dioica</i>	62
Figure 21: Feuille de <i>R. communis</i>	63
Figure22: La collecte des adultes de <i>T. confusum</i>	63
Figur 23 : Schémas représentatif du principe d'extraction Soxhlet.....	64
Figure 24 : Appareil Soxhlet	64
Figure25: Représentation schématique de la méthode d'extraction.....	65
Figure26: Etapes d'extraction des polyphénols.....	66
Figure27: L'étape d'évaporation du solvant méthanoïque par le rotavapeur.....	67
Figure 28 : L'extrait brut après évaporation	68
Figure29: Les différentes concentrations des extraits de ricin et d'ortie testés.....	70
Figure30: Méthode de traitement à base d'extrait polyphénolique.....	71
Figure31: Traitement à base d'extrait d'ortie.....	72
Figure 32 : Traitement à base d'extrait du ricin.....	73
Figure33: Traitement à base du mélange synergique d'extraits d'ortie et de ricin	74
Figure 34: La variation de couleur durant l'extraction par Soxhlet.....	77
Figure35: Mortalité cumulée des adultes de <i>T. confusum</i> traités avec l'extrait de <i>U. dioica</i> selon différentes concentrations	79
Figure36: Mortalité corrigée des adultes de <i>T. confusum</i> traités avec l'extrait de <i>U. dioica</i> selon différentes concentrations	80
Figure37: Courbe de régression pour la détermination de la DL_{50} de l'extrait d' <i>U. dioica</i> sur <i>T. confusum</i>	80
Figure 38 :Mortalité cumulée des adultes de <i>T. confusum</i> traités avec l'extrait de <i>R. communis</i> selon différentes concentrations	81
Figure39 : Mortalité corrigée des adultes de <i>T. confusum</i> traités avec l'extrait de <i>R. communis</i> aux différentes concentrations.....	82

Figure 40 : Courbe de régression pour la détermination de la DL ₅₀ de l'extrait <i>R. communis</i> sur <i>T. confusum</i>	82
Figure 41: Mortalité cumulée de <i>T. confusum</i> sous l'effet synergique des extraits de <i>R. communis</i> et <i>U. dioica</i>	83
Figure 42 : Mortalité corrigée de <i>T. confusum</i> sous l'effet synergique des extraits de <i>R. communis</i> et <i>U. dioica</i>	84
Figure 43 : Courbe de régression pour la détermination de la DL ₅₀ de l'extrait synergique d' <i>U. dioica</i> et de <i>R. communis</i> sur <i>T. confusum</i>	85

Liste des Tableaux

Tableau 1: La structure chimique des constituants de la partie aérienne de <i>U. dioica</i>	24
Tableau 2: Teneur de l'extrait d'Ortie en minéraux (en ppm = partie par million)	26
Tableau 3: Les constituants chimiques et métabolites secondaires des feuilles d'ortie.....	39
Tableau 4: Composés chimiques et métabolites secondaires des feuilles de <i>R. communis</i>	40
Tableau 5: Propriétés biologiques des polyphénols	43
Tableau 6: Le rendement d'extraction d'ortie et de ricin.....	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 7: Mortalité cumulée des adultes de <i>Tribolium confusum</i> traités avec l'extrait de <i>Urtica dioica</i> selon différentes concentrations.	91
Tableau 8: Mortalité cumulée des adultes de <i>Tribolium confusum</i> traités avec l'extrait de <i>Ricinus communis</i> selon différentes concentrations.....	91
Tableau 9: Mortalité cumulée des adultes de <i>Tribolium confusum</i> traités avec une combinaison synergique des extraits de <i>Ricinus communis</i>	92
Tableau 10: Mortalité corrigée des adultes de <i>Tribolium confusum</i> traités avec l'extrait de <i>Urtica dioica</i> selon différentes concentrations.....	93
Tableau 11: Mortalité cumulée des adultes de <i>Tribolium confusum</i> traités avec l'extrait de <i>Ricinus communis</i> selon différentes concentrations.....	93
Tableau 12: Mortalité corrigée des adultes de <i>Tribolium confusum</i> traités avec une combinaison synergique des extraits de <i>Ricinus communis</i> et <i>Urtica dioica</i> selon différentes concentrations.....	94

Partie théorique

Introduction :

La protection des denrées stockées contre les insectes ravageurs constitue un enjeu majeur pour la sécurité alimentaire, en particulier dans les pays en développement. Le blé (*Triticum* spp.), en tant que céréale de base, joue un rôle crucial dans l'alimentation mondiale, fournissant environ 20% des calories et des protéines consommées par l'humanité. Il est cultivé dans plus de 120 pays et représente l'un des piliers de la sécurité alimentaire et de la stabilité économique, notamment dans les régions où il constitue une denrée de première nécessité. Sa valeur stratégique repose également sur son importance dans les échanges commerciaux internationaux et dans la constitution de réserves alimentaires nationales. Toute détérioration de cette denrée pendant le stockage a donc des répercussions économiques et nutritionnelles considérables (FAO, 2021).

Parmi les insectes nuisibles les plus redoutés sur cette denrée, nous avons l'espèce *Tribolium confusum*, coléoptère de la famille des Tenebrionidae, l'un des plus répandus et persistants. Il infeste principalement les produits céréaliers, causant des pertes économiques importantes et altérant la qualité nutritionnelle des aliments. Face aux limites croissantes des insecticides de synthèse notamment la résistance des insectes, la toxicité pour l'homme et l'environnement, et les résidus dans les aliments, l'utilisation d'alternatives naturelles et durables est devenue une priorité.

Parmi ces alternatives, les extraits végétaux contenant des composés bioactifs, notamment les polyphénols, suscitent un intérêt croissant. Ces métabolites secondaires, largement présents dans les feuilles de nombreuses plantes médicinales, sont réputés pour leurs propriétés antioxydantes, antimicrobiennes et insecticides. Les feuilles d'*Urtica dioica* (ortie) et de *Ricinus communis* (ricin) sont riches en flavonoïdes, tanins et autres composés phénoliques ayant démontré un potentiel bioinsecticide. Ces composés agissent par divers mécanismes, notamment la perturbation du système digestif des insectes, l'inhibition enzymatique ou l'altération de la reproduction (Regnault-Roger *et al.*, 2012).

L'utilisation d'extraits aqueux issus de ces plantes constitue une approche économique, écologiquement responsable et facilement reproductible à l'échelle locale. Des études antérieures ont révélé que l'extrait d'*U. dioica* possède des effets répulsifs et toxiques sur plusieurs espèces d'insectes ravageurs (Isman, 2006), tandis que *R. communis* a montré une activité insecticide remarquable attribuée à ses métabolites secondaires tels que les alcaloïdes, flavonoïdes et tanins (Karanja *et al.*, 2020).

L'objectif de cette étude est d'évaluer l'efficacité insecticide des extraits aqueux de feuilles d'*U. dioica* et de *R. communis* sur *T. confusum* à différents stades de développement. L'approche repose sur une analyse combinée de la mortalité, de l'effet répulsif. En explorant le potentiel des polyphénols extraits par voie aqueuse, cette recherche vise à contribuer à la valorisation des ressources naturelles locales pour une gestion intégrée et durable des stocks alimentaires.

**Chapitre 01 : *Urtica dioica* et *Ricinus
communis***

Introduction :

Dans le contexte actuel de transition vers une agriculture plus durable, les plantes à potentiel biopesticide et biostimulant suscitent un intérêt croissant. Parmi elles, *U. dioica* (ortie dioïque) et *R. communis* (ricin) occupent une place particulière en raison de leur diversité biochimique et de leurs usages traditionnels variés, notamment dans le domaine agricole. Ces deux espèces, bien connues pour leurs propriétés médicinales sont aujourd'hui étudiées pour leurs applications agroécologiques, notamment dans la protection des cultures et l'amélioration de la fertilité des sols.

U. dioica, appartenant à la famille des Urticacées, est une plante herbacée vivace largement répandue dans les zones tempérées d'Europe, d'Asie et d'Amérique du Nord. Elle pousse dans des sols riches en azote, souvent en bordure des champs et des forêts. En agriculture, des extraits d'ortie sont utilisés comme insectifuges naturels, activateurs de compost ou engrais liquides riches en nutriments (García-González *et al.*, 2020). Cette plante est également riche en composés phénoliques, flavonoïdes et minéraux qui renforcent la résistance des plantes cultivées. De son côté, *R. communis*, de la famille des Euphorbiacée, est une plante tropicale à croissance rapide, originaire d'Afrique mais aujourd'hui cultivée dans de nombreuses régions chaudes du globe. Ses graines contiennent de l'huile de ricin, utilisée industriellement, mais aussi des alcaloïdes comme la ricine, une toxine aux propriétés insecticides avérées (González-Mendoza *et al.*, 2021). Des études montrent l'efficacité des extraits de ricin dans la lutte contre divers ravageurs agricoles, y compris les insectes des stocks. La taxonomie bien établie et la large répartition géographique de ces deux espèces en font des ressources accessibles pour les pratiques agricoles durables. Leur valorisation dans des stratégies écologiques renforce leur importance dans la réduction de l'usage des pesticides de synthèse.

1.1. L'ortie *Urtica dioica* :

1.1.2. Présentation et origine de la plante étudiée :

L'ortie appartient à la très grande famille des Urticales, plus particulièrement à l'une des cinq sous-familles, les Urticacées. Cette dernière comprend une cinquantaine de genres et près de 700 espèces réparties à travers le monde. Les principales espèces du genre *Urtica* sont :

- *Urtica dioica* L. (la grande ortie) ;
- *Urtica urens* L. (Ortie brûlante ou « petite Ortie»);
- *Urtica pilulifera* L. (Ortie romaine ou « ortie à pilules»);
- *Urtica cannabina* L.;
- *Urtica atrovirens* Req.;
- *Urtica membranacea* Poiret.

Selon Bezanger-Beauquesne *et al.* (1980), ce sont les espèces *U. dioica* et *U. urens* qui sont connues pour posséder des propriétés médicinales.

La grande ortie (*U. dioica*) encore appelée ortie dioïque ou ortie commune est une ortie d'origine eurasiatique en Himalaya (Joshi *et al.*, 2014), elle est aujourd'hui présente dans le monde entier. C'est une plante, détestée en raison des brûlures qu'elle provoque, privée des charmes de la couleur et du parfum, ce mal-aimé n'est pourtant pas dénué d'intérêts (Krystofova *et al.*, 2010).

1.1.3. Position systématique de la plante :

Selon Linné (1753), la position systématique de l'ortie se présente comme suit :

- **Régne** : Plantae
- **Sous-règne** : Trachiobionta
- **Sous-embranchement** : Magnoliophyta
- **Classe** : Magnoliophytina
- **Sous-classe** : Rosidaeae dialicarpellées
- **Ordre** : Rosales
- **Famille** : Urticaceae
- **Genre** : *Urtica*
- **Espèce** : *Urtica dioica* (APGIII, 2009).

1.1.4. Dénomination et Etymologie :

- Nom Français : Ortie, Ortie commun, la grande ortie, l'ortie dioïque et l'ortie vivace ;
- Nom anglais : Common nettle leaf, stinging nettle;
- Nom Arabe: الحريقة.

Le nom Ortie ou *Urtica* est dérivé du mot 'uro' et 'urere' brûler ou piquer, le mot urticant en français définit l'effet de cette plante en contact avec la peau (Joshi *et al.*, 2014).

1.1.5. Biotope et distribution de l'ortie dioïque :

Elle occupe les sols ayant subi des actions anthropiques. Elle est rencontrée près des habitations, jardins, ruines...etc. Elle pousse sur tout type de sol, mais elle préfère les terrains riches en azote et en humidité parce qu'elle est une plante hydrophile et nitrophile (Bertrande, 2002). En Algérie, la grande ortie est commune dans la région tellienne (Beloud, 1998).

1.1.6. Description botanique de l'ortie dioïque :

Elle a été décrite pour la première fois en 1753 par le naturaliste suédois Carl Von Linné. Selon Bernard (2005) et Coupin (1920), l'ortie dioïque est une plante herbacée vivace, avec la hauteur de 0.6 à 1.2 m, à tige dressée quadrangulaire portant des poils courts, ils sont riches en substances urticantes (acétylcholine, sérotonine, histamine, acide formique, formiate de sodium et leucotriène) responsable de leur pouvoir urticant, feuilles ovales, verdâtre opposées, acuminées, longues de 4 à 15cm sur 2 à 8cm de large, fortement dentées sur les bords, à grosse dents aigus, ovales triangulaires, avec un pétiole 1 à 2 fois plus court que le limbe, à deux stipules linéaires lancéolées de 4 à 12mm de long.

Ses fleurs dioïques, parfois monoïques sont portées par des pieds différents, formées de longues grappes rameuses bien plus longue que le pétiole, les fructifères pendants, périanthe pubescent, graine ouverte de 1 à 2mm de long sur 0,75mm de large (Ghedira *et al.*, 2009).



Figure 1 :La plante d'*U. dioica*
(Moustie, 2008)

1.1.7.1. La tige :

Elle est dressée, velue, non ramifiée et quadrangulaire portant des poils urticantes et des poils courts, très fibreuse porte des feuilles opposées ovales, acuminées fortement dentées sur les bords, à grosse dents ovales, triangulaires (Schaffner, 1992)



Figure 2: Tige d'*U. dioica* L. (Moutsie, 2008)

1.1.7.2. La feuille:

Les feuilles sont fortement dentées, poilues, de forme lancéolée à ovoïde, avec un aspect symétrique. Les feuilles simples à long pétiole sont opposées deux à deux, de couleur vert foncé en raison de leur richesse en chlorophylle de couleur vert foncée, avec une texture rêche, recouvertes de poils urticants sur les deux faces, particulièrement sur les nervures et les bords. Elles peuvent avoir entre 5 à 15 cm de long, selon l'habitat et la maturité de la plante. Elles sont irritante au toucher, en raison des poils urticants qui injectent une combinaison chimique provoquant une sensation de brûlure (schaffner, 1992 et Polunin, 1969).



Figure 3: Feuille d'*U. dioica* L. (Schaffner, 1992)

1.1.7.3. Fleur :



Figure 4: Fleur d'*U. dioica* L (Moutsie, 2008)

Elles sont déposées en grappes ramifiées, allongées et pendantes, les grappes se situent à l'aisselle des feuilles comme déjà dit, la grande ortie et dioïque car elle porte les fleurs femelles et mâle sur des plants différents (Boullard, 2001 et Fleurentin, 2008).

1.1.7.4. Poils (L'action urticante) :

L'action urticante est due au liquide contenu dans les poils et qui est libéré au moindre choc qui casse leur extrémité, les transformant ainsi en une véritable aiguille hypodermique. Ce liquide contient de l'acétylcholine, de l'histamine. En effet, les poils urticants contiennent de l'histamine, de l'acide formique, de l'acide acétique, de l'acétylcholine, de l'acide butyrique, ainsi que des leucotriènes, de la 5-hydroxytryptamine (sérotonine) et d'autres substances irritantes (Fleurentin, 2008).



Figure 5: Poil urticant d'*U. dioica* L. (Fleurentin, 2008)

1.1.7.5. Racine :

Ce sont des rhizomes, tiges souterraines, jaunâtres, traçants et abondamment ramifiés qui développent chaque année de nouvelles pousses, d'où le caractère parfois envahissant de l'ortie. Ils fixent l'azote de l'aire grâce à l'action de microorganismes (*Rhizobium frankia*) qui vivent en symbiose avec l'ortie (Moutsie, 2008).



Figure 6: Racine d'*U. dioica* L. (Photo originale, 2025)

1.8. Composition chimique de l'ortie :

Les principaux composants chimiques d'*U. dioica* sont les suivants : flavonoïdes, tanins, composés volatils et acides gras, polysaccharides, isolectines, stérols, terpènes, protéines, vitamines et minéraux. Les constituants responsables de la sensation de brûlure que procurent les trichomes des feuilles sont les suivants l'acétylcholine, l'histamine, la 5-hydroxytryptamine (sérotonine), leucotriènes et l'acide formique (Fu HY *et al.*, 2009).

Les constituants principaux d'*U. dioica* sont le carvacrol (38,2 %), la carvone (9,0 %), naphthalène (8,9 %), (E)-anéthol (4,7 %), hexahydrofarnesyl, hexahydrofarnesyl (3,0 %), (E)-géranyl-acétone (2,9 %), (E)- β -ionone (2,8 %) et phytol (2,7 %). Les flavonoïdes sont principalement le kaempférol, l'isorhamnétine, la quercétine, l'isoquercitrine, l'astragaline, la rutine et leurs 3-rutinosides et 3-rutinosides ; comme les phénylpropanes, l'acide caféique et divers esters de cet acide tels que l'acide chlorogénique et l'acide caféoyl-malique (Bucar *et al.* 2006 ; Meryem, 2020).

Les caroténoïdes tels que le β -carotène, l'acide comme le β -carotène, l'hydroxy- β -carotène, la lutoxanthine, la lutéine époxyde et la violaxanthine et en minéraux tels que le calcium, le fer, le magnésium, le phosphore et le zinc, fer, magnésium, phosphore, potassium

et sodium (Fu HY *et al.*, 2009). Les autres principaux constituants présents sont les acides aminés essentiels, les glucokinnines et une très forte teneur en chlorophylle (Bnouham, 2003).

Tableau 1: La famille chimique des constituants de la partie aérienne de l'*U. dioica* (Ghedira *et al.*, 2009 et Joshi *et al.*, 2014)

Famille des constituants chimique	constituants chimique
Neuromédiateur	Histamines 0.1 à 0.56 %, Acétylcholine 1%, Sérotonine 0.02%, leucotriènes, Choline acétyl transférase.
Acides phénoliques	Acide caféique et ses esters (acide caféoylmalique 1.6%), acide chlorogénique, Acide néochlorogénique
Flavonoïdes	3-glycoside et 3-retinoside du quercétol du kaempférol, et de l'isohamnetol
Les huiles essentielles	le carvacrol (38,2 %), la carvone (9,0 %), naphthalène (8,9 %), (E)-anéthol (4,7 %), hexahydrofarnesyl, hexahydrofarnesyl (3,0 %), (E)-géranyl-acétone (2,9 %), (E)- β -ionone (2,8 %) et phytol (2,7 %)
Acides gras	Acide gras palmitique, acide gras stéarique, acide gras oléique et l'acide gras linoléique
Les carotènes	β -carotène, l'hydroxy- β -carotène, la lutoxanthine, la lutéine époxyde et la violaxanthine
Autres constituants	Vitamine K, B et C ; acides aminés libre, traces nicotine, scopolétole, sitostérol, glycoprotéines, les lipides ; sucres et les tanins.
Minéraux	Calcium, potassium, fer, silicate partiellement soluble (cendre 18%)

1.1.9. Utilisation de l'Ortie :

L'ortie est une des rares plantes que l'on peut reconnaître les yeux fermés, considérée comme une (mauvaise herbe), elle est en réalité une plante riche en vitamines et minéraux et

est pourvue de nombreuses vertus. Son utilisation est multiple, elle est employée en agriculture, en alimentation, en cosmétique, en teinturerie, dans l'industrie du textile et à des fins médicinales (Bertrand et Jeanne, 2008).

1.1.9.1. Utilisation alimentaire :

L'ortie est très utilisée en milieu agricole, elle est cultivée pour l'alimentation humaine et animale. En plus de sa valeur nutritive élevée, elle contient des acides gras essentiels qui sont une importante source d'énergie. Selon Guil-Guerrero *et al.* (2003), les jeunes feuilles ont une valeur nutritionnelle plus élevée que les graines contenant des quantités plus élevées d'acides gras et de caroténoïdes. Étant donné que l'ortie pousse à l'état sauvage et est appétissante pour les animaux, elle pourrait faire partie de leur alimentation. En période de pénurie de fourrage, par exemple pendant les deux guerres mondiales, l'ortie a été utilisée fraîche, séchée, moulue ou comme ensilage pour nourrir la volaille, le bétail et les chevaux (Vogl et Hartl, 2003). Selon Bisht *et al.* (2012), l'utilisation de la grande ortie comme fourrage a été étudiée avec des résultats prometteurs.

Dans les jardins, sa présence stimule la croissance des végétaux voisins. On l'ajoute au composte pour activer la transformation de la matière organique (Bertrand, 2010). L'incontournable purin d'ortie, employé depuis très longtemps, doit son appellation à l'odeur de putride qu'il dégage. Le purin est facile à préparer, il suffit de mélanger l'ortie et l'eau dans un rapport de 1:9 (P/V) et de laisser macérer de 5 à 30 jours selon la température. Après cette première étape de fermentation, la putréfaction commence. Après cela, le matériel végétal est séparé du liquide qui est stocké dans des récipients hermétiques. Le purin peut être conservé jusqu'à une année. Le purin d'ortie est utilisé pour :

- Stimuler la croissance des plantes ;
- Renforcer les plantes face aux maladies et aux invasions de parasites ;
- Lutter contre la chlorose des feuilles et les carences minérales ;
- Son action répulsive pour certains pucerons, acariens, carpocapses et limaces ;
- Ses propriétés insecticides et fongicides ;

Des propriétés de fertilisation ont été reconnues pour le purin d'ortie, En effet, il peut être utilisé dilué à 10% pour des plantes en végétation mais peut être utilisé en épandage comme fumure de fond à 20%. Une concentration plus élevée aura une action désherbante (Bertrand, 2010). Verdinelli *et al.* (2013) ont confirmé les effets répulsifs d'extraits aqueux de feuilles

Chapitre 01 : *Urtica dioica* et *Ricinus communis*

d'ortie sur les pucerons, en particulier de ceux obtenus à partir de feuilles car ils renferment des composés dérivés de l'acide caféique et de céramides.

**Tableau 2: Teneur de l'extrait d'Ortie en minéraux (en ppm = partie par million)
(Bertrand, 2010)**

Element minéraux	Poids en ppm	Element minéraux	Poids en ppm
Azote totale	595	Potassium	630
Azote nitrique	5	Calcium	730
Azote ammoniacal	240	Magnésium	80
Azote organique	350	Sulfate	50
Phosphate	20	Fer	2.5

1.2. Ricin (*R. communis*) :

1.2.1. Présentation et origine du Ricin :

Ricinus communis L. fait partie de la famille des Euphorbiacées comportant 8100 espèces, cette plante est le seul représentant du genre *Ricinus* qui est un arbre à grandes feuilles palmées (Witchard, 1997; Paul et Tanigoshi, 1999 ; Malathi *et al.*, 2006 ; Ledent et Mairesse, 2008). Euphorbiaceae vient du genre le plus important de la famille, Euphorbia, lui même dédié par le roi Juba II de Mauritanie à son médecin Euphorbes au 1er siècle avant Jésus Christ, et conservé par Linné. D'aspect très variable, les plantes de cette famille se caractérisent essentiellement par leur latex blanc, irritant la peau, collant et épais avec un fruit à trois loges (Lagnika, 2005).

L'origine du *R. communis* L. est l'Afrique tropicale, il ya des auteurs qui suspect l'origine du ricin de l'Égypte. Selon Scarpa et Guerci (1982), on trouve des traces de l'usage du ricin en Égypte à partir de 4 000 ans avant Jésus-Christ. Dans la médecine et la pratiques phyto-thérapeutiques et puis pris par la Chine et l'Inde, il est développé en tant que plante ornementale dans diverses régions de l'Asie, l'Amérique du Nord, l'Afrique et l'Europe (Aslania *et al.*, 2007).

1.2.2. Position Systématique de *Ricinus communis* :

Selon la classification de Linné (1753) :

- Règne : Plantae
- Sous-règne : Viridaepantae
- Embranchement : Tracheophyta
- Sous-Embranchement : Spermatophytina
- Classe : Magnoliopsida
- Super- ordre : Rosanae
- Ordre : Malpighiales
- Famille : Euphorbiacée
- Genre : *Ricinus*
- Espèce : *Ricinus communis* L.

1.2.3. Dénomination et Etymologie :

- Nom français : Ricin, Ricin commun ;
- Nom anglais : Castor plant, castor oil plant, Palma Christi;

- Nom arabe : الوريورة، أو الخروع

Le nom générique *Ricinus* signifie tique en latin : la graine est ainsi nommée parce qu'elle a des marques et une bosse qui la fait ressembler à certaines tiques (Ramprasad et Bandopadhyay, 2010).

1.2.4. Biotope et distribution du ricin commun :

Le ricin est une plante exigeante qui fatigue le sol, n'est pas rustique dans la nature. Elle demande une bonne topographie, la pente maximale ne doit pas dépasser 12%, et une bonne exposition au soleil. Il lui faut des sols argileux siliceux ou siliceux-argileux profonds, fertiles et bien drainés. Les sols alluvionnaires sont excellents pour cette plante. Le pH idéal se trouve entre 6 et 7. La production n'est pas bonne dans des sols humides et pauvres (Polvèche, 1996).

Il est largement cultivé dans la plupart des régions tropicales et subtropicales sèches (Gerard *et al.*, 2008 ; Sujatha *et al.*, 2008 ; Cheema *et al.*, 2010), de même que dans de nombreuses régions tempérées dotées d'un été chaud (Inde) (Preeti et Verma, 2014). Plus de 95% de la culture de ricin dans le monde est concentrée en Inde, en Chine et au Brésil (Sailaja *et al.*, 2008). En Algérie, il est commun dans les décombres et les lits d'oueds, même au Sahara (Hammiche, 2013 ; Trochain, 2016).

1.2.5. Description Botanique du ricin commun :

Le ricin est une Euphorbiacées herbacée ou arborescente, annuelle ou vivace suivant les conditions climatiques (Bruneton, 2009), pouvant atteindre 7m et plus (Saoula et Afif, 2016). Une cellule diploïde de ricin possède un nombre chromosomique égal à $2n = 2x = 20$ (Harrys, 1980 ; Karl et Dan, 1965). Les racines sont pivotantes puissantes à racines latérales marquées, les tiges et branches sont à nœud visibles avec cicatrices annulaires. Les pousses sont généralement glauques, parfois vertes ou rouges avec des glandes souvent présentes aux nœuds, sur les pétioles et sur les principaux axes d'inflorescence. Le ricin est drageonnant à croissance rapide ou quelque fois un petit arbre boisé tendre obtenant 6 mètres ou plus, Cette plante était cultivée pour la couleur des feuilles et des fleurs et pour la production d'huile (Jena et Gupta, 2012).



Figure 7: L'arbre de *R. communis* (Photo originale, 2025)

La plante du ricin se compose de deux parties :

1.2.5.1. Une partie aérienne :

- ✓ **Tige** : Elles sont dressées, robustes, rameuses avec des branches à nœuds visibles et à cicatrices annulaires, généralement glauques, parfois vertes ou rouges, un peu fistuleuses, bien unies, rondes, lisses, ramifiées seulement dans le haut (Couplan et Styner, 1994) ;
- ✓ **Feuille** : Elles sont alternées, grandes parfois de plus d'un pied, palmées de 7 à 9 lobes, glabres, vertes glauques, avec une veine médiane de couleur rougeâtre, dentées irrégulièrement, rouge à leur développement, portées par de longs et forts pétioles glanduleux vers leur sommet (Garcia *et al.*, 1999) ;



Figure 8 : Feuilles de *R. communis* (Photo originale, 2025)

- ✓ **Fleurs** : Elles sont monoïques, forment de grosses grappes redressées, rameuses ; les fleurs mâles sont situées dans le bas de l'inflorescence, composées d'un calice de cinq pièces sans corolle et de groupes nombreux d'étamines monadelphes verdâtre, comme ramifiées ; les fleurs femelles ont seulement trois folioles au calice, et au-dessous de petites écailles ; un ovaire globuleux hérissé, surmonté de trois pistils longs, rouges, hispides (Maroyi, 2007) ;
- ✓ **Fruits** : Ils sont sous forme de capsule triconique (forme de 3 lobes) émoussée, verdâtre, profondément rainurée, de moins d'un pouce de long, avec les proéminences de l'ovaire qui deviennent pointues, faible, des épines étalées, 3-loculaire, déhiscentes de manière lociticide et septicide en 6 valves (Manpreet *et al.*, 2012). Les capsules renferment généralement 3 graines de couleur marron clair, marron rouge ou gris tacheté de blanc (Coopman *et al.*, 2009).

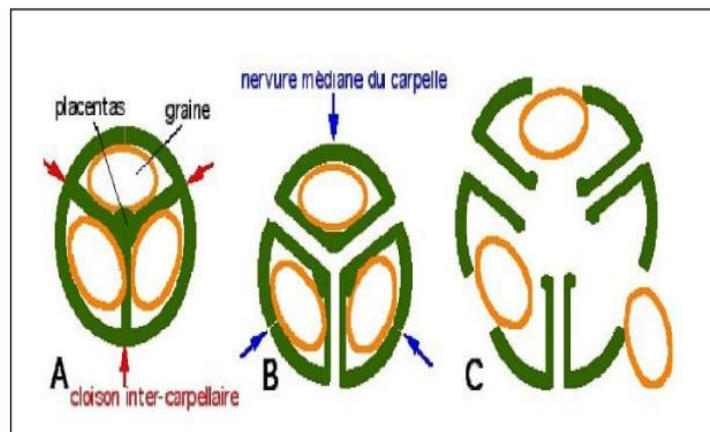


Figure 9: Structure du fruit triloculaire (Prat *et al.*, 2005)

A: L'ouverture est complexe. **B** : Les trois carpelles se séparent par trois fentes situées au niveau des cloisons (septum) inter carpellaires (déhiscence septicide) formant trois coques. **C** : Les trois coques séparées s'ouvrent par trois fentes situées au niveau de leur nervure médiane (déhiscence loculicide), ce qui permet la libération des graines.

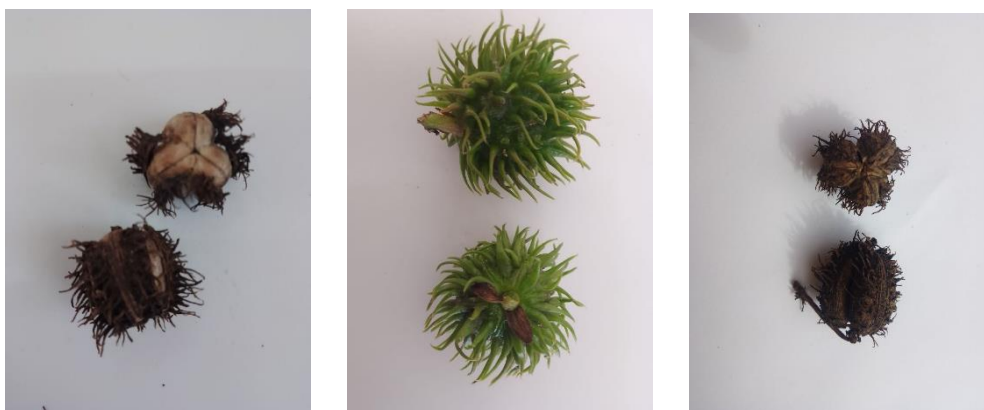


Figure 10: Les fruits de *R. communis* (Photo originale, 2025)

Les graines : Les graines sont contenues dans chacune des loges du péricarpe, elles ont presque la forme d'un haricot moyen, piriformes, ovoïdes, allongées ou plates, luisantes marbrées de gris rougeâtre et de blanc. A l'intérieur de la graine, se trouve une amande oléagineuse qui est très toxique (Little et Wadsworth, 1974).



Figure 11: Les grains de *R. communis* (Photo originale, 2025)

1.2.5.2. Partie souterraine :

Le ricin possède une racine pivotante puissante à racines latérales marquées (Guergour, 2011).

1.2.6. Composition chimique de *R. communis* :

Le ricin est largement étudiée pour sa richesse en composés bioactifs présents dans différentes parties de la plante : graines, feuilles, tiges et racines. Parmi tous ses organes, ce

sont les graines qui attirent le plus d'attention en raison de leur teneur élevée en huile et en substances biologiquement actives.

Les graines de *R. communis* sont principalement composées de lipides (40 à 60%), dont l'acide ricinoléique représente environ 85 à 90% des acides gras totaux. Cet acide gras hydroxylé est unique et confère à l'huile de ricin des propriétés physicochimiques particulières, notamment sa viscosité élevée et sa solubilité partielle dans l'alcool, ce qui la rend utile aussi bien en médecine qu'en industrie (Ogunniyi, 2006). Outre l'acide ricinoléique, l'huile contient également d'autres acides gras comme l'acide linoléique, l'acide oléique, l'acide stéarique et l'acide palmitique, bien que ces derniers soient présents en proportions moindres (Da Silva *et al.*, 2010).

Par ailleurs, les graines contiennent des composés toxiques, notamment la ricine, une glycoprotéine hautement toxique composée de deux chaînes (A et B) liées par une liaison disulfure. La chaîne A inhibe la synthèse des protéines en inactivant les ribosomes, ce qui rend la ricine potentiellement mortelle même à faible dose (Lord *et al.*, 2003). Une autre molécule notable est la ricinine, un alcaloïde à structure pyridique, qui possède une activité insecticide et antifongique. Ces composés défensifs sont probablement responsables de la protection naturelle de la plante contre les prédateurs (Martins *et al.*, 2011).

Les feuilles et les racines de *R. communis* contiennent également une variété de métabolites secondaires tels que les flavonoïdes, les saponines, les tanins, les triterpènes et les composés phénoliques. Ces constituants sont souvent associés à des propriétés pharmacologiques comme l'activité antioxydante, anti-inflammatoire et antimicrobienne (Ilavarasan *et al.*, 2006 ; Poonam *et al.*, 2008). La composition phytochimique de la plante peut varier selon les conditions environnementales, la variété cultivée et le stade de développement de la plante.

Dans une approche plus récente, des techniques de chromatographie (GC-MS, HPLC) ont permis d'identifier plusieurs composés volatils et non volatils dans les extraits de la plante, notamment des stéroïdes, des coumarines, et des dérivés de l'acide caféique, renforçant l'intérêt de *R. communis* comme source potentielle de molécules bioactives pour la pharmacologie moderne (Vieira *et al.*, 2018). Cette complexité chimique confère à *R. communis* un large spectre d'applications, mais nécessite également une attention particulière à sa toxicité, notamment pour l'usage alimentaire ou médicinal.

1.2.7. Utilisation de Ricin :

1.2.7.1. Utilisation traditionnelle :

Le *R. communis* était déjà utilisé dans la médecine égyptienne et grecque de l'Antiquité. Son usage thérapeutique a également été rapporté par Susruta (IV^e siècle apr. J.-C.) et dans les traités ayurvédiques, deux grandes traditions médicales de l'Inde ancienne. Différentes parties de cette plante ont servi dans le monde entier à traiter diverses affections ou dans le cadre de remèdes traditionnels. Les racines, notamment, entrent dans la composition de nombreuses préparations prescrites pour les troubles nerveux et les douleurs rhumatismales, comme le lumbago, la pleurodynie ou la sciatique. Elles sont aussi reconnues pour leur effet hypoglycémiant dans le traitement du diabète (Poonam *et al.*, 2008 ; Rao *et al.*, 2010), ainsi que pour leur activité antibactérienne (Ilavarasan *et al.*, 2006).

En médecine traditionnelle indienne, les feuilles, les racines et l'huile extraite des graines de *R. communis* sont utilisées dans le traitement des inflammations, des troubles hépatiques (effet hépato protecteur), comme laxatif et comme diurétique (Poonam *et al.*, 2008 ; Rao *et al.*, 2010).

Les graines de cette plante ont été employées dans plusieurs régions du monde comme cathartique, émétique, et pour traiter des maladies telles que la lèpre et la syphilis (Abdulazim *et al.*, 1998). Par ailleurs, certaines femmes en Inde et en Corée les utilisaient comme moyen de contraception.

1.2.7.3. Utilisation alimentaire de *R. communis* :

Bien que *R. communis* soit largement connu pour ses usages médicaux et industriels, certaines de ses parties, notamment l'huile extraite des graines, ont également trouvé une place dans l'alimentation humaine, après des traitements appropriés. L'huile de ricin, riche en acides gras insaturés, notamment l'acide ricinoléique, possède des propriétés laxatives bien documentées, mais elle est aussi parfois utilisée dans l'industrie alimentaire comme agent aromatisant, additif ou lubrifiant dans la transformation des aliments. Cependant, son usage direct dans l'alimentation est strictement contrôlé en raison de la présence de la ricine, une protéine hautement toxique naturellement présente dans les graines. Des procédés de raffinage

spécifiques sont nécessaires pour éliminer cette toxine et rendre l'huile propre à l'utilisation alimentaire (Ljungh et Wadström, 2006 ; Ogunniyi, 2006).

Malgré son potentiel nutritionnel, la consommation alimentaire de *R. communis* reste limitée en raison de la toxicité de ses graines non traitées. La ricine est une toxine très puissante qui agit en inhibant la synthèse protéique, provoquant des effets potentiellement mortels en cas d'ingestion. Par conséquent, les graines ne sont pas utilisées directement dans l'alimentation humaine. Des études indiquent cependant que les tourteaux résiduels issus de la production d'huile peuvent, après détoxification rigoureuse, être intégrés à l'alimentation animale dans certaines conditions (Anandan *et al.*, 2005). Dans les régions rurales de certains pays, des méthodes traditionnelles de traitement, comme le trempage, la cuisson prolongée ou la fermentation, sont employées pour réduire la toxicité des graines, mais leur efficacité reste variable et n'est pas toujours scientifiquement validée. De ce fait, les institutions de santé publique et de sécurité alimentaire déconseillent fortement la consommation directe de produits dérivés non purifiés du ricin (FDA, 2019).

1.2.7.4. Utilisation agricole de *R. communis* :

R. communis joue un rôle important en agriculture, notamment dans la protection des cultures grâce à ses propriétés insecticides, nématicides et antifongiques. Les extraits de feuilles, de graines et d'huile de ricin contiennent des composés bioactifs tels que l'acide ricinoléique, la ricinine (alcaloïde) et les flavonoïdes, qui ont montré une efficacité contre plusieurs insectes ravageurs, comme *Tribolium castaneum* et *Callosobruchus maculatus* (Adler *et al.*, 2000 ; Begum *et al.*, 2010). Ces extraits agissent soit par contact direct, en provoquant la paralysie ou la mortalité des insectes, soit par effet répulsif. De plus, l'huile de ricin est utilisée comme nématicide naturel dans la gestion des nématodes phytoparasites du sol, réduisant ainsi l'utilisation de pesticides chimiques nocifs. Cette approche biologique est particulièrement prometteuse dans le cadre de l'agriculture durable et intégrée (Kepenekçi *et al.*, 2013).

Après extraction de l'huile, les résidus de graines de *R. communis*, appelés tourteaux, sont riches en azote, phosphore et potassium, ce qui en fait un excellent engrais organique. Bien que les tourteaux contiennent encore des composés toxiques comme la ricine, leur application au sol, après un traitement ou une détoxification, contribue à améliorer la structure du sol, à favoriser l'activité microbienne et à stimuler la croissance des plantes (Anandan *et al.*, 2005 ; Ogunniyi, 2006).

Des études ont montré que l'utilisation des tourteaux de ricin comme amendement organique améliore non seulement la fertilité du sol, mais aide également à contrôler certains agents pathogènes et ravageurs du sol, agissant comme un biofertilisant et un biopesticide à la fois. Ces propriétés multifonctionnelles placent *R. communis* au cœur de nombreuses pratiques agroécologiques modernes visant à réduire la dépendance aux intrants chimiques (Singh *et al.*, 2011).

**Chapitre 02 : Les métabolismes secondaire
d'*U. dioica* et de *R. communis***

Introduction :

Les plantes produisent des composés appelés métabolites secondaires, par opposition aux métabolites primaires que sont les glucides, les protéines et les lipides. Ces métabolites secondaires varient selon les espèces et, bien que leurs fonctions précises soient parfois mal définies, il est clairement établi qu'ils jouent un rôle crucial dans les interactions des plantes avec leur environnement biotique (Krief, 2003). En particulier, leur capacité antiradicalaire suscite un intérêt croissant dans le domaine des thérapeutiques antioxydantes. Parmi eux, les flavonoïdes, les tanins et les acides phénoliques sont fréquemment cités comme de puissants antioxydants naturels (Sayah, 2021).

Historiquement, la notion de « métabolite secondaire » s'est imposée à partir de trois constats principaux : d'abord, la difficulté à leur attribuer une fonction essentielle dans la physiologie immédiate de la plante ; ensuite, leur distribution très hétérogène, même entre espèces étroitement apparentées ou entre variétés d'une même espèce ; enfin, leur relative inertie biochimique, ces substances étant rarement remobilisées une fois accumulées dans les tissus végétaux (Macheix *et al.*, 2005).

De nombreuses plantes disposent ainsi de mécanismes de défense basés sur ces composés, capables de répondre à un large éventail de stress abiotiques ou biotiques. Ces défenses varient selon la concentration et la répartition des métabolites secondaires, qui peuvent différer à toutes les échelles : entre espèces, populations, individus, voire entre organes d'une même plante (Christina *et al.*, 2016).

Les métabolites secondaires sont classés en trois grandes familles : les composés phénoliques, les terpènes et stéroïdes, et les composés azotés dont les alcaloïdes. Chacune de ces catégories comprend une grande diversité de molécules biologiquement actives, ayant de multiples effets potentiels sur la santé humaine (Krief, 2003).

La production métabolique végétale se distingue ainsi profondément de celle observée chez les autres organismes. En plus de produire les métabolites primaires essentiels à la croissance comme les acides aminés, les nucléotides, les lipides ou les sucres, les plantes élaborent des métabolites secondaires complexes, non directement issus de la photosynthèse, mais issus de transformations sophistiquées de produits primaires. Ces composés remplissent des fonctions vitales : défense contre les herbivores ou les agents pathogènes, protection contre

Chapitre 02 : Les métabolismes secondaire d'*U. dioica* et de *R. communis*

Les feuilles d'*U. dioica* sont particulièrement riches en métabolites secondaires, ce qui explique leur usage traditionnel en phytothérapie pour le traitement de troubles tels que l'inflammation, les allergies ou les désordres métaboliques. Parmi ces composés, les flavonoïdes, et plus spécifiquement la quercétine et la rutine, jouent un rôle majeur. Ces substances sont dotées d'un fort pouvoir antioxydant, leur permettant de neutraliser les radicaux libres et de moduler l'inflammation, notamment par l'inhibition des enzymes COX et LOX, impliquées dans la production des médiateurs inflammatoires (Gülçin *et al.*, 2010). On trouve également dans les feuilles une diversité notable d'acides phénoliques, comme l'acide caféique et l'acide chlorogénique, qui participent à l'activité antioxydante et antimicrobienne de la plante. Ces composés ont montré des effets protecteurs sur les cellules et le foie lors d'études *in vitro*, et contribuent à la stabilisation des membranes cellulaires ainsi qu'à la réduction du stress oxydatif (Gülçin *et al.*, 2010). D'autres substances présentes dans les feuilles incluent les tanins condensés, aux propriétés astringentes et antimicrobiennes, ainsi que des saponines, reconnues pour leurs effets immunomodulateurs et leur potentiel à réduire le cholestérol. Enfin, la richesse des feuilles en minéraux essentiels (comme le fer, le calcium et le magnésium) et en chlorophylle renforce encore leur intérêt thérapeutique, notamment dans la prise en charge de l'anémie et des troubles cutanés (Upton, 2013).

Tableau 3: Les constituants chimiques et métabolites secondaires des feuilles d'ortie (Gülçin *et al.*, 2010)

Nom du composé	Structure chimique	Partie de la plante	Propriétés biologiques
Rutin	Flavonoïde (glycoside de quercétine)	Feuilles	Antioxydant, anti-inflammatoire
Quercétine	Flavonoïde	Feuilles	Antioxydant, anti-inflammatoire
Acide caféique	Acide phénolique	Feuilles	Antioxydant, antimicrobien
Acide chlorogénique	Ester d'acide caféique et d'acide quinique	Feuilles	Antioxydant, hépatoprotecteur

2.2. Les métabolites secondaires de *R. communis*:

Les feuilles de *Ricinus communis* sont riches en métabolites secondaires bioactifs, ce qui explique en partie leur utilisation traditionnelle en médecine et en agriculture. Parmi les

Chapitre 02 : Les métabolismes secondaire d'*U. dioica* et de *R. communis*

composés majeurs identifiés, on retrouve plusieurs flavonoïdes tels que la quercétine et le kaempférol, reconnus pour leurs puissantes propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires et antimicrobiennes. Ces flavonoïdes jouent un rôle clé dans la protection de la plante contre les stress oxydatifs et les attaques pathogènes (Gassim *et al.*, 2024).

Les feuilles contiennent également des tanins, une autre classe de composés polyphénoliques, connus pour leurs effets astringents, antimicrobiens et antioxydants. Ces substances contribuent à la défense chimique des feuilles contre les herbivores et les insectes, tout en offrant un potentiel pharmacologique pour l'homme (Gassim *et al.*, 2024). En plus des flavonoïdes et tanins, les feuilles de *R. communis* renferment des saponines, des glycosides triterpéniques ayant des activités antimicrobiennes et hémolytiques. Ces composés peuvent perturber les membranes cellulaires des microorganismes, contribuant à l'effet antiseptique global des extraits foliaires (Gassim *et al.*, 2024). On note aussi la présence de composés phénoliques tels que l'acide gallique, dont l'activité antioxydante a été largement documentée. Ces composés jouent un rôle essentiel dans la neutralisation des radicaux libres et la prévention des dommages oxydatifs dans les tissus végétaux, ce qui peut aussi contribuer à des effets bénéfiques en phytothérapie (Gassim *et al.*, 2024).

Tableau 4: Composés chimiques et métabolites secondaires des feuilles de *R. communis*

Nom du composé	Structure chimique	Partie de la plante	Propriétés biologiques	Références
Ricinine	Alcaloïde (3-Cyano-4-méthoxy-N-méthyl-2-pyridone)	Présent dans toute la plante	Toxique, insecticide, antimicrobien	González-Mendoza <i>et al.</i> (2021)
Flavonoïdes (quercétine, kaempférol)	Polyphénols	Feuilles, tiges	Antioxydants, anti-inflammatoires	Gassim <i>et al.</i> (2024)
Tannins	Polyphénols	Feuilles, graines	Antioxydants, antimicrobiens	Gassim <i>et al.</i> (2024)
Coumarines	Composés aromatiques lactoniques	Feuilles	Antioxydantes, antimicrobiennes	Gassim <i>et al.</i> (2024)
Acide gallique	Acide phénolique	Feuilles	Antioxydant, antimicrobien	González-Mendoza <i>et al.</i> (2021)
Kaempférol-3-O- β -D-xylopyranoside	Flavonoïde glycosylé	Feuilles	Antioxydant	González-Mendoza <i>et al.</i> (2021)

Chapitre 02 : Les métabolismes secondaire d'*U. dioica* et de *R. communis*

Par ailleurs, les feuilles de ricin contiennent des quantités notables de ricinine, un alcaloïde toxique propre à cette espèce. Ce composé possède des propriétés insecticides et antifongiques, bien que sa toxicité impose des précautions d'usage. Son mécanisme d'action repose en grande partie sur l'inhibition de certaines enzymes essentielles au métabolisme cellulaire (González-Mendoza *et al.*, 2021).

•

2.3.1. Les molécules phénoliques :

Les composés phénoliques, également appelés polyphénols, sont des micronutriments d'origine végétale appartenant au métabolisme secondaire des plantes. Ils se distinguent par la présence d'au moins un noyau aromatique (de type benzénique) substitué par un ou plusieurs groupes hydroxyles, auxquels peuvent s'ajouter divers groupes fonctionnels tels que des esters, des méthyl-esters ou des glycosides. Ces composés sont largement répartis dans toutes les parties des plantes supérieures racines, tiges, feuilles, fleurs, pollens, fruits, graines et bois où ils remplissent différentes fonctions biologiques (Toubal, 2018). Les polyphénols constituent une vaste famille de molécules, avec plus de 9000 structures identifiées à ce jour. Ils se classent en plusieurs groupes principaux, notamment les flavonoïdes (qui représentent plus de la moitié des polyphénols), les tanins (issus de la polymérisation de certains flavonoïdes), les acides phénoliques, les coumarines, les lignanes, ainsi que d'autres sous-classes moins fréquentes. Ces molécules, localisées dans divers organes de la plante, jouent un rôle essentiel dans les interactions avec l'environnement, comme le stress abiotique ou les attaques pathogènes (Ganesan *et al.*, 2017).

Les polyphénols sont caractérisés par un ou plusieurs noyaux aromatiques hydroxylés. Les polyphénols sont classés en différents groupes en fonction du nombre de noyaux aromatiques qui les composent et des substitutions qui les relient.

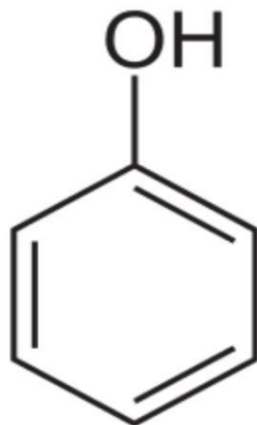


Figure 13: Structure de phénol simple (Clayden *et al.*, 2001)

Tableau 5: Propriétés biologiques des polyphénols

Composés Phénoliques	Activité biologique
Acides phénoliques	Anti-bactérienne ; anti-fongique et antioxydant
Tanins	Stabilisant sur le collagène, antioxydant, antidiarrhéique, effet antiseptique, effet vasoconstricteur
Flavonoïdes	Antitumorale, anticarcinogène, anti inflammatoire, antioxydante, antiallergique, antiulcéreuse, antivirale, antimicrobienne, hypotenseur, diurétique
Coumarines	Anticoagulante, antioxydante, protectrice vasculaire et antioedémateuse
Tannins galliques et catéchiques	Anti-oxydante
Lignanes	Anti-inflammatoires, analgésiques

2.3.1.2. Rôle des polyphénols :

Les composés phénoliques en particulier les flavonoïdes seraient impliqués dans un certain nombre de fonctions :

- Dans certains aspects de la physiologie de la plante (lignification, régulation de la croissance, interaction moléculaire avec certains microorganismes symbiotiques ou parasites, ...) (Macheix *et al.*, 2005) ;
- Dans les interactions des plantes avec leur environnement biologique et physique (relations avec les bactéries, les champignons, les insectes, résistance aux UV), soit directement dans la nature, soit lors de la conservation après récolte de certains végétaux (Macheix *et al.*, 2005) ;
- Dans les critères de qualité (couleur, astringence, amertume, qualités nutritionnelles, ...) qui orientent les choix de l'homme dans sa consommation des organes végétaux

(fruits, légumes, tubercules, ...) et des produits qui en dérivent par transformation (Macheix *et al.*, 2005) ;

- Dans les variations de certaines caractéristiques des végétaux lors des traitements technologiques (préparation des jus de fruits, des boissons fermentées, ...) pendant lesquelles apparaissent fréquemment des brunissements enzymatiques qui modifient la qualité du produit fini (Macheix *et al.*, 2005) ;
- Dans la protection de l'homme vis-à-vis de certaines maladies en raison de leur interaction possible avec de nombreuses enzymes et de leurs propriétés antioxydantes (Macheix *et al.*, 2005).

2.3.1.3. Effet insecticide des polyphénols :

Les polyphénols jouent un rôle essentiel dans leur défense contre les herbivores, notamment les insectes. Ces composés comprennent les flavonoïdes, les tanins, les acides phénoliques et les lignines. Leur effet insecticide est bien documenté et s'explique par plusieurs mécanismes biochimiques et physiologiques. Par exemple, les tanins condensés peuvent interférer avec la digestion des protéines chez les insectes phytophages en inhibant les enzymes digestives comme les protéases, rendant la nourriture moins assimilable (Barbehenn et Constabel, 2011). Cette action antinutritionnelle affaiblit l'insecte, ralentit sa croissance et peut même entraîner sa mort.

Les flavonoïdes, une sous-classe importante de polyphénols, exercent également une activité insecticide par divers mécanismes. Certains flavonoïdes perturbent le système endocrinien des insectes en inhibant la synthèse ou l'action des hormones de mue (ecdystéroïdes), bloquant ainsi leur développement normal (Simmonds, 2003). D'autres peuvent agir comme répulsifs ou antifeedants, réduisant la consommation de la plante par les insectes. De plus, des études ont montré que certains flavonoïdes induisent la production de radicaux libres ou interagissent avec les membranes cellulaires des insectes, entraînant des effets toxiques directs (War *et al.*, 2012). Les acides phénoliques, tels que l'acide caféique et l'acide chlorogénique, ont également été identifiés comme des agents toxiques pour certains insectes ravageurs. Leur activité insecticide réside principalement dans leur capacité à générer un stress oxydatif dans l'organisme de l'insecte, ou à perturber les fonctions enzymatiques essentielles à sa survie (Lattanzio *et al.*, 2006). Ces composés sont souvent présents en quantités accrues dans les plantes soumises à une attaque, suggérant leur rôle actif dans les réponses de défense induites.

Chapitre 02 : Les métabolismes secondaire d'*U. dioica* et de *R. communis*

Globalement, l'activité insecticide des polyphénols est multifactorielle : ils agissent en tant qu'antinutritionnels, inhibiteurs enzymatiques, perturbateurs hormonaux ou encore agents pro-oxydants. Cette complexité d'action rend difficile pour les insectes le développement de résistances, ce qui fait des polyphénols des candidats intéressants pour des stratégies de biocontrôle ou pour le développement de bioinsecticides à base de plantes.

2.4. Effet insecticides des métabolites secondaires de *U. dioica* :

L'utilisation des extraits aqueux de feuilles d'*U. dioica* comme bioinsecticide a été de plus en plus étudiée en raison de leur richesse en composés bioactifs naturels tels que les flavonoïdes, acides phénoliques, saponines, tanins, et composés terpéniques. Ces métabolites secondaires confèrent aux extraits des propriétés insecticides, antifeedantes (réductrices de l'appétit), répulsives et parfois ovicides contre plusieurs espèces d'insectes ravageurs (Kostyukovsky *et al.*, 2002 ; Ibrahim *et al.*, 2020).

Les extraits aqueux d'ortie ont montré une efficacité significative contre les insectes phytophages comme *Aphis fabae*, *Myzus persicae* (pucerons), *Spodoptera littoralis* (lépidoptère) et *Tribolium castaneum* (coléoptère des grains). Selon Ibrahim *et al.* (2020), l'application d'un extrait aqueux de feuilles d'ortie sur les cultures de haricot a permis une réduction notable de la densité des populations d'*Aphis fabae*, accompagnée d'une diminution du taux de ponte. Cette activité serait liée à la présence de substances phénoliques capables de perturber le comportement alimentaire des insectes et d'agir comme répulsifs naturels. D'autres études ont également montré que les extraits aqueux provoquent une mortalité progressive chez les insectes adultes lorsqu'ils sont utilisés à des concentrations modérées à élevées. Par exemple, Kostyukovsky *et al.* (2002) ont observé une activité insecticide modérée mais significative des extraits d'ortie sur les insectes xylophages, suggérant une action liée à une perturbation des membranes cellulaires et à l'induction d'un stress oxydatif chez l'insecte. En outre, des effets sublétaux tels que la réduction de la croissance larvaire et de la fécondité ont été signalés, ce qui contribue à long terme à limiter les infestations.

En comparaison avec d'autres extraits végétaux, les extraits aqueux d'*U. dioica* présentent l'avantage d'être non toxiques pour l'environnement et les organismes non ciblés, tout en offrant une alternative durable aux pesticides de synthèse dans le cadre de la lutte intégrée. Toutefois, leur efficacité peut varier selon la méthode d'extraction, la concentration, la durée d'exposition et l'espèce cible, ce qui souligne la nécessité de standardiser les protocoles d'application pour optimiser les performances insecticide.

2.5. Effet insecticides des métabolites secondaires de *R. communis* :

L'utilisation des extraits aqueux de feuilles de *R. communis* comme bioinsecticide a montré un potentiel prometteur contre divers insectes ravageurs d'importance agricole. Plusieurs études ont mis en évidence des effets toxiques, répulsifs et antifeedants sur des insectes comme *Sitophilus zeamais*, *Tribolium castaneum*, *Callosobruchus maculatus* ou encore *Aphis craccivora*. Ces effets insecticides sont principalement attribués à la richesse des feuilles en métabolites secondaires actifs, notamment les saponines, alcaloïdes, flavonoïdes, tanins et composés phénoliques (Gbenou *et al.*, 2006 ; Gassim *et al.*, 2024).

Les extraits aqueux de *R. communis* ont montré une efficacité insecticide dépendante de la concentration et du temps d'exposition. Par exemple, une étude menée par Gbenou *et al.* (2006) a révélé que des concentrations croissantes de l'extrait réduisent significativement la survie des insectes, avec un effet dose-dépendance évident sur *Callosobruchus maculatus*. Les mécanismes impliqués semblent inclure la perturbation du métabolisme digestif, des dommages aux tissus intestinaux, ainsi qu'une interférence hormonale qui affecte le développement et la reproduction des insectes. Une autre recherche de Gassim *et al.* (2024) a montré que les extraits aqueux des feuilles induisent une mortalité importante chez *Tribolium confusum*, un insecte ravageur des stocks. L'étude souligne l'effet synergique des composés phénoliques et flavonoïdiques dans l'induction d'un stress oxydatif chez l'insecte, affectant ses fonctions cellulaires. Par ailleurs, l'activité insecticide observée n'est pas uniquement létale, mais s'accompagne d'un effet répulsif notable, réduisant la ponte et la consommation de substrat par les adultes.

Ces résultats indiquent que les extraits aqueux de *R. communis* pourraient constituer une alternative écologique intéressante aux insecticides de synthèse, notamment dans la gestion intégrée des ravageurs. Toutefois, il est important de souligner que l'efficacité peut varier selon les espèces cibles, les conditions environnementales et le mode d'application. De plus, l'utilisation sécurisée de ces extraits nécessite l'évaluation de leur impact non seulement sur les insectes nuisibles, mais aussi sur les insectes utiles, les sols et la santé humaine.

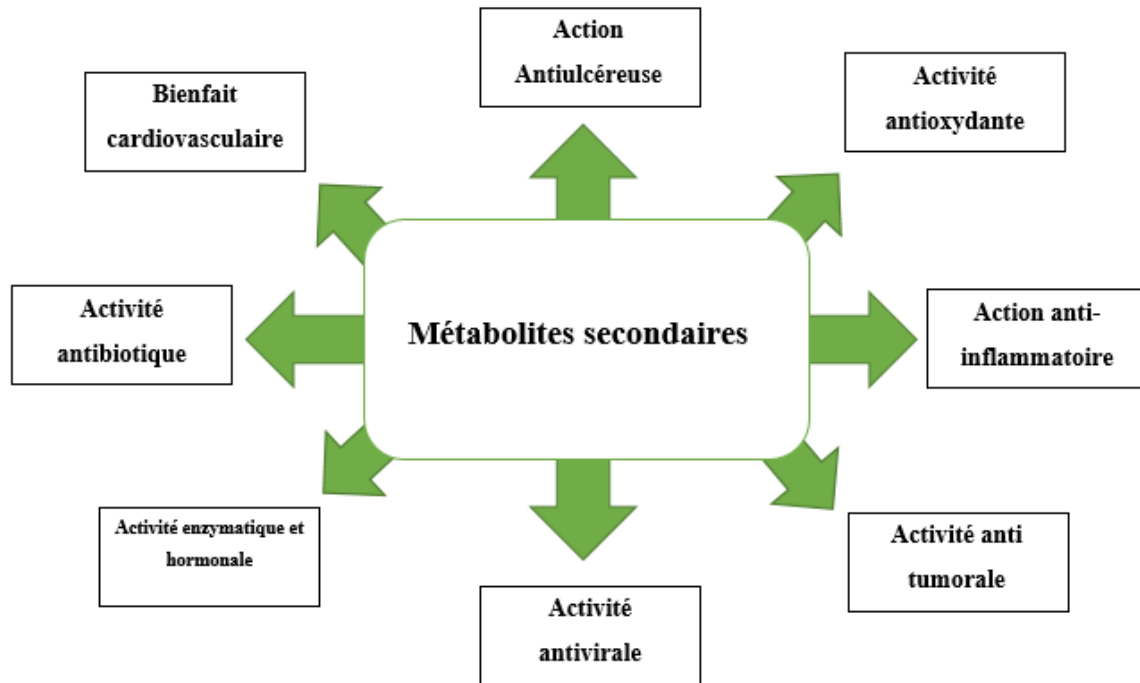


Figure 14: Fonctions et propriétés des métabolites secondaires

CHAPITRE 03 : *Tribolium confusum*

Introduction :

Les denrées stockées sont fréquemment exposées à des infestations d'insectes, dont *Tribolium confusum* Jacquelin du Val, également connu sous le nom de tribolium confus. Ce coléoptère de la famille des Tenebrionidae figure parmi les ravageurs secondaires les plus répandus à l'échelle mondiale, notamment dans les zones de stockage des produits céréaliers.

Sa capacité à se développer dans une grande variété de matières alimentaires, sa résistance aux conditions défavorables et sa reproduction rapide font de lui un ennemi redoutable pour la sécurité alimentaire. Au-delà de sa biologie adaptative, *T. confusum* est responsable de dommages économiques et qualitatifs considérables. Il détériore les grains par ses activités alimentaires, ses excréments et les sécrétions qu'il libère, provoquant une altération organoleptique et sanitaire des denrées. Ces dégradations entraînent non seulement des pertes en quantité, mais compromettent également la commercialisation des produits infestés. Ce chapitre se propose donc d'explorer les principales caractéristiques biologiques de *T. confusum*, son habitat, ses modalités de développement, ainsi que les impacts directs et indirects de sa présence sur les stocks alimentaires, afin de mieux comprendre les enjeux liés à sa gestion.

3.1. Les caractères généraux des Tenebrionidae :

Les Tenebrionidae font partie des coléoptères de taille comprise entre 0.2 cm et 8 cm, caractérisés par des formes très variées, à téguments le plus souvent rigides, épais, noir mat ou luisant, de teinte sombre, coloré ou « métallique » par interférence, avec des yeux généralement grands, ovales ou ronds chez certaines sous-familles. Antennes de 11 articles, plus rarement 10. Aptères ou ailées, avec nervation alaire du type primitif, 5 sternites abdominaux, pattes longues ou tout au contraire, contractées, souvent fouisseuses (Balachowsky, 1962). Un certain nombre de Tenebrionidae ont été signalées comme nuisibles sur les plantes cultivées et d'autres s'attaquent aux denrées alimentaires stockées ou emmagasinées. Parmi ces dernières le genre *Tribolium* comprend deux espèces principales cosmopolites et nuisibles : *T. castaneum* Herbst. et *T. confusum*.

3.2. Le genre *Tribolium* :

Les espèces de genre *Tribolium* sont des coléoptères Tenebrionidae. On compte 36 espèces dont quatre sont cosmopolites : *T. confusum*, *T. castaneum*, *T. destructor* et *T. madens* (Calmont et Soldati, 2008).

Selon Ferrer (1995), deux caractères essentiels pour l'identification du genre *Tribolium*, à savoir :

- L'existence d'une suture carénée ;
- La méso-tibia et méta-tibia sont simples.

Ils sont très souvent associés aux denrées alimentaires. Selon Lepiger (1966), ces insectes sont peu actifs et se dissimulent de préférence dans les recoins obscurs. A l'approche du soir, après les chaudes journées du printemps, ils volent et s'accouplent (Balachowsky et Mensil, 1936).

Il existe plusieurs espèces de *Tribolium*, dont deux bien connues pour être nuisibles : *T. confusum* et *T. castaneum*. Ces deux espèces, de taille et d'aspect semblables, se distinguent principalement par la forme de leurs antennes : *T. castaneum* possède des antennes composées de 11 articles, dont les 3 derniers forment une massue nettement marquée, tandis que chez *T. confusum*, également doté de 11 articles, la massue est plus progressive, souvent formée de 4 à 5 articles (Lepesme, 1944).

T. confusum est considéré comme l'espèce la plus commune des insectes des denrées entreposées. Originaire des régions chaudes, il ne peut survivre dans les pays nordiques qu'à l'intérieur de locaux chauffés (Balachowsky et Mesnil, 1936).

3.3. Position Taxonomique de l'insecte :

Selon Lepesme (1944), *T. confusum* occupe la position systématique suivante :

- Règne : Animalia
- Embranchement : Arthropoda
- Classe : Insecta
- Ordre : Coleoptera
- Sous ordre : Polyphaga
- Famille : Tenebrionidae
- Genre : *Tribolium*
- Espèce : *Tribolium confusum*



Figure 15: *T. confusum* (Zohry et al., 2017)

3.4. Origine et répartition de l'insecte :

Le *T. confusum* est une espèce cosmopolite (Balachowsky et Mensil, 1936). Selon Jurgen et al. (1981), cette espèce a été transportée par l'homme avec des produits nourriciers et se

rencontre maintenant dans le monde entier par suite de sa résistance plus grande aux basses températures, elle se rencontre à des latitudes plus septentrionales que d'autres espèces du même genre.

3.5. L'habitat :

T. confusum est un ravageur très commun dans les moulins et les entrepôts des produits alimentaires. Son régime alimentaire est d'origine xylophage, cependant, il s'est adapté à un régime alimentaire à base de céréales et dérivées amylacées (Lepesme, 1944).



Figure 16: Echantillons de blé tendre infesté par le *T. confusum* (Photo originale, 2025)

3.6. La morphologie de *T. confusum* :

L'adulte du *Tribolium* est un petit coléoptère brun rougeâtre brillant, mesurant entre 2,2 et 4,4 mm, avec un corps allongé et un appendice prosternal nettement élargi à l'apex. Ses antennes se terminent par une massue de trois articles. Morphologiquement proche de *T. castaneum*, *T. confusum* s'en distingue par une massue antennaire plus graduellement élargie et un espace interoculaire plus large (environ 50% de la largeur de la tête). Les yeux, oblongs (0,6 × 0,3 mm), blanchâtres et presque transparents, sont recouverts d'une substance visqueuse facilitant l'adhésion aux denrées infestées.

3.7. La biologie et les stades de développement de *T. confusum* :

Le *T. Confusum* est un insecte holométabole, il passe par quatre stades de développement : Œuf ; larve, nymphe et adulte.

3.7.1. Œuf :

Les œufs, blancs, presque transparents et de forme oblongue, mesurent environ 0,60 mm de long sur 0,35 mm de large. Enveloppés d'une substance visqueuse lors de la ponte, ils adhèrent aux particules de farine, ce qui les rend difficiles à détecter (Good, 1936). La femelle les dépose individuellement, soit dans le substrat, soit sur la face interne du récipient (Good, 1933 ; Lepesme, 1944 in Benazzedine, 2010).

3.7.2. Larve :

La jeune larve (L1) est blanche et mesure environ 1 mm, puis jaunit progressivement au fil de son développement. De forme cylindrique, presque glabre mais couverte de soies, elle possède trois paires de pattes et une paire d'urogomphes abdominaux. Les larves effectuent 7 à 8 mues avant d'atteindre leur taille maximale, entre 6 et 7 mm. En fin de croissance, leur mobilité diminue progressivement avant la transformation en nymphe (Fleurat-Lessard, 1982).



Figure 17: : L'aspect du stade larvaire de *T. confusum* (Zohry et al., 2017)

3.7.3. Nymphe :

La nymphe, d'abord blanche ou semi-translucide à sa formation, devient progressivement crème pâle à mesure que les segments thoraciques et abdominaux se dessinent plus nettement, immobile, elle mesure entre 3,6 et 4,6 mm. À l'approche de la maturité, ses pattes, les extrémités des mandibules et les urogomphes prennent une teinte brun foncé (Balachowsky, 1936 in Benazzedine, 2010).

3.7.4. Imago (adulte) :

À l'émergence, l'imago de *T. confusum* présente une coloration brun clair qui s'intensifie en brun-rouge au cours des 24 premières heures (Solimane, 1987). Cette espèce, mesurant moins de 4 mm, se caractérise par des élytres à intervalles faiblement carénés, non costiformes

ventralement. L'espace entre les yeux est très large, environ 2,5 fois la largeur oculaire, et le canthus des joues dépasse nettement au-dessus des yeux. Le pronotum montre une ponctuation fine et espacée, sans réticulation latérale. Les antennes, dépourvues de véritable massue, s'élargissent progressivement vers l'extrémité (Calmont et Soldati, 2008). Bien que dotée d'ailes membraneuses pleinement développées, *T. confusum* n'a jamais été observée en vol, contrairement à *T. castaneum*, qui vole aisément (Robinson, 2005).



Figure 18: Aspect du stade adulte de *T. confusum* (Photo originale, 2025)

L'accouplement des adultes a lieu environ deux jours après l'émergence des imagos et dure de 3 à 15 minutes. Les œufs, pondus en vrac sur les denrées, sont difficiles à repérer. Une femelle peut en produire entre 500 et 1 000 au cours de sa vie. Elles se déplacent librement dans la denrée infestée, où elles se nymphosent. À 32,5 °C et 70 % d'humidité relative, l'adulte émerge six jours après la nymphose, avec un cycle complet de 24 à 26 jours. *T. confusum* a un optimum thermique entre 32 et 35 °C ; son développement cesse en dessous de 22 °C, mais il tolère de faibles hygrométries. En l'absence de nourriture, il peut pratiquer le cannibalisme, consommant œufs et larves de ses congénères (Steffan in Scotti, 1978).

3.8. La distinction entre mâle et femelle :

Chez les *Tribolium* adultes, mâles et femelles sont morphologiquement très similaires, rendant leur distinction difficile à ce stade. Le sexage s'effectue généralement au stade nymphal, où des différences anatomiques sont visibles. Étant donné la petite taille des coléoptères et de leurs appendices, l'observation nécessite l'utilisation d'un microscope optique. La nymphe doit être placée sur le dos, face ventrale vers le haut, pour examiner l'extrémité abdominale.

À cet endroit, on observe deux longues projections appelées urogomphes, présentes chez les deux sexes. Un peu plus haut sur l'abdomen se trouvent les papilles génitales : chez la femelle, elles sont pointues, de taille réduite (environ la moitié des urogomphes) et marquées par deux points plus foncés à l'extrémité, évoquant de minuscules doigts. Chez le mâle, elles sont trapues, soudées et beaucoup moins visibles, ressemblant à deux pouces accolés.

3.9. Le régime Alimentaire et les dégâts :

Le *T. confusum* est à la fois psychophage, mycophage, nécrophage et prédateur. Sa croissance est la plus rapide sur des farines de céréales, classées par ordre d'efficacité : blé dur, blé tendre, sorgho, orge, riz et maïs. Il n'attaque pas le grain intact, mais des lésions microscopiques suffisent pour permettre aux larves de consommer principalement le germe. Les gousses d'arachide ne sont infestées que si le pédoncule est arraché. En cas de pullulation, les larves et adultes deviennent cannibales, se nourrissant de leurs œufs et nymphes, ainsi que de proies immobiles ou peu mobiles comme les œufs et nymphes de coléoptères (*Stegobium paniceum*, *Rhyzopertha dominica*) (Balachowsky et Mensil, 1936).

Très polyphage, *T. confusum* a été signalé sur plus de 200 denrées différentes, y compris des céréales, des légumes secs, du chocolat, du cacao, des graines oléagineuses et des épices (Lepesme, 1944). Selon Steffan (1978), *T. confusum* accompagne souvent les charançons et complète leurs dégâts. Cet insecte creuse des tunnels dans la farine ou d'autres milieux granulés (Jürgen *et al.*, 1981). Steffan (1987) a observé que dans les grains, *T. confusum* agit comme un déprédateur secondaire, attaquant les grains brisés ou déjà entamés. Dans une expérience à 30°C, 25 adultes de *T. confusum* placés dans du blé entier (12 % d'humidité) ont donné une population de 70 individus après 5 mois, alors que dans du blé avec 2 % de grains cassés, la population atteignait 450 individus. Avec 8 % de grains cassés, elle pouvait atteindre 2000 individus après la même durée.

Lepesme (1944) et Coulin (1982) ont suggéré que *T. confusum* pourrait aussi attaquer le blé entier, se limitant toutefois aux germes. Steffan (1987) a montré que les adultes sécrètent un liquide riche en quinones, responsable de l'odeur désagréable des produits infestés. Cette sécrétion, qui aurait un effet défensif, est également antifongique et peut réduire la fécondité des femelles, limitant ainsi la croissance de la population en cas de déficit alimentaire. *T. confusum* est nuisible à tous les stades de son cycle, avec des œufs, larves, nymphe et adultes présents dans les produits infestés au printemps, en été et en automne. En hiver, seuls les adultes restent dans les denrées (Le Piger, 1966).

3.10. Les ennemis naturels de *T. confusum*

Parmi les principaux ennemis naturels de *T. confusum* figurent plusieurs acariens, tels que *Pediculoides ventricosus*, *Acarophenax tribolii*, *Blattisocius keegani* et *Blattisocius tarsalis*, ce dernier étant un prédateur spécifique des œufs. On trouve également des hyménoptères parasitoïdes de la famille des Bethyilidae, comme *Holepyris sylvanidis* (syn. : *Rhabdepyris zea*), qui s'attaquent aux larves.

3.11. La lutte contre le *T. confusum* :

Le grain stocké peut être considéré comme un organisme vivant, nécessitant des soins adaptés à son métabolisme (respiration, nutrition, croissance et mortalité). Les conditions de stockage doivent donc limiter l'action des facteurs de détérioration température, humidité, moisissures, insectes, rongeurs par des mesures préventives ou curatives. Plusieurs techniques permettent de préserver la quantité et la qualité des grains, allant des méthodes traditionnelles (exposition au soleil, fumage) aux approches modernes (dépistage électroacoustique, lutte biologique ou génétique). Toutefois, aucune méthode seule ne garantit une conservation optimale (Madjdoub, 2013). Pour combattre le *T. confusum* deux moyens de lutte sont utilisés, une préventive avant l'infestation et une curative, une fois les insectes sont installés dans les produits emmagasinés.

3.11.1. La lutte préventive :

La lutte préventive regroupe l'ensemble des méthodes visant à limiter les infestations avant, au début et pendant le stockage, tout en préservant la qualité des denrées (De Groot, 2004 ; Cruz *et al.*, 2016). Selon Kellouche (2005), Dubreil (2014), Cruz *et al.* (2016) et Waongo *et al.* (2019), elle repose sur plusieurs pratiques essentielles telles que :

- Le maintien d'une hygiène rigoureuse des structures de stockage et des moyens de transport pour empêcher l'entrée des ravageurs ;
- L'inspection des fissures et zones à risque avant le remplissage des locaux ;
- Le séchage des grains pour réduire l'humidité entre 13 % et 14 % ;
- La désinfection des grains et l'élimination des impuretés (grains cassés, résidus de farine) ;
- Éviter le stockage de lots déjà contaminés et prévenir toute nouvelle introduction de nuisibles ;

- La mise en place d'une bonne ventilation après stockage pour limiter la température, empêcher l'humidité et prévenir le développement de moisissures ;
- L'utilisation des emballages résistants (sacs en plastique simple ou double) pour protéger les graines contre les larves et adultes de certaines espèces.

3.11.2. La lutte curative :

3.11.2.1. Méthode chimique :

La méthode la plus couramment utilisée pour lutter contre les insectes est la lutte chimique, qui se divise en deux grandes catégories. La première comprend les insecticides à action immédiate, comme les composés organiques de synthèse, notamment les pyréthriinoïdes et les organochlorés, ainsi que les fumigants tels que le bromure de méthyle et le phosphore d'hydrogène (Park *et al.*, 2003). Le second regroupe est représenté par les insecticides à effet prolongé, qui persistent sur les denrées et assurent une protection sur la durée, à l'instar des organochlorés de contact et des carbamates, dont le Lindane est un exemple (Jayakumar *et al.*, 2017). Bien que ces produits chimiques soient très efficaces, leur usage n'est pas sans conséquences : ils présentent des risques pour la santé des utilisateurs et des consommateurs, favorisent l'émergence de souches d'insectes résistantes, et perturbent les équilibres écologiques ainsi que les mécanismes de lutte biologique (Amiri *et al.*, 2016).

3.11.2.2. Méthode physique :

Un autre moyen de lutte contre les ravageurs des denrées stockées repose sur des méthodes physiques, qui incluent l'utilisation du froid, de la chaleur ou on les appelle les températures extrêmes, des radiations infrarouges et ultrasoniques, des rayons ultraviolets et gamma.

Le froid :

Le froid constitue une stratégie efficace pour la conservation post-récolte. En effet, selon Sinha et Watters (1985), les denrées conservées à une température inférieure à 12°C sont généralement protégées contre les infestations d'insectes.

La chaleur :

La chaleur représente également une méthode de lutte importante, historiquement utilisée pour la première fois aux États-Unis. Le surchauffage des grains permet à la fois leur séchage et la destruction d'une proportion significative des insectes présents. D'après Fleurat-Lessard (1978) et Scotti (1978), une exposition de 10 minutes à une température de 60°C suffit à

éliminer toutes les formes d'insectes ravageurs dans une masse de grains, sans altérer ni le pouvoir germinatif ni les qualités boulangères, bien que l'humidité des grains soit légèrement réduite.

La radiation :

Selon Gwinner *et al.* (1996), la sensibilité des insectes ravageurs aux radiations varie selon les espèces et les stades de développement, les œufs et les larves étant généralement les plus vulnérables. Le rayonnement infrarouge (IR), par exemple, permet de neutraliser les adultes d'*Oryzaephilus surinamensis* en seulement quatre secondes, sans altérer la qualité des denrées alimentaires traitées (Athanassiou *et al.*, 2017). Toutefois, bien que cette méthode soit efficace, elle nécessite un environnement de stockage adapté afin de garantir la sécurité des opérateurs et des consommateurs (Kellouche, 2005). Par ailleurs, d'autres approches physiques sont également utilisées dans les silos, telles que l'application d'atmosphères contrôlées ou modifiées à base de gaz comme le dioxyde de carbone (CO₂), l'azote (N₂) ou encore l'ozone (O₃), qui agissent en privant les insectes d'oxygène ou par action oxydative directe (Abdelfattah, 2021 ; Hashem *et al.*, 2021).

3.11.2.3. Méthode biologique :

Selon Seck (1991), la lutte biologique repose sur l'utilisation d'ennemis naturels des ravageurs, incluant les prédateurs, les parasitoïdes et les agents pathogènes, ainsi que sur l'emploi de substances naturelles d'origine minérale ou végétale. Par exemple, la reproduction en laboratoire de *Cephalonomia tarsalis*, un hyménoptère parasitoïde efficace contre *Oryzaephilus surinamensis*, a été menée avec succès, démontrant son potentiel en tant qu'auxiliaire de lutte biologique (Maughan, 2012). De plus, la lutte contre les insectes des denrées stockées peut faire appel à divers agents biologiques tels que des nématodes entomopathogènes, des bactéries, des champignons ou encore des virus (Cock *et al.*, 2016 ; Hajek *et al.*, 2020). Parmi eux, *Bacillus thuringiensis*, une bactérie Gram-positif largement répandue, est bien connue pour produire des cristaux parasporaux contenant des endotoxines ayant une activité larvicide et adulticide ciblant plusieurs ordres d'insectes, notamment les coléoptères, les lépidoptères et les diptères (Schnepf *et al.*, 1998).

Pour lutter contre le *T. confusum*, certains arthropodes, notamment des acariens tels que *Pediculoides ventricosus* Nemp., *Acarophenax tribolii* Nemp., et *Duval*, contribuent à réguler les populations de *Tribolium* en milieu de stockage. De plus, deux hyménoptères parasitoïdes appartenant à la famille des Bethyilidae, *Rhabdepyriszea turu* et *Waterst.* et *Sclerodermus*

migrans Bridw., parasitent les larves de ce ravageur et jouent un rôle dans son contrôle biologique (Hitman, 1992). Outre ces entomophages, divers microorganismes, notamment certains champignons et bactéries, participent également à la régulation naturelle des populations d'insectes nuisibles. Ainsi que les poudres végétales et les huiles essentielles. De nombreuses recherches ont démontré leur efficacité dans la protection des grains stockés contre les ravageurs.

- **Les extractions végétales :**

Parallèlement, les extraits végétaux représentent une alternative prometteuse aux insecticides chimiques, notamment grâce à la présence de molécules bioactives qui présentent une moindre toxicité pour l'environnement et la santé humaine. Utilisables sous plusieurs formes, extraits aqueux, extraits organiques (Regnault-Roger *et al.*, 1993), huiles végétales (Kellouche, 2005), poudres végétales et huiles essentielles, ces biopesticides d'origine naturelle se sont révélés efficaces dans la protection des grains stockés contre divers ravageurs. Face à la montée de la résistance des insectes aux insecticides de synthèse, l'intérêt pour les substances naturelles s'est intensifié. Les plantes, grâce à leur richesse en composés secondaires tels que les terpènes, les alcools et les composés soufrés, offrent de nouvelles pistes pour la lutte biologique. Ces substances sont exploitées dans différentes formulations, poudre, extraits organiques ou aqueux et l'huiles essentielles ont montré leur efficacité, notamment dans les zones tropicales où elles font l'objet de nombreuses études (Arthur, 1996).

- **Les solutions polyphénolique :**

Face à la résistance croissante des insectes aux insecticides de synthèse et aux risques qu'ils posent à l'environnement, les extraits aqueux de plantes apparaissent comme une alternative naturelle prometteuse. Obtenus par macération, infusion ou décoction à partir de feuilles, tiges ou bois séché, ces extraits sont riches en composés bioactifs tels que les terpènes, flavonoïdes et alcaloïdes, qui agissent par contact ou ingestion. Leur action, bien que plus lente, se distingue par une plus grande stabilité et une efficacité prolongée dans les systèmes de stockage (Brahmi, 2019). Plusieurs études ont confirmé leur efficacité sur divers ravageurs. Par exemple, *Ricinus communis* a montré une efficacité similaire à la cyperméthrine contre les insectes du niébé (Adjrah *et al.*, 2013), tandis qu'*Azadirachta indica* (neem), riche en azadirachtine, perturbe la croissance, la reproduction et l'alimentation des insectes (Isman, 2006). D'autres plantes comme *Tephrosia vogelii*, *Capsicum frutescens*, *Cymbopogon citratus*

et *Thymus vulgaris* ont également démontré une activité insecticide notable (Rakotomanana *et al.*, 2017 ; Regnault-Roger *et al.*, 2012).

L'efficacité de certains extraits contre *T. confusum*, ravageur majeur des denrées stockées, a également été démontrée. Par exemple, l'extrait aqueux de neem réduit significativement la survie et la fécondité de cette espèce par son action endocrinienne (Isman, 2006). L'eucalyptus (*Eucalyptus globulus*) présente des effets répulsifs et toxiques notables, entraînant une baisse de la survie larvaire (Kavallieratos *et al.*, 2012). D'autres espèces végétales comme *Ocimum basilicum*, *Mentha pulegium* et *Allium sativum* se sont révélées efficaces, en agissant par répulsion, perturbation comportementale et mortalité directe (Adedire & Lajide, 2003 ; Asawalam *et al.*, 2006). Selon Regnault-Roger (2003), les composés tels que l'eucalyptol, l'eugénol, le menthol et la pulégone constituent les éléments actifs majeurs de ces extraits. En dépit de leur faible persistance nécessitant des applications répétées, leur faible toxicité pour l'homme, leur biodégradabilité et leur accessibilité en font une solution écologique adaptée, notamment dans les régions tropicales et les petites exploitations agricoles.

- **Les huiles essentielles :**

Les huiles essentielles occupent une place importante dans la lutte contre les insectes ravageurs des céréales entreposées, en raison de leur fort potentiel insecticide (Rajkumar *et al.*, 2019 ; Boukhalfa et Rouabah, 2020). Les huiles essentielles, considérées comme la fraction la plus active des extraits des plantes aromatiques, se révèlent être de puissants biopesticides (Campolo *et al.*, 2018). Leur efficacité résulte de la diversité de leurs composants chimiques et de leurs actions combinées, souvent renforcées par des effets synergiques (Mossa, 2016).

- **Poudre de plantes :**

Certaines plantes présentent des propriétés insecticides notables, ce qui en fait une solution efficace pour lutter contre l'infestation des denrées stockées par les insectes. D'après Campolo *et al.* (2018), les poudres issues de ces végétaux offrent un effet protecteur significatif contre divers insectes nuisibles. De plus, l'activité insecticide varie selon les parties de la plante utilisées, certaines montrant une concentration plus élevée en composés bioactifs.

Partie expérimentale

Matériel et méthodes

1.1. matériel végétal :

1.1.1. Urtica dioica

On a collecté l'espèce *Urtica dioica* de la ferme expérimentale de l'université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem, située à la commune de Mazagan (W. Mostaganem). La récolte était réalisée au mois de Février 2025, la plante a été identifiée par Mlle KEDDAR Fayza (doctorante à l'université de Chlef).



Figure 19: Feuilles d'*U. dioica* (Photo originale, 2025)

1.1.2. Ricinus communis

La récolte des feuilles de l'espèce *R. communis* a été effectuée dans la région El-Ain, commune de Ain Tedeles. La récolte des feuilles a été effectuée au mois de Février 2025. L'espèce a été identifiée par Pr. BOUALEM Malika (chercheure au département d'agronomie, université de Mostaganem).

Après la récolte des échantillons des deux plantes médicinales, on a effectué un séchage des feuilles récoltés à l'abri de la lumière puis on les a broyé pour obtenir une poudre.



Figure 21: Feuille de *R. communis* (Photo originale, 2025)

1.2. matériel animal :

L'espèce animale de *T. confusum* a été collectée à partir de blé tendre issue du Moulin Ain Tedeles de la commune de Ain Tedeles. L'approvisionnement en *Tribolium* du moulin a été effectué à deux reprises lors de cette étude, ceci, afin de nous permettre d'effectuer nos différents essais. Par la suite, il nous a été permis de collecter les individus au stade adulte pour les tests. L'espèce a été identifiée par Pr. BOUALEM Malika.



Figure22: La collecte des adultes de *T. confusum* (Photo originale, 2025)

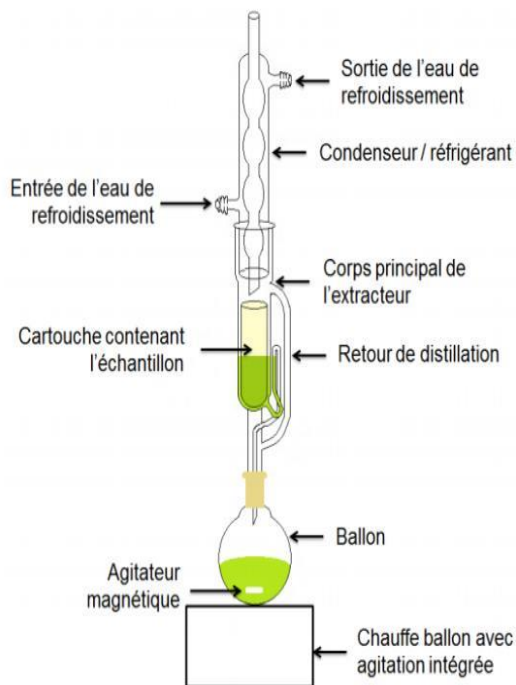
2.1. La méthodologie de travail au laboratoire :

2.1.1. L'extraction des polyphénols :

2.1.1.1. Le principe de l'extraction par la méthode Soxhlet :

L'extracteur Soxhlet est un appareil permettant d'effectuer une extraction solide-liquide. Cet appareil porte le nom de son inventeur, Franz Von Soxhlet (1879). C'est une méthode simple et efficace qui permet de répéter indéfiniment le cycle d'extraction. Le solvant (utilisé en quantité équivalente de 5 à 10 fois celle de l'échantillon solide à extraire) est porté à ébullition, puis condensé à l'aide d'un condenseur à boules. Il s'accumule ensuite dans le réservoir à siphon, contenant le solide à extraire placé dans une cartouche de papier épais. Lorsque le solvant atteint un certain niveau dans le réservoir, le siphon s'amorce automatiquement, permettant au solvant chargé de la substance dissoute de retourner dans le ballon. Ce cycle peut être répété plusieurs fois, selon la facilité avec laquelle le produit se diffuse dans le solvant (Penchev, 2010).

Cette méthode d'extraction nécessite un traitement postérieur du mélange obtenu. En pratique, on utilise un évaporateur rotatif pour séparer l'extrait du solvant d'extraction (Penchev, 2010).



Figur 23 : Schémas représentatif du principe d'extraction Soxhlet (Do, 2016)



Figure 24 : Appareil Soxhlet (Photo originale, 2025)

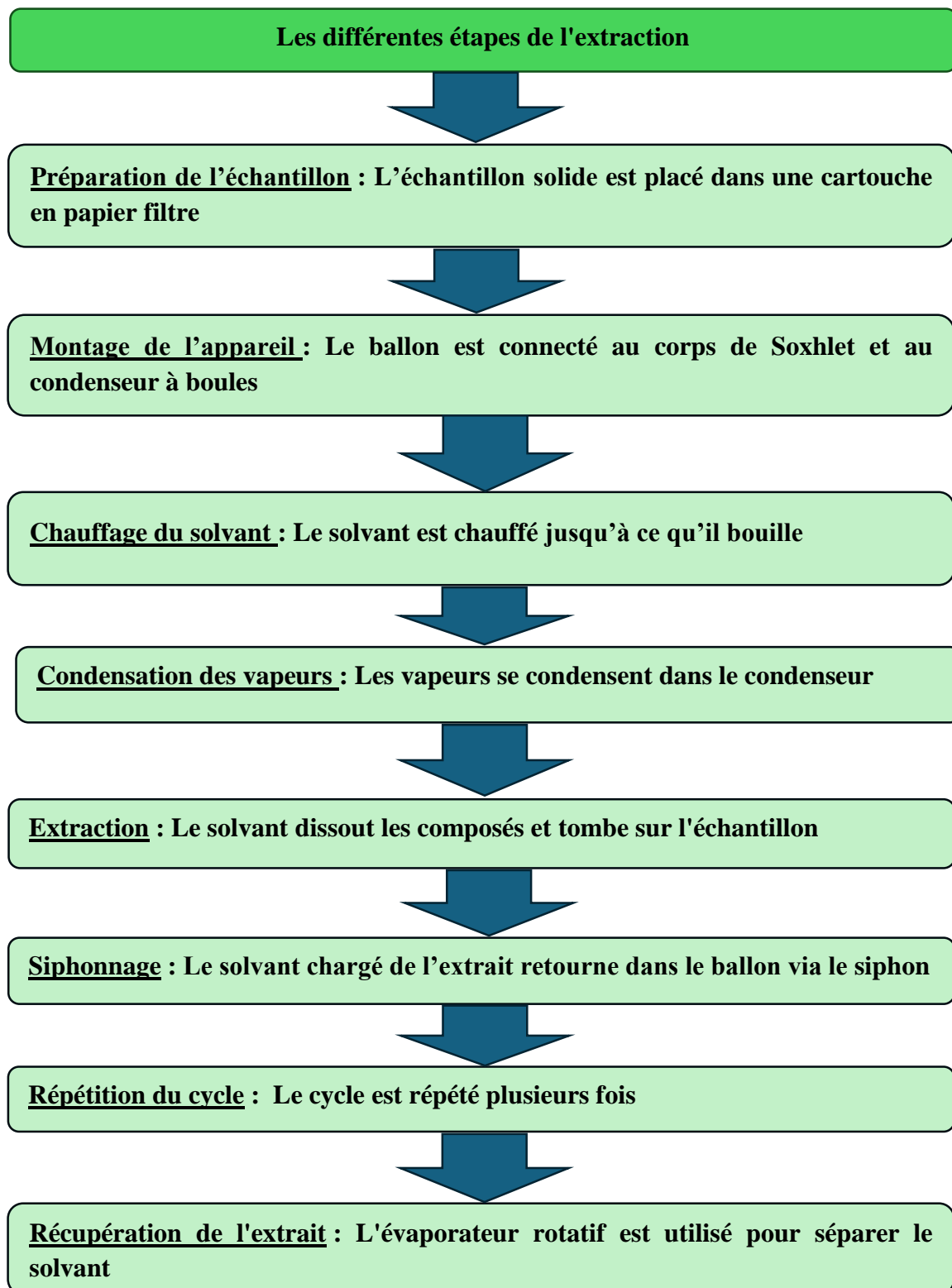


Figure25: Représentation schématique de la méthode d'extraction (Photo originale, 2025)

2.1.2. Le Protocol d'extraction :

Pour réaliser l'extraction, 20g de plante séchée et broyée (A) sont d'abord utilisés. Ensuite, la cartouche est remplie avec ce matériau (B). On procède ensuite à la mesure de 250 ml de solvant (Méthanol 90°) pour l'extraction (C). L'extraction se fait à travers 6 cycles successifs (D). Une fois ces étapes complétées, le résultat de l'extraction est obtenu (E), puis le mélange est placé au rotavapeur pour concentrer l'extrait (F).

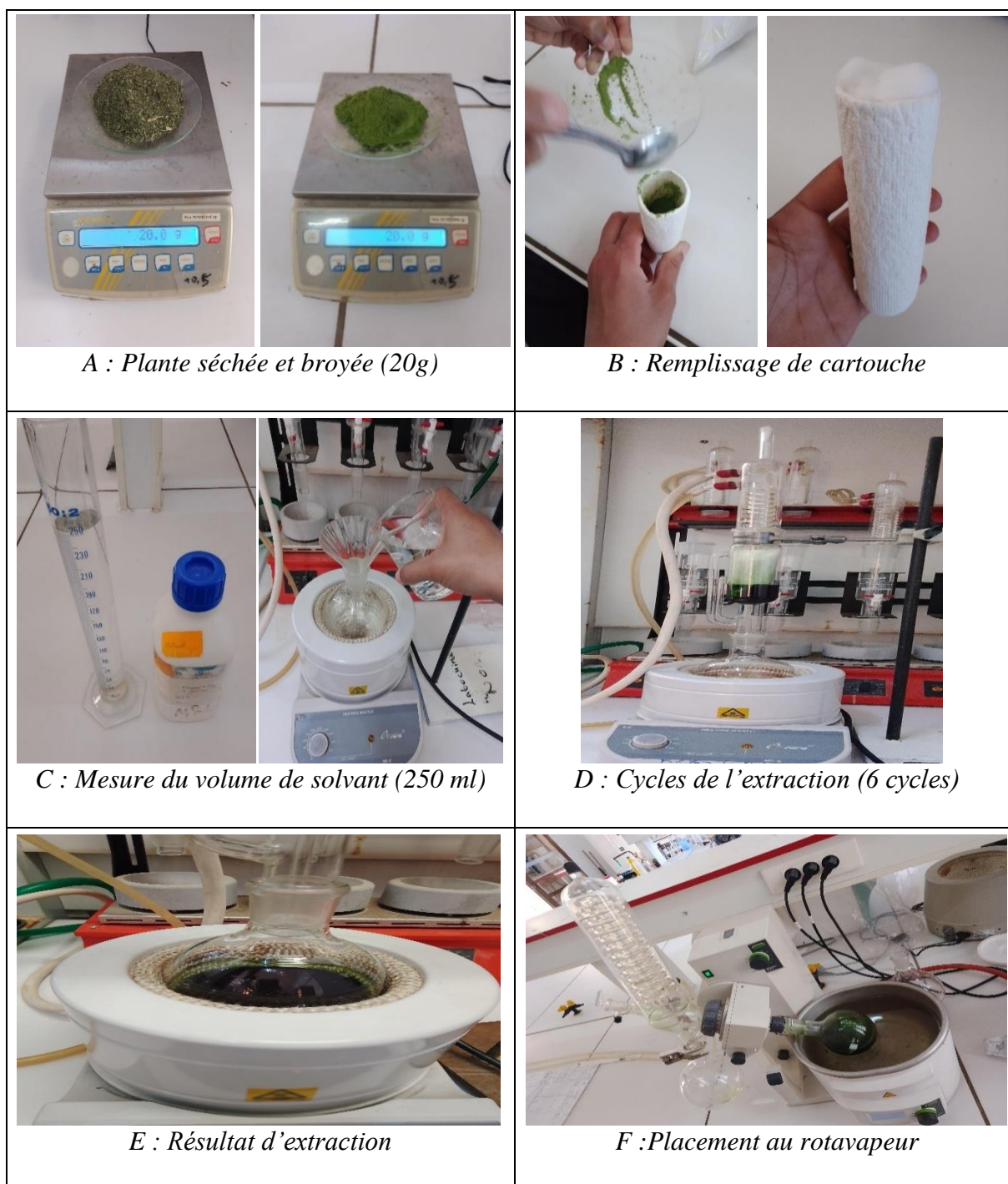


Figure26: Etapes d'extraction des polyphénols (Photo originale, 2025)

2.1.3. Evaporation :

a. Principe :

La méthode d'évaporation est une étape essentielle dans le processus d'extraction des polyphénols, en particulier lorsqu'on utilise des solvants organiques volatils (le méthanol pur) ; elle permet de concentrer l'extrait et d'éliminer le solvant sans dégrader les composés bioactifs. L'évaporation vise à retirer le solvant (méthanol pur) de l'extrait brut obtenu après Soxhlet, afin d'obtenir un résidu sec concentré et riche en polyphénols.



**Figure27: L'étape d'évaporation du solvant méthanoïque par le rotavapeur
(Photo originale, 2025)**

2.1.4. Utilisation d'un évaporateur rotatif (Rotavapor) :

L'extrait est placé dans une fiole ronde, puis le système est mis sous pression réduite afin de diminuer la température d'ébullition du solvant. Le ballon contenant l'extrait est ensuite chauffé, généralement à 45 °C dans le cas du méthanol. Sous l'effet de la chaleur et de la pression réduite, le solvant s'évapore et est récupéré par condensation, ce qui permet d'obtenir un extrait concentré. Le résidu obtenu, riche en polyphénols, peut alors être utilisé pour calculer le rendement en polyphénols, en vue de préparer les dilutions nécessaires.

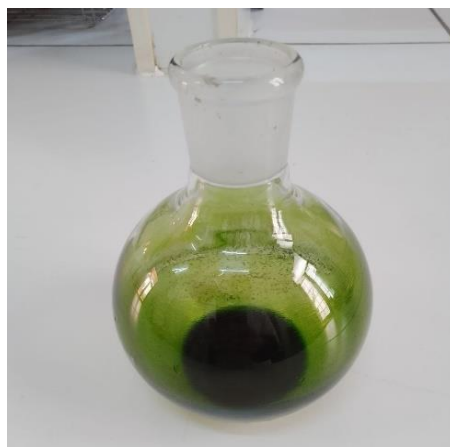


Figure 28 : L'extrait brut après évaporation (Photo originale, 2025)

2.1.5. Calcul du rendement :

Le rendement en polyphénols est généralement exprimé en % et il indique la quantité de polyphénols extraits par rapport à la masse initiale en matière sèche de la plante utilisée. L'opération est répétée deux fois pour chaque plante, ceci dans le but d'avoir un volume suffisant pour effectuer les test « *in vitro* » prévus. L'extrait obtenu est conservé dans un flacon sombre « à l'abri de la lumière » bien fermé à une température de 4 °C et à l'obscurité. Après le processus de l'évaporation, il nous a été permis d'obtenir 4,8g et 2,5g de résidus purs des feuilles d'ortie et de ricin respectivement, auxquelles on a ajouté 25ml de DMSO dilué à 25% à raison de 1/10.

Le rendement d'extraction :

D'après Clémence et Dongmo (2009), le rendement, exprimé en pourcentage du poids du matériau initial, est défini par l'équation ci-dessous :

Formule de calcul classique :

Rendement en polyphénols :

$$\mathbf{R (\%) = (M1/M0) \times 100}$$

- **R** : rendement de l'extraction
- **M1** : masses en gramme de l'extrait phénolique obtenu
- **M0** : masse en gramme de la matière végétale initiale

2.1.6.. Préparation des dilutions :

Pour la préparation de la solution mère, on a eu recours à la formule 1/10, où pour 1 gr de polyphenol, 10ml de solution sont nécessaire pour l'obtention d'une solution concentrée à 100%. Pour ce faire, 1gr de polyphénol a été pesé et puis dissout dans 10ml de DMSO (diméthylsulfoxyde). Après agitation on obtient une solution mère concentrée, qui nous permettra de réaliser les dilutions.

La solution mère (extrait brut) issue d'*U. dioica* et *R. communis* est diluée par l'ajout d'eau distillée afin d'obtenir différentes concentrations de notre extrait polyphénolique, qui sera utilisé dans les tests *in vitro* à l'égard du bioagresseur des denrées stockées *T. confusum*.

Les différentes doses ont été obtenues selon la formule ci-dessous :

$$C1 \times V1 = C2 \times V2$$

Où :

- **C1** : concentration initiale (avant dilution)
- **V1** : volume initial prélevé
- **C2** : concentration finale (après dilution)
- **V2** : volume final (après ajout de solvant)

$$V2 = \frac{C2 \times V1}{C1}$$

Ci-dessous la méthode de calcul de la réduction de 20%:

100%	→	10ml	→	$X = 20 \times 10 / 100$
20%	→	X ml	→	X ml = 2ml

Pour l'obtention de la concentration 20%, on ajoute 2ml de solution mère à 8 ml d'eau distillée et avec la même méthode on calcule le reste des concentrations .

Ce qui nous a permis d'obtenir les 6 concentrations d'extraits polyphénoliques, à savoir 20% - 25% - 30% - 40% - 50% et 100%.



Figure 29: Les différentes concentrations des extraits de ricin et d'ortie testés (Photo originale, 2025)

2.2. Dispositif expérimental :

L'expérimentation a nécessité la mise en place de 8 Lots, ces derniers sont représentés par 12 boîtes de Petri contenant du papier absorbant à raison de quatre boîtes répétées trois fois pour les 6 concentrations ainsi que pour les deux témoins (négatif et positif), où sont placés 10 adultes de *T. confusum*. Ce même procédé a été appliqué pour l'extrait du ricin, de l'ortie et également pour l'extrait synergique.

Le témoin négatif est représenté par l'eau distillée, alors que pour le témoin positif, le solvant DMSO a été utilisé.

Tous les individus de *T. confusum* ont été traités avec les différentes solutions, ceci par le recours à un mini vaporisateur, ensuite les boîtes ont été hermétiquement fermées.

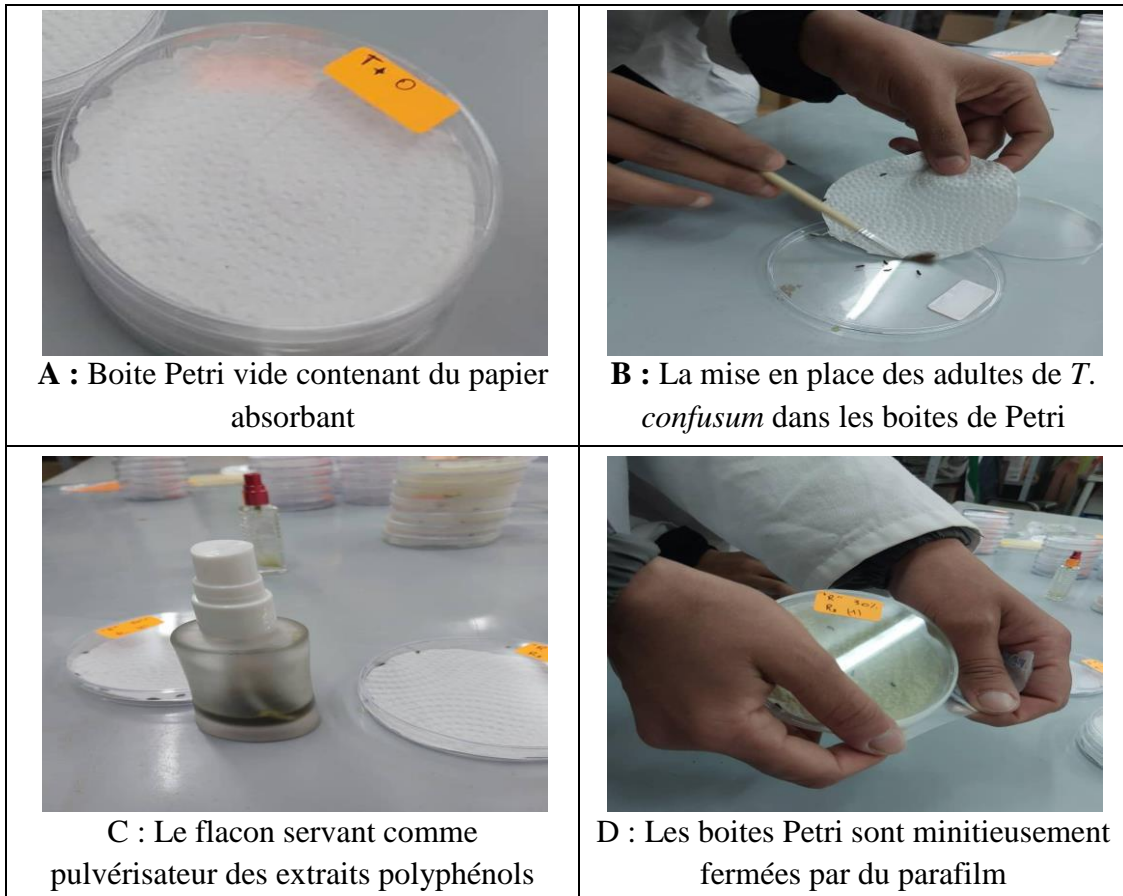


Figure 30: Méthode de traitement à base d'extrait polyphénolique (Photo originale, 2025)

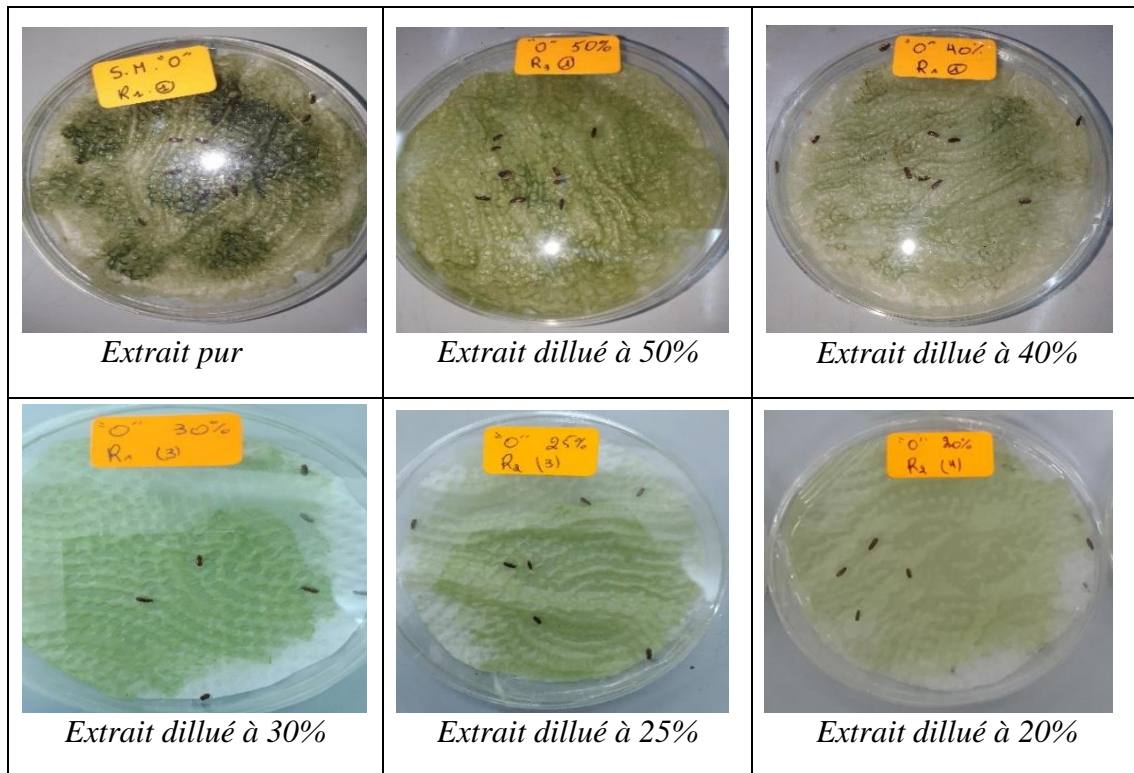


Figure31: Traitement à base d'extrait d'ortie (Photo originale, 2025)

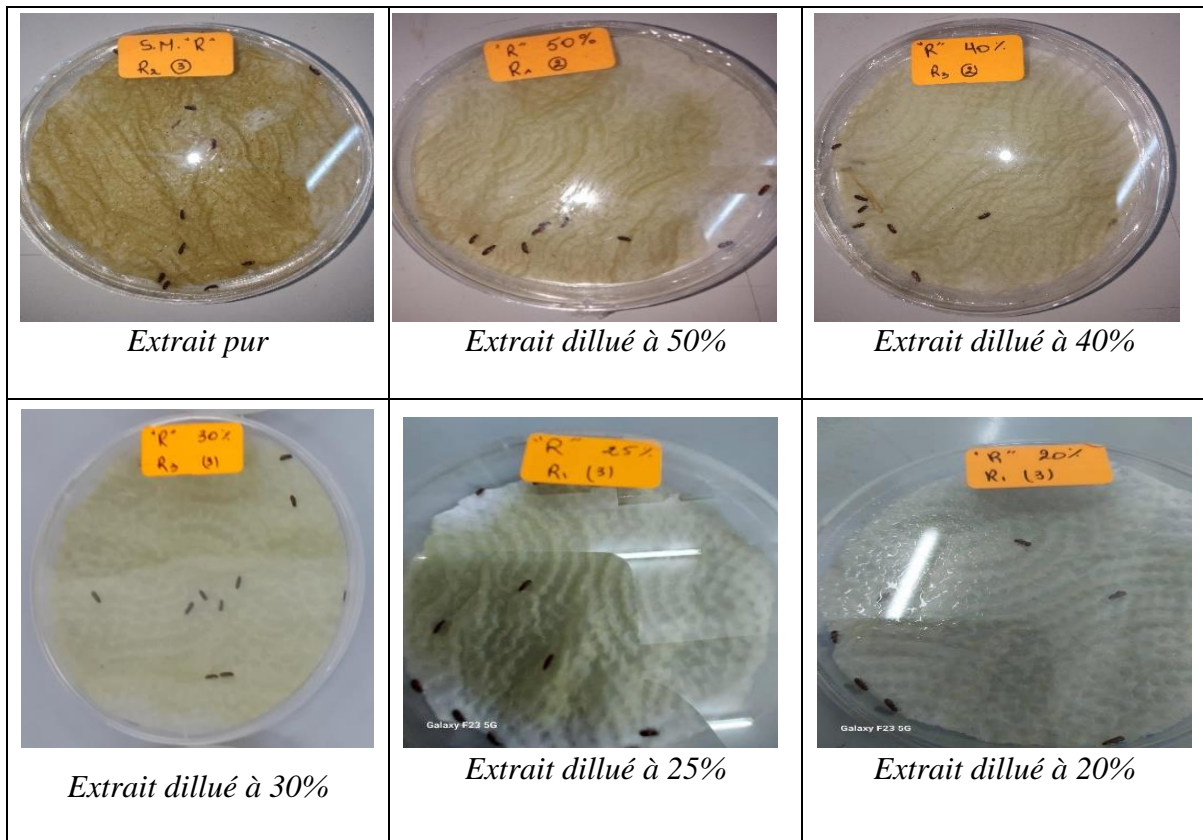
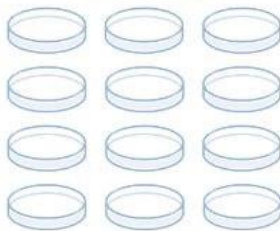


Figure 32 : Traitement à base d'extrait du ricin (Photo originale, 2025)

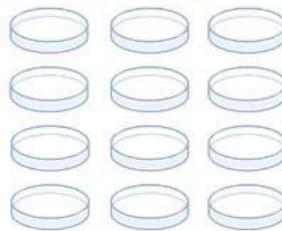


Des boîtes de Pétri ont été préparées, chacune contenant un papier absorbant et dix insectes. Pour chaque concentration, trois répétitions ont été réalisées, et chaque répétition a été répliquée quatre fois. Les boîtes ont été pulvérisées avec un mélange synergique des extraits d'ortie et de ricin, puis hermétiquement fermées.

20%



30%



40%

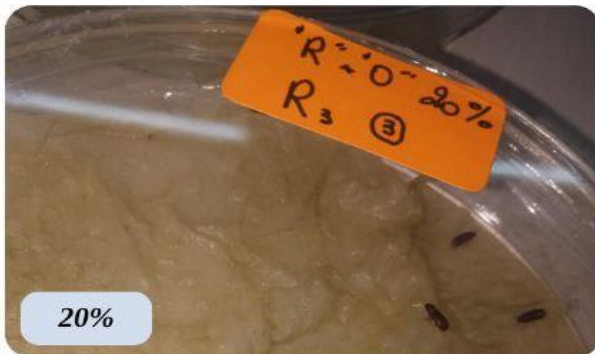
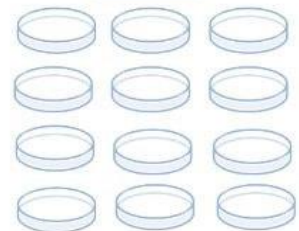


Figure33: Traitement à base du mélange synergique d'extraits d'ortie et de ricin (Photo originale, 2025)

2.3. Détermination du taux de mortalité :

Selon Benazzeddine (2010), l'efficacité d'un produit est évaluée par la mortalité. Le nombre d'individu dénombré mort 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 ce toxique, les pourcentages de mortalité doivent être corrigés par la formule d'Abbot (1925) :

$$\text{Mortalité corrigée (\%)} = (\text{Mortalité dans le groupe traité} - \text{Mortalité dans le groupe témoin} / 100 - \text{Mortalité dans le groupe témoin}) \times 100$$

2.4. Détermination des doses létales 50 et 90 :

La détermination des doses létales 50 (DL50) et 90 (DL90) est une méthode utilisée en toxicologie pour évaluer la toxicité aiguë d'une substance chimique ou d'un médicament. La DL50 et DL90 sont dans leur forme la plus simple, les doses d'un composé qui provoquent une mortalité de 50% et 90% d'une population d'animaux d'essai, c'est-à-dire ayant reçu une administration unique d'un produit dans des conditions expérimentales bien définies. Pour notre type de recherche cette détermination est fondée sur l'évaluation des réponses de la mortalité ou de la survie des insectes (Wallace, 2008). Selon Benazzeddine (2010), l'efficacité d'un toxique se mesure par sa DL50 et DL90 qui représentent les quantités de substance toxique entraînant la mort de 50% et 90% d'individus d'un même lot respectivement. Elles sont déduites à partir du tracé de régression des mortalités corrigées.

Résultats et discussion

1. Résultats :

1.1. Résultats de l'extraction de partie aérienne :

1.1.1. Variation de couleur :

L'extraction Soxhlet est une infusion chaude continue. Cette méthode permet d'extraire entièrement les principes actifs de la matière végétale. Le changement de couleur du vert foncé au vert clair témoigne de l'intégrité du processus d'extraction. Après chaque cycle, la couleur doit être plus claire que la précédente, indiquant que les principes actifs du solvant ont été entièrement extraits. Lors du dernier cycle, lorsque le solvant reste jaune, l'extraction est complète. Pour notre expérimentation l'extraction a été arrêtée lorsque la couleur comme reporter sur la figure 33 a commencé à virer complètement vers le jaune .

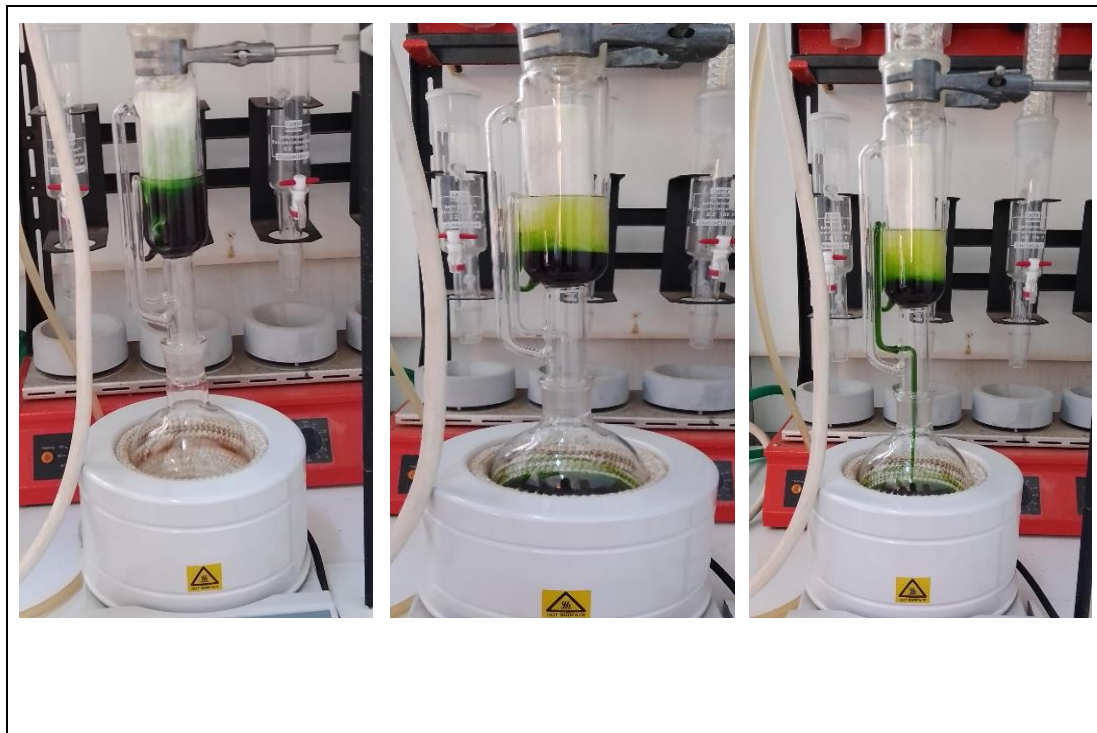


Figure 34: La variation de couleur durant l'extraction par Soxhlet (Photo originale, 2025)

1.1.2. Rendement d'extraction :

Les rendements des différents extraits sont définis comme étant les rapports de la quantité de la substance végétale extraite sur la quantité de la matière végétale utilisée (Clémence et Dongmo, 2009).

Dans le cas de l'extraction par solvant organique à l'aide d'un extracteur de type Soxhlet, plusieurs facteurs interviennent tels que le temps d'extraction ou le nombre de cycle

Rendement en extrait :

- Ortie (*Urtica dioica*) : 4,8 g
- Ricin (*Ricinus communis*) : 2,5 g

1.1.3. Impact du solvant d'extraction sur le rendement :

Le choix du solvant d'extraction dans cette étude s'inscrit dans la continuité des travaux de recherche, qui justifient l'usage du méthanol comme solvant privilégié pour l'extraction. En effet, Harborne (1988) rapporte que le méthanol est un solvant polaire capable de solubiliser une grande variété de composés bioactifs, notamment les flavonoïdes, les polyphénols, les tanins et les alcaloïdes. De même, il est signalé que le méthanol a un point d'ébullition relativement bas (64,7 °C), ce qui permet une évaporation facile après extraction, sans chauffage excessif (Azwanida, 2015).

Cette efficacité accrue peut s'expliquer par le fait que la majorité des polyphénols ne sont pas solubles dans l'eau. Ainsi, ces résultats confortent notre choix du méthanol comme solvant, car il permet d'obtenir des rendements d'extraction plus élevés et plus fiables que d'autres (Vuorela, 2005).

1.2. Efficacité des extraits de *R. communis* et *U. dioica* sur les adultes de *T. confusum* par contact direct:

Les tests d'évaluation de l'effet insecticide des deux extraits végétaux à l'égard des adultes de *T. confusum* ont montré une augmentation significative des mortalités à partir de la concentration 20%, avec un taux maximal de 43,33% pour l'extrait d'*U. dioica* et 34,16% pour l'extrait de *R. communis*. Alors que pour les concentrations 40%, 50% et 100%, des taux de mortalité corrigées très importants, atteignant un pic de 100% dès le premier jour ont été enregistrés pour l'extrait d'*U. dioica*. Tandis que pour le *R. communis* des mortalités moins importantes furent notées avec les mêmes doses (40%, 50%, 100%), au premier jour du traitement avec respectivement 53,33%, 19,16% et 58,33% et un taux de mortalité 100% relevé au 5eme jour pour la dose 100% (Fig. 36 et 39).

Les taux de mortalité corrigées confirment cette tendance, indiquant une relation dose-réponse positive entre la concentration de l'extrait et son efficacité insecticide contre *T. confusum*. En outre, un mélange synergique des deux extraits (*R. communis* et *U. dioica*) a également été testé, révélant une efficacité accrue contre les adultes de *T. confusum* aux concentrations élevées.

La figure 35 représente la mortalité cumulée chez les adultes de *T. confusum* traités avec les différentes concentrations de l'extrait d'*U. dioica*. On constate un effet net du degré de concentration sur la mortalité, les concentrations 40%, 50% et 100% ont été à l'origine des mortalités maximales où la plus haute valeur de mortalité a été enregistrée à 100%, suivies des concentrations de 20% et 25% avec les taux de mortalité cumulée respectifs de 43,33% et 29,17% au 4^e jour. En outre, la concentration 30% a été celle qui a marqué les taux de mortalité cumulée les moins importants (Figure 35).

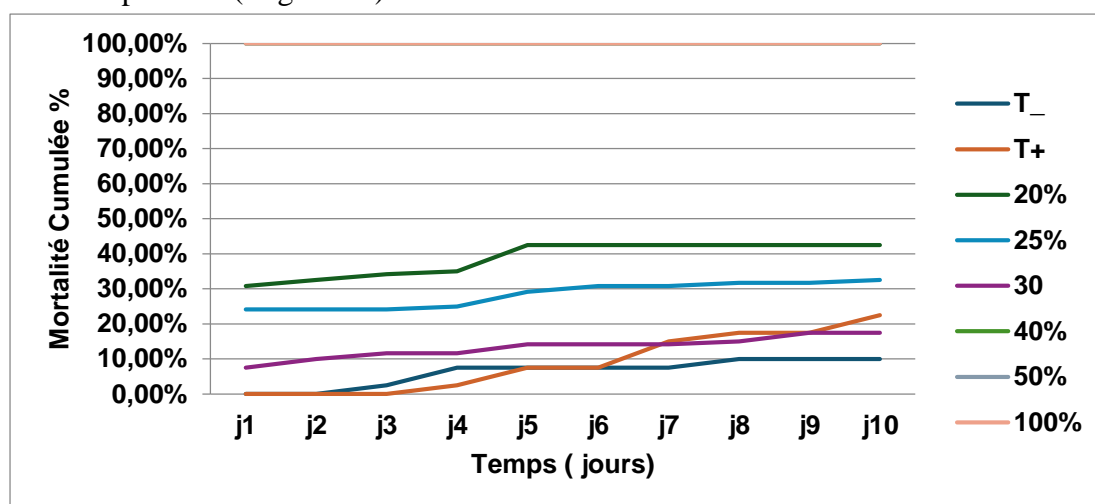


Figure 35: Mortalité cumulée des adultes de *T. confusum* traités avec l'extrait de *U. dioica* selon différentes concentrations

La figure 36 montre l'évolution du taux de mortalité corrigée chez les adultes de *T. confusum* traités avec les différentes concentrations de l'extrait d'*U. dioica*. On constate un effet net du degré de concentration sur la mortalité, les concentrations 40%, 50% et 100% ont été à l'origine des mortalités maximales où la plus haute valeur de mortalité a été enregistrée à 100 %, suivies des concentrations de 20% et 25% avec les taux de mortalité cumulée respectifs de 43,33% et 29,17% au 4^e jour. En outre, la concentration 30% a été celle qui a marqué les taux de mortalité cumulée les moins importants (Fig. 36).

Les résultats ont révélé une corrélation proportionnelle entre la concentration et le taux de mortalité corrigée, ce dernier ayant atteint 100% aux concentrations de 40%, 50% et 100%

dès le premier jour. Alors qu'aux concentrations de 20 % et 30%, des taux de mortalité corrigée plus faibles ont été enregistrés.

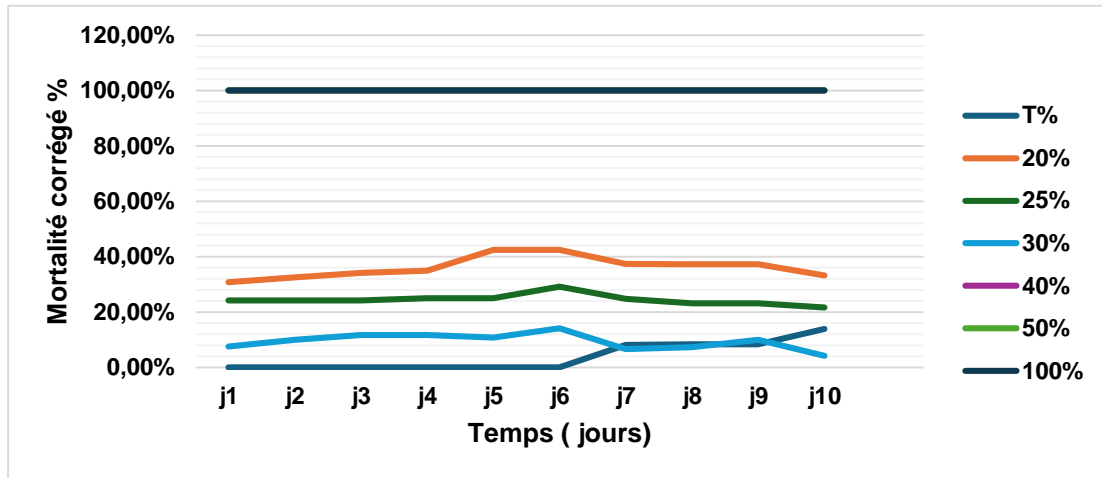


Figure36: Mortalité corrigée des adultes de *T. confusum* traités avec l'extrait de *U. dioica* selon différentes concentrations

1.2.1. DL50 de l'extrait de l'ortie :

La figure 37 représente la relation relative entre les différentes doses et le pourcentage de mortalité corrigée causée par l'extrait d'ortie. La courbe montre une corrélation positive entre les deux variables, avec un coefficient de corrélation de 0,5883, indiquant une homogénéité des données et une forte corrélation. Cette analyse a permis de déterminer la dose létale médiane (DL_{50}) de l'ordre de 36,30% 24 heures de traitement.

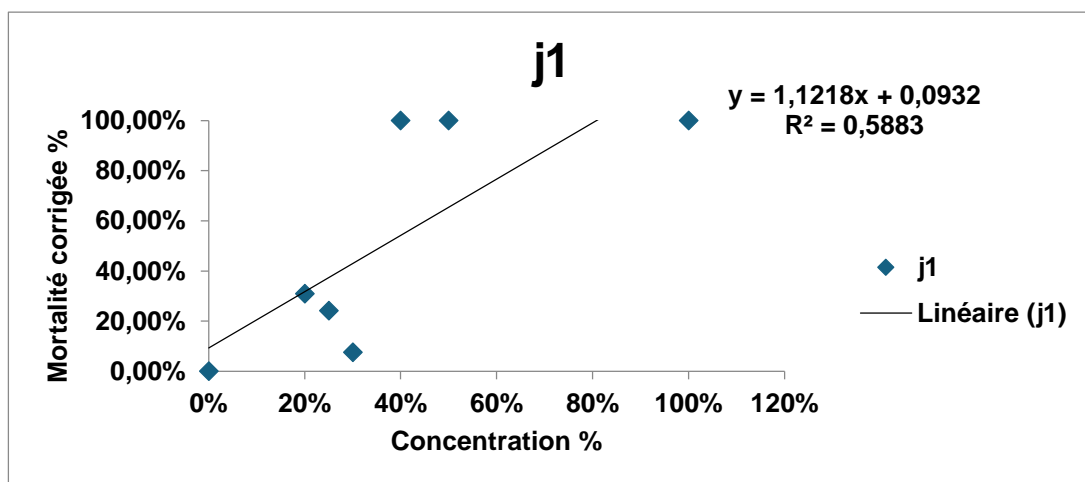


Figure37: Courbe de régression pour la détermination de la DL_{50} de l'extrait d'*U. dioica* sur *T. confusum*

La figure 38 montre l'évolution du pourcentage de mortalité cumulée chez les adultes de *T. confusum* traités avec différentes concentrations d'extrait de *R. communis*. L'efficacité de l'extrait est liée à l'augmentation de la concentration, la concentration à 100% ayant enregistré le taux de mortalité cumulée le plus élevé, atteignant 100% au cinquième jour, indiquant un effet létal complet. La concentration à 50% a également montré une forte efficacité, avec un taux de mortalité cumulée de 91,66% au sixième jour. Quant à la concentration à 40%, elle a enregistré un taux de mortalité cumulée dépassant 95,% au sixième jour. En revanche, les concentrations à 20%, 25% et 30% ont présenté des taux de mortalité cumulée supérieurs à 20%, avec une stabilité relative tout au long de l'expérience (Fig. 38).

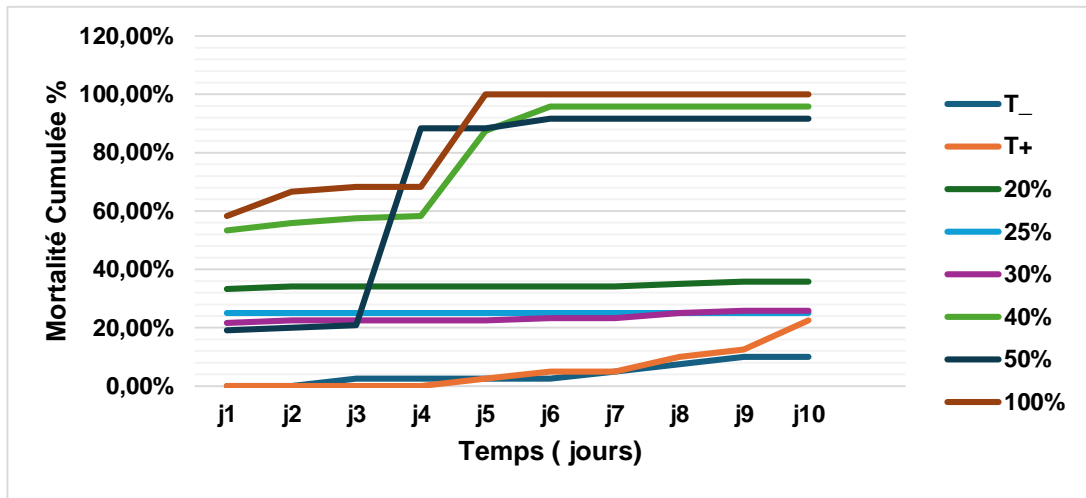


Figure 38 :Mortalité cumulée des adultes de *T. confusum* traités avec l'extrait de *R. communis* selon différentes concentrations

Les données recueillies à partir du graphique illustré sur la figure 39 indiquent l'effet des différentes concentrations d'extrait de ricin sur le pourcentage de mortalité corrigée chez les adultes de *T. confusum*, mettant en évidence une relation positive claire entre l'augmentation de la concentration et l'efficacité du traitement. La concentration à 100% a atteint son effet maximal au cinquième jour, tandis que le pourcentage de mortalité corrigée a dépassé 88,62% à la concentration de 50% au quatrième jour. À la concentration de 40%, ce taux a atteint 53,33% dès le premier jour, indiquant une réponse marquée dépendante de la dose et une rapidité d'action. Les concentrations de 30%, 25% et 20% ont présenté des taux de mortalité corrigée supérieurs à 20%, avec une stabilité relative des valeurs tout au long de l'expérience (Fig. 39).

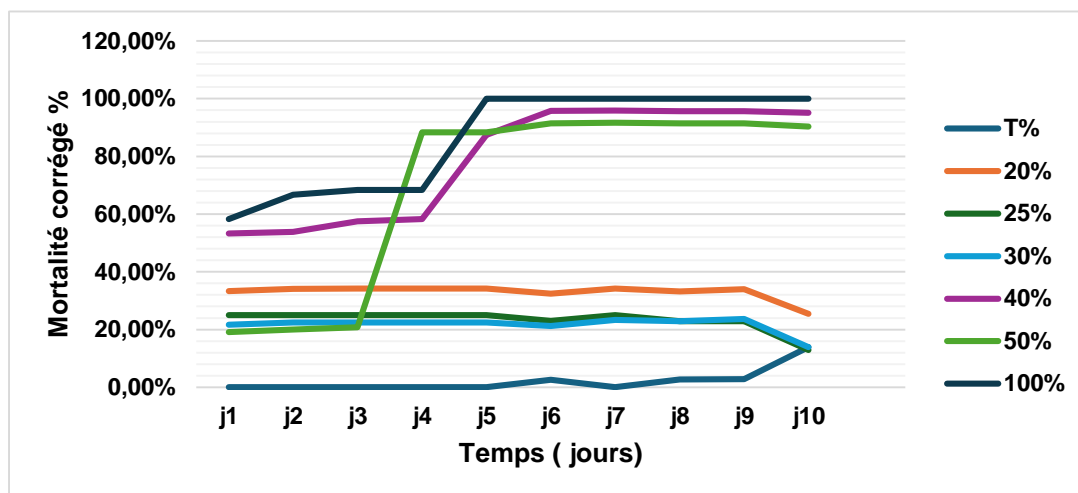


Figure39 : Mortalité corrigée des adultes de *T. confusum* traités avec l'extrait de *R. communis* aux différentes concentrations..

DL50 du ricin :

La figure 40 représente la relation entre différentes concentrations de l'extrait de ricin et le pourcentage de mortalité corrigée chez l'insecte. La courbe montre une corrélation positive modérée entre la concentration et le taux de mortalité, avec un coefficient de corrélation (r) de 0,6429. Cette analyse a permis de déterminer la dose létale médiane (DL_{50}), qui s'est élevée à 70,12% après 4 heures du traitement.

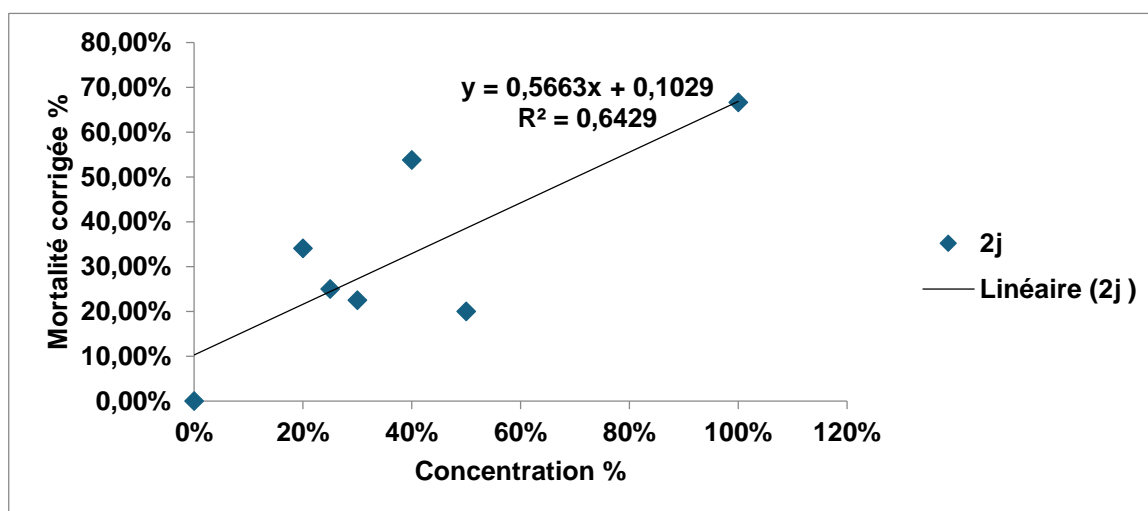


Figure 40 : Courbe de régression pour la détermination de la DL_{50} de l'extrait *R. communis* sur *T. confusum*

La figure 41, illustre l'effet synergique des extraits de *R. communis* et *U. dioica* sur la mortalité cumulée de *T. confusum*. Elle montre que la concentration de 40% du mélange synergique a atteint le taux de mortalité cumulée maximal dès le premier jour, soit 100%. Les résultats indiquent également que les concentrations de 20% et 30% ont dépassé un taux de mortalité cumulée de 90%. Ces résultats démontrent clairement que la synergie entre les deux extraits augmente l'efficacité du traitement contre les adultes de *T. confusum* comparativement à l'utilisation de chaque extrait individuellement, traduisant ainsi un effet complémentaire puissant permettant d'atteindre un taux de mortalité plus élevé en un temps plus court (Fig. 41).

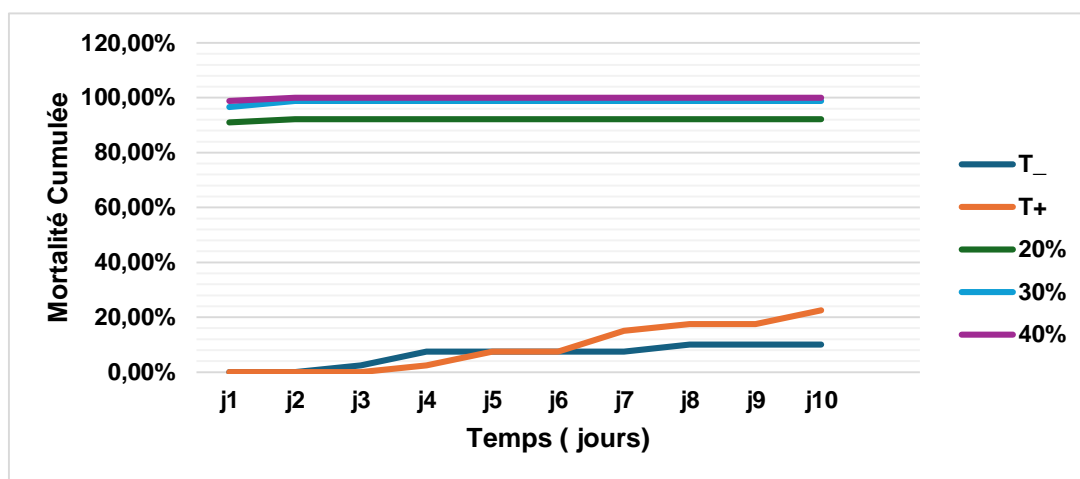


Figure41: Mortalité cumulée de *T. confusum* sous l'effet synergique des extraits de *R. communis* et *U. dioica*

La figure 42, illustre le taux de mortalité corrigée de l'insecte *T. confusum* sous l'effet des différentes concentrations du mélange synergique des extraits de *R. communis* et *U. dioica*. La concentration de 40% a montré la plus grande efficacité, atteignant un taux de mortalité corrigée de 100% dès le deuxième jour. La concentration de 30% s'est également rapprochée de ce taux maximal, enregistrant 98,72% au neuvième jour, ce qui indique un effet quasi optimal. Quant à la concentration de 20%, le taux de mortalité corrigée a atteint 92,22% dès le premier jour. Ces résultats démontrent clairement que la synergie entre les extraits de *R. communis* et *U. dioica* renforce considérablement l'efficacité du traitement contre *T. confusum*, permettant d'atteindre des taux de mortalité élevés en un temps réduit, même à des concentrations intermédiaires, par rapport à l'utilisation de chaque extrait individuellement (Fig. 42).

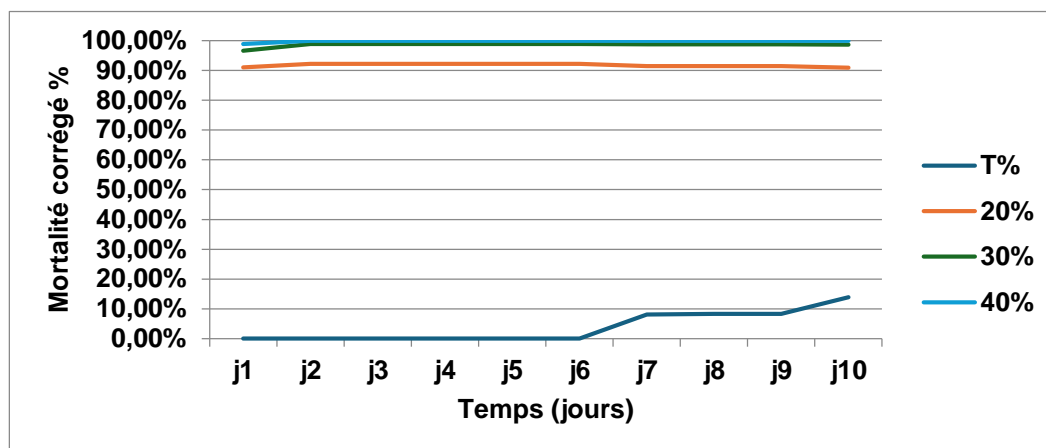


Figure 42 : Mortalité corrigée de *T. confusum* sous l'effet synergique des extraits de *R. communis* et *U. dioica*

1.2.2. DL50 de l'extrait synergique du ricin et d'ortie :

La courbe de régression représente la relation entre les différentes concentrations de l'extrait synergique d'*U. dioica* et de *R. communis*, et son effet sur le taux de mortalité de l'insecte *T. confusum* après 24 heures de traitement (Fig. 43). L'analyse a montré que la dose létale médiane (DL_{50}) était de 13,99% . ce qui indique une bonne efficacité de l'extrait pour tuer 50% des insectes à cette concentration. Le coefficient de corrélation R^2 a été estimé à 0,8246 . ce qui indique une corrélation positive forte entre la concentration de l'extrait et le taux de mortalité ; autrement dit, plus la concentration augmente, plus la mortalité augmente de manière significative.

En général, ce mélange d'extraits montre une efficacité prometteuse comme insecticide naturel, et il peut être considéré comme une option sûre dans les programmes de lutte biologique.

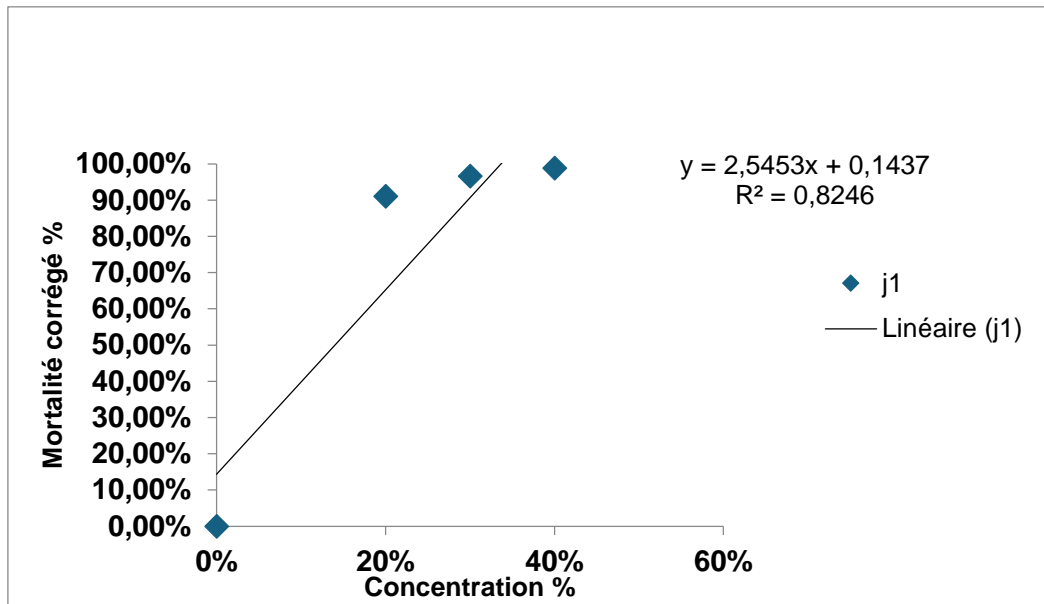


Figure 43 : Courbe de régression pour la détermination de la DL_{50} de l'extrait synergique d'*U. dioica* et de *R. communis* sur *T. confusum*

2. Discussion :

Les rendements en extrait ont été de 4,8 g pour *Urtica dioica* et de 2,5 g pour *Ricinus communis*.

Les analyses ont révélé une nette variation dans l'efficacité des extraits de *U. dioica* et de *R. communis* contre l'insecte *Tribolium confusum*, aussi bien en termes de taux de mortalité corrigée que de valeurs de DL_{50} .

Pour l'extrait d'ortie, les résultats ont montré une mortalité atteignant 100 % dès le premier jour aux concentrations élevées (40 %, 50 %, 100 %), ce qui reflète une réponse rapide et un effet aigu à court terme. Cette observation est appuyée par une valeur de DL_{50} estimée à 56,57 % après 24 heures de traitement, indiquant une efficacité modérée à des doses intermédiaires. Ces résultats sont en accord avec ceux rapportés par Ali & Abdulrahman (2021) à l'Université de Zakho, où l'extrait de *Urtica dioica* a démontré une efficacité marquée contre les troisièmes stades larvaires de *T. confusum*, avec un taux de mortalité atteignant 100 % à une concentration de 1,5 mg/ml après 24 heures, ce qui confirme la validité des observations actuelles et renforce l'intérêt de cet extrait comme agent de lutte biologique.

Quant à l'extrait de ricin, sa réponse a été relativement plus lente, avec une mortalité de 53,33 % à la concentration 40 % dès le premier jour et de 88,62 % à la concentration 50 % au quatrième jour. Toutefois, la valeur de DL_{50} observée pour cet extrait a été nettement plus élevée (70,12 %), ce qui indique que des concentrations importantes sont nécessaires pour obtenir un effet létal sur 50 % des individus. Ces résultats s'accordent avec ceux de Nath et al. (2019), qui ont rapporté une mortalité de 90,9 % à une concentration de 10 % après 7 jours, et de 45,5 % à 2,5 %, contre *Tribolium castaneum*, confirmant ainsi l'efficacité progressive de l'extrait de *R. communis* selon la dose utilisée.

Lorsqu'un mélange synergique des deux extraits a été utilisé, une efficacité renforcée a été clairement observée : la mortalité a atteint 100 % à la concentration 40 % dès le deuxième jour, 98,72 % pour la concentration 30 %, et 92,22 % à la concentration 20 % dès le premier jour. De plus, la valeur de DL_{50} du mélange était de seulement 20,88 %, ce qui constitue un indicateur fort que l'efficacité du mélange dépasse largement celle de chaque extrait pris séparément, grâce à l'effet synergique des deux extraits.

Sur la base de ces données, il est recommandé de mener des recherches supplémentaires afin d'identifier les composés actifs responsables de cet effet synergique, d'en étudier les mécanismes d'action de manière plus approfondie, ainsi que d'évaluer l'efficacité de ces extraits dans différentes conditions environnementales et sur d'autres espèces d'insectes dans le cadre de programmes de lutte biologique.

Conclusion :

Tribolium confusum est considéré parmi les ravageurs les plus nuisibles des denrées stockées. Bien que de nombreux ennemis naturels participent à sa régulation, notamment des parasitoïdes, la lutte contre ce ravageur repose encore largement sur l'usage d'insecticides de synthèse. Cependant, les effets nocifs de ces produits sur l'environnement et l'apparition de résistances chez les populations de *T. confusum* rendent nécessaire le recours à des alternatives plus durables.

Dans un contexte réglementaire de plus en plus restrictif concernant les pesticides chimiques, l'exploration des phyto-insecticides constitue une stratégie prometteuse, conciliant efficacité biologique et respect de l'environnement.

Les plantes produisent naturellement une grande diversité de composés issus du métabolisme secondaire. Ces substances peuvent exercer des effets variés sur les insectes : répulsifs, attractifs, perturbateurs du développement, inhibiteurs de la reproduction, ou encore toxiques de manière directe ou indirecte sur des organes cibles comme le système nerveux, digestif ou reproducteur.

Ce travail s'inscrit dans une démarche de valorisation des extraits végétaux dans la lutte biologique contre les ravageurs. Nous avons étudié l'activité insecticide des extraits phénoliques issus des feuilles d'*U. dioica* et de *R. communis* à l'égard de *T. confusum*.

Dans le cadre de la valorisation des substances naturelles végétales pour la lutte contre les ravageurs, ce travail a porté sur l'étude de l'activité insecticide d'un extrait synergique à base de feuilles d'*U. dioica* et de *R. communis* à l'encontre de *T. confusum*. Les tests *in vitro* réalisés ont montré une sensibilité marquée de *T. confusum* vis-à-vis des extraits testés, avec un effet insecticide significatif, en particulier pour les extraits combinés ou concentrés.

En effet, les résultats ont montré que le mélange synergique des deux extraits s'est révélé particulièrement efficace, surpassant nettement l'activité insecticide de chaque extrait pris séparément. Cela met en évidence un effet synergique renforcé, ouvrant ainsi des perspectives prometteuses pour le développement de formulations naturelles optimisées dans la lutte biologique.

Ces résultats préliminaires confirment le potentiel des extraits foliaires d'*U. dioica* et de *R. communis* comme alternatives naturelles pour la gestion de *T. confusum*. Toutefois, des études complémentaires sont nécessaires pour élucider les mécanismes d'action de ces extraits, identifier les molécules actives responsables de l'effet observé, et valider leur efficacité dans des conditions *in vivo*.

ANNEX

Tableau 6: Mortalité cumulée des adultes de *Tribolium confusum* traités avec l'extrait de *Urtica dioica* selon différentes concentrations.

	T₋	T₊	20%	25%	30	40%	50%	100%
J1	0.00%	0.00%	30.83%	24.17%	7.50%	100%	100%	100%
J2	0.00%	0.00%	32.50%	24.17%	10.00%	100%	100%	100%
J3	2.50%	0.00%	34.16%	24.17%	11.66%	100%	100%	100%
J4	7.50%	2.50%	35.00%	25.00%	11.66%	100%	100%	100%
J5	7.50%	7.50%	42.50%	29.17%	14.17%	100%	100%	100%
J6	7.50%	7.50%	42.50%	30.83%	14.17%	100%	100%	100%
J7	7.50%	15.00%	42.50%	30.83%	14.17%	100%	100%	100%
J8	10.00%	17.50%	42.50%	31.67%	15%	100%	100%	100%
J9	10.00%	17.50%	42.50%	31.67%	17.50%	100%	100%	100%
J10	10.00%	22.50%	42.50%	32.50%	17.50%	100%	100%	100%

Tableau 7: Mortalité cumulée des adultes de *Tribolium confusum* traités avec l'extrait de *Ricinus communis* selon différentes concentrations.

	T₋	T₊	20%	25%	30%	40%	50%	100%
J1	0.00%	0.00%	33.30%	25.00%	21.66%	53.33%	19.16%	58.33%
J2	0.00%	0.00%	34.16%	25.00%	22.50%	55.83%	20%	66.66%
J3	2.50%	0.00%	34.16%	25.00%	22.50%	57.50%	20.83%	68.33%
J4	2.50%	0.00%	34.16%	25.00%	22.50%	58.33%	88.33%	68.33%
J5	2.50%	2.50%	34.16%	25.00%	22.50%	87.50%	88.33%	100%
J6	2.50%	5.00%	34.16%	25.00%	23.30%	95.83%	91.66%	100%
J7	5.00%	5.00%	34.16%	25.00%	23.30%	95.83%	91.66%	100%

J8	7.50%	10.00%	35.00%	25.00%	25%	95.83%	91.66%	100%
J9	10.00%	12.50%	35.83%	25.00%	25.83%	95.83%	91.66%	100%
J10	10.00%	22.50%	35.83%	25.00%	25.83%	95.83%	91.66%	100%

Tableau 8: Mortalité cumulée des adultes de *Tribolium confusum* traités avec une combinaison synergique des extraits de *Ricinus communis* et *Urtica dioica* selon différentes concentrations

	T₋	T₊	20%	30%	40%
J1	0.00%	0.00%	91.06%	96.63%	98.86%
J2	0.00%	0.00%	92.22%	98.86%	100.00%
J3	2.50%	0.00%	92.22%	98.86%	100.00%
J4	7.50%	2.50%	92.22%	98.86%	100.00%
J5	7.50%	7.50%	92.22%	98.86%	100.00%
J6	7.50%	7.50%	92.22%	98.86%	100.00%
J7	7.50%	15.00%	92.22%	98.86%	100.00%
J8	10.00%	17.50%	92.22%	98.86%	100.00%
J9	10.00%	17.50%	92.22%	98.86%	100.00%
J10	10.00%	22.50%	92.22%	98.86%	100.00%

Tableau 9: Mortalité corrigée des adultes de *Tribolium confusum* traités avec l'extrait de *Urtica dioica* selon différentes concentrations.

	T%	20%	25%	30%	40%	50%	100%
J1	0.00%	30.83%	24.17%	7.50%	100.00%	100.00%	100.00%
J2	0.00%	32.50%	24.17%	9.17%	100.00%	100.00%	100.00%
J3	0.00%	34.16%	24.17%	11.66%	100.00%	100.00%	100.00%
J4	0.00%	35.00%	25.00%	11.66%	100.00%	100.00%	100.00%
J5	0.00%	42.50%	25.00%	10.83%	100.00%	100.00%	100.00%
J6	0.00%	42.50%	29.17%	14.17%	100.00%	100.00%	100.00%
J7	8.11%	37.42%	24.73%	6.59%	100.00%	100.00%	100.00%
J8	8.33%	37.27%	23.12%	7.27%	100.00%	100.00%	100.00%
J9	8.33%	37.27%	23.12%	10.00%	100.00%	100.00%	100.00%
J10	13.88%	33.23%	21.62%	4.20%	100.00%	100.00%	100.00%

Tableau 11 : Mortalité corrigée des adultes de *Tribolium confusum* traités avec l'extrait de *Ricinus communis* selon différentes concentrations

	T%	20%	25%	30%	40%	50%	100%
J1	0.00%	33.30%	25.00%	21.66%	53.33%	19.16%	58.33%
J2	0.00%	34.10%	25.00%	22.50%	53.83%	20.00%	66.66%
J3	0.00%	34.16%	25.00%	22.50%	57.50%	20.83%	68.33%
J4	0.00%	34.16%	25.00%	22.50%	58.33%	88.33%	68.33%
J5	0.00%	34.16%	25.00%	22.50%	87.50%	88.33%	100.00%
J6	2.56%	32.43%	23.02%	21.28%	95.72%	91.44%	100.0%

J7	0.00%	34.16%	25.00%	23.30%	95.83%	91.66%	100.00%
J8	2.70%	33.19%	22.91%	22.91%	95.71%	91.42%	100.00%
J9	2.77%	34.00%	22.86%	23.71%	95.71%	91.42%	100.00%
J10	13.88%	25.48%	12.91%	13.87%	95.15%	90.31%	100.00%

Tableau 10: Mortalité corrigée des adultes de *Tribolium confusum* traités avec une combinaison synergique des extraits de *Ricinus communis* et *Urtica dioica* selon différentes concentrations

	T%	20%	30%	40%
j1	0.00%	91.06%	96.63%	98.86%
j2	0.00%	92.22%	98.86%	100.00%
j3	0.00%	92.22%	98.86%	100.00%
j4	0.00%	92.22%	98.86%	100.00%
j5	0.00%	92.22%	98.86%	100.00%
j6	0.00%	92.22%	98.86%	100.00%
j7	8.11%	91.53%	98.76%	100.00%
j8	8.33%	91.51%	98.75%	100.00%
j9	8.33%	91.51%	98.75%	100.00%
j10	13.88%	90.97	98.68%	100.00%

Références

1. Abdulazim, A., Ghazal, N., & Abdel-Aziz, M. (1998). *Ethnobotanical and phytochemical study of Ricinus communis*. *Journal of Ethnopharmacology*, 60(1), 25–34.
2. Adedire, C. O., & Lajide, L. (2003). Ability of extracts of ten tropical plant species to protect maize grains against infestation by the maize weevil, *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). *Nigerian Journal of Experimental Biology*, 4(2), 175–179.
3. Adjrah, Y., Karou, S. D., Agbodjan, A. R., Késsana, K. T., Gbeassor, M., & de Souza, C. (2013). Effets des extraits végétaux sur la dynamique de populations des insectes ravageurs de niébé (*Vigna unguiculata*). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 7(3), 1262–1270. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v7i3.33>
4. Adler, C., Korunic, Z., & Reichmuth, C. (2000). Bioactivity of low levels of amorphous silica dust, carrier oils and vegetable oils against stored product pests. *Journal of Stored Products Research*, 36(3), 263–271. [https://doi.org/10.1016/S0022-474X\(99\)00048-9](https://doi.org/10.1016/S0022-474X(99)00048-9)
5. Ait Taadaouit N., Nilahyane A., Hsaine M., Rochdi A., Hormatallah A., Akbay, P., Basaran, A.A., Undeger, U., et Basaran, N. (2003). In vitro immunomodulatory activity of flavonoid glycosides from *Urtica dioica* L. *Phytotherapy Research*, 17(1), 34–37.
6. Ali, H., & Abdulrahman, H. (2021). The Effect of *Urtica dioica* Extracts on Third Larval Instars of *Tribolium confusum*. *Science Journal of University of Zakho*, 9(2), 126–131.
7. Amiri, R., Pakyari, H., & Arbab, A. (2016). Repellency of three plants extraction against *Oryzaephilus surinamensis* and *Oryzaephilus Mercator* (Coleoptera: Silvanidae). *J. Entomol. Zool. Stud.*, 4(6), 864–867.
8. Anandan, S., Anil Kumar, G. K., Ghosh, J., & Ramachandra, K. S. (2005). Effect of different physical and chemical treatments on detoxification of ricin in castor cake. *Animal Feed Science and Technology*, 120(1–2), 159–168. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2005.01.009>
9. Antonio Scarpa, Antonio Guerci, (1982); Various uses of the castor oil plant (*Ricinus communis* L.) a review; *Journal of Ethnopharmacology*, Volume 5, Issue 2, , Pages 117–137
10. APGIII. (2009). An update of the Angiosperm Phylogeny Group Classification for the orders and families of flowering plants: APGII. *Bot. J Linn. Soc.* 141(4): 399–436.
11. ARTHURE F.H., 1996 - Grain protectants: current status and prospects for the future *prod. Stored Res.*, Vol.32: 203–293.
12. Asawalam, E. F., Emosairue, S. O., & Hassanali, A. (2006). Bioactivity of essential oil of *Ocimum gratissimum* (Lamiaceae) against four major stored product insect pests. *African Journal of Biotechnology*, 5(18), 1671–1676.
13. BALACHOWSKY A., et MENSIL L. ;1936, op, cit pp, 1722–1724.
14. BALACHOWSKY A. ,1962-Entomologie appliquée à l'agriculture. Ed Masson et Cie , Paris ,TI ,Vol.1,564p.
15. Barbehenn, R. V., & Constabel, C. P. (2011). Tannins in plant–herbivore interactions. *Phytochemistry*, 72(13), 1551–1565. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2011.01.040>
16. Begum, N., Sharma, B., & Pandey, R. S. (2010). Toxicity of plant extracts against *Tribolium castaneum*, a stored grain pest and their effects on acetylcholinesterase activity. *Environmental and Toxicology and Pharmacology*, 29(3), 180–186. <https://doi.org/10.1016/j.etap.2009.12.008>

17. Beloud, A. (1998). Plante médicinale d'algérie. Ed Entreprise nationale du livre, Alger, 359p.
18. BENAZZEDDINE.S.,(2010): Activité insecticide de cinq huiles essentielles vis-à-vis de *Sitophilus oryzae* (Coleoptera ; Curculionidae) et *Tribolium confusum* (Coleoptera ; Tenebrionidae). Ecole nationale supérieure agronomique El- Harrach d'Alger - Ingénieur d'état en science agronomique.
19. Bernard Bernard. (2005) : Les secrets de l'ortie. Le compagnon végétal-(9^eédition)
20. Bertrande , B. (2002). Les secret de l'ortie. 7^eme édition, édition de Terran (Collection le compagnon végétale) ; n01 ; 128p
21. Bezanger-Beauquesne L., Pinkas M., Torck M. (1980). Plantes médicinales des régions tempérées. Paris: Maloine. 439p
22. Bnouham M, Merhfour FZ, Ziyyat A, Mekhfi H, Aziz M, Legssyer A. (2003) Antihyperglycemic activity of the aqueous extract of *Urtica dioica*. *Fitoterapia*; 74:677-81.
23. Boukhalfa H. et Rouabah I., 2020. L'utilisation des huiles essentielles dans la lutte contre les insectes des denrées stockées
24. Boullard B. (2001). Dictionnaire des plantes médicinales du monde. Estem. Paris : 174.
25. Bruneton, J. (2009). Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinale. 4^eme Edition Lavoisier. Paris. 1234p.
26. Bucar F, Britzmann B, Streit B, Weigend M. (2006), LC-PDA-MS-profiles of phenolic compounds in extracts aerial parts of *Urtica* species. *Planta. Med*;72:152.
27. Calmont, B., Soldati, F., (2008). Découverte de *Tribolium madens*(Charpentier, 1825)dans le département du Puy-de-Dôme (France); clé de détermination et distribution desespèces du genre *Tribolium* en France (Coleoptera, Tenebrionidae). *R.A.R.E., T. XVII* (2), 1–7.
28. Campolo O., Giunti G., Russo A., Palmeri V., and Zappalà L., (2018). Essential oils in stored product insect pest control. *J. F. Q.* 773-778.
29. CHAOUCHE Thanina, A., Etude ethno-pharmacologique et évaluation de l'activité antimicrobienne et antioxydante de quelques plantes médicinales de la région de Tizi Ouzou-Algérie, 2015.
30. Cheema ,N.M., Muhammed, A., Ghulam, Q., Malik, A.R. 2010. Characterization of castor bean genotypes undes various environments using SDS6PAGE of total storage proteins. *Pak. J. Bot.*42(3).P1797-1805.
31. Clémence, R., Dongmo, M. 2009- clinique et pharmacologie évaluation de l'activité antidermatophytique des extraits au méthanol et fonction d'*Acalyphaman niana*
32. COULIN A,1982-Sensibilité comparée de *S.granarius* et *T.confusum* à diverses substance utilisables dans la désinectication des céréales stockés. Thème ,program.n°1,Comte rendu d'exposé pluridisciplinaire (1980-82), Paris,pp.183-190.
33. Coupin H. (1920) : Les plantes Médicinale Ed. Costas .paris,
34. Couplan, F., Styner, E. (1994). Guides des plantes sauvages: comestibles et toxiques (1994), Paris, pp : 367-368.
35. Cruz J. F., Hounhouigan D. J., et Fleurat-Lessard F., (2016). La conservation des grains après récolte : Agriculture tropicales en poche. France, Quae, 256p.
36. Da Silva, N. L., Soares, I. B., da Silva, M. L., & Mendes, M. F. (2010). Characterization of castor oil obtained by different methods. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 14(4), 431–434. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662010000400010>

37. De Groot, I. (2004). Protection des céréales et des légumineuses stockées. Ed., Fondation Agromisa, Wageningen, Pays Bas, 74p. de la société d'histoire naturelle du pays de Montbéliard, 16 p.
38. Dubreil F. R., (2014). Les bonnes pratiques du stockage des céréales. Vital Concept Agriculture, Vital Conseils. Egg laying, development and survival of *Callosobruchus maculatus* (F.) and *Callosobruchus*
39. Falleh H, Ksouri R, Chaieb K, Karray-Bouraoui N, Trabelsi N, Boulaaba M, Abdelly C (2008). Phenolic composition of *Cynaracardunculus* L. organs, and their biological activities. *C. R. Biologies*, 331: 372-379
40. FDA (U.S. Food and Drug Administration). (2019). *Bad Bug Book: Foodborne Pathogenic Microorganisms and Natural Toxins Handbook (2nd ed.)*. Silver Spring, MD: FDA.
41. Ferrer, J. (1995). A key to the flour beetles of the genus *Tribolium* MacLeay in Sweden (Coleoptera, Tenebrionidae). *Entomologisk Tidskrift*, 116(1–2), 23–27.
42. Fletcher N. (2007). Guide nature, reconnaître la nature comestible et savoureuse sans peine, Edition Nathan : P26-27
43. Fleurentin., (2008)., Plantes médicinales traditions et thérapeutique, éditions Ouest France, France B.U. Santé Nantes : p 104- 105
44. Flurat-Lessard F., 1978-Description et biologie des acariens .coed .A.F.N.O.R, I.T.C.F., paris , pp :67-81.
45. Fu HY, Chen SJ, Chen RF, Ding WH, Kuo-Huang LL, Huang RN (2006). Identification of oxalic acid and tartaric acid as major persistent pain-inducing toxins in the stinging hairs of the nettle, *Urtica thunbergiana*. *Ann Bot*; 98:57-65p.
46. Ganesan, K., & Xu, B. (2017). A critical review on polyphenols and health benefits of black soybeans. *Nutrients*, 9(5), 455. <https://doi.org/10.3390/nu9050455>
47. Gassim, H. B. M., Hassan, A. M., Abadi, R. S. M., & Mutafa, Y. A. A. (2024). *Phytochemical constituents and antioxidant activity of Ricinus communis Linn leaf and seeds extracts*. *Scientiae Radices*, 3(2), 74–88.
48. Gbenou, J. D., Ahissou, H., Akakpo, H. B., Alowanou, B., Sessou, P., & Laleye, A. (2006). Activité insecticide des extraits de *Ricinus communis* sur *Callosobruchus maculatus*. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 3(4), 692–699. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v3i4.53164>
49. Gerard, A., Amber, W., Pablo, D. R., Agnes, P., Jacques, R., Paul, K. (2008): Worldwide genotyping of castor bean germplasm (*Ricinus communis* L.) using AFLPs and SSRs. *Genet. Resour. Crop. Evol.* 55:365–378.
50. Gerard, A., Amber, W., Pablo, D. R., Agnes, P., Jacques, R., Paul, K. 2008. Worldwide genotyping of castor bean germplasm (*Ricinus communis* L.) using AFLPs and SSRs. *Genet. Resour. Crop. Evol.* 55. P 365-378.
51. Ghedira, K ; Goetz, P ; et le jeune, R ; (2009). *Urtica dioica L ; Urtica urens* et/ou hybride (Urticaceae) *Phytotherapie*, 7 (5) ,279.
52. Gliwa, J., Stuper-Szablewska, K., Królikowski, T., & Perkowski, J. (2011). Antioxidant activity of alkylresorcinols from rye bran and their protective effects on cell viability of PC-12 AC cells. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(21), 11473–11482. <https://doi.org/10.1021/jf202378z>
53. González-Mendoza, D., Argumedo-Delira, R., Grimaldo-Juárez, O., & Moreno-Gómez, B. (2021). Effect of salicylic acid in the yield of ricinine in *Ricinus communis*. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 23, 100310. <https://doi.org/10.1016/j.jarmap.2021.100310>

54. Good, N.E., (1933). Biology of the flour beetles, *Tribolium confusum* Duv. and *T. ferrugineum* Fab. J. Agric. Res. 46, 327–334.
55. Good, N.E., (1936). The flour beetles of the Genus *Tribolium*. Tech.Bull.498, 1–58.
56. Gravis, A. (1886). *Recherches anatomiques sur les organes végétatifs de l'Urtica dioica* (Vol. 715). F. Hayez.
57. Gresele, P., Momi, S., & Falcinelli, E. (2011). Effects of resveratrol and other wine polyphenols on vascular function: An update. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 22(3), 201–211. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2010.07.004>
58. Guergour, H. (2011). Etude de la toxicité d'huile de *Ricinus communis* L. sur les animaux de laboratoire, Magister : Biochimie. Sétif: Université Farhat Abbas –Setif-, 81p.
59. 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*. 2003;16(2):111-119.
60. Gülçin, İ., Küfrevioğlu, Ö. İ., Oktay, M., & Büyükkuroğlu, M. E. (2010). Antioxidant, antimicrobial, antiulcer and analgesic activities of nettle (*Urtica dioica* L.). *Journal of Ethnopharmacology*, 90(2-3), 205–215. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2003.09.028>
61. Habauzit, V. and M.-N. Horcajada, Phenolic phytochemicals and bone. *Phytochemistry Reviews*, 2008. 7(2): p. 313-344.
62. Hammiche Victoria., Merad Rachida., Azouz Mohamed. 2013. Ricin. In : Plantes toxiques à usage médicinal du pourtour méditerranéen. Springer Paris. P187-196.
63. Harrys, P.L., 1980. Pachytène chromosome morphology with reference to sex invisibility in *Ricinus communis* L. pp 320-322.
64. Ibrahim, M. A., Hassan, S. M., & El-Sayed, A. A. (2020). Efficacy of some botanical extracts on the black bean aphid, *Aphis fabae* (Hemiptera: Aphididae), infesting broad bean plants. *Egyptian Journal of Plant Protection Research Institute*, 3(1), 43–51.
65. Isman, M. B. (2006). Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annual Review of Entomology*, 51(1), 45–66. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.51.110104.151146>
66. Jayakumar, M., Arivoli, S., Raveen, R., & Tennyson, S. (2017). Repellent activity and fumigant toxicity of a few plant oils against the adult rice weevil *Sitophilus oryzae*
67. Jena, j. And a. K. Gupta (2012). "*ricinus communis* linn: a phytopharmacological review." *international journal of pharmacy and pharmaceutical sciences*4(4): 25-29.
68. Joshi, B. C., Mukhija, M., & Kalia, A. N. (2014). Pharmacognostical review of *Urtica dioica* L. *International Journal of Green Pharmacy (IJGP)*, 8(4).
69. JURGEN K., HEINA S & WERNER K .,1981- Maladies, Ravageurs et mauvaises herbes des cultures Tropicales, Vol 23(1) .,Pp1-13
70. Karanja, J. N., Ndiege, I. O., & Hassanali, A. (2020). Bioactivity of extracts of *Ricinus communis* L. against major storage insect pests. *Journal of Stored Products Research*, 87, 101602. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2020.101602>
71. Karl, M.J., Dan, A., 1965. Sex inheritance in *Ricinus communis* L.: Evidence for a genetic change during the ontogeny of female sex reversals, 36, pp 253-259.
72. Kavallieratos, N. G., Athanassiou, C. G., & Papadopoulou, S. C. (2012). Insecticidal efficacy of essential oils and their components against *Tribolium confusum* Jacquelin du Val (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of Stored Products Research*, 50, 1–5. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2012.05.001>
73. Kellouche, A. (2005). *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae): biologie, physiologie, reproduction et lutte. Thèse de doctorat en biologie, UMMTO, Algérie, 151p. *Tenebrionidae*. J. Asia-Pacific. Entomo., 23: 320-326.

74. Kepenekçi, I., Erdoğan, D., & Hazir, S. (2013). Evaluation of nematicidal activity of five plant extracts on the root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*) infecting tomato. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 37(2), 211–218. <https://doi.org/10.3906/tar-1203-15>
75. Kostyukovsky, M., Rafaeli, A., Gileadi, C., Demchenko, N., & Shaaya, E. (2002). Activation of octopaminergic receptors by essential oil constituents isolated from aromatic plants: Possible mode of action against insect pests. *Pest Management Science*, 58(11), 1101–1106. <https://doi.org/10.1002/ps.548>
76. Krief, S., Métabolites secondaires des plantes et comportement animal: surveillance sanitaire et observations de l'alimentation des chimpanzés (*Pan troglodytes schweinfurthii*) en Ouganda. Activités biologiques et étude chimique de plantes consommées, 2003, Museum national d'histoire naturelle MNHN PARIS.
77. Krystofova O, Adam V, Babula P, Zehnalek J, Beklova M, Havel L, et al. Effects of various doses of selenite on stinging nettle (*Urtica dioica* L.). *Int J Environ Health Res Public Health* 2010;7:3804-15.
78. Lagnika, L. (2005) : Etude phytochimique et activité biologique de substances naturelles isolées de plantes béninoises. These doctorat .Universite Louis Pasteur, Strasbourg.
79. Lagnika, L. (2005). Etude phytochimique et activité biologique de substances naturelles isolées de plantes béninoises Thèse de doctorat, Université Louis Pasteur, Strasbourg, P249.
80. Lattanzio, V., Lattanzio, V. M. T., & Cardinali, A. (2006). Role of phenolics in the resistance mechanisms of plants against fungal pathogens and insects. *Phytochemistry: Advances in Research*, 661, 23–67.
81. Lendent, C., Mairesse, M. (2008). Rural allergy. *Rev. Franç. Allergol. Immunol. Clin.* 48(2):109-110.
82. Lepasme (1944) in M.Benazzeddine (2010).
83. LEPESME P., 1944-les coléoptères des denrées alimentaires et des produits industriels entreposés. Encyclopédie entomologique., Ed . lechevalier use for biological control .J .Insect physiol., Vol 39(1) .,Pp1-12.
84. LEPIGER A.L., 1966-La Desinséccation des syocks de céréales Ed.Off interprof des céréales paris 406 p.
85. Ljungh, Å., & Wadström, T. (2006). *Bacteriocins and bacteriophage therapy*. CRC Press.
86. Lord, J. M., Roberts, L. M., & Robertus, J. D. (2003). Ricin: Structure, mode of action, and some current applications. *The FASEB Journal*, 17(3), 569–576. <https://doi.org/10.1096/fj.02-0430rev>
87. Luque de Castro, M. D., & García-Ayuso, L. E. (1998). Soxhlet extraction of solid materials : An outdated technique with a promising innovative future. *Analytica Chimica Acta*, 369(1–2), 1–10. [https://doi.org/10.1016/S0003-2670\(98\)00233-5](https://doi.org/10.1016/S0003-2670(98)00233-5)
88. Macheix, J. J., Fleuriet, A., & Billot, J. (2005). Les composés phénoliques des végétaux: un exemple de métabolites secondaires d'importance économique. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes.
89. Madjdoub , O, S'ouguir, S . Maouas . Baouand , M. Loarif , A. Chaib , I, 2013. Etude de l'activité insecticide des huiles essentielles de ruta chaleperrsis (l.) sur les adultes de tribolium Castaneuma (herbst.) et sitophilus zeamais (mostsch).4 éme journées scientifiques sur la valorization des bioressources . Masson (paris) , 87pp
90. Malathi, B ., Ramesh, S ., Venkateswara, K. R., Dashavantha, V. R. (2006): Agrobacterium-mediated genetic transformation and production of semilooper resistant transgenic castor (*Ricinus communis* L.). *Euphytica*. 147: 441–449.

91. Manallah. A, (2012). Activités antioxydante et anticoagulante des polyphénols de la pulpe d'olive *Olea europaea* L. le Diplôme de magister, Option : Biochimie Appliquée. Université Ferhat Abbas- sétif, P87.
92. Manpreet , R .Hitesh ,D . Brahat , P. et Shivani , S.(2012) . *Ricinus communis* L. International Journal of Pharm Tech Research,4(4) ,1706-1711 p
93. Maroyi, A., 2007 : *Ricinus communis* L. In: van der Vossen, H.A.M. & Mkamilo, G.S. (Editeurs). PROTA 14: Vegetable oils/Oleagineux. PROTA, Wageningen, Pays Bas. Forensic Sci. Internatl.189:e13–e20.
94. Martins, C. H. G., Almeida, M. V., & Leite, C. Q. F. (2011). Ricinine: A review of its pharmacology, toxicology and synthesis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(9), 3860–3866. <https://doi.org/10.1021/jf104289p>
95. Meryem, M. B. (2020). *Composition chimique et propriétés biologiques des polyphénols de l'ortie (Urtica dioica L.)* (Doctoral dissertation, UNIVERSITE ABDELHAMID IBN BADIS MOSTAGANEM).
96. Mossa. A., 2016: Green Pesticides: Essential Oils as Biopesticides in Insect-pest Management. *Journal of Environmental Science and Technology*, 9(5), 354-378.
97. Moutsie, (2008)., L'ortie, une amie qui vous veut du bien, l'encyclopédie d'utovie, Edition d'utovie.
98. Nath, N., Laskar, N., & Talukdar, P. (2019). Insecticidal activity of some indigenous plant extracts against red flour beetle, *Tribolium castaneum* (Herbst). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 7(1), 136–140.
99. Ogunniyi, D. S. (2006). Castor oil: A vital industrial raw material. *Bioresource Technology*, 97(9), 1086–1091. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2005.03.028>
100. Park, C., Lee, S.G., Choi, D.H., Park, J.D., & Ahn, Y.J. (2003). Insecticidal activities of constituents identified in the essential oil from leaves of *Chamaecyparis obtusa* against *Callosobruchus chinensis* (L.) and *Sitophilus oryzae* (L.). *J. Stored Prod. Res.*, 39, 375-384.
101. Paul, C.J. Van, R., Lynell, K. T. (1999): The contribution of extrafloral nectar to survival and reproduction of the predatory mite *Iphiseius degenerans* on *Ricinus communis*. *Exper. Appl. Acarol.* 23: 281–296.
102. Polunin, O. (1969). *Flowers of Europe: A field guide*. Oxford University Press.
103. Polvèche, V (1996). La culture du ricin en Europe, *Ingénieries – EAT – Numéro 6*, pp 49-58.
104. Prat, R., Michèle, M., Vonarx, V., 2005. Les Fruits : Le Ricin : une capsule déhiscente. *Biologie et multimédia*, pp 15-17.
105. Preeti, K.M., Verma, A.B. 2014. A Review on Ethnopharmacological Potentiel of *Ricinus communis* Linn. *PharmaTutor*, 2(3). P 76-85.
106. Rajkumar V., Gunasekaran C., Christy I.K., Dharmaraj J., Chinnaraj P. et Paul C.A., (2019). Toxicity, antifeedant and biochemical efficacy of *Mentha piperita* L. essential oil and their major constituents against stored grain pest. *Pestic. Biochem. Physiol.*, volume 156, 144p. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2019.02.016>.
107. Rakotomanana, N., Randrianarivo, E., & Ravaomanarivo, L. (2017). Étude comparative de l'efficacité des extraits aqueux de *Tephrosia vogelii*, *Capsicum frutescens* et *Azadirachta indica* contre *Plutella xylostella* sur le chou-fleur. *Institut d'Enseignement Supérieur de Vakinankaratra (IESAV)*. [PDF en ligne].
108. Ramprasad, R., Bandopadhyay, R. (2010): Future of *Ricinus communis* after completion of the draft genome sequence. *Curr. sci.* 99(10): 1316-1318.
109. Rao, B. R., Venkateswarlu, V., & Sreenivas, N. (2010). Pharmacological investigations of *Ricinus communis* roots. *Journal of Pharmacy Research*, 3(6), 1314–1316.

110. Rao, P. V., Madhavi, K., & Reddy, V. (2010). A review on *Ricinus communis* – Ethnomedicinal and pharmacological perspective. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 5(1), 16–23.
111. Regnault, R., 1993. Pemonge J, Pascual-Villalobos MJ, Effects of material and extracts of *Trigonella foenum-graecum* L. against the stored product pests *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) and *Acanthoscelides*
112. Regnault-Roger, C., Vincent, C., & Arnason, J. T. (2012). Essential oils in insect control: Low-risk products in a high-stakes world. *Annual Review of Entomology*, 57, 405–424. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-120710-100554>
113. Sailaja, M., Tarakeswari, M., Sujatha, M. 2008. Stable genetic transformation of castor (*Ricinus communis* L.) via particle gun-mediated gene transfer using embryo axes form mature seeds. *Plant Cell. Rep.* 27. P 1509-1519.
114. Saoula, B et Afif, R (2016). Extraction et caractérisation partielle des lectines de *Ricinus communis*. Mémoire Master : Biochimie Moléculaire et santé. Constantine : Université des Frères Mentouri, 56 p
115. Sayah, K. (2021). *Étude de l'activité antioxydante de composés phénoliques extraits de plantes médicinales*. thèse de doctorat, Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem,
116. Schaffner, W. (1992). Les plantes médicinales et leurs propriétés. Manuel d'herboristerie. Delachaux et Niestlé. 215p.
117. Scotti, G. 1978. Les insectes et les acariens des céréales stockées. Normes et Technique. Institut technique des céréales et des fourrages. Association française de Normalisation AFNOR
118. Severino, L. S., et al. (2012). *Castor oil: a review on the chemical composition and physicochemical properties of the oil and its derivatives*. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 32(3), 389–400
119. Simmonds, M. S. J. (2003). Flavonoid-insect interactions: Recent advances in our knowledge. *Phytochemistry*, 64(1), 21–30. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(03\)00293-0](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(03)00293-0)
120. Singh, G., Kaur, A., & Malik, A. (2011). Utilization of castor cake for biocontrol and plant growth promotion in maize (*Zea mays* L.). *Journal of Environmental Biology*, 32(3), 385–389.
121. Sinha R.N et Watters F.L. 1985. Insectes nuisibles des minoteries, des silos-élevateurs, des usines à provendes et méthodes de désinfection. Ed. Agriculture Canada. 311p
122. STEFFAN J.R., 1987-Description et biologie .les insectes et les acariens des céréales stockées Ed.A.F..N.O.R Paris,238p
123. Steffan. J.R., 1978. Description et biologie des insectes .Les insectes et les acariens des céréales stockées .Coed . A. F. N .O R.-I .T. G. C. F, Paris.237 p.
124. Sujatha, M., Reddy, T.P., Mahasi, M.J. 2008. Role of biotechnological interventions in the improvement of castor (*Ricinus communis* L.) and *Jatropha curcas* L. *Biotechnol. Adv.* 26(5).P424-435.
125. Toubal, S. (2018). Caractérisation de la relation chémotypes de l'ortie-bactéries vectorisées associées et évaluation de leurs activité sur culex sp. Thèse de Doctorat en Ecologie des Systèmes Vectoriels, Université M'hamed Bougara, Boumerdes, 166p.
126. Trochain J., 2016. Le Ricin (suite). In: *Revue de botanique appliquée et d'agriculture coloniale*, 10^e année, bulletin n°107, 2016. pp. 578-589.
127. Vinayagam. R, Xu. B, 2015. Antidiabetic properties of dietary flavonoids a cellular mechanism. review. *Nutr. Metab (Lond)* 12. P 60.
128. Vuorela, S. 2005- Analyse, isolation, and bioactivities of rapessed phenolics. Doctoral dissertation. University of Helsinki, Faculty of Agriculture and Forestry, applied Chemistry and Microbiology. ISBN : 952-102722-3
129. Waongo, A., Traore, F., Ba, M.N., Dabire-Binso, C., & Sanon, A. (2019). Evaluation de deux composantes de lutte intégrée (résistance variétale et stockage hermétique) contre le petit capucin

- des grains, *Rhyzopertha dominica* Fabricius (Coleoptera: Bostrychidae) dans les stocks de sorgho [*Sorghumbicolor*(L.) Moench] au Burkina Faso. *Tropicultura*, 37(4), 2295-8010.
130. War, A. R., Paulraj, M. G., War, M. Y., & Ignacimuthu, S. (2012). Role of plant volatile oils in insect pest management: A review. *Journal of Biopesticides*, 5(1), 67–76.
 131. Wichtl, M. (Ed.). (2004). *Herbal drugs and phytopharmaceuticals: a handbook for practice on a scientific basis*. CRC press.
 132. Wichtl, M., & Anton, R. (2003). Plantes thérapeutiques, tradition, pratique officinale, science et thérapeutique. 2 e éd. EMInter /Tec & Doc éditions, Paris, 382-386
 133. Witchard , M. (1997): Paclobutrazol Is Phloem Mobile in Castor Oil Plant (*Ricinus communis* L). *J. Plant Grow. Regul.* 16: 215–217.
 134. Harborne, J.B. (1998). *Phytochemical Methods: A Guide to Modern Techniques of Plant Analysis*. Springer. Elsevier Science, 3:11 (1998).
 135. Azwanida, N.N. (2015). A Review on the Extraction Methods Use in Medicinal Plants, Principle, Strength and Limitation. *Medicinal & Aromatic Plants*, 4(3), 196.
 136. Clayden, J., Greeves, N., Warren, S., & Wothers, P. (2001). *Organic chemistry*. Oxford University Press.
 137. FAO. (2021). The State of Food and Agriculture 2021: Making agrifood systems more resilient to shocks and stresses. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://doi.org/10.4060/cb4476en>
 138. Zohry, N. M. H., et El- Sayed, A. M. (2017). Scanning electron morphological studies of *Tribolium confusum* Jacquelin du Val (Coleoptera : Tenebrionidae). *Journal of Basic and Applied Zoology*, 78, Article 6. <https://doi.org/10.1186/s41936-017-0008-0>