الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

N° Ref :……

Université El Moudjahid Abdelhafid BOUSSOUF- Mila

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Biologiques et Agricoles

Mémoire préparé en vue de l'obtention du diplôme de

Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Sciences Biologiques
Spécialité : Biochimie Appliquée
Thème :

Évaluation du potentiel larvicide des extraits d'*Anethum graveolens* L. et d'*Urtica dioica* L. contre le ravageur *Tenebrio molitor*

Présenté par :

- **CHALAL Lamis**
- **LAYOUNE Djazia**

Devant le jury :

Nom et Prénom : Benayache. F	**Grade : MCB. CU Mila**	**Président**
Nom et Prénom : Amimour. M	**Grade : MCB. CU Mila**	**Examinateur**
Nom et Prénom : Amari. S	**Grade : MCB. CU Mila**	**Promoteur**

Année Universitaire : 2025/2026


بسم الله الرحمن الرحيم

Remerciement

*Avant tout, nous remercions **Allah** le Tout-Puissant de nous avoir accordé la santé, la force, la patience et la persévérance nécessaires pour mener à bien ce travail.*

*Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à notre promotrice, **Dr. Amari Salima**, pour son encadrement de qualité, sa disponibilité, ses précieux conseils et son soutien constant tout au long de la réalisation de ce mémoire.*

*Nous adressons également nos sincères remerciements aux membres du jury, **Dr. Benayache. F** et **Dr. Amimour. M**, qui nous font l'honneur d'examiner et d'évaluer ce travail. Nous leur sommes reconnaissantes pour le temps qu'elles ont consacré à la lecture de ce mémoire ainsi que pour leurs remarques et suggestions enrichissantes.*

*Nous exprimons notre vive reconnaissance à **Dr. Benserradj Ouafa** pour son aide précieuse et son accompagnement lors de la réalisation de la partie pratique de ce mémoire.*

*Nos remerciements s'adressent également à **l'ensemble des enseignants de la faculté des sciences de la nature et de la vie de l'université de Mila** pour la qualité de leur enseignement et les connaissances qu'ils nous ont transmises tout au long de notre parcours universitaire.*

*Nous remercions chaleureusement **les personnels des laboratoires** pour leur disponibilité, leur assistance technique et leur précieuse collaboration.*

*Nous tenons aussi à remercier **les enseignants de la faculté des sciences de la nature et de la vie de l'université Constantine 1** pour leur contribution à notre formation et leur soutien académique.*

Enfin, nous adressons nos plus sincères remerciements à toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à l'aboutissement de ce travail.



Dédicace



Je dédie ce travail, avant tout, à ***Allah*** *le Tout-Puissant, source de force, de patience et de réussite, qui m'a accompagnée tout au long de ce parcours.*

À ***mes chers parents****, pour leur amour inconditionnel, leurs sacrifices, leurs encouragements et leur soutien précieux qui ont été la clé de ma réussite.*

À ***mes adorables sœurs*** *et à* ***mon cher frère****, pour leur présence, leur affection et leurs encouragements.*

À ***mon mari****, pour son soutien, sa patience, sa compréhension et son encouragement durant cette étape importante de ma vie.*

À ***ma chère amie*** *et collègue de mémoire, ma compagne dans ce travail, pour les moments partagés, l'entraide et les efforts fournis ensemble afin d'aboutir à la réalisation de ce projet.*

À tous ***mes enseignants****, qui ont contribué à ma formation par leurs connaissances et leurs conseils, et particulièrement à* ***mon encadrante****, pour son accompagnement, sa disponibilité et ses précieux conseils tout au long de la réalisation de ce mémoire.*

À toutes les personnes qui m'ont soutenue de près ou de loin, je dédie ce travail avec toute ma gratitude et ma reconnaissance.

LAMIS






Dédicace

Ce fut un parcours difficile, marqué par des défis, mais j'ai persévéré jusqu'à réaliser mon rêve.

Louange à Dieu, aujourd'hui je suis fière d'avoir concrétisé ce rêve longtemps attendu.

À ***mon cher père****, qui a œuvré sans relâche pour mon bien-être, m'a soutenu sur le chemin de la réussite et m'a appris la patience et la sagesse dans la vie.*

À la source inépuisable de générosité, à celle qui a tissé mon bonheur avec les fils d'un cœur plein d'amour, à ***ma chère mère****.*

À ceux dont l'amour coule dans mes veines et dont le souvenir emplit mon cœur, à ***mes frères et sœurs****.*

À ***ma chère amie*** *et coéquipière de mémoire, avec qui j'ai partagé efforts, fatigue et collaboration sincère, et grâce à laquelle nous avons mené ce projet à bien jusqu'à son aboutissement.*

À ***ma chère directrice de mémoire****, que de toute reconnaissance, ainsi qu'à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réussite de ce travail, je vous exprime ma profonde gratitude, mes sincères remerciements et mon plus grand respect.*

DJAZIA



Résumés

Résumé

Cette étude a été menée dans le but d'évaluer les activités biologiques des extraits de deux espèces végétales, à savoir *Anethum graveolens*. L et *Urtica dioica.* L, récoltées respectivement dans les régions de Douar El Bidi et de la commune de Tassala Lemtaï, situées dans la wilaya de Mila. Les extraits des plantes médicinales ont été testés pour leur effet antioxydant, ainsi que sur les larves de *Tenebrio molitor* afin d'évaluer leur potentiel larvicide. Les résultats ont montré que les extraits d'aneth présentaient des teneurs plus élevées en composés phénoliques totaux et en flavonoïdes que ceux de l'ortie. Cette richesse en métabolites secondaires s'est traduite par une activité antioxydante supérieure, suggérant une meilleure efficacité biologique de cette espèce végétale. En effet, l'infusé d'aneth a enregistré la meilleure activité de piégeage du radical DPPH, avec une IC_{50} de 178,38 µg/mL et l'extrait éthanolique d'aneth a montré la meilleure activité réductrice avec une IC_{50} de 177,27 µg/mL. De plus, les résultats du test de toxicité de l'aneth et de l'ortie sur les larves de *Tenebrio molitor* ont montré que le taux de mortalité larvaire dépend du type d'extrait et de leurs concentrations. En effet, seuls les extraits aqueux ont manifesté une activité larvicide, tandis que les extraits éthanoliques n'ont enregistré aucun effet. L'étude a également révélé que l'extrait aqueux d'aneth était plus efficace que celui de l'ortie, enregistrant un taux de mortalité de 40 %.

Ces résultats mettent en évidence le potentiel de la flore locale en tant que bio-larvicide efficace, offrant une alternative écologique et durable aux traitements chimiques de synthèse pour la préservation des denrées stockées.

Mots clés : Activité larvicide, ortie, aneth, infusion, décoction, extrait éthanolique, *Tenebrio molitor*.

Abstract

This study was conducted to evaluate the biological activities of extracts from two plant species, namely *Anethum graveolens.* L and *Urtica dioica.* L, collected respectively from the regions of Douar El Bidi and the commune of Tassala Lematai, located in Mila province. The extracts of medicinal plants were tested for their antioxidant effect, as well as on *Tenebrio molitor* larvae to evaluate their larvicidal potential. The results also showed that dill extracts contained higher levels of total phenolic compounds and flavonoids than nettle extracts. This richness in secondary metabolites resulted in superior antioxidant activity, suggesting greater biological efficacy for this plant species. Indeed, the dill infusion recorded the highest DPPH radical scavenging activity, with an IC_{50} of 178.38 µg/mL, while the ethanolic extract of dill exhibited the highest reducing power, with an IC_{50} of 177.27 µg/mL. Furthermore, the evaluation of the toxicity of the different extracts on *Tenebrio molitor* larvae demonstrated mortality percentage that depended on both the type of extract and its concentration. Indeed, only the aqueous extracts exhibited larvicidal activity, whereas the ethanolic extracts showed no toxic effect. The study also revealed that the dill aqueous extract was more effective than nettle extracts recording a mortality rate of 40%.

These results highlight the potential of local flora as an effective bio-larvicide, offering an eco-friendly and sustainable alternative to synthetic chemical treatments for the preservation of stored commodities.

Keywords: Larvicidal activity, neetle, dill, infusion, decoction, the ethanolic extracts, *Tenebrio molitor*.

ملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم الأنشطة البيولوجية لمستخلصات نباتي الشبت والقراص المأخوذين من منطقتي دوار البيدي وبلدية تسالة لمطاعي بولاية ميلة، على الترتيب. تم تقييم الفعالية المضادة للأكسدة لمستخلصات النباتات الطبية، كما اختبرت على يرقات خنفساء الدقيق على لتقييم فعاليتها اليرقية. أظهرت النتائج أن مستخلصات نبات الشبت كانت أغنى بالمركبات الفينولية والفلافونويدات مقارنة بمستخلصات نبات القراص. كما سجلت نشاطا مضادا للأكسدة أقوى لنبات الشبت مما يدل على تفوقه من حيث المحتوى الكيميائي والفعالية الحيوية. كما سجل منقوع الشبت أعلى قدرة تثبيط للجذور الحرة DPPH بقيمة IC_{50} بلغت 178.38 مغ/مل، بينما أظهر المستخلص الإيثانولي للشبت أفضل قدرة إرجاعية بقيمة IC_{50} بلغت 177.27 مغ/مل. كما أظهرت نتائج اختبار سمية نبات الشبت والقراص على يرقات خنفساء الدقيق أن معدل موت اليرقات يعتمد على نوع المستخلصات وتركيزها. حيث ان المستخلصات المائية فقط هي التي تمتلك نشاطا قاتلا لليرقات، بينما المستخلصات الإيثانولية لم تسجل أي تأثير. كما بينت الدراسة أن مستخلص الشبت المائي كان أكثر فعالية يرقية مقارنة بمستخلص القراص، حيث سجل نسبة أعلى بلغت 40%.

تسلط هذه النتائج الضوء على القدرة الواعدة للنباتات المحلية كمبيد يرقات حيوي فعال، مما يوفر بديلا بيئيا ومستداما للمعالجات الكيميائية الاصطناعية من أجل حماية المواد الغذائية المخزنة.

الكلمات المفتاحية: النشاط الابادي لليرقات، القراص، الشبت، النقع، الغلي، مستخلص إيثانولي، يرقات خنفساء الفرينة.

Liste des tableaux et figures

Liste des tableaux

Tableau I : Composition nutritionnelle des déjections de *Tenebrio molitor*……...7

Tableau II : Rendement d'extraction d'ortie et d'aneth en fonction des différents procédés d'extraction……34

Tableau III : Évaluation quantitative comparative des teneurs en composés phénoliques totaux et en flavonoïdes des différents extraits d'ortie et d'aneth……...35

Tableau IV : Comparaison des IC_{50} du l'activité antioxydante vis-à-vis le DPPH des différents extraits d'aneth et d'ortie par rapport à l'acide ascorbique……...38

Tableau V : Comparaison des IC_{50} du pouvoir réducteur des différents extraits d'aneth et d'ortie par rapport à l'acide ascorbique……..42

Liste des figures

Figure 1 : Cycle de vie du ténébrion meunier illustrant les quatre principales étapes de développement……4

Figure 2 : Classification des composés phytobioactives……...10

Figure 3 : Parties végétales d'ortie dioïque …… 11

Figure 4 : *Anethum graveolens* L ……..…...16

Figure 5 : Répartition des principaux groupes chimiques dans l'huile essentielle de l'aneth….18

Figure 6 : Répartition des principaux composés phénoliques identifiés de l'aneth……...18

Figure 7 : Antioxydant non enzymtiques……..24

Figure 8 : Les radicaux libres neutralisés par les polyphénols. **…….**……...25

Figure 9 : Larves du ténébrion meunier utilisées pour les bioessai…….. .26

Figure 10 : Échantillons de plantes étudiées **……**……26

Figure 11 : Localisation géographique de la zone d'étude……27

Figure 12 : Étapes de la méthode de décoction……..27

Figure 13 : Étapes de la méthode de L'infusion…….28

Figure 14 : Étapes de la méthode de macération……...28

Figure 15 : Protocole de dosage des polyphénols totaux……...29

Figure 16 : Courbe étalonnage de l'acide gallique……30

Figure 17 : Protocole de dosage des flavonoïdes totaux……30

Figure 18 : Courbe étalonnage de la quercétine……31

Figure 19 : Protocole de tests pouvoir réducteur……...31

Figure 20 : Courbe étalonnage de l'acide ascorbique……32

Figure 21 : Protocole de test DPPH……...32

Figure 22 : Tests de la toxicité des extraits sur les larves de *T. Molitor*…….33

Figure 23 : Teneurs en composés phénoliques totaux ……..…….....35

Figure 24 : Teneurs en composés phénoliques totaux et flavonoïdes……..36

Figure 25 : Evolution du pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH des extraits d'ortie et d'aneth en fonction de la concentration (1 à 1000 µg/mL)…….37

Figure 26 : Evolution du pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH des extraits d'aneth et d'ortie en fonction de la méthode d'extraction…….....38

Figure 27 : Comparaison des IC_{50} du l'activité antioxydante vis-à-vis le DPPH des différents extraits d'aneth et d'ortie par rapport à l'acide ascorbique……..……..39

Figure 28 : Droite de régression linéaire et coefficient de détermination (R^2) entre les teneurs en composés phénoliques totaux et les IC_{50} des extraits d'ortie……..40

Figure 29: Évolution du pouvoir réducteur de différents extraits d'aneth et d'ortie en fonction de la concentration (1 à 2000 µg/mL)……41

Figure 30 : Évolution du pouvoir réducteur de différents extraits d'aneth et d'ortie en fonction de la méthode d'extraction…….42

Figure 31 : IC_{50} du pouvoir réducteur des différents extraits d'aneth et d'ortie par rapport à l'acide ascorbique……..…43

Figure 32 : Droite de corrélation linéaire entre les teneurs en flavonoïdes et les valeurs IC_{50} des extraits d'ortie……44

Figure 33 : Taux de mortalité des larves de *T. molitor* en présence des extraits d'infusé et de décocté d'aneth……..44

Figure 34 : Taux de mortalité des larves de *T. molitor* en présence des extraits d'infusé et de décocté d'ortie……...45

Figure 35 : Taux de mortalité des larves de *T. molitor* en présence des extraits d'aneth et d'ortie à une concentration 200 mg/mL…… ..…..45

Liste des abréviations

Liste des abréviations

A. graveolens : *Anethum graveolens*

$AlCl_3$: Chlorure d'Aluminium

DPPH : 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle

ERO : Espèces réactives d'oxygène

Fe^{2+} : Ions ferreux

Fe^{3+} : Ions ferriques

$FeCl_3$: Chlorure ferrique

IC_{50} : Concentration inhibitrice à 50 %

MCF-7 : Fondation du cancer du michigan-7

mg EAA/g : Milligramme d'équivalent d'acide ascorbique par gramme

mg EAG/g : Milligramme d'équivalent d'acide gallique par gramme

mg EQ/g : Milligramme d'équivalent de quercétine par gramme

NADH : Nicotinamide adénine dinucléotide réduit

NF_KB : Facteur nucléaire-kappa B

pH : Potentiel d'hydrogène

T. molitor : *Tenebrio molitor*

TCA : Acide trichloroacétique

U. dioica: *Urtica dioica*

Table de matière

Table de matière

Résumé
Abstracts
الملخص
Liste des tableaux
Liste des figures
Liste des abréviations

Introduction

Introduction…… 1

Synthèse bibliographique

I. Ténébrion meunier……. 3
I.1. Tenebrionidae……...3
I.2. Classification et habitat…… 3
I.3. Cycle de vie……..3
I.4. Conditions environnementales……..5
I.4.1 Température et humidité relative……..5
I.4.2.Densité de population……5
I.4. 3. Photopériode……...6
I.4.4.Oxygène……6
I.4.5. Régime alimentaire……..6
I.5. Profils macro et micro nutritionnel…….. 7
I.6. Applications……. 8
I.7. Effets nuisibles……8
I.8.Techniques de lutte……9
I.8.1. Lutte chimique……9
I.8.2. Lutte biologique……...9
II. Plantes médicinales……... 10
II.1. Métabolites secondaires…….. 10
II.2.*Urtica Dioica*. L……...11
II.2.1.Origine de nom……11

II.2.2. Description botanique…….. 11
II.2.3. Classification taxonomique…….. 12
II.2.4. Réparatition géographique……... 12
II.2.5. Composition chimique…… 12
II.2.6. Utilisations traditionnelles…… 13
II.2.7. Activités biologiques……... 14
II.2.7.1. Activité antioxydante……...14
II .2.7.2. Activité antimicrobienne……14
II.2.7.3. Activité antidiabétique……14
II.2.7.4. Activité anticancéreuse…… 15
II.2.7.5. Activité anti-inflammatoire……..15
II.2.7.6. Activité anti-virale……...15
II.3. *Anethum graveolens* L……... 16
II.3.1. Origine de nom…….....16
II.3.2. Description botanique……... 16
II.3.3. Classification taxonomique……...17
II.3.4. Réparatition géographique…… 17
II.3.5. Composition chimique…….. 17
II.3.5.1. Huiles essentielles…….. 17
II.3.5.2. Composés phénoliques……... 18
II.3.6. Utilisations traditionnelles……19
II.3.7. Activités biologiques ……19
II.3.7.1. Activité insecticide……... 19
II.3.7.2. Activité antimicrobienne…….. 20
II.3.7.3. Activité antioxydante……20
II.3.7.4. Activité analgésique…… 21
II.3.7.5. Activité antidiabétique……..21
II.3.7.6. Activité anticancéreuse……21
II.3.7.7. Activité antispasmodique…… 22
II.3.7.8. Activité adaptogéne……... 22
II.3.7.9. Effet sur le systéme reproducteur féminin……22
II.3.7.10. Activité anti-ulcéreuse et effet sur le système gastro intestinal……. 23
III. Activité antioxydante……...23
III.1. Radicaux libres et stress oxidative…… 23

III.2. Effet des composés phénoliques sur le stress oxydatif……..24

Matériels et Méthodes

IV.1. Matériels…… 26
IV.1.1. Matériel animal…….. 26
IV.1.2. Matériel Végétal…….26
VI.2. Méthodes……27
VI.2.1. Zone d'étude……27
IV.2.2. Extraction…….... 27
IV.2.2.1. Préparation de l'extrait aqueux par décoction……27
IV.2.2.2. Préparation de l'extrait aqueux par infusion……... 28
IV.2.2.3. Préparation de l'extrait éthanolique par macération……28
IV.2.2.4. Détermination du rendement d'extraction…….. 29
IV.2.3. Analyse quantitative des composés phytochimiques…… 29
IV.2.3.1. Détermination des composés phénoliques……. 29
IV.2.3.2. Détermination des flavonoïdes…….. 30
IV.2.4. Activité antioxydante……..... 31
IV.2.4.1. Pouvoir réducteur……... 31
IV.2.4.2. Activité antioxydante par le test DPPH……..32
IV.2.5. Activité larvicide……...33

Résultats et discussion

V. Résultats et discussion……...34
V.1.Résultats.....…. 34
V.1.1. Rendement d'extraction……34
V.1.2. Teneur en composés phénoliques et flavonoïdes……...34
V.1.3. Activité antioxydante…… 36
V.1.3.1. Test de DPPH……..... 36
V.1.3.2. Test de pouvoir réducteur……... 40
V.1.4. Activité larvicide……44

V.2. Discussion……46
Conclusion……54
Références bibliographique……56

Introduction

Introduction

Le stockage des céréales représente l'approvisionnement le plus crucial en aliments de base utilisés pour l'alimentation de la population mondiale. Cette sphère fait face à de nombreux enjeux, notamment ceux relatifs à la sauvegarde des stocks contre les nuisibles et les maladies durant les phases post-récolte. Les insectes nuisibles demeurent la principale menace qui pèse sur les stocks de céréales encore en réserve (FAO, 2016).

L'impact des insectes ravageurs sur les denrées stockées se manifeste à plusieurs niveaux et avec une intensité variable. L'infestation directe entraîne des pertes quantitatives et qualitatives majeures, caractérisées par une baisse significative du poids des grains et une altération drastique de leur pouvoir germinatif. À ces préjudices directs s'ajoutent des dommages secondaires : l'activité trophique et métabolique des insectes favorise le développement de contaminations fongiques (Bosly *et al*., 2015).

Parmi la diversité des insectes inféodés aux denrées entreposées, *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera : Tenebrionidae), communément appelé ténébrion meunier ou ver de farine, occupe une place majeure. En tant qu'insecte holométabole, ce coléoptère a acquis une répartition cosmopolite et son régime alimentaire cible préférentiellement les grains de céréales, les farines et leurs sous-produits (Lima *et al.*, 2021). En raison de sa plasticité et de sa voracité, *T. molitor* est largement reconnu comme un bioagresseur redoutable pour la préservation des stocks agricoles (Park *et al.*, 2014).

Diverse techniques sont mises en œuvre à l'échelle mondiale afin de sauvegarder les céréales, les cultures de fourrage et d'autres produits agronomiques, tout en limitant les attaques d'insectes sur les produits entreposés. Toutefois, pour garantir la sécurité de ces produits, la méthode la plus performante s'appuie sur le recours à des substances chimiques, que ce soient les insecticides de fabrication synthétique ou les fumigants comme le bromure de méthyle et la phosphine.

Dans bon nombre de dispositifs de conservation, le recours aux fumigants est le moyen le plus utilisé pour combattre divers types de nuisibles. La fumigation est efficace grâce à l'usage de substances chimiques apte à entrer en profondeur et à recouvrir presque l'intégralité, si ce n'est la totalité, du volume des graines entreposées. L’usage abusif et incontrôlé des pesticides synthétiques a conduit à de nombreux défis liés à la pollution de l'environnement, à

la dégradation de la couche d'ozone, à l'émergence de résistances chez les nuisibles, à la toxicité pour les espèces non visées, ainsi qu'à une grave nocivité pour la santé humaine (Pavunraj et *al*., 2016).

Ces dernières années, l'exploration de méthodes alternatives utilisant des agents de contrôle à faible impact environnemental a connu une forte expansion. L'option de ces techniques est déterminée par le non durabilité des produits de substitution et de leurs dérivés dans l'écosystème, ainsi que par la faible toxicité de leurs résidus dans les aliments traités (Djidel *et al*., 2018). Les études contemporaines se focalisent sur l'emploi de substances naturelles biologiquement actives d'origine végétale (Amer *et al*., 2006).

L'*Anethum graveolens.* L est une herbacée aromatique de la famille des *Apiacées*. On la trouve abondamment dans la région méditerranéenne, ainsi qu'en Asie et au sud-est de l'Europe (Benlembarek *et al*., 2022). L'*Anethum graveolens*, possède diverses propriétés pharmacologiques. Il a des propriétés antimicrobiennes, anti-ulcéreuses, antibactériennes et antifongiques, anti-inflammatoires et analgésiques, antioxydant et insecticide (Talreja *et al*., 2025).

Concernant L'*Urtica dioica.* L qui fait partie de la famille des *Urticaceae*, est une plante pérenne souvent appelée ortie dioïque ou ortie piquante. On la retrouve principalement dans les zones tempérées et tropicales à travers le globe (Krystofova *et al.*, 2010). On a rapporté que cette plante a de multiples propriétés pharmacologiques. Elle est surtout reconnue pour ses caractéristiques antioxydantes, anti-inflammatoires, anti-ulcéreuses, antivirales et anticancéreuses. Elle possède également des propriétés antibactériennes, antimicrobiennes et antifongiques, ainsi qu'une action insecticide (Joshi *et al.*, 2014).

Dans ce contexte, les substances naturelles issues des plantes, notamment les extraits végétaux contenant des molécules bioactives, représentent une voie prometteuse pour le développement de biopesticides capables de limiter les populations de *Tenebrio molitor* tout en réduisant les impacts négatifs associés aux insecticides chimiques. La présente étude vise à évaluer l'efficacité larvicide des extraits aqueux et éthanoliques issus des parties aériennes d'*Anethum graveolens* L. et d'*Urtica dioica* L. vis-à-vis des larves de *Tenebrio molitor*.

Synthèse bibliographique

I. Ténébrion meunier

I.1. Tenebrionidae

La famille *tenebrionidae r*eprésente l'une des plus vastes familles au sein de l'ordre Coleoptera, englobant à peu près 30 000 espèces à l'échelle mondiale. Actuellement, on peut observer les *Tenebrionidae* dans divers habitats ; toutefois, on compte une surabondance des espèces de cette famille dans les milieux désertiques et arides. On les appelle couramment les « coléoptères obscurs », car une de leurs caractéristiques majeures est leur activité nocturne et leur présence fréquente dans des lieux sombres et humides. Un membre réputé de la famille des *Tenebrionidae* est, *Ténébrio molitor. L (T. molitor.* L*)* (Adamaki-Sotiraki et *al*., 2025).

I.2. Classification et habitat

T. molitor. L, communément désigné sous le nom de « ver de farine jaune », ou le ténébrion du verre de farine. Ce coléoptère affiche un comportement typiquement nocturne et lucifuge, proliférant préférentiellement dans les milieux obscurs (Lazurska *et al*., 2024 ; Verardi *et al*., 2025). Les adultes et les larves de ce coléoptère habitent sous l'écorce des arbres, dans le sol, sous le feuillage ainsi que dans divers lieux ombragés et humides (Lazurska *et al*., 2024). Il s'établit fréquemment au sein des infrastructures de stockage agroalimentaire, telles que les silos à grains et les entrepôts de denrées, où il se nourrit activement de céréales brisées, de farines ou de sons (Verardi *et al*., 2025). Selon (Yang *et al*., 2018), *T. molitor* est classé comme suit :

Règne : Animalia
Embranchement : Arthropoda
Classe : Insecta
Ordre : Coleoptera
Famille : Tenebrionidae
Sous-famille : Tenebrioninae
Genre : *Tenebrio*
Espèce : *Tenebrio molitor*

I.3. Cycle de vie

En tant qu'insecte holométabole, le développement de *T. molitor* s'organise autour d'une métamorphose complète divisée en quatre stades biologiques distincts : l'œuf, la larve, la

nymphe (ou pupe) et l'adulte (Lazurska *et al*., 2024). Le cycle de vie de *T. molitor* est illustré dans la **Figure1** .



Figure 1 : Cycle de vie du ténébrion meunier illustrant les quatre principales étapes de développement (Verardi *et al*., 2025).

- **Œuf**

De forme réniforme (en haricot) et d'aspect brillant, l'œuf présente des dimensions moyennes de 1,7 à 1,8 mm de longueur pour 0,6 à 0,7 mm de largeur. Recouvert d'une sécrétion fluide adhésive, il est déposé de manière isolée ou en agrégats. L'embryogenèse est strictement thermo-dépendante, s'étendant de 4 jours à 26-30 °C jusqu'à 34 jours à 15 °C, l'optimum d'éclosion se situant autour de 14 jours à 25 °C (Gkinali *et al*., 2022).

- **Larve**

À maturité, la larve adopte une morphologie cylindrique allongée d'environ 25 mm pour une masse corporelle moyenne de 0,2 g. Sa cuticule fortement sclérotisée vire du blanc crème au jaune-brun au fil du développement. Dotée de six pattes thoraciques et de deux courts appendices abdominaux, la larve subit entre 9 et 20 mues de croissance (12 en moyenne). Face à des contraintes thermiques hivernales ou nutritionnelles défavorables (Morales-Ramos et al., 2025 ; Verardi *et al*., 2025). La phase larvaire peut s'étirer de 3 mois à 2 ans lorsqu'ils sont soumis à des températures basses. (Muñoz-Seijas *et al.*, 2024 ; Verardi *et al*., 2025).

- **Nymphe**

Initié par l'adoption caractéristique d'une posture larvaire en « C », ce stade transitoire dure de 5 à 48 jours selon la température (Selaledi *et al*., 2020 ; Verardi *et al*., 2025). La

nymphe, mesurant approximativement 1 cm, arbore une coloration beige-jaunâtre clair. Elle est caractérisée par une absence totale d'orifices fonctionnels (bouche et anus) et une immobilité stricte jusqu'à l'émergence (Verardi *et al*., 2025).

- **Adulte**

Le coléoptère émergeant présente d'abord une teinte claire qui s'assombrit progressivement vers un brun foncé à noir à maturité tégumentaire (Gkinali *et al*., 2022). L'adulte mesure entre 1,0 et 1,8 cm de long, avec une longévité hautement variable s'étendant de 16 à 173 jours selon les conditions biotiques et abiotiques du milieu (Selaledi *et al*., 2020).

I.4. Conditions environnementales

La cinétique globale de ce cycle de vie s'avère hautement plastique ; sa durée fluctue de 60 jours à près de deux ans selon les conditions environnementales, bien qu'une moyenne standard s'établisse généralement entre 30 et 120 jours (Errico *et al*., 2021; Gkinali *et al*., 2022). Plusieurs éléments affectent la transition entre les différentes phases de développement de *Tenebrio Molitor*, incluant la température, le régime alimentaire, l'humidité, la durée d'exposition à la lumière, l'oxygène et la densité des populations (Muñoz-Seijas *et al*., 2024).

I.4.1. Température et humidité relative

Pour l'élevage des vers de farine, la température privilégiée est de 25 à 28 °C, avec une limite inférieure de 10 °C et une limite supérieure de 35 °C. Les taux de mortalité s'accroissent lorsque les températures dépassent 30 °C, tandis que le développement embryonnaire est freiné par des températures inférieures à 17 °C. Il n'y a pas de divergences marquées dans les besoins de température à différents stades du développement de cette espèce. Bien que la température joue un rôle prépondérant dans la résistance des vers de farine, leur réaction à l'humidité relative peut varier. Dans les recherches concernant l'impact de l'humidité relative sur le développement de *T. molitor*, les taux optimaux allaient de 60 % à 75 % (Ribeiro *et al*., 2018*).*

I.4.2. Densité de population

Le nombre et la durée des mues larvaires sont influencés par la densité de population, les densités élevées aboutissant à une succession diminuée d'instars, accompagnée de larves d'avant-dernier stade de taille inférieure. Des premières recherches ont révélé qu'une surpopulation chez les *Tenebrionidae* induisait une inhibition de leur pupation tout en entraînant

des métamorphoses incomplètes et un ralentissement de leur croissance attribuable à une diminution des opportunités alimentaires due à la concurrence entre membres d'une même espèce (Morales-Ramos *et al.* 2015*).*

I.4. 3. Photopériode

La longueur d'onde, l'intensité et la photopériode de la lumière ont un impact significatif sur le comportement, le développement des insectes. L'évaluation de sept régimes de longueurs d'onde (rouge, vert, bleu, violet, blanc, lumière naturelle et obscurité totale) sur une période d'élevage de *T. molitor* de 18 semaines révèle que l'environnement obscur et le spectre rouge optimisent significativement les paramètres de croissance (Arnilva *et al*., 2026). Les adultes et les larves de grande taille se placent sous le substrat durant la journée et viennent à la surface en l'absence de lumière (Ribeiro *et al*., 2018).

I.4.4.Oxygène

Une faible teneur en oxygène accroît le taux de mortalité chez les larves et entraîne l'hypertrophie des trachées ainsi que d'autres organes respiratoires. Par ailleurs, des conditions d'hypoxie (10-10,5 % d'O_2) freinent la croissance, entraînent l'apparition d'anomalies et augmentent la proportion de femelles au sein des populations de vers de farine (Greenberg *et al.*, 1996) .

I.4.5. Régime alimentaire

Le régime alimentaire exerce une influence considérable sur la croissance des larves, bien que les recherches présentent des résultats divergents. Cinq catégories de produits alimentaires sont jugés : drêches de brasserie, résidus de pain et de biscuits, assemblages de drêches de brasserie ou de pain et biscuits, et les résultats montrent que l'élevage de vers de farine sur ces résidus et sous-produits est non seulement fructueux, mais contribue aussi à la réduction des déchets. Une expérience a démontré que les substrats les plus adaptés à l'élevage des larves de *T. molitor* consistaient surtout en son et en farine de blé, son et flocons d'avoine, enveloppes de maïs, farine de riz, farine de lupin et flocons de pomme de terre (Lienhard *et al*., 2023) .

I.5. Profils macro et micro nutritionnel

Les larves de *Tenebrio molitor*, à l'instar de la plupart des insectes, possèdent une teneur élevée en protéines, qui varie entre 43,3% et 66,8% de leur matière sèche. L'analyse des acides aminés indique la présence quasi exhaustive des acides aminés essentiels requises pour la consommation humaine (Jin *et al*., 2016). Les larves contiennent aussi un pourcentage de lipides variant de 17 % à 42,48 % de leur matière sèche (Siemianowska *et al*., 2013 ; Adamková *et al*., 2016). La poudre de protéines de larves de *T. molitor* possède un profil micronutritionnel et structurel complet, combinant des cofacteurs enzymatiques essentiels, des vitamines du groupe B et des fibres fonctionnelles (Omar *et al*., 2026).

L'élevage de masse du ténébrion meunier génère une quantité substantielle de déjections, communément désignées sous le terme anglophone de *frass*. Généralement caractérisées par une grande richesse et une abondance en macro- et micronutriments essentiels, ces déjections constituent une ressource à forte valeur ajoutée s'inscrivant pleinement dans les dynamiques d'économie circulaire (Verardi *et al*., 2025). Ce profil nutritionnel est résumé dans le **Tableau I** ci-dessous.

Tableau I : Composition nutritionnelle des déjections de *Tenebrio molitor* (Verardi *et al*., 2025).

Éléments biochimiques	Concentrations / unités
Macronutriments	
Azote	3,0 – 5,0 %
Phosphore	1,5 – 2,6 %
Potassium	1,1 – 2,0 %
Protéines brutes	24,3 ± 1,37 g / 100 g de matière sèche
Lipides	2,22 ± 0,10 g / 100 g de matière sèche
Carbone oroganique Total	38,9 – 49,6 %
Magnésium	0,5 – 0,7 %
Calcium	0,1 – 0,3 %
Soufre	0,30 – 0,39 %
Micronutriments	
Sodium	161,8 – 500,0 mg / kg

I.6. Applications

Grâce à sa teneur élevée en protéines, son profil riche en acides aminés et sa composition en lipides, *T. molitor* s'impose comme une source alternative et durable de protéines pour les humains et les animaux (Omar *et al*., 2026). Les larves de *T. Molitor* ont servi à différents usages alimentaires et de nourriture, destinées à la consommation humaine, peuvent être mangées vivantes et en entier, ou bien transformées en farine. Dans le domaine de la nutrition animale, cette farine peut servir d'ajout aux rations alimentaires des porcs et des volailles, et même dans le secteur de l'aquaculture (Ribeiro *et al.,* 2018). En alimentation animale, les frass ont récemment été explorées comme compléments nutritionnels alternatifs chez les mammifères, notamment dans le secteur de la cuniculture. Des études portant sur l'alimentation des lapins démontrent une excellente adaptabilité de ce sous-produit en tant que source de protéines de substitution destinées aux lapins (Radwan *et al*., 2023) .

En agronomie, les déjections de *T. molitor* agissent comme un excellent fertilisant organique apportant des nutriments directement assimilables par le système racinaire des végétaux (Verardi *et al*., 2025). De plus, ses peptides sont étudiés pour des applications variées dans les industries agroalimentaire, pharmaceutique et cosmétique (Omar *et al*., 2026).

Les peptides bioactifs issus de *T. molitor* inhibe la sécrétion des cytokines pro-inflammatoires, réduisent le stress oxydatif par le piégeage de radicaux libres et inhibent simultanément l'α-glucosidase, l'enzyme de conversion de l'angiotensine et la lipase pancréatique. (Oh et al., 2024 ; Omar *et al*., 2026). Ces propriétés suggèrent un potentiel élevé pour le développement d'adjuvants dans le traitement de maladies chroniques liées à l'oxydation, à l'inflammation et dans le traitement de syndrome métabolique à trois piliers : le diabète de type 2, l'hypertension et l'obésité (Omar *et al*., 2026) .

I.7. Effets nuisibles

T. molitor, un coléoptère parmi les plus gros ravageurs post-récolte. Cette espèce envahit les produits céréaliers, les débris de grains, les denrées alimentaires stockées et les matières d'origine animale (comme la viande, les plumes et les insectes morts) dans les zones tempérées du globe est susceptible d'infester (Feng, 2018). De plus, Le Tenebrio molitor se nourrit de céréales et réside fréquemment à l'intérieur de ces dernières, y déposant ses œufs et polluant les stocks alimentaires avec ses déjections (Lazurska *et al*., 2024). Outre les dégâts qu'elle cause aux produits céréaliers, cette espèce constitue une menace pour la santé humaine, en raison de

sa capacité à induire des allergies, en particulier chez ceux qui manipulent les céréales ou qui l'utilisent comme nourriture pour animaux de compagnie, Par exemple, cette espèce est associée à des incidents d'allergies respiratoires, tels que l'asthme, ainsi qu'à des cas de réactions anaphylactiques (Kavallieratos *et al*., 2019) .

I.8.Techniques de lutte

Le besoin croissant de nourriture pour la population mondiale en expansion impose une amélioration en quantité et en qualité de la production alimentaire. Au niveau mondial, on estime que près de 18 % des récoltes subissent des pertes dues aux ravages des insectes. Ainsi, la préservation de la production agricole face aux insectes nuisibles est indispensable dans le secteur, pour éviter des pertes massives céréalières (Civolani *et al.,* 2025*).*

I.8.1. Lutte chimique

Malgré leur usage répandu comme méthode de contrôle des nuisibles, le nombre total de composés actifs d'insecticides autorisés à l'échelle mondiale reste relativement stable. Cette perception est le résultat de plusieurs facteurs, tels que l'émergence d'insectes résistants, l'adoption de réglementations plus rigoureuses, et les problèmes subséquents rencontrés par les secteurs agrochimiques dans la création de nouveaux insecticides (Civolani et *al.,* 2025). L'application continue d'insecticides chimiques en agriculture favorise la sélection d'insectes résistants. Depuis les années 1950, ce phénomène de résistance s'est accéléré massivement, avec plus de 18 000 cas documentés. Cela a rendu 362 produits insecticides totalement inefficaces contre certaines populations de ravageurs ciblées (Sparks, 2013).

I.8.2. Lutte biologique

L'usage des huiles essentielles et des champignons entomopathogènes a été examiné dans des recherches récentes comme des substituts aux insecticides chimiques pour combattre *T. molitor*. Les huiles essentielles de *Citrus limon* et de verveine exotique *Litsea cubeba* ont démontré une puissante action fumigène et repousseuse. L'ail *Allium sativum,* ainsi que ses composés majeurs disulfure de diallyle et sulfure de diallyle, ont entraîné des effets mortels et submortels. Par ailleurs, les huiles essentielles de *Cinnamomum zeylanicum* et de *Syzygium aromaticum* ont montré leurs propriétés de toxicité et de forte répulsion. De plus, le bio-insecticide commercialisé Naturalis, qui contient du *Beauveria bassiana,* a éradiqué toutes les larves après une journée d'exposition. Finalement, plusieurs souches de *Metarhizium anisopliae*

ont fait preuve d'une grande efficacité à l'encontre des larves sur du son de blé traité à 35 % d'humidité (Benserradj, 2014 ; Kavallieratos et *al.*, 2019*)* .

II. Plantes médicinales

II.1. Métabolites secondaires

Les plantes agissent comme de véritables usines chimiques vivantes, synthétisant un large éventail de métabolites secondaires. Ces substances ne participent pas directement à la croissance et au développement de la plante. Au lieu de cela, les plantes fabriquent ces composés bioactives à plusieurs fins, notamment pour se protéger contre les prédateurs et les maladies, pour attirer les pollinisateurs et pour communiquer avec d'autres espèces. Ces molécules comprennent un large éventail de groupes, tels que les alcaloïdes, les flavonoïdes, les terpénoïdes et les polyphénols, et elles possèdent souvent de remarquables propriétés thérapeutiques (Chaachouay & Zidane, 2024). La classification schématique des composés phytobioactifs est présentée dans la **Figure 2**.

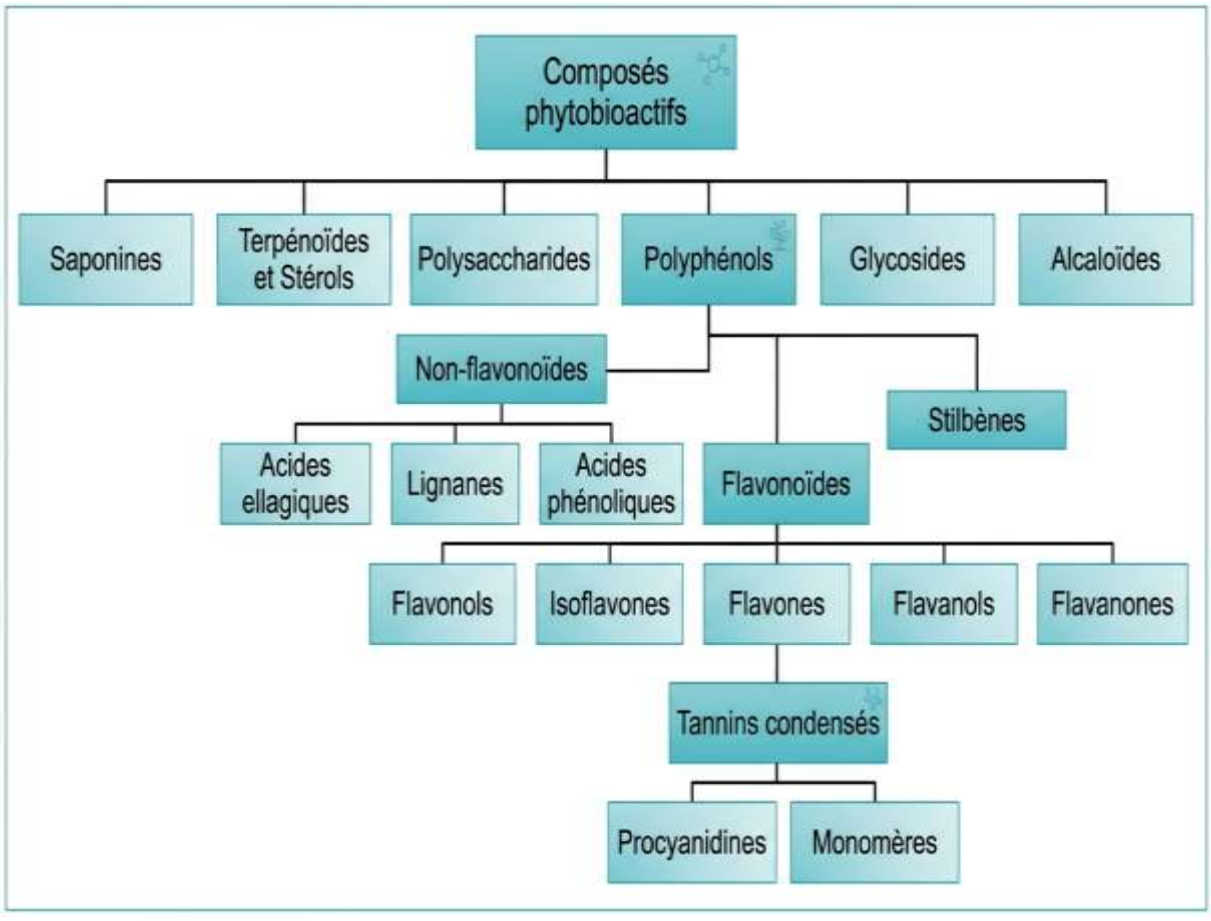


Figure 2 : Classification des composés phytobioactives (Riaz *et al*., 2023).

II.2.*Urtica dioica*. L

II.2.1.Origine de nom

Le terme *Urtica* tire son origine d'un mot latin qui signifie « brûler », en lien avec les caractéristiques urticantes de la plante (Subba *et al.*, 2022). La plante *Urtica dioica* L. (*U. dioica*) est dioïque (*dioica*), signifiant que les organes reproducteurs mâles et femelles sont présents sur des plantes distinctes (Alimoddin *et al*., 2024).

II.2.2. Description botanique

Il s'agit d'une plante herbacée pérenne, robuste (**Figure 3**). Il peut dépasser un mètre de hauteur. Les feuilles d'ortie présentent une forme ovale ou en lance, et elles s'organisent de façon opposée, deux à la fois. Elles possèdent aussi une pointe à l'extrémité de leur limbe. Ces feuilles sont fixées à une tige robuste, verticale et non ramifiée, qui possède aussi une forme quadrangulaire (Rahal El Kahkahi *et al*., 2025). Les tiges dressées d'*U. dioica* sont robustes, velues, généralement non ramifiées et de forme quadrangulaire. Elle est parsemée de poils urticants courts (Chira & Lorenzetti, 2025). Le poil urticant long, présentant une forme semblable à celle d'une aiguille conique avec une extrémité dotée d'une boule asymétrique. Par contre, le poil court est formé d'une seule cellule dotée d'une paroi épaisse (Rahal El Kahkahi *et al*., 2025).



Figure 3 : Parties végétales d'ortie dioïque : **(A)** plante entière, **(B)** fleurs, **(C)** feuilles, **(D)** trichomes, et **(E)** racines (Chira & Lorenzetti, 2025).

L'ortie se caractérise par des rhizomes jaunes et diffus, ainsi qu'un système racinaire qui inclut des racines principales de grande profondeur et des racines secondaires de moindre épaisseur (Rahal El Kahkahi *et al*., 2025). La période de floraison d'*U. dioica* a généralement lieu de juillet à août dans les régions tempérées, bien qu'elle puisse varier selon l'emplacement géographique et le climat (Chira & Lorenzetti, 2025). En règle générale, les fleurs sont de petite taille et possèdent une forme régulière, constitué de 3 à 6 sépales, soit séparés, soit fusionnés (Rahal El Kahkahi *et al*., 2025).

II.2.3. Classification taxonomique

Selon (Dogan *et al*., 2022*) U. dioica. L* et classé comme suit :

Règne : Plantae

Sous-règne : Tracheobionta

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Sous-classe : Hamamelididae

Ordre : Urticales

Famille : Urticaceae

Genre : *Urtica*

Espèce : *Urtica dioica* L.

II.2.4. Réparatition géographique

Les plantes du genre *Urtica*, qui préfèrent les sols riches en azote, peuvent monter jusqu'à une hauteur de 1 à 2 m, en fonction des conditions du sol. Bien qu'ils se développent bien dans les zones où l'eau est abondante. Elles sont originaires de l'Europe, de l'Afrique, de l'Asie et d'Amérique du Nord, et se sont acclimatées dans d'autres zones tempérées à travers le monde Grâce à ses rhizomes stolonifères, la plante à la capacité de se disperser sur une vaste étendue (Taheri *et al*., 2022).

II.2.5. Composition chimique

Elle est reconnue comme une source majeure de composés bioactifs d'un grand intérêt pharmacologique (Chira *et al*., 2025). L'analyse phytochimique d'*U. dioica* a révélé que cette espèce végétale renferme non seulement des métabolites secondaires, mais également des acides gras, des polysaccharides, des stérols, des protéines et des vitamines. Parmi ces dernières

figurent les vitamines A, B2, B5, B9, C et K (Fedorovska *et al*., 2021 ; Krajewska *et al*., 2022 ; Adamczyk-Szabela *et al*., 2024 ; Đurović *et al*., 2024 ; Hlatshwayo *et al*., 2025). Les parties aériennes de la plante contiennent aussi de la chlorophylle, des caroténoïdes ainsi que des minéraux essentiels tels que le fer, le soufre, le cuivre, le zinc, le manganèse, le nickel et le sélénium (Turfan *et al*., 2021 ; *Chehri et al.*, 2022).Les principaux groupes de composés sont :

- **Polysaccharides**

Ils sont principalement représentés par les glucanes, les arabinogalactanes et les rhamnogalacturonanes (Turfan *et al*., 2021).

- **Phytostérols**

Ce groupe inclut le β-sitostérol, le β-sitostérol-3-O-glucoside, le (6'-O-palmitoyl)-sitostérol-3-O-β-glucoside, le 7β-hydroxysitostérol, le 7α-hydroxysitostérol, le 7β-hydroxysitostérol-β-D-glucoside et le 7α-hydroxysitostérol-β-glucoside (Obranović *et al*., 2023).*

- **Composés urticants**

Les tiges renferment de l'acétylcholine, de l'histamine, de la 5-hydroxytryptamine (sérotonine), des leucotriènes ainsi que de l'acide formique, qui provoquent la réaction urticante caractéristique de la plante (Hlatshwayo *et al*., 2025 ; Omer & Mohammed, 2024).

- **Flavonoïdes**

Les principaux flavonoïdes identifiés sont la myricétine, le kaempférol, le kaempférol-3-O-rutinoside, l'isorhamnétine, l'isorhamnétine-3-O-glucoside, la quercétine, la quercétine-3-O-rutinoside, l'isoquercitrine et l'astragaline (Kowalska *et al*., 2021; Babich *et al*., 2022).

- **Huiles essentielles**

Les composants majoritaires de l'huile essentielle d'*U. dioica* comprennent le carvacrol, la carvone, le naphtalène, l'(E)-anéthole, l'hexahydrofarnésyl acétone, l'(E)-géranyl acétone, l'(E)-β-ionone et le phytol (Kowalska *et al*., 2021).

II.2.6. Utilisations traditionnelles

U. dioica possède une longue histoire médicinale. Les traditions thérapeutiques locales l'utilisent tant pour la prévention que pour le traitement de diverses maladies. Bien que l'analyse complète de ses composants chimiques et de son profil pharmacologique soit récente, cette plante soigne traditionnellement l'hypertension et les troubles du foie (Chira *et al*., 2025). Cette

espèce nitrophile, est traditionnellement exploitée pour traiter un large spectre d'affections telles que les allergies, les brûlures, les calculs rénaux, les hémorragies internes ou encore le diabète. Elle sert également à soulager l'arthrite et les affections de la peau (Omer & Mohamed, 2024).

Enfin, le secteur agroalimentaire et l'industrie pharmaceutique exploitent sa richesse en chlorophylle pour en faire un colorant naturel (Chira *et al*., 2025). Sur le plan ethnobotanique, l'usage d'*U. dioica* sous forme d'infusion demeure solidement ancré dans les pratiques sociétales et médicinales de diverses cultures, notamment dans la région du Kurdistan irakien (Omer & Mohamed, 2024).

II.2.7. Activités biologiques

II.2.7.1. Activité antioxydante

Différentes parties de la plante d'ortie sont riches en antioxydants, cependant, leur teneur varie. D'après certain auteurs. Les racines de l'ortie ont la capacité antioxydante la plus forte, suivies par les tiges, et enfin les feuilles. Cela signale que les racines renferment la plus grande concentration de composés antioxydants de la plante. L'ortie piquante, par sa teneur en acide proto-catéchuique, manifeste des propriétés antioxydantes en activant l'opération de la glutathion peroxydase et du dismutase superoxyde (Rathour *et al*., 2026).

II .2.7.2. Activité antimicrobienne

Les composants phytochimiques de l'*U. dioica* particulièrement les flavonoïdes et les composés phénoliques, ont révélé des capacités antimicrobiennes en entravant la croissance et la multiplication des microbes. Ces éléments peuvent bloquer les enzymes des microbes, entraver la duplication de l'ADN microbien et désorganiser les processus métaboliques vitaux des microorganismes, ce qui entraîne finalement la restriction de leur développement et de leur pérennité (Alimoddin *et al.,* 2024).

II.2.7.3. Activité antidiabétique

L'extrait aqueux de la plante, donné à raison de 250 mg/kg, a démontré un impact notable sur la diminution du taux de sucre dans le sang chez des rats diabétiques, provoqué par l'alloxane. Il a aussi été prouvé que l'injection de l'extrait hydroalcoolique issu des feuilles réduit le niveau de glucose sanguin chez des rats mâles souffrant d'une résistance à l'insuline due au fructose. L'effet antihyperglycémiant significatif du jus méthanolique froid des feuilles (à

hauteur de 250 mg/kg) a également été démontré dans le cas du diabète provoqué par l'alloxane (Joshi *et al*., 2014).

II.2.7.4. Activité anticancéreuse

L'*U. dioica* a notablement entravé la lignée cellulaire MCF-7, un cancer du sein humain. L'infusion aqueuse tirée des feuilles d'*U. dioica* a considérablement diminué la multiplication de la lignée cellulaire U937, liée à la leucémie myéloïde aiguë. Par ailleurs, la cytométrie en flux a démontré que cet extrait pouvait interrompre le cycle cellulaire à la phase G0 et stimuler l'apoptose aux étapes précoces et tardives, en amplifiant l'expression de certaines protéines pro-apoptotique (Taheri *et al*., 2022).

II.2.7.5. Activité anti-inflammatoire

L'*U. dioica* empêche l'agrégation des plaquettes, suggérant son rôle potentiel dans la régulation de réponses inflammatoires (Arnold *et al*., 2015). Les activités immunostimulantes et anti-inflammatoires de cette plante ont été attribuées à sa fraction de polysaccharides (Li *et al.*, 2022). Il a été constaté que les extraits éthanoliques de feuilles d'*U. dioica* peuvent inhiber la voie NFκB, qui contrôle la libération des cytokines inflammatoires, contribuant ainsi à réduire les processus inflammatoires liés à l'arthrose (Vico *et al*., 2018).

II.2.7.6. Activité anti-virale

L'extrait végétal d'*U. dioica* à de faibles doses (0,5 à 1 microgramme/ml), démontre une inhibition notable de la formation des syncytia, et cette inhibition se renforce par une concentration accrue de l'extrait. Des effets cytotoxiques commencent à apparaître à des niveaux de doses plus élevés. Le chercheur a examiné la lectine d'*U. dioica*, connue sous le nom d'agglutinine, et il s'est avéré qu'elle inhibe divers coronavirus tels que le virus de la bronchite, le virus de la gastro-entérite, le coronavirus félins, le torovirus et les artérivirus (Peer, 2020). Les extraits méthanoliques de cette plante ont un effet inhibiteur sur la reproduction du virus de la dengue. Le kaempférol, la quercétine, l'acide chlorogénique et des dérivés de la quercétine sont les composés isolés qui confèrent ces propriétés (Flores-Ocelotl *et al*., 2018).

II.3. *Anethum graveolens* L

II.3.1. Origine de nom

Le genre *Anethum* tire son appellation du terme grec aneeton ou aneeson, signifiant « qui a une forte odeur ». On appelle également l'*Anethum graveolens* L. (*A. graveolens* L.), ou tout simplement dill (aneth), une plante qui puise ses racines dans la région méditerranéenne. Il s'agit d'une plante aromatique qui appartient à la famille des Apiacées (ou Umbellifères) (Gaamoune *et al.*, 2025). A. *graveolens.* L a plusieurs synonymes à travers le monde : en Inde :(savaa), en Pakistan (soja), en Iran (shevid), en Chine (ou zhou shi luo, shi luo et tu hui xiang) et dans le contexte arabe (shabat / shabath). Il est probable que le nom *A. graveolens* L. en Europe soit associé à l'ancien norrois dilla, qui signifie « calmer / apaiser ». Toutefois, en Indonésie et en Malaisie, il est plus populaire sous les appellations : adas manis, adas cina, adas sowa, adas pudus et ender (Mohammed *et al*., 2019).

II.3.2. Description botanique

A. graveolens L. est une plante persistante (**Figure 4**). Cette plante a la capacité de grandir jusqu'à une hauteur d'environ 90 cm. Elle se caractérise par des tiges élancées et des feuilles segmentées en forme de plumes, qui sont plus larges que celles du fenouil (Talreja *et al*., 2025). Au moment de la floraison, les fleurs jaunes s'arrangent en ombelles. Les fruits d'*A. graveolens.* L présentent une forme ovale et large, aplatie, dotée de trois côtes sur toute leur longueur. Le fruit possède une morphologie semblable à celle du carvi. Toutefois, les graines sont de forme aplatie, plus lumineuses et plus petites que celles du carvi nommées schizocarpes, et elles émettent une senteur plaisante (Shekhawat *et al*., 2010).



Figure 4 : *Anethum graveolens.* L. **(A)** plante entière et inflorescence, **(B)** graines (Gunalan *et al*., 2020).

II.3.3. Classification taxonomique

Selon (Talreja *et al*., 2025) *Anethum graveolens*. L est classé comme suit :

Règne : Plantae

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Ordre : Apiales

Famille : Apiaceae

Sous-famille *:* *Apioideae*

Genre : *Anethum*

Espèce : *Anethum graveolens* L.

II.3.4. Réparatition géographique

L'aneth, dont la culture et l'utilisation en tant qu'herbe culinaire et médicinale remontent à longtemps, possède une histoire profonde. Elle est surtout cultivée au Pakistan, en Inde, en Afghanistan, au Moyen-Orient, en Russie, en Iran, en Égypte, en Thaïlande, ainsi qu'en Afrique, en Chine, aux États-Unis, au Canada, en Hongrie, Bulgarie et Turquie et Ouzbékistan (Chahal, *et al*., 2017).

II.3.5. Composition chimique

II.3.5.1. Huiles essentielles

Les huiles essentielles sont obtenues à partir de diverses parties de la plante, y compris les graines, les feuilles et les fleurs. La composition chimique de ces dernières diffère en fonction de la partie de la plante dont elles sont dérivées (Radlescu *et al*., 2010 ; Hussein *et al*., 2015 ; Chahal *et al*., 2017 ; Hadi *et al*., 2024). Selon les travaux de Hadi et ses collaborateurs (2024), l'analyse chimique de l'huile essentielle de graines d'*A. graveolens* met en évidence une prédominance majeure des phénylpropanoïdes, qui représentent plus des deux tiers de la composition globale. La **Figure 5** illustre les principaux fonctions chimiques des de l'huile essentielle des graines d'aneth. L'huile essentielle a aussi démontré la présence de résidus d'α-thujène, α-pinène, sabinène, myrcène, *p*-cymène, γ-terpinène, iso-dihydro carvéol, trans-carvéol et de dillapiol (Chahal *et al*., 2017).

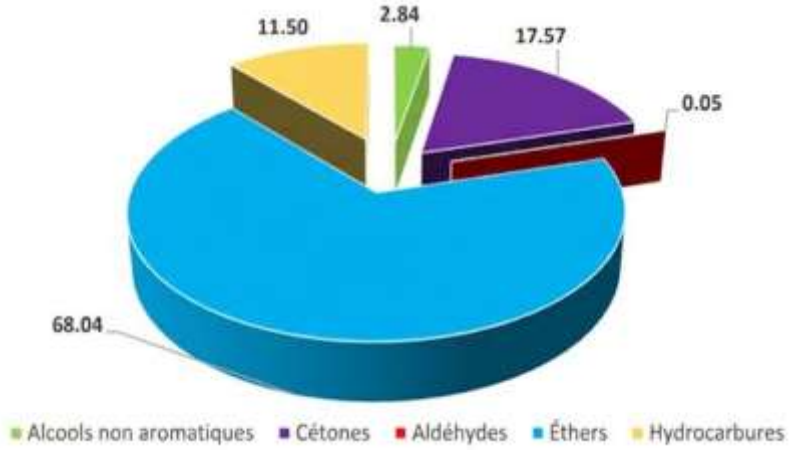


Figure 5 : Répartition des principaux groupes chimiques dans l'huile essentielle de l'aneth (Hadi *et al*., 2024).

II.3.5.2. Composés phénoliques

L'analyse des profils chromatographiques obtenus à partir du décocté par Hadi et ses collaborateurs révèle une importante diversité structurale des composés phénoliques constituant l'extrait d'aneth. Le profil chromatographique met en évidence un total de 21 composés issus de la décoction de graines, parmi lesquels figurent 8 acides phénoliques et 13 flavonoïdes (Hadi *et al*., 2024). En combinant des techniques analytiques avancées, les auteurs ont caractérisé le profil des composés phénoliques de la plante **(Figure 6)**, incluant l'aldéhyde protocatéchique, le sésamol, l'acide caféique, la vanilline, l'acide para-coumarique, la quercétine et la rutine qui présente la concentration la plus élevée au sein de l'extrait (Kesti Usta *et al*., 2025).

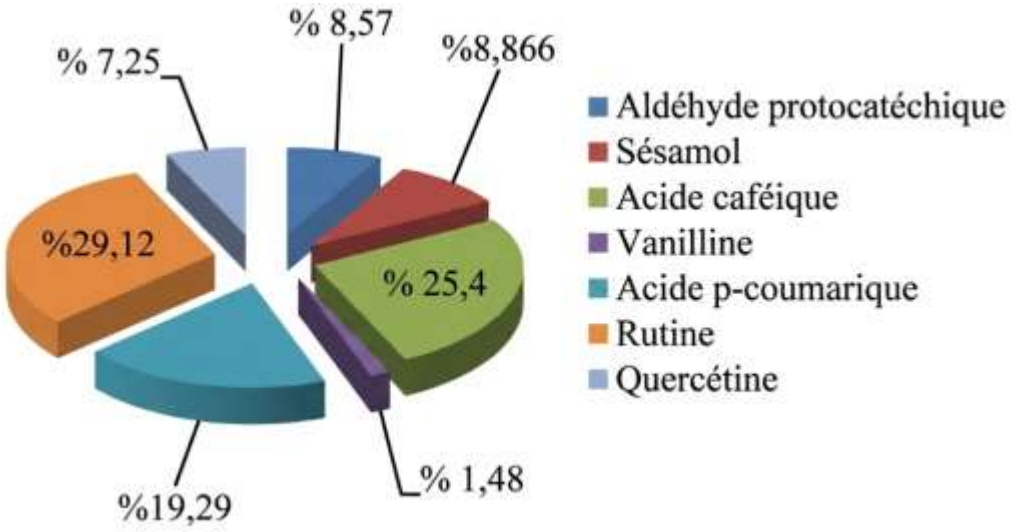


Figure 6 : Répartition des principaux composés phénoliques identifiés de l'aneth (Kesti Usta *et al*., 2025).

Au sein des flavonoïdes identifiés, plusieurs molécules majeures ont été caractérisées, notamment le médiorésinol, la rétusine, le kaempféride, la 3-hydroxyflavone, le kaempférol, l'apigénine, l'apigénine-7-glucoside, l'apigénine-7-rhamnoside, le quercétine-3-O-galactoside, le quercétine-3-O-rhamnoside, le quercétine-3,3′-diméthyl éther, la quercétine-7-glucuronide et la rhamnétine. Parallèlement, la fraction des acides phénoliques et leurs dérivés se caractérise par la présence d'acide cinnamique, d'acide caféique, d'acide syringique, d'acide chlorogénique, d'acide trans-caftarique, d'acide 3-féruloylquinique, d'acide rosmarinique ainsi que d'acide caféoyl-féruloyltartrique (Hadi *et al*., 2024).

II.3.6. Utilisations traditionnelles

Traditionnellement, les parties aériennes d'aneth étaient exploitées pour diverses applications thérapeutiques, notamment pour le traitement des douleurs coliques, des flatulences, ainsi que pour leurs propriétés diurétiques, galactagogues, stimulantes, stomachiques et antispasmodiques intestinales. Elles étaient également préconisées pour stimuler l'appétit, lutter contre la mauvaise haleine, favoriser la sécrétion lactée, traiter les hémorroïdes, ainsi que les troubles urinaires et psychologiques sévères (Patil, 2025). En médecine de Siddha, il est indiqué pour le traitement du rhumatisme articulaire aigu de la migraine, des troubles neurologiques, de la paralysie faciale, des maux de tête, des otites, des sinusites et de l'asthme bronchique. Il régule également le cycle menstruel (Gunalan *et al*., 2020). En médecine traditionnelle, les graines d'aneth sont utilisées pour traiter les troubles gastro-intestinaux et les rhumatismes. De plus, les graines d'aneth stimulent l'appétit et fortifient l'estomac (Kazemi, 2015). De plus, elle a démontré un potentiel dans la régulation de la glycémie et la réduction du cholestérol, ayant un impact positif sur la santé métabolique (Haidari *et al*., 2020). En outre, ces parties végétales entraient dans la composition de condiments, d'infusions, de saumures, de salades, de sauces et de soupes, et servaient d'agents aromatisants dans l'industrie agroalimentaire, la parfumerie, ainsi que dans la fabrication de détergents et de savons (Patil, 2025).

II.3.7. Activités biologiques

II.3.7.1. Activité insecticide

L'activité insecticide de l'huile essentielle d'aneth a été examinée sur les adultes de *Callosobruchus maculatus.* L, en utilisant un test biologique par fumigation. La concentration létale médiane (CL_{50}) de l'huile essentielle était de 25,48 µl/L d'air (Ebadollahi *et al*., 2012).

Les huiles extraites d'*A. graveolens*, notamment le limonène qui y est présent en quantité significative, possèdent une activité répulsive remarquable qui induit le décès des insectes et diminue leur reproduction en entravant la ponte des œufs. Ces composés et huiles inhibent aussi l'action de l'acétylcholinestérase chez les insectes. L'ensemble de ces facteurs peuvent aider à minimiser les préjudices infligés par *Sitophilus zeamais* (Chaubey *et al*., 2021). Les tests biologiques d'exposition continue et les tests de toxicité par fumigation ont démontré que l'huile essentielle extraite des graines d'aneth est toxique pour *Periplaneta americana*. L, *Musca domestica*. L, *Tribolium castaneum*, et à l'égard de deux insectes nuisibles aux denrées stockées *Tribolium confusum* et *Callosobruchus maculatus* (Saji *et al*., 2022).

II.3.7.2. Activité antimicrobienne

Les huiles essentielles d'aneth démontrent une forte action antimicrobienne contre de nombreuses bactéries, y compris *Bacillus cereus, Bacillus subtilis, Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa* et *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*). Toutefois, les bactéries Gram négative présentent une résistance plus forte à ces huiles (Hussein *et al*., 2015). La souche *S. aureus* a montré la plus grande sensibilité au limonène et à la carvone (Ruangamnart *et al*., 2015). Il a également été rapporté que les extraits de graines d'aneth possèdent une fonction anti-ulcéreuse et démontrent une action modérée contre *Helicobacter pylori*. (Altameme *et al*., 2017).

Par ailleurs, Chahal et ses collaborateurs. (2017) ont observé que la présence simultanée de carvone et de limonène au sein des différents extraits d'*A. graveolens* pourrait être directement responsable de leurs multiples propriétés biologiques, notamment de leur action antimicrobienne significative (Chahal *et al*., 2017). Aati et ses collaborateurs (2022) ont révélé que l'huile essentielle issue des graines a manifesté l'efficacité antimicrobienne la plus élevée, suivie par celle des fleurs, des feuilles puis des tiges contre diverses souches pathogènes (Aati *et al*., 2022).

II.3.7.3. Activité antioxydante

L'étude d'Orhan et ses collaborateurs. (2013) a examiné l'activité antioxydante de divers extraits d'aneth cultivé dans des conditions biologiques et traditionnelles. Les résultats indiquent que les extraits d'éthanol démontrent la plus grande activité de captage des radicaux libres et une forte capacité antioxydante réductrice du fer, avec une efficacité marquante contre le radical oxyde nitrique. Les extraits de dichlorométhane dérivé du dill biologique a montré

une forte capacité à réduire le fer, tandis que les autres solvants ont montré des activités antioxydantes qui varient selon les tests réalisés (Orhan *et al*., 2013).

II.3.7.4. Activité analgésique

Rezaee-Asl et ses collaborateurs (2013) ont réalisé une analyse des extraits hydroalcooliques dérivés des graines d'aneth et des parties aériennes dans le but de les employer en tant que traitement analgésique chez les souris, en recourant au test de la formaline et au test de la plaque chaude. Lors de l'épreuve à la formaline, les extraits provenant des graines et des parties aériennes ont notablement atténué les symptômes douloureux. Lors de l'épreuve de la plaque chaude, les extraits provenant des parties aériennes et des graines ont démontré des effets hyperalgésiques. Cet effet était plus marqué chez les animaux qui avaient reçu des extraits de parties aériennes comparativement à ceux qui avaient été traités avec des extraits de graines. (Rezaee-Asl *et al*., 2013).

II.3.7.5. Activité antidiabétique

L'aneth a considérablement diminué les taux de glucose dans le sang chez un modèle de rats diabétiques induit par l'alloxane. (Madani *et al* ., 2005). L'extrait de feuilles de aneth contrôle le diabète sucré de type 2 provoqué par les corticostéroïdes chez des rates. L'aneth a contrecarré les modifications induites par la dexaméthasone dans le foie des rates. Les auteurs ont noté que les extraits d'aneth augmentent les niveaux sériques d'insuline et de glucose (Panda, 2008).

II.3.7.6. Activité anticancéreuse

L'activité anticancéreuse de l'extrait méthanolique de graines d' aneth a été mise en évidence *in vitro* par Al-Oqail et ses collaborateurs en 2021 sur les lignées cellulaires d'adénocarcinome mammaire humain, de carcinome pulmonaire et de carcinome cervical via les tests au bromure de diméthylthiazol-diphényltétrazolium et de capture du rouge neutre (Al-Oqail *et al*., 2021). Sur le plan mécanique, l'effet antiprolifératif de l'extrait est médié par l'induction d'un stress oxydatif caractérisé par une accumulation intracellulaire d'espèces réactives de l'oxygène, une déplétion du glutathion réduit et une augmentation compensatoire de l'activité de la superoxyde dismutase (Al-Oqail *et al*., 2021). Par ailleurs, Mohammed et ses collaborateurs en 2018 ont rapporté que l'extrait de graines d'aneth manifeste une activité antiproliférative remarquable contre la lignée cellulaire de carcinome hépatocellulaire humain.

Cette efficacité biologique significative a été particulièrement démontrée lors de l'application de la fraction d'acétate d'éthyle (Mohammed *et al*., 2018).

II.3.7.7. Activité antispasmodique

Le fruit d'aneth a une forte action antispasmodique. Dans des études menées sur l'iléon du rat, son extrait hydroalcoolique a considérablement diminué les contractions provoquées par divers agents (KCl, acétylcholine et chlorure de baryum), avec une action particulièrement prononcée contre le chlorure de baryum. Les conclusions indiquent que cet effet apaisant n'implique ni les récepteurs adrénergiques α et β, ni les récepteurs opioïdes ou la production de l'oxyde nitrique. Il serait davantage associé à une obstruction des canaux calciques dépendant du voltage (Naseri *et al*., 2007).

II.3.7.8. Activité adaptogéne

Des recherches ont examiné les effets de l'extrait d'aneth, qui réduit le stress et améliore les capacités cognitives, sur des rats. L'acide vanillylmandélique et l'acide ascorbique présents dans l'urine ont servi d'indicateurs du stress. On a évalué l'activité cognitive en utilisant la technique du conditionnement de l'évitement sur des rats sains et des rats souffrant d'amnésie induite par la scopolamine (Koppula *et al*., 2011). L'administration quotidienne d'aneth (100, 200 et 300 mg/kg) effectuée une heure avant l'exposition au stress a diminué de façon proportionnelle les changements biochimiques associés au stress, sans pour autant influencer les animaux de contrôle. En outre, l'extrait a amélioré de manière dépendante à la dose l'apprentissage, la mémorisation et la récupération des capacités cognitives chez les rats (Koppula *et al*., 2011).

II.3.7.9. Effet sur le systéme reproducteur féminin

Des recherches indiquent que les graines d'aneth ont un impact sur le système reproducteur des rates Wistar. L'administration de grandes quantités d'extraits aqueux et éthanoliques a provoqué une prolongation du cycle œstral, de la période de dioestrus et du niveau de progestérone (Monsefi *et al*., 2006). Les graines d'aneth ont des propriétés contractiles sur le myomètre et stimulent la sécrétion de l'ocytocine, une hormone qui favorise les contractions utérines. L'administration de 6 à 7 g d'extrait de graines d'aneth après l'accouchement diminue les saignements post-partum grâce à ses capacités contractiles. L'anéthole et le limonène ont aussi démontré un effet de contraction sur le myomètre utérin

(Mahdavian *et al*., 2001 ; Gharib *et al*., 2005). Les autres recherches ont démontré que les graines d'aneth diminuent la durée de la première étape d'accouchement (Zagami *et al*., 2012).

II.3.7.10. Activité anti-ulcéreuse et effet sur le système gastro-intestinal

En tant que traitement traditionnel, les graines d'aneth sont employées pour diverses troubles gastro-intestinaux. Les solutions aqueuses et éthanoliques extraites des graines d'aneth ont démontré une protection notable de la muqueuse, ainsi que des effets antisecrétoires sur la muqueuse gastrique chez la souris (Hosseinzadeh *et al*., 2002).

III.1. Activité antioxydante

III.1. Radicaux libres et stress oxidative

L'oxydation est une réaction chimique essentielle pour de nombreux organismes pour la production d'énergie nécessaire aux processus biologiques, et elle peut produire des espèces réactives de l'oxygène (ERO) (Selamoglu, 2018). Cependant, les ERO sont souvent surproduites lors de certaines maladies ou conditions de stress, entraînant un stress oxydatif (Luis *et al*., 2021 ; Siddeeg *et al*., 2021). Le stress oxydatif est défini comme une augmentation de la génération de radicaux libres cellulaires et une diminution des niveaux d'antioxydants, ce qui crée un déséquilibre entre les défenses cellulaires et les pro-oxydants (Pehlivan *et al*., 2021).

Les radicaux libres, sous forme de ERO, sont générés en continu dans les systèmes cellulaires humains. Cependant, ces cellules sont également bien équipées d'un système antioxydant efficace, composé à la fois d'enzymes et d'autres molécules non enzymatiques (Pharm *et al*., 2020 ; Siddeeg *et al*., 2021). Les antioxydants enzymatiques tel que la catalase, le superoxyde dismutase et le glutathion peroxydase décomposent et éliminent les radicaux libres en convertissant les produits oxydatifs dangereux en peroxyde d'hydrogène, puis en eau. Ce processus comporte plusieurs étapes et nécessite la présence de cofacteurs tels que le cuivre, le zinc, le manganèse, le sélénium et le fer. D'un autre côté, les antioxydants non enzymatiques comprennent les tocophérols, les caroténoïdes, l'acide ascorbique, les flavonoïdes et les polyphénols, qui sont obtenus à partir de sources végétales naturelles, qui interrompent les réactions en chaîne des radicaux libres (Kumar & Pandey, 2015 ; Pharm *et al*., 2020). Certains antioxydants non enzymatiques sont illustrés dans la **Figure 7**.

D'autres facteurs exogènes tels que le tabagisme, les rayonnements ionisants, la pollution, les solvants organiques et les pesticides sont capables d'attaquer les acides nucléiques, les protéines, les enzymes et d'autres petites molécules, entraînant une perte de structure et de

fonction (Siddeeg *et al*., 2021). Cela conduit au développement de plusieurs troubles chroniques et sous-chroniques, notamment des maladies neurodégénératives (Parkinson, Alzheimer), des maladies cardiovasculaires, des troubles hépatiques, l'infarctus du myocarde, des infections virales, des inflammations, le cancer, le diabète, des pathologies auto-immunes et des troubles du système digestif (Almada-Taylor *et al*., 2018 ; Selamoglu *et al*., 2020).

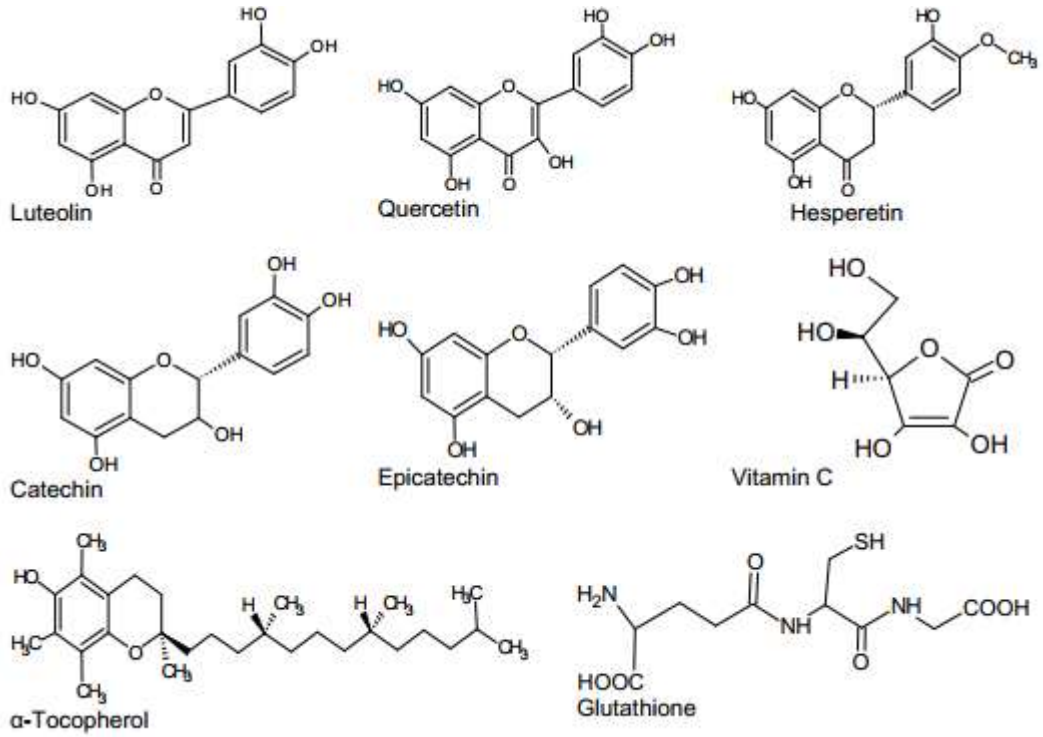


Figure 7 : Antioxydant non enzymtiques (Kumar & Pandey, 2015).

III.2. Effet des composés phénoliques sur le stress oxydatif

Les antioxydants naturels présents dans les plantes sont des substances extrêmement importantes qui possèdent la capacité d'inhiber ou de prévenir les conséquences néfastes causées par le stress oxydatif induit par les radicaux libres (Almada-Taylor *et al*., 2018 ; Pharm *et al*., 2020 ; Phuyal *et al*., 2020). Parmi ces molécules, les composés phénoliques forment le groupe le plus important de molécules biologiquement actives dans les plantes utilisées à des fins thérapeutiques comme antioxydants (**Figure 8**). L'activité antioxydante puissante des composés phénoliques et des composés flavonoïdes est associée à une incidence plus faible de maladies cardiovasculaires, de cancers, de diabète et de maladies neurodégénératives (Aryal *et al*., 2019).

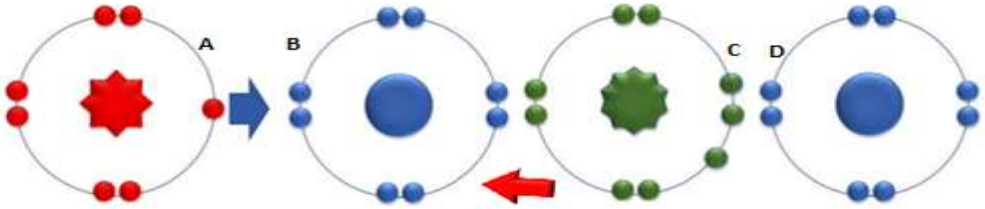


Figure 8: Les radicaux libres neutralisés par les polyphénols. **(A)** Radical libre instable avec un électron célibataire ; **(B)** Molécule d'antioxydant donnant un électron au radical libre ; **(C)** Molécule d'antioxydant ; **(D)** Atome stable avec des électrons appariés (Gopalan *et al*., 2022).

Les composés phénoliques végétaux agissent comme des agents réducteurs grâce à leur propriété de don d'électrons ou d'hydrogène (Phuyal *et al*., 2020). Dans les systèmes biologiques, les ions peuvent être impliqués dans des réactions d'oxydoréduction cycliques, générant des ERO (Platzer *et al*., 2021). Ainsi, les composés phénoliques sont connus pour agir comme antioxydants en inhibant l'action pro-oxydante des ions métalliques par une action de chélation. Les composés phénoliques sont également impliqués dans la réduction des ROS à travers l'inhibition d'enzymes pro-oxydantes telles que la xanthine oxydase, la lipoxygénase et la NADPH oxydase (Bujor *et al*., 2016). De plus, certains composés phénoliques comme les quinones agissent comme une source de radicaux libres stables et se lient de manière irréversible aux protéines, entraînant leur perte de fonction (Othman *et al*., 2019).

Matériels et Méthodes

IV.1. Matériels

IV.1.1. Matériel animal

Des larves du ténébrion meunier (*T. molitor*) ont été obtenues auprès d'un élevage local établi dans la zone de Zouaghi, située dans la wilaya de Constantine (**Figure 9**). Les larves ont été transportées au laboratoire dans des récipients en plastique contenant leur alimentation, constituée de son de blé et de morceaux de pomme de terre pour apporter de l'humidité et maintenir leur vigueur pendant le transport. Ces larves ont été utilisées pour évaluer l'efficacité larvicide des extraits d'aneth *(A. graveolens*) et d'ortie (*Urtica dioica*).



Figure 9 : Larves du ténébrion meunier utilisées pour les bioessai (Cliché original, 2026).

IV.1.2. Matériel Végétal

Les parties aériennes d'*A. graveolens* ont été collectées en avril 2025 dans le village de Douar El-Bidi, situé dans la wilaya de Mila. Celles d'*U. dioica* ont été récoltées en février 2026 à Tassala Lemtaï, au sein de la même wilaya. Pour les deux espèces, le matériel végétal a subi un séchage d'environ un mois. Une fois la déshydratation complète, les feuilles ont été broyées à l'aide d'un moulin électrique afin d'obtenir une poudre fine (**Figure 10**).



Figure 10 : Échantillons de plantes étudiées **(A)** aneth et **(B)** ortie (Clichés originaux, 2026).

VI.2. Méthodes

VI.2.1. Zone d'étude

La wilaya de Mila est située dans la partie nord-est de l'Algérie. Elle se situe au nord à côté de la wilaya de Jijel, au nord-est à proximité de la wilaya de Skikda, à l'est en direction de la wilaya de Constantine, à l'ouest vers la wilaya de Sétif, et au sud en direction de la wilaya d'Oum El Bouaghi (Bounemeur, 2024) (**Figure 11**).

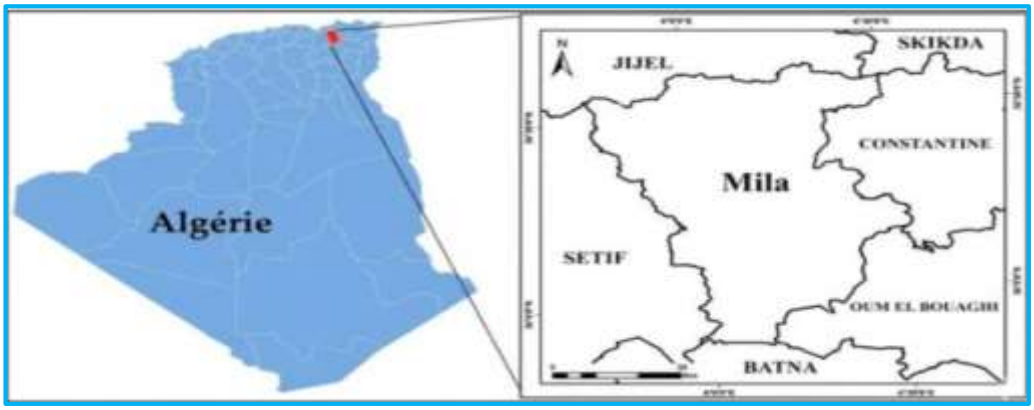


Figure 11 : Localisation géographique de la zone d'étude (Chaabane *et al*, 2024).

IV.2.2. Extraction

IV.2.2.1. Préparation de l'extrait aqueux par décoction

La méthode d'extraction par décoction a été réalisée conformément à la méthode de (Martins *et al*., 2015). La décoction a été effectuée en faisant bouillir (100°C) 50 g de feuilles séchées dans 500 mL d'eau distillée sur une plaque chauffante pendant quinze minutes. Dans un objectif d'obtenir un extrait sec, le mélange a ensuite été filtré et séché (**Figure 12**).

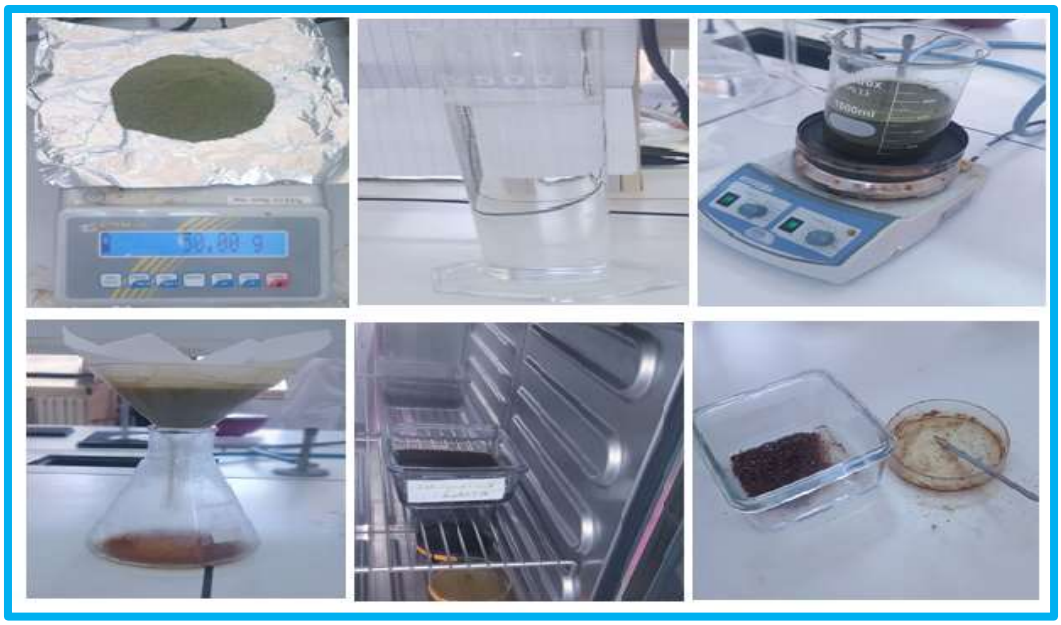


Figure 12 : Étapes de la méthode de décoction (Cliché originaux, 2026).

IV.2.2.2. Préparation de l'extrait aqueux par infusion

La méthode d'extraction par infusion a été réalisée conformément à la méthode de (Martins *et al*., 2015). La préparation de l'extrait a été effectuée en mélangeant 50 g de l'échantillon déshydraté à 500 mL d'eau distillée en ébullition, suivi d'une période de repos à température ambiante pendant 15 minutes. Ensuite, le mélange a été filtré et séché pour obtenir un extrait sec **(Figure 13)**.



Figure 13 : Étapes de la méthode de L'infusion (Cliché originaux, 2026).

IV.2.2.3. Préparation de l'extrait éthanolique par macération

La méthode de macération a été décrite par Karbab *et al*. (2020). Une quantité de 50g de poudre végétale a été soumise à une macération dans 500 mL d'éthanol avec agitation constante à température ambiante pendant 24 heures. Ensuite, le mélange a été filtré et séché pour obtenir un extrait sec **(Figure 14)**.

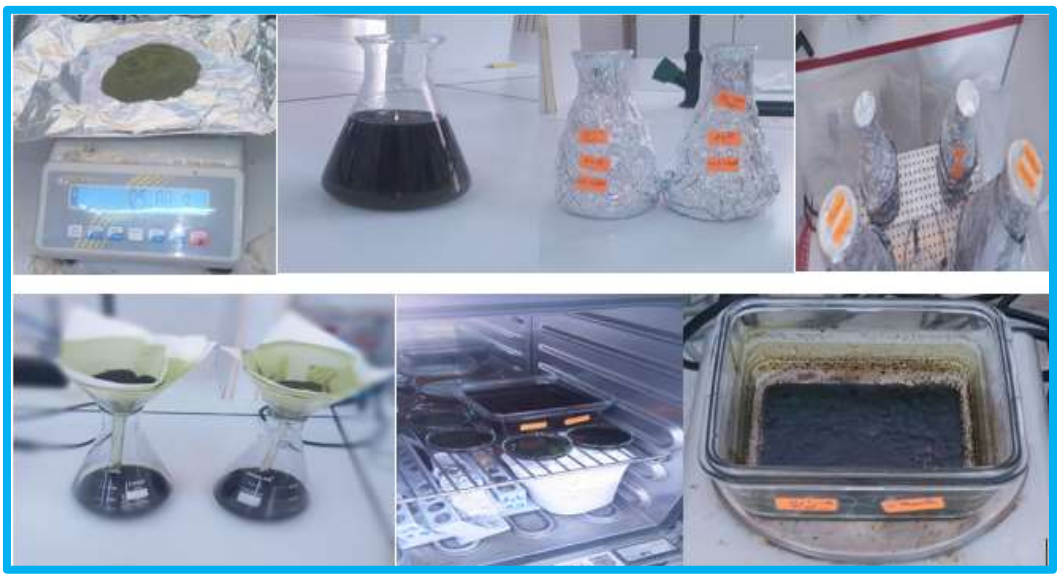


Figure 14 : Étapes de la méthode de macération (Cliché originaux, 2026).

IV.2.2.4. Détermination du rendement d'extraction

Les rendements d'extraction obtenus correspondent au pourcentage du principe actif dissout dans l'eau ou le solvant organique utilisé pour l'extraction par rapport au poids du végétal utilisée pour l'extraction. Le taux d'extraction pour chaque extrait a été déterminé à l'aide de l'équation suivante :

Pourcentage de rendement (%) = (Poids de l'extrait obtenu / Poids total de l'échantillon) ×100

IV.2.3. Analyse quantitative des composés phytochimiques

IV.2.3.1. Détermination des composés phénoliques

Selon (Amari *et al*., 2025), l'évaluation du total des composés phénoliques dans les extraits est réalisée via la méthode de Folin-Ciocalteu. 200 µL de chaque extrait est ajouté à 1 mL du réactif de Folin-Ciocalteu. Après 4 minutes, 800 µL d'une solution de carbonate de sodium à 7,5 % est additionné au mélangé précédent. Enfin, l'absorbance est mesurée à 765 nm suite à une incubation pendant 2heures (**Figure 15**).

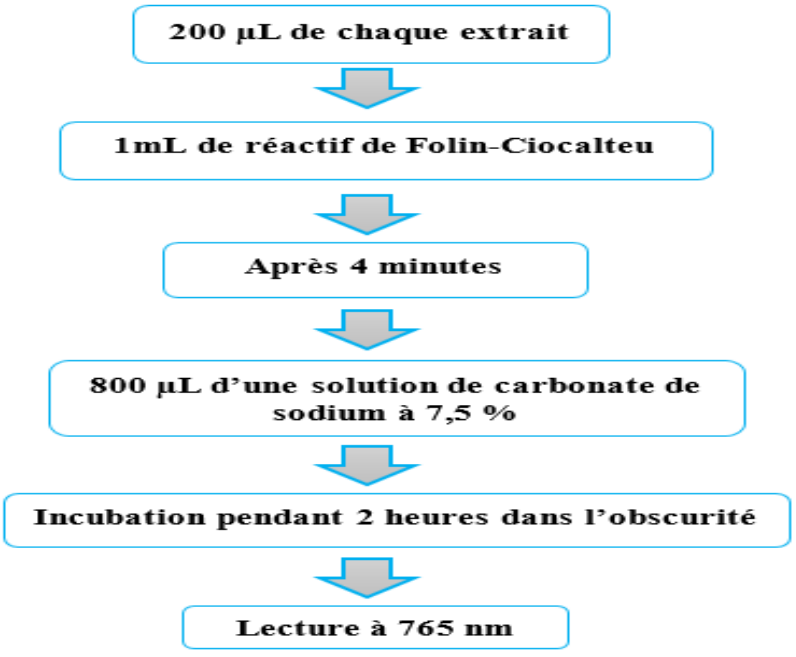


Figure 15 : Protocole de dosage des polyphénols totaux (Amari *et al*., 2025).

La quantité de polyphénols a été mesurée en milligramme d'équivalents d'acide gallique par gramme d'extrait sec (mg EAG/g d'extrait). La quantification du total de polyphénols dans les différents extraits a été effectuée en utilisant une courbe d'étalonnage de l'acide gallique dont la gamme de concentration varie entre 10 et 160 µg/mL**(Figure16)**.

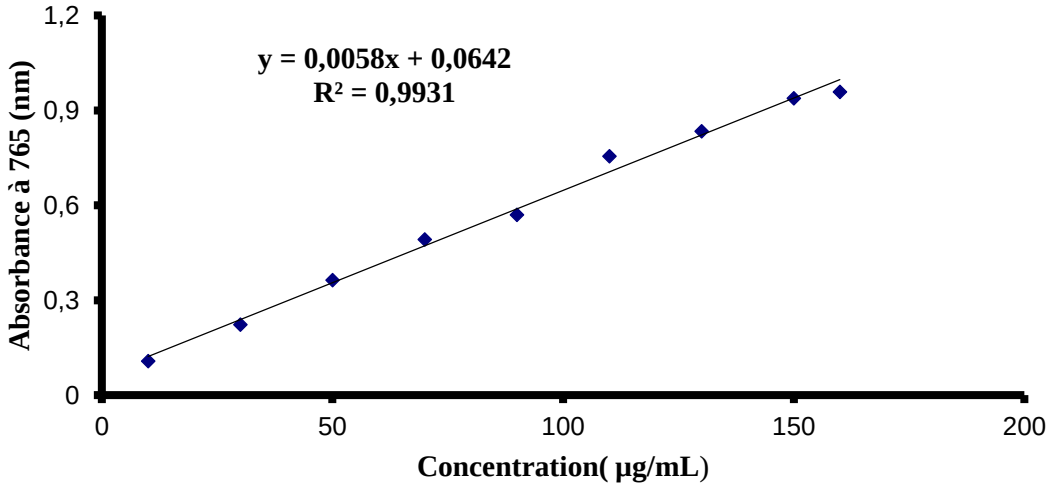


Figure 16 : Courbe étalonnage de l'acide gallique.

IV.2.3.2. Détermination des flavonoïdes

La technique du chlorure d'aluminium ($AlCl_3$) a été employée pour évaluer la quantité totale de flavonoïdes (Karbab *et al*., 2026). Nous avons ajouté un millilitre de chaque extrait à un millilitre de solution d'$AlCl_3$ (2 % dans le méthanol). Après une incubation de 15 minutes à température ambiante, nous avons mesuré l'absorbances à 430 nm (**Figure 17**).

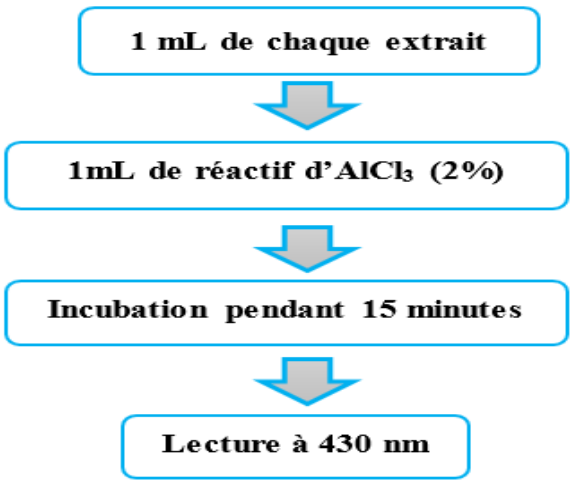


Figure 17 : Protocole de dosage des flavonoïdes totaux (Karbab *et al*., 2026).

La teneur des flavonoïdes a été mesurée en microgrammes équivalents de quercétine par gramme d'extrait sec (mg EQ/g d'extrait sec). L'estimation de la teneur en flavonoïdes dans différents extraits a été réalisée en utilisant une courbe d'étalonnage basée sur la quercétine, avec des valeurs variant de 2,5 à 40 µg/mL (**Figure 18**).

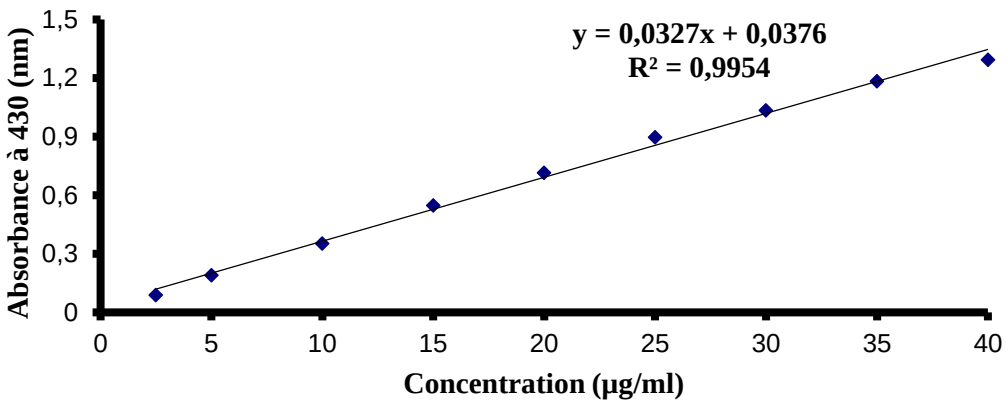


Figure 18 : Courbe étalonnage de la quercétine.

IV.2.4. Activité antioxydante

IV.2.4.1. Pouvoir réducteur

La capacité des extraits végétaux d'*A. graveolens* et d'*U. dioica* à transformer les ions ferriques (Fe^{3+}) en ions ferreux (Fe^{2+}) a été évaluée en effectuant le test du pouvoir réducteur, conformément à la méthode établie par (Karbab *et al*., 2025), avec quelques modifications. 800 µL de l'extrait ont été mélangés avec 800 µL de tampon phosphate (0,2 M, pH = 6,6). Par la suite, 800 µL de ferricyanure de potassium (1 %) ont été additionnés au mélange réactionnel précédent, puis une incubation de 30 minutes à 50 °C a été réalisée dans un bain-marie. L'ajout de 800 µL d'acide trichloroacétique (TCA, 10 %) a stoppé la réaction du mélange, qui est suivi par à une centrifugation à 3000 tours par minute pendant 10 minutes. Ensuite, dans 800 µL du surnageant, on incorpore 800 µL d'eau distillée et 160 µL de chlorure ferrique ($FeCl_3$) à une concentration de 0,1 %. L'intensité de la coloration formée est ensuite mesurée à une longueur d'onde de 700 nm (**Figure 19**).

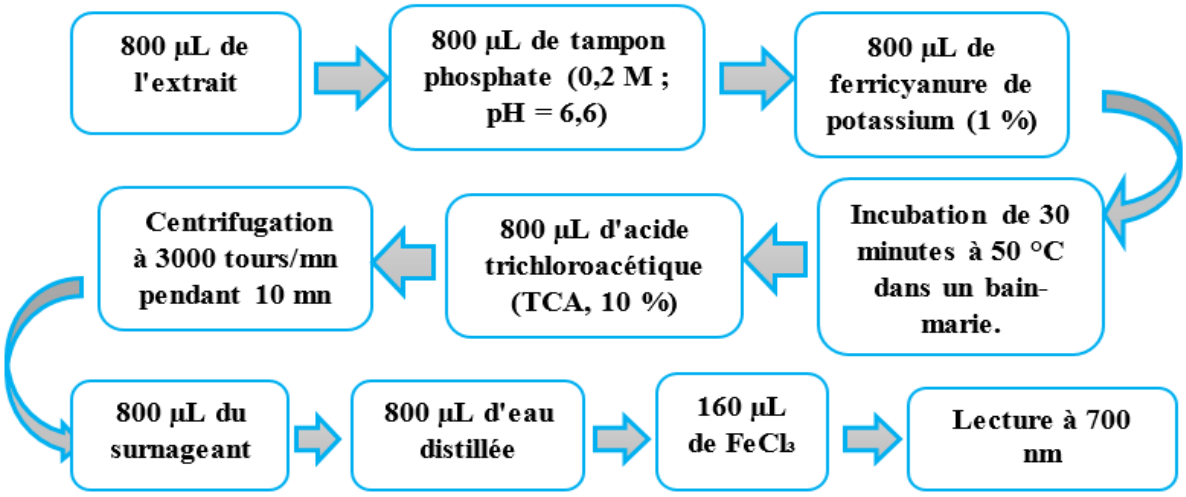


Figure 19 : Protocole de tests pouvoir réducteur (Karbab *et al.*, 2021) .

Le pouvoir réducteur des extraits a été mesuré en microgrammes équivalent d'acide ascorbique par gramme d'extrait (mg EAA/g d'extrait). Ces mesures ont été effectuées en utilisant une courbe d'étalonnage de l'acide ascorbique, dont la gamme de concentration varie de 10 à 1000 µg/mL**(Figure20)**.

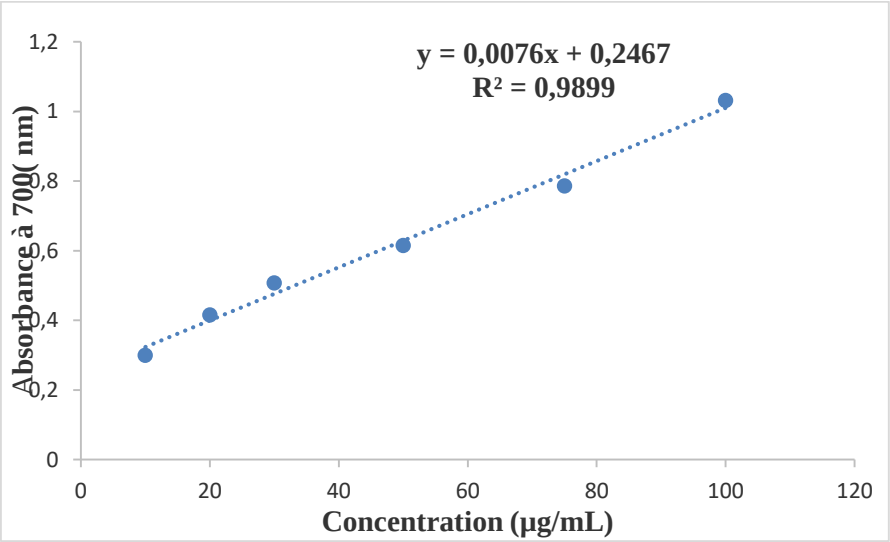


Figure 20 : Courbe étalonnage de l'acide ascorbique**.**

IV.2.4.2. Activité antioxydante par le test DPPH

Le potentiel antioxydant des différents extraits végétaux a été déterminé par l'évaluation de leur capacité à piéger le radical libre DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle), selon le protocole décrit par Amari *et al*. (2023). Pour ce faire, une solution de DPPH à 0,004 % a été préalablement préparée dans du méthanol, puis conservée à l'obscurité dans un flacon en verre ambré. Une gamme de concentrations s'étendant de 1 à 12 000 µg/mL a été réalisée pour chaque extrait. Le mélange réactionnel a été constitué en additionnant 2 500 µL de la solution de DPPH à 100 µL de chaque concentration d'extrait. Après homogénéisation, les tubes ont été incubés à l'obscurité et à température ambiante pendant 30 minutes. La mesure de l'absorbance a été ensuite effectuée à une longueur d'onde de 517 nm à l'aide d'un spectrophotomètre (**Figure 21**).

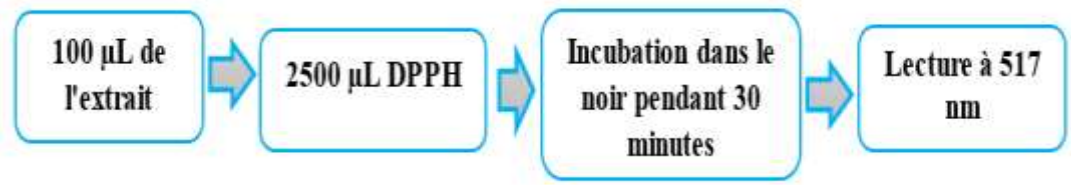


Figure 21 : Protocole de test DPPH (Amari *et al.*, 2023).

IV.2.5. Activité larvicide

L'activité larvicide a été déterminée par le suivi du taux de mortalité des larves de de *T. molitor* soumises aux extraits aqueux et éthanolique, en se basant sur la méthodologie de (Abrera *et al*., 2015). Le dispositif expérimental comprenait un total de vingt-six (26) lots : deux lots témoins et vingt-quatre (24) lots traités. Ces derniers se répartissaient à parts égales entre les extraits de la partie aérienne d'*A. graveolens*. L (12 lots) et ceux d'*U. dioica* L (12 lots). Chaque lot comprenait deux boîtes de pétri renfermant chacune 10 larves de même âge.

Les individus ont été délicatement transférés à l'aide d'une pince dans des boîtes de pétri préalablement perforées au niveau du couvercle afin d'assurer une aération optimale. Chaque unité expérimentale contenait une matrice nutritive de 0,25 g de son de blé, imprégnée de 1 mL d'extrait aux concentrations préliminaires (25, 50, 100 et 200 mg/mL). Le substrat a été séché à l'air libre pendant 15 minutes avant l'introduction des insectes. En parallèle, des lots témoins ont été préparés dans les mêmes conditions : un témoin négatif à base d'eau distillée et un témoin contenant uniquement de l'éthanol (**Figure 22**). Le suivi expérimental est fait durant 8jours en notant quotidiennement le nombre des individus morts et toutes anomalies de comportement observées.



Figure 22 : Tests de la toxicité des extraits sur les larves de *T. Molitor* (Cliché originaux, 2026)

Le pourcentage de la mortalité observée chez les larves témoins et traités par les extraits végétaux est estimé en appliquant la formule suivante :

Pourcentage de mortalité (%) = (nombre de larves mortes /nombre total des larves) ×100

Résultats et discussion

V. Résultats et discussion

V.1. Résultats

V.1.1. Rendement d'extraction

Les résultats du rendement **(Tableau II)** montrent une supériorité nette des extraits aqueux (infusé et décocté) par rapport aux extraits éthanoliques pour les deux plantes étudiées. Il apparaît que les rendements d'extractions estimés à partir du poids sec de l'extrait par rapport au poids de la matière végétale sèche montrent qu'ils varient considérablement en fonction de la méthode d'extraction utilisée et l'espèce végétale testée. L'infusion d'*U. dioica* a permis d'obtenir le rendement maximal (16,46 %), suivie par la décoction d'*A. graveolens* (16 %) et celle d'*U. dioica* (10,46%). À l'inverse, les extraits éthanoliques présentent les rendements les plus faibles, chutant à seulement 2,1 % pour l'ortie et 9,1% pour l'aneth.

Tableau II : Rendement d'extraction d'ortie et d'aneth en fonction des différents procédés d'extraction.

	Infusé	**Décocté**	**Ethanolique**
A. graveolens	*****	16 %	9,1%
U. dioica	16,46%	10,46%	2,1%

*****La valeur du rendement de l'infusé d'aneth a été perdue en raison de conditions techniques défavorables au sein du laboratoire.

V.1. 2. Teneur en composés phénoliques et flavonoïdes

Le **Tableau III** présente les résultats obtenus par spectrophotométrie UV-visible concernant les teneurs en composés phénoliques et de flavonoïdes dans les extraits des parties aériennes d'*A. graveolens et U. dioica.* L'analyse révèle une variation de ces teneurs selon la méthode d'extraction et l'espèce végétale.

La **Figure 23** montre les résultats obtenus concernant les concentrations totales de composés phénoliques et de flavonoïdes dans les extraits de la partie aérienne d'*U. dioica.* L'extrait éthanolique affiche la concentration la plus importante en polyphénols (24,67 ± 1,27 mg EAG/g d'extrait) mais présente une valeur intermédiaire pour les flavonoïdes (1,16 ± 1,86 mg EQ/g). À l'inverse, l'infusion s'avère la moins riche en polyphénols totaux (4,41 ± 0,15 mg EAG/g), bien qu'elle enregistre la concentration la plus élevée en flavonoïdes avec 2,09 ± 0,04 mg EQ/g d'extrait. Enfin, le décocté présente une teneur intermédiaire en polyphénols mais affiche la valeur la plus faible pour les flavonoïdes (6,77 ± 0,07 mg EAG/g et 0,41 ± 0,55 mg EQ/g).

Tableau III : Évaluation quantitative comparative des teneurs en composés phénoliques totaux et en flavonoïdes des différents extraits d'ortie et d'aneth.

Plante étudiée	Type d'extrait	Composés phénoliques *(mg EAG/g d'extrait)*	Flavonoïdes *(mg EQ/g d'extrait)*
Urtica dioica	Éthanolique	24,67 ± 1,27	1,16 ± 1,86
	Décocté	6,77 ± 0,07	0,41 ± 0,55
	Infusé	4,41 ± 0,15	2,09 ± 0,04
Anethum graveolens	Décocté	40,05 ± 0,49	21,33 ± 1,54
	Éthanolique	23,92 ± 6,05	18,19 ± 2,70
	Infusé	18,75 ± 1,36	14,75 ± 0,18

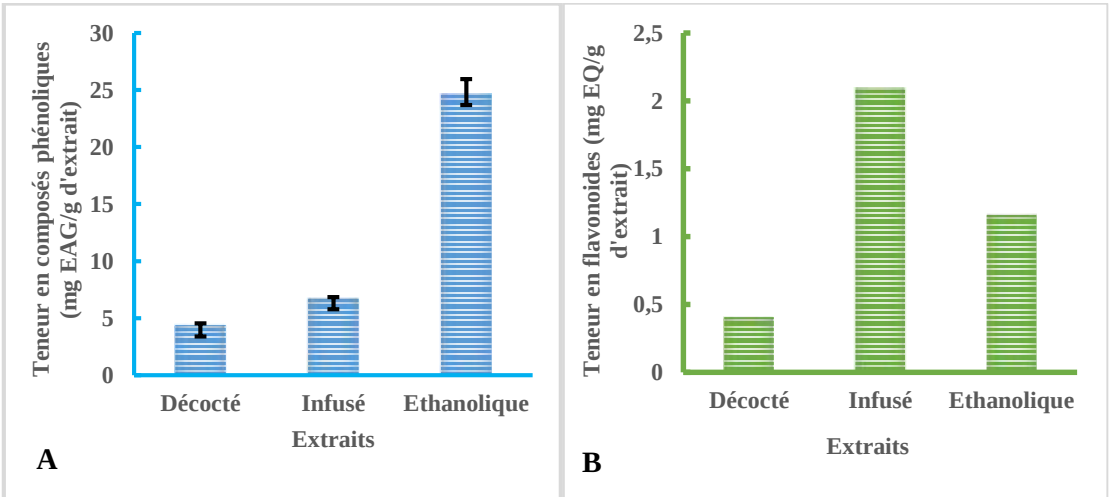


Figure 23 : Teneurs en composés phénoliques totaux **(A)** et flavonoïdes **(B)** de différents extraits d'ortie.

Chaque valeur représente la moyenne ± l'écart-type (n = 2).

La **Figure 24** montre les résultats obtenus concernant les teneurs en composés phénoliques et de flavonoïdes dans les extraits de la partie aérienne d'*A. graveolens*. Le décocté

se distingue par les concentrations les plus élevées en composés phénoliques et flavonoïdes, affichant respectivement 40,05 ± 0,49 mg EAG/g et 21,33 ± 1,54 mg EQ/g d'extrait. L'extrait éthanolique présente des valeurs respectives intermédiaires (23,92 ± 6,05 mg EAG/g et 18,19 ± 2,70 mg EQ/g), tandis que l'infusion s'avère la moins riche pour l'ensemble des molécules testées, avec des taux respectives en polyphénols et flavonoides de 18,75 ± 1,36 mg EAG/g et 14,75 ± 0,18 mg EQ/g.

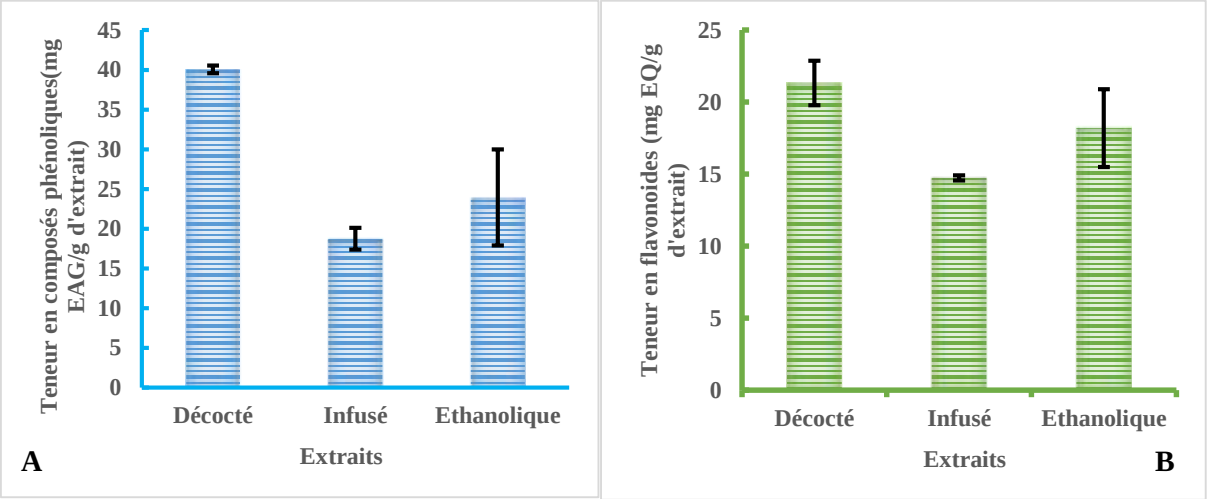


Figure 24 : Teneurs en composés phénoliques totaux **(A)** et flavonoïdes **(B)** de différents extraits d'aneth.

Chaque valeur représente la moyenne ± l'écart-type (n = 2).

V.1.3. Activité antioxydante

V.1.3.1. Test de DPPH

L'activité de piégeage des radicaux libres des différents extraits d'*A. graveolens* et d'*U. dioica* (**Figures 25** et **26)** a été évaluée par le test du DPPH, en utilisant l'acide ascorbique comme molécule de référence. Pour la quasi-totalité des extraits, les résultats mettent en évidence une relation dose-dépendante, où le pouvoir inhibiteur augmente proportionnellement avec la concentration en extraits (de 1 à 1000 µg/mL) (**Figure 25**).

L'activité inhibitrice des extraits d'ortie et d'aneth suit l'ordre décroissant suivant : infusé d'aneth> décocté d'aneth> infusé d'ortie > extrait éthanolique d'aneth> extrait éthanolique d'ortie > décocté d'ortie.

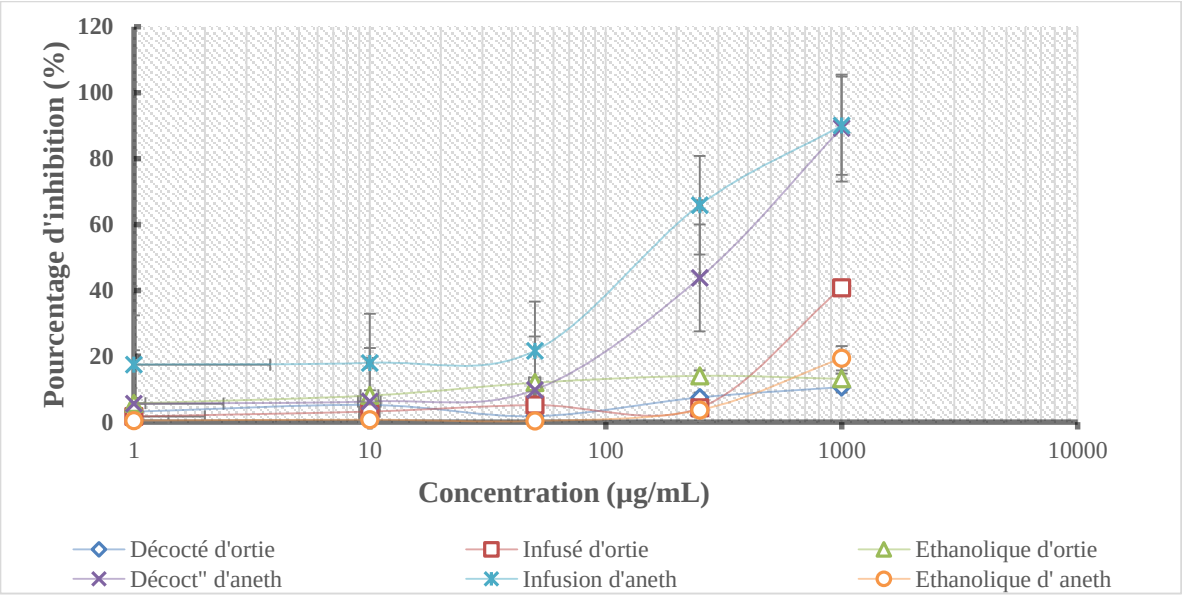


Figure 25 : Evolution du pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH des extraits d'ortie et d'aneth en fonction de la concentration (1 à 1000 µg/mL).

Les points expérimentaux représentent la moyenne de deux répétions (n=2), et les barres d'erreur illustrent l'écart-type (± SD).

L'activité inhibitrice des extraits d'*A. graveolens* et d'*U. dioica* varie selon la méthode d'extraction (**Figure 26**), affichant une supériorité systématique des extraits aqueux sur les extraits éthanoliques. Pour la partie arienne d'*A. graveolens*, l'infusé et le décocté atteignent à la dose maximale (1000 µg/mL) un plateau d'efficacité statistiquement comparable, avec des taux respectifs de 90,1 % et 89,5 %, tandis que l'extrait éthanolique plafonne à 19,2 %. Concernant *U. dioica*, l'infusé s'avère également le plus performant, culminant à 83,01 % à 4000 µg/mL (73,29 % à 8000 µg/mL), suivi du décocté avec une efficacité intermédiaire de 61,97 % à 4000 µg/mL. À l'inverse, son extrait éthanolique reste le moins actif, ne dépassant pas 54,83 % à 8000 µg/mL.

Les capacités antioxydantes des extraits de deux plantes ont été quantifiées à travers la détermination des concentrations inhibitrices IC_{50}, présentées dans la **(Tableau IV)** et la **Figure 27**. Une valeur d'IC_{50} inversement proportionnelle à l'efficacité indique que le pouvoir antioxydant le plus élevé correspond à la concentration la plus faible. Le témoin positif, l'acide ascorbique, manifeste l'activité la plus puissante avec une IC_{50} minimale de 65,66 µg/mL. Les résultats révèlent des variations d'IC_{50} en fonction de la matrice végétale choisie, mais également de la méthode d'extraction appliquée.

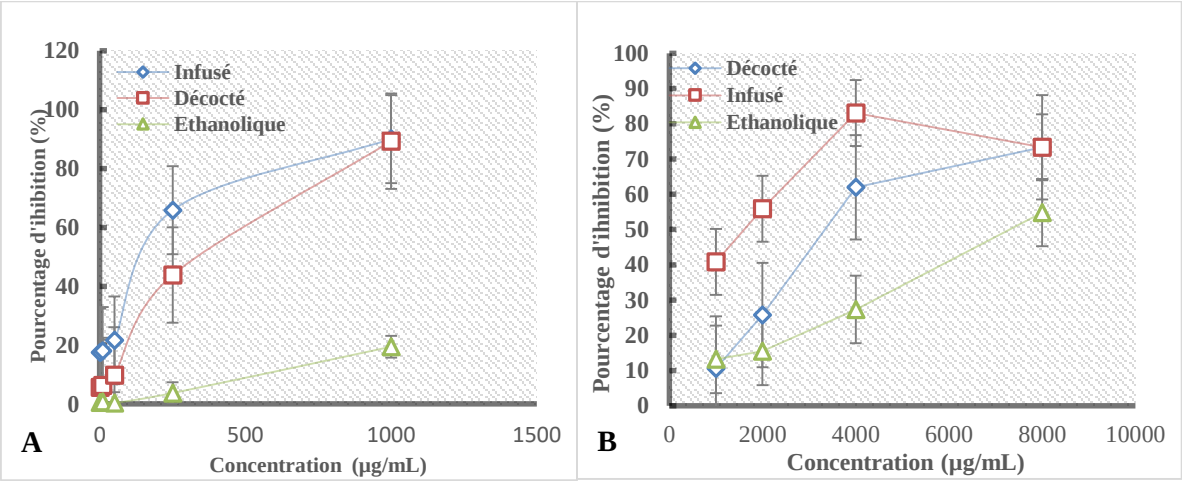


Figure 26 : Evolution du pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH des extraits d'aneth **(A)** et d'ortie **(B)** en fonction de la méthode d'extraction.

Les points expérimentaux représentent la moyenne de deux répétions (n=2), et les barres d'erreur illustrent l'écart-type (± SD).

En se basant sur les profils obtenus, l'ordre décroissant de l'activité antioxydante s'établit comme suit : Acide ascorbique> aneth (infusion) > aneth (décoction)> aneth (éthanol) > ortie (infusion)> ortie (décoction) > ortie (éthanol).

Tableau IV : Comparaison des IC_{50} du l'activité antioxydante vis-à-vis le DPPH des différents extraits d'aneth et d'ortie par rapport à l'acide ascorbique.

Plante	Extrait/Standard	IC_{50} (µg/mL)
	Acide ascorbique	65,65
A.graveolens	Infusé	178,38
	Décocté	753,90
	Ethanolique	2679,55
U. dioica	Infusé	1607,81
	Décocté	2183,87
	Ethanolique	7222,26

L'analyse des concentrations inhibitrices à 50 % confirme de manière rigoureuse la supériorité de l'activité antioxydante d'*A.graveolens* sur celle d'*U. dioica*. Les extraits d'aneth manifestent une aptitude à piéger le radical DPPH nettement plus prononcée que ceux de l'ortie (**Figure 27**).

Pour les deux plantes, l'extrait d'infusé génère un pouvoir antioxydant nettement supérieur à ceux de décocté et éthanolique. Pour les extraits d'aneth, L'infusé surpasse l'ensemble des fractions avec une IC_{50} minimale et performante de 178,38 µg/mL, suivi par le décocté qui affiche une valeur intermédiaire de 753, 89 µg/mL. L'extrait éthanolique s'avère le moins actif avec une IC_{50} particulièrement élevée de 2679, 55 µg/mL.

Concernant les extraits d'ortie, l'infusé surpasse significativement les autres fractions , enregistrant l'IC_{50} la plus faible avec 1607,81 µg/mL .Le décocté se positionne en seconde place, affichant une efficacité intermédiaire matérialisée par une valeur d'IC_{50} de 2183,87 µg/mL . Enfin ,l'extrait éthanolique confirme son faible pouvoir de piégeage des radicaux libres DPPH, nécessitant une concentration massive de 7222,26 µg/mL pour induire 50 % d'inhibition.

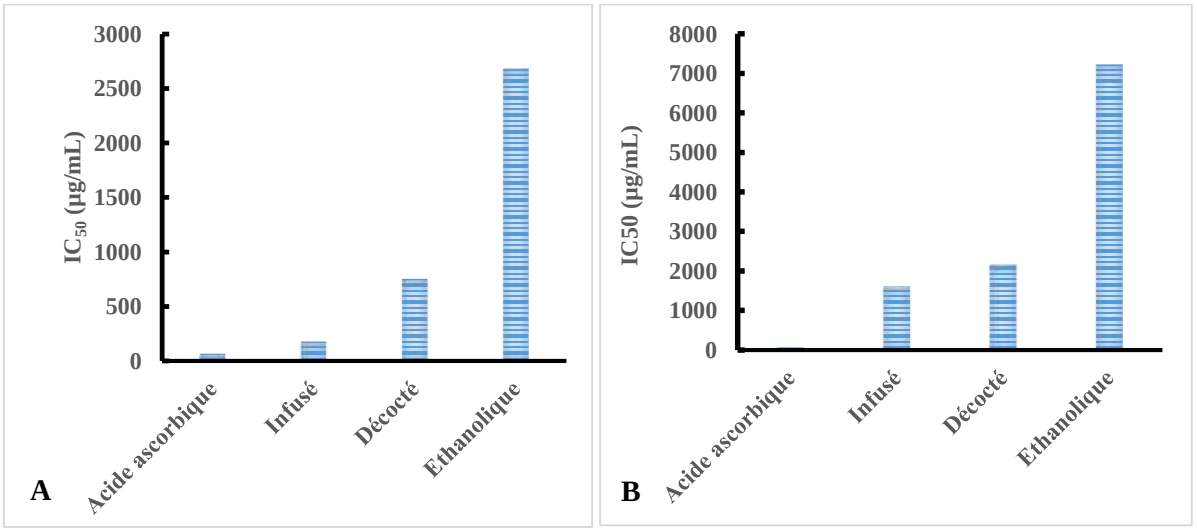


Figure 27 : Comparaison des IC_{50} du l'activité antioxydante vis-à-vis le DPPH des différents extraits d'aneth **(A)** et d'ortie **(B)** par rapport à l'acide ascorbique.

Bien que l'extrait éthanolique d'aneth dispose de la charge brute en polyphénols totaux la plus élevée (24,67 ± 1,27 mg EAG/g), il s'avère être le moins actif biologiquement. Contrairement à l'aneth, nous observons une corrélation entre la teneur en composés phénoliques des extraits d'ortie et le DPPH. L'équation de la droite est (y = 254x + 1089,7), soutenu par un coefficient de détermination R^2 égale à 0,9691 **(Figure 28)**. Plus la teneur en

composés phénoliques est élevée, plus l'IC_{50} augmente et l'efficacité antioxydante diminue. L'augmentation quantitative des polyphénols (de 4,41 à 24,67 mg EAG/g) s'accompagne d'une élévation drastique de l'IC_{50} (de 1607,81 à 7222,26 µg/mL), confirmant une perte progressive d'efficacité.

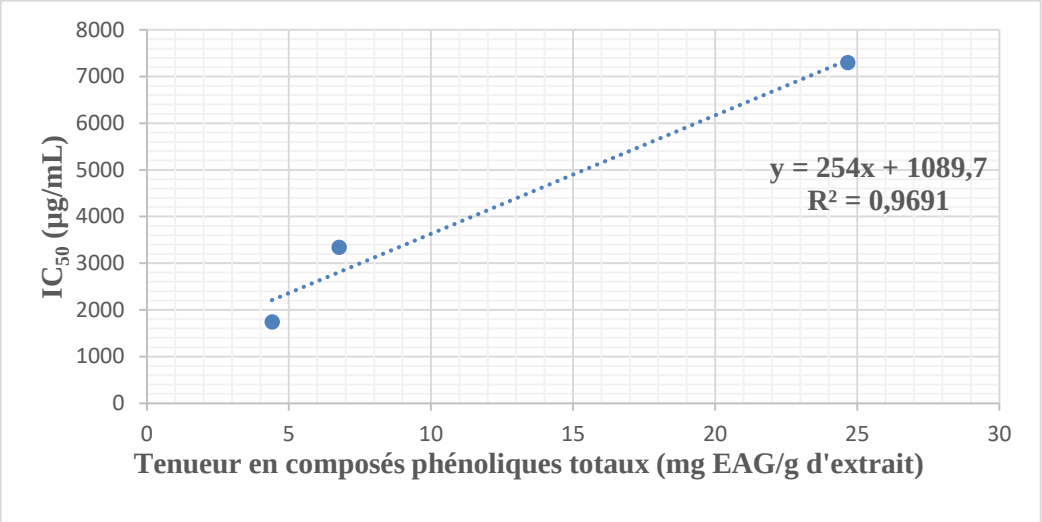


Figure 28 : Droite de régression linéaire et coefficient de détermination (R^2) entre les teneurs en composés phénoliques totaux et les IC_{50} des extraits d'ortie.

V.1.3.2. Test de pouvoir réducteur

L'évaluation du pouvoir réducteur montre une activité antioxydante dépendante de la dose pour les trois types d'extraits d'aneth et d'ortie en utilisant l'acide ascorbique comme molécule de référence. (**Figure 29 et 30**). La fiabilité des mesures de cette activité antioxydante a été validée grâce à une courbe d'étalonnage d'acide ascorbique avec R^2 égale à 0,9899. A partir du seuil de 50 à 100 µg/ mL que l'on observe une augmentation rapide de l'activité **(Figure 29)**. Les résultats révèlent des variations du potentiel antioxydant en fonction de la matrice végétale choisie, mais également du type d'extraction appliqué.

Le pouvoir réducteur des extraits d'ortie et d'aneth suit l'ordre décroissant suivant : infusé d'aneth> extrait éthanolique d'aneth > décocté d'aneth > infusé d'ortie > extrait éthanolique d'ortie > décocté d'ortie.

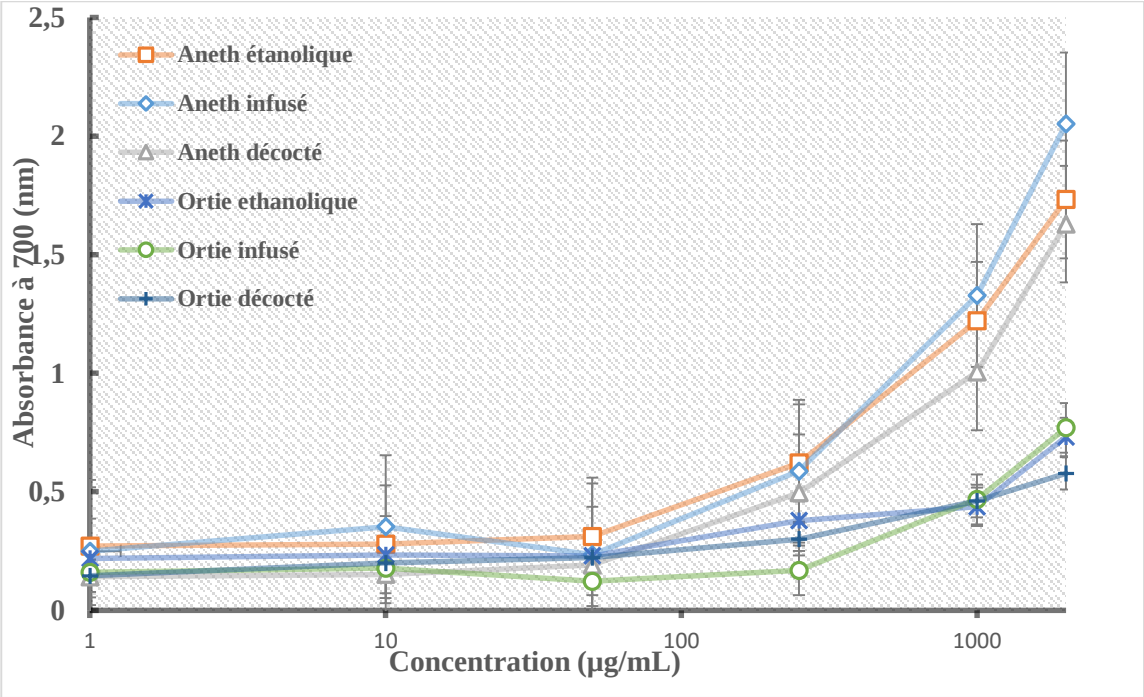


Figure 29 : Évolution du pouvoir réducteur de différents extraits d'aneth et d'ortie en fonction de la concentration (1 à 2000 µg/mL).

Les points expérimentaux représentent la moyenne de deux répétions (n=2), et les barres d'erreur illustrent l'écart-type (± SD).

L'évaluation comparative du pouvoir réducteur révèle une nette supériorité de l'ensemble des extraits d'aneth par rapport à ceux d'ortie, en particulier aux fortes concentrations (supérieures à 500 µg/mL) (**Figure 30**). L'extrait infusé d'aneth présente l'activité antioxydante la plus élevée avec une absorbance maximale de 2,05 ± 0,3 équivalent à 237,47 µg/mL d'acide ascorbique, suivi de l'extrait éthanolique 1,73±0,09 équivalent à 195,56 µg/mL d'acide ascorbique puis du décocté 1,63 ±0,03 équivalent à 181,88 µg/mL d'acide ascorbique. Aux faibles, entre 1 et 50 µg/ mL, les capacités réductrices restent faibles (absorbance < à 0,5).

L'extrait d'infusé d'ortie connaît une accélération de sa cinétique et atteint le pouvoir réducteur le plus élevé à 2000 µg/mL avec une absorbance de 0,77 ± 0,04 équivalente à 68,79 µg/mL d'acide ascorbique, se classant juste devant l'extrait éthanolique qui présente une absorbance de 0,73 ± 0,05, ce qui est équivalent à 63,72 µg/mL d'acide ascorbique. L'extrait décocté affiche la performance la plus faible avec une absorbance de 0,58 ± 0,02 équivalente à 43,53 µg/mL d'acide ascorbique.

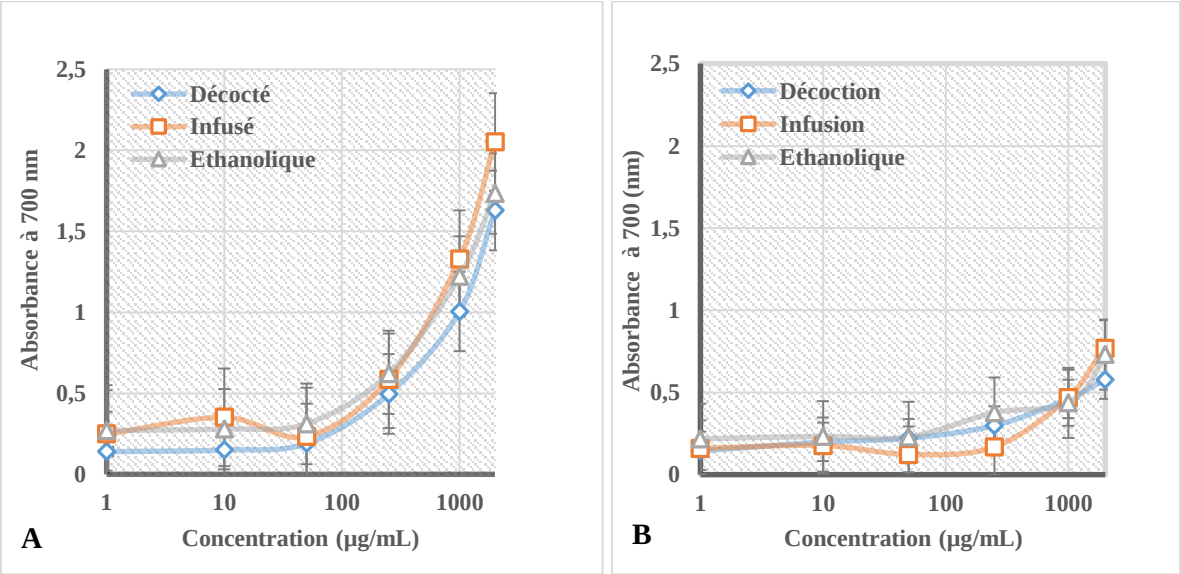


Figure 30 : Évolution du pouvoir réducteur de différents extraits d'aneth **(A)** et d'ortie **(B)** en fonction de la méthode d'extraction.

Les points expérimentaux représentent la moyenne de deux répétions (n=2), et les barres d'erreur illustrent l'écart-type (± SD).

L'analyse des concentrations inhibitrices à 50 % confirme de manière rigoureuse la supériorité de l'activité antioxydante d'*A. graveolens* sur celle d'*U. dioica* **(Tableau V)** et la **Figures 31**. Les extraits d'aneth manifestent une aptitude à réduire le fer nettement plus prononcée que ceux de l'ortie. L'acide ascorbique présente l'IC_{50} la plus faible de l'étude (29,13 µg/ mL), validant son rôle de témoin positif à très haut pouvoir antioxydant.

En se basant sur les profils obtenus, l'ordre décroissant de l'activité antioxydante s'établit comme suit : Acide ascorbique> aneth (éthanol) > aneth (infusion)> aneth (décoction) > ortie (infusion)> ortie (éthanol) > ortie (décoction).

Tableau V : Comparaison des IC_{50} du pouvoir réducteur des différents extraits d'aneth et d'ortie par rapport à l'acide ascorbique.

Plante	Extrait/Standard	IC_{50} (µg/mL)
	Acide ascorbique	29,13
A.graveolens	Infusion	223,67
	Décoction	249
	Ethanol	177,27
U. dioica	Infusion	1110
	Décoction	2549
	Ethanol	1143,5

Concernant l'aneth, l'extrait éthanolique présente la meilleure performance avec l'IC_{50} la plus faible 177,27 µg/mL, suivi de l'infusion avec 223,67 µg/mL, puis de la décoction avec 249 µg/mL. Bien que l'extrait décocté se distingue par le teneur en composés phénoliques et flavonoïdes les plus élevée, il enregistre l'IC_{50} la plus haute qui se traduisant par une activité antioxydante la plus faible. L'extrait éthanolique affiche l'activité antioxydante la plus puissante de l'étude avec l'IC_{50} la plus faible, pour les teneurs en composés phénoliques et flavonoïdes intermédiaires.

Les extraits d'ortie révèlent des IC_{50} nettement plus élevées, confirmant un potentiel antioxydant plus discret. L'extrait éthanolique présente un IC_{50} d'environ 1110 µg/mL, tandis que l'éthanolique affiche une valeur proche d'environ 1143,5 µg/mL. Le décocté affiche une valeur critique très élevée d'environ 2549 µg/mL, traduisant une très faible efficacité réductrice.

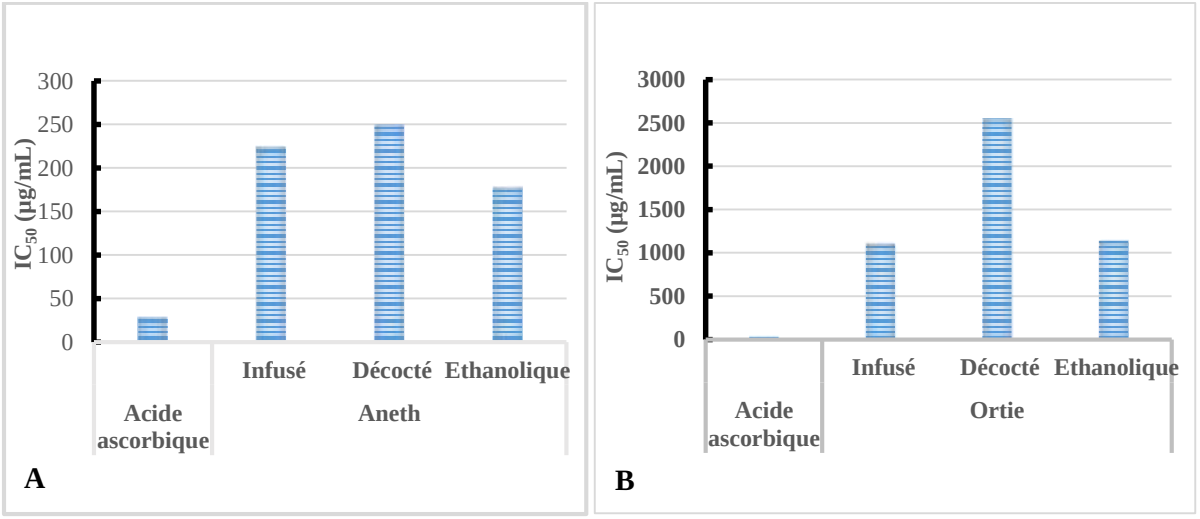


Figure 31 : IC_{50} du pouvoir réducteur des différents extraits d'aneth **(A)** et d'ortie **(B)** par rapport à l'acide ascorbique.

Contrairement à l'aneth, nous observons une corrélation négative entre la teneur en flavonoïdes des extraits d'ortie et le pouvoir réducteur. L'équation de la droite est (y = -824,23x + 2606,4), soutenu par un coefficient de détermination R^2 égale à 0,7133 (**Figure 32**). Plus la teneur en flavonoïdes est élevée, plus l'IC_{50} baisse. L'extrait infusé présente la concentration en flavonoïdes la plus élevée de l'étude, ce qui se traduit directement par l'activité antioxydante la plus puissante, marquée par l'IC_{50} la plus faible. L'extrait décocté atteigne la valeur critique la plus basse de la teneur en flavonoïdes, qui est directement liée à l'obtention de l'IC_{50} la plus élevée et la moins efficace.

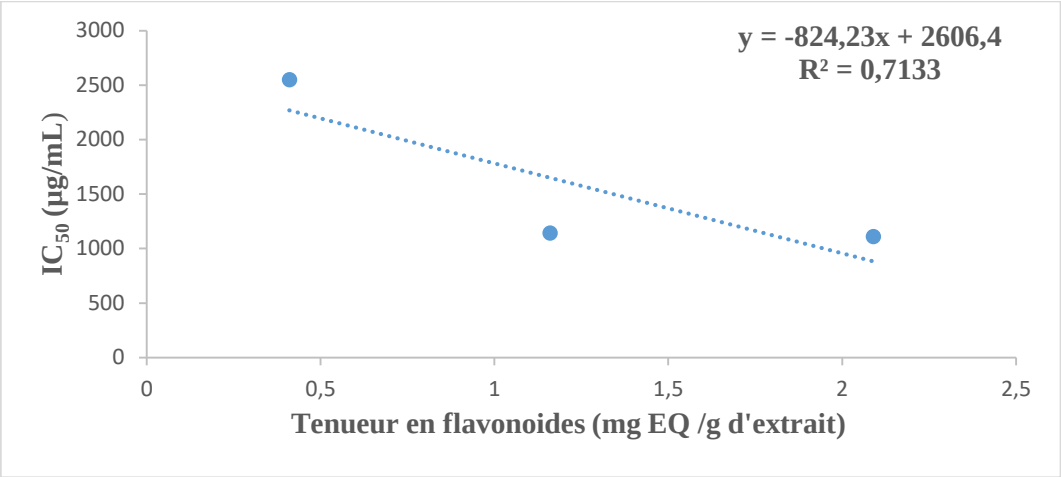


Figure 32: Droite de corrélation linéaire entre les teneurs en flavonoïdes et les valeurs IC_{50} des extraits d'ortie.

V.1.4. Activité larvicide

Cette recherche est basée sur l'évaluation de l'activité larvicide de différents extraits aqueux et organiques des espèces végétales *A. graveolens* et *U. dioica* contre les larves de de *T. molitor*. La mortalité des larves de *T. molitor* enregistrée chez les lots témoins exposés à l'eau et à l'éthanol seuls est strictement nulle (0 %) après 8 jours d'expérimentation. Les résultats illustrés dans les (**Figures 33 et 34**) montrent que tous les extraits aqueux provoquent des mortalités par comparaison aux témoins. À l'inverse, l'ensemble des extraits éthanoliques testés n'induit aucune mortalité vis-à-vis du ravageur, se comportant de manière identique aux lots témoins. De manière générale, les résultats obtenus révèlent l'existence d'un effet-dose, particulièrement lors de l'application de l'extrait d'infusé d'aneth et celui de décocté d'ortie sur les larves de *T. molitor*.

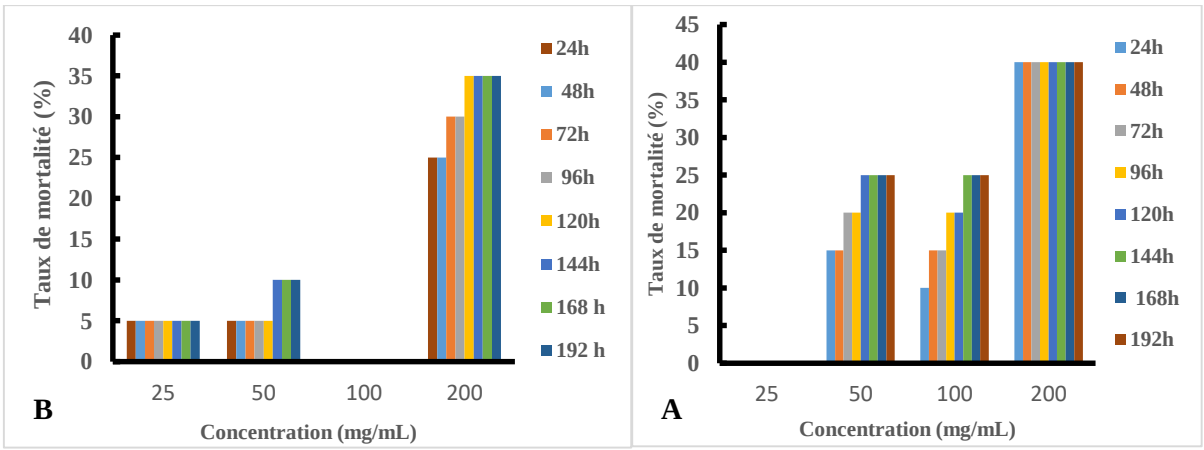


Figure 33 : Taux de mortalité des larves de *T. molitor* en présence des extraits d'infusé **(A)** et de décocté **(B)** d'aneth.

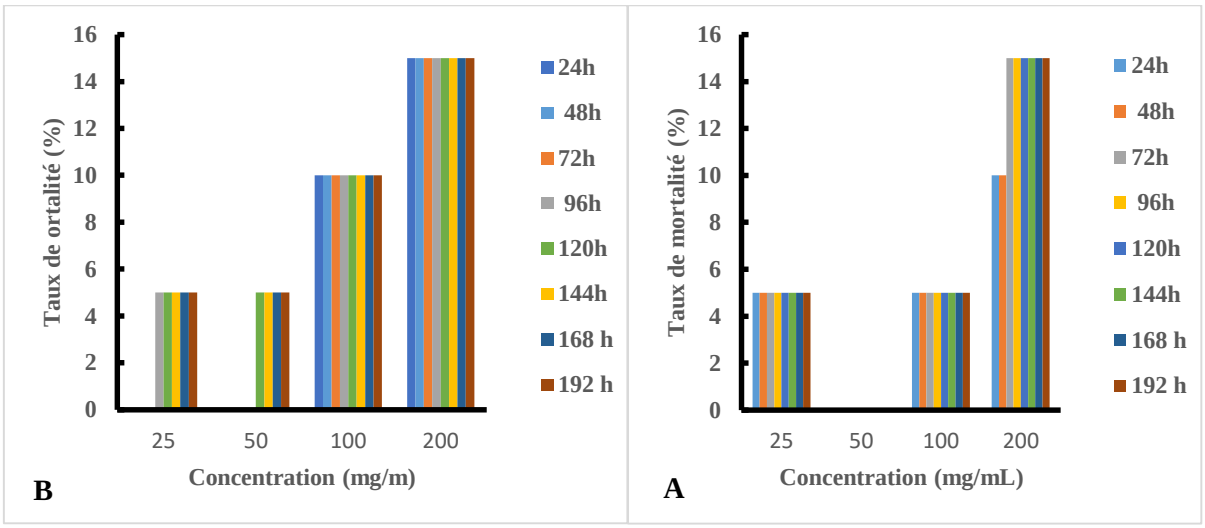


Figure 34 : Taux de mortalité des larves de *T. molitor* en présence des extraits d'infusé **(A)** et de décocté **(B)** d'ortie.

Aux faibles concentrations (25 et 50 mg/mL), l'activité larvicide de l'ortie reste nulle, ne dépassant pas 5 % de mortalité. Pour l'*A. graveolens*, l'effet des faibles concentrations varie selon la méthode d'extraction. À 25 mg/mL, l'infusé d'aneth reste inactif (0 %), tandis que son décocté induit une mortalité minime (5 %). À 50 mg/mL, l'infusé d'aneth montre une efficacité progressive intéressante atteignant un pourcentage de 25 % de mortalité, alors que le décocté reste stable à 10 % de motalité.

A une concentration de 200 mg/mL, La **Figure 35** montre une mortalité chez les larves sous l'effet des extraits aqueux d'aneth et d'ortie.

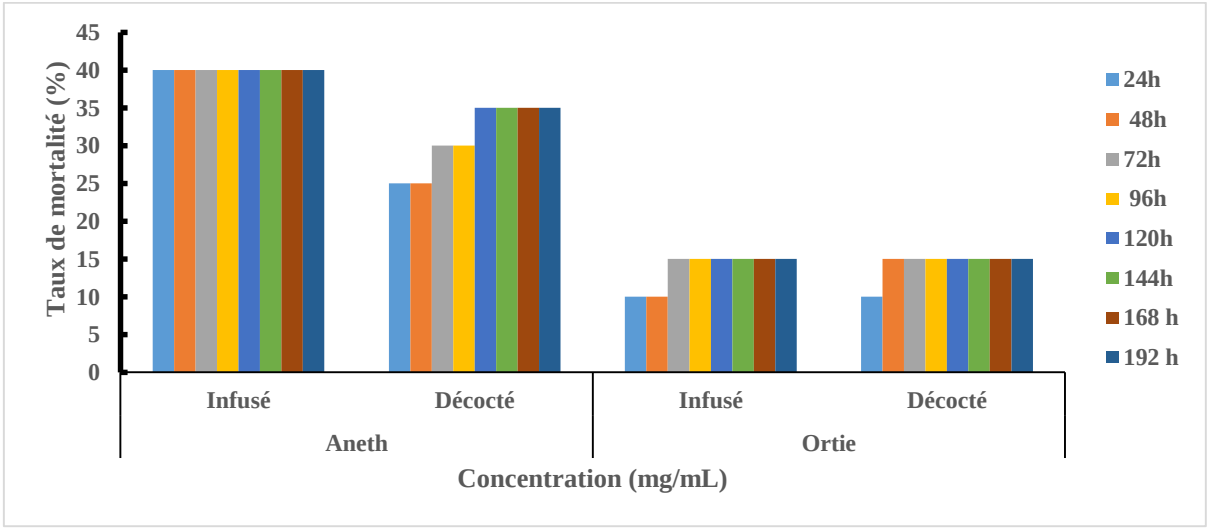


Figure 35 : Taux de mortalité des larves de *T. molitor* en présence des extraits d'aneth et d'ortie à une concentration 200 mg/mL.

L'effet larvicide le plus important est enregistré pour l'aneth par rapport à l'ortie. Concernant l'effet larvicide de des extraits aqueux d'*A. graveolens*, il s'affirme dès 24h d'exposition pour l'extrait d'infusé en atteignant directement son maximum égale à 40 %, tandis qu'il s'exprime graduellement en fonction du temps comparé à celui de décocté, 25 % à 24h jusqu'à un maximum de 35 % à 120h.

L'évaluation de l'activité larvicide des extraits aqueux d'*U. dioica* L. révèle une efficacité modérée et très proche entre les deux méthodes d'extraction aqueuse. A la concentration de 200 mg/mL, l'effet toxique de l'infusé d'*U. dioica* apparaît à 48h (10 % de mortalité) puis atteint son maximum de 15 % à partir de 72h, restant stable jusqu'à 192h. De plus, L'effet toxique de décocté d'*U. dioica* induit une cinétique d'action légèrement plus rapide à cette même dose, il apparaît à 24h (10 % de mortalité) puis atteint son maximum de 15 % à partir de 48h, restant stable jusqu'à 192h.

V.2. Discussion

L'étape la plus fondamentale du traitement et de la valorisation des matières premières végétales demeure l'extraction (Tzanova *et al*., 2020). Dans notre étude, l'extrait aqueux (décocté) de la partie aérienne d'*A. graveolens* a permis d'atteindre un rendement de 16 %. Cette valeur s'avère inférieure à celle rapportée par Ayık *et al*. (2025), qui ont enregistré un rendement d'extrait aqueux plus élevé, de l'ordre de 23,3 %, à partir de parties aériennes d'aneth récoltées dans la région de Konya en Turquie. Par ailleurs, notre extrait éthanolique de la partie aérienne d'aneth affiche un rendement de 9,1 %. Ce résultat est inférieur aux données de la littérature. En effet, Jadhav & Pawar. (2023) ont obtenu un rendement de 12,7 % pour l'extrait méthanolique de feuilles d'aneth, tandis que les travaux de Kesti Usta *et al*. (2025) mentionnent un rendement de 11,2 % pour l'extrait éthanolique issu des racines d'*A. graveolens*.

Le rendement d'extraction varie en fonction de l'espèce végétale, l'organe utilisé pour l'extraction, le stade de la plante, les conditions de séchage, la méthode d'extraction et à la nature du solvant utilisé au cours de l'extraction ou du fractionnement (Kemassi *et al*., 2019). En outre, La qualité d'un extrait et l'efficacité d'un procédé sont influencées par les conditions physico-chimiques, telles que la température et la durée d'extraction peuvent qui influencer ces rendements (Tzanova *et al*., 2020 ; Siouda *et al.*, 2022).

L'influence du solvant sur l'extraction des métabolites secondaires d'*U. dioica* est largement documentée (Omer & Mohammed, 2024 ; Timalsina *et al*., 2024). En effet, Omer et Mohammed. (2024) révèlent une corrélation entre la polarité du solvant et la teneur en composés bioactifs. Cette observation s'accorde avec nos données concernant les composés phénoliques totaux, pour lesquels le solvant alcoolique s'est avéré particulièrement efficace (24,67 ± 1,27 mg EAG/g). En revanche, elle diverge quant à l'aptitude de ce même solvant à extraire les flavonoïdes de l'ortie, puisque notre étude met en évidence un teneur supérieur de l'extrait aqueux lors de l'infusion. Une différence quantitative marquée est observée entre notre extrait éthanolique et les données de la littérature. Alors que notre extrait de la partie aérienne d'ortie affiche une teneur modeste en composés phénoliques, Timalsina *et al*. (2024) rapportent 115,71 (mg GAE/g d'extrait) pour l'extrait éthanolique de feuilles d'*U. dioica* . De même, Tola *et al*. (2025) obtiennent une teneur maximale de 302,2 (mg GAE/g d'extrait) avec un extrait hydroéthanolique à 80 %.

Cette forte teneur en flavonoïdes au sein de l'infusé d'ortie s'explique par le rôle prédominant de la température lors de l'extraction chez *U. dioica*, une explication mise en lumière par Tarasevičienė *et al*. (2023). Sur le plan biochimique, rappellent que le profil polyphénoliques des parties aériennes d'ortie est largement dominé par l'acide 2-O-caféoylmalique et l'acide chlorogénique, qui représentent jusqu'à 76,5 % des phénols totaux, ainsi que de la rutine, qui constitue le flavonoïde glycosidique majoritaire de la plante (Tarasevičienė *et al*., 2023). Globalement, ces différences renforcent l'idée que l'optimisation du solvant est essentielle pour maximiser la récupération des composés bioactifs d'*U. dioica.* **(**Omer & Mohammed, 2024).

Les analyses quantitatives des extraits d'*A. graveolens* révèlent une accumulation remarquable de métabolites secondaires au sein du décocté. Dans la littérature, il existe des études récentes examinant la teneur en composés phénoliques et flavonoïdes d'*A. graveolens* (Jadhav & Pawar, 2023 ; Hadi *et al*., 2024 ; Kesti Usta *et al.,* 2025 ; Ayik *et al.* 2026). L'analyse de ces teneurs a révélé une variabilité importante selon le solvant d'extraction et la méthode d'extraction utilisée, qui soulignent l'influence déterminante de ces deux paramètres. L'évaluation quantitative des composés phénoliques totaux de notre extrait infusé d'*A. graveolens* a révélé une teneur de 18,75 ± 1,36 mg EAG/g d'extrait**.** Cette valeur s'avère significativement inférieure à celle rapportée par Ramadan *et al*. (2013), dont l'infusion aqueuse

de fruits d'aneth affiche une concentration phénolique de 2040 ± 14,7 mg/L, soit un teneur équivalent à 68,00 mg EAG/g d'extrait**.**

Par ailleurs, l'extrait aqueux obtenu par fractionnement des parties aériennes étudié par Ayik *et al.* (2026) présente des teneurs de 98,52 ± 3,62 mg EAG/g d'extrait pour les phénols et de 27,69 ± 1,72 mg EQ/g d'extrait pour les flavonoïdes. Ces valeurs supérieures aux nôtres mettent en évidence l'intérêt des étapes de fractionnement, qui permettent de purifier et de concentrer les molécules cibles par rapport à un extrait brut obtenu par la décoction et l'infusion. À titre de comparaison, les études menées par Jadhav & Pawar. (2023) et Kesti Usta *et al.* (2025) qui focalisent leurs analyses sur les feuilles de l'aneth, ont observé une tendance inverse, où l'extrait éthanolique d'aneth était plus riche en composés phénolique que l'extrait aqueux. Ces différences s'expliquent par la variabilité des facteurs climatiques et géographique, les protocoles d'extraction, mais surtout par la spécificité des organes végétaux investigués. De plus, d'autres paramètres peuvent influencer le taux et la nature des composés phénoliques, notamment la taille des particules et le temps d'extraction (Arab *et al*., 2018).

La méthode au DPPH consiste à ajouter des antioxydants à la solution de DPPH. Au cours de la réaction, l'électron de valence célibataire de l'atome d'azote du radical DPPH est réduit par l'atome d'hydrogène d'une molécule d'antioxydant (Parcheta *et al*., 2021). L'étude de Singh *et al*. (2005) souligne que les espèces de la famille des *Apiaceae* présentent généralement une activité antioxydante supérieure à celle d'autres familles végétales. Dans la littérature des études examinant l'activité antioxydante de différents extraits des parties végétales d'*A. graveolens* provenant de différentes régions par des tests de piégeage des radicaux (Ramadan *et al*., 2013 ; Al-Oqail *et al.*, 2021 ; Basavegowda *et al*., 2022 ; Ayık *et al*., 2025; Baden, 2025 ; Belabas *et al*., 2025). Ces nombreux chercheurs ont confirmé le potentiel antioxydant d'*A. graveolens.*

Nos résultats concordent avec les observations d'Al-Oqail *et al.* (2021), qui ont mis en évidence un effet dose-dépendant de l'extrait méthanolique de graines d'*A. graveolens*, avec une capacité de piégeage du radical DPPH oscillant entre 25,45 et 81,16 % pour des concentrations allant de 50 à 1000 µg/mL. Bien que l'efficacité de cet extrait reste inférieure à celle de l'acide ascorbique, elle témoigne du pouvoir antioxydant de la plante. Testés dans cette même gamme de concentrations, nos extraits aqueux (infusé et décocté) ont révélé également de fortes

activités inhibitrices, atteignant respectivement des taux maximaux de 90,1 % et 89,25 %. À l'inverse, notre extrait éthanolique s'est avéré nettement moins actif, avec un pouvoir de piégeage marginal n'excédant pas 19,42 % à 1000 µg/mL.

Nos résultats s'alignent également avec ceux de Ramadan *et al*. (2013), dont l'infusion aqueuse préparée à partir des parties aériennes d'*A. graveolens* a présenté un fort pouvoir antioxydant, atteignant 89,7 % d'inhibition du DPPH à une concentration de 400 µg/mL. Cette performance est tout à fait comparable au taux maximal de 90,1 % obtenu dans notre étude pour l'infusé de ces mêmes parties végétales. Néanmoins, l'obtention de ce résultat dans notre étude nécessite une concentration plus élevée (1000 µg/mL). Cette différence de réactivité dose-réponse suggère une hétérogénéité éventuelle dans la distribution et l'abondance des molécules antioxydantes biosynthétisées par la plante. l'extrait méthanolique de graines d'Inde se distingue par une forte activité antioxydante caractérisée par une IC_{50} de 19 µg/mL (Basavegowda *et al*., 2022), celui des graines d'Arabie Saoudite affiche une valeur plus modérée de 225 µg/mL (Al-Oqail *et al.,* 2021).Notre extrait éthanolique de parties aériennes ne s'insère pas dans cet intervalle avec une valeur de 2679,55 µg/mL. Récemment, Belabas *et al*. (2025) ont démontré une remarquable capacité de piégeage des radicaux libres par DPPH associée à une forte activité anti-inflammatoire en utilisant un extrait éthanolique obtenu à partir des graines d'*A. graveolens*.

Au-delà de sa forte réactivité vis-à-vis du radical DPPH, les extraits d' *A. graveolens* a manifesté un potentiel de réduction ferrique particulièrement élevé. La capacité antioxydante réductrice ferrique est une méthode colorimétrique basée sur la réduction du complexe ferrique (Fe^{3+}) en une forme ferreuse colorée (Fe^{2+}) en présence d'un composé antioxydant. Une augmentation dépendante de la concentration du pouvoir réducteur a été observée pour les extraits de *A. graveolens* ainsi que pour l'acide ascorbique qui s'aligne avec les travaux de (Al-Oqail *et al*., 2021*).* Concernant le pouvoir réducteur, nos résultats s'alignent avec les données de la littérature sur *A. graveolens* (Oshaghi *et al*., 2016) pour les extraits hydroalcoolique, (Al-Oqail *et al*., 2021) pour les extraits méthanolique et (Isbilir, 2011 ; El Mansouri, 2016) pour les extraits aqueux.

L'analyse de la capacité réductrice met en évidence l'efficacité remarquable de nos extraits aqueux et éthanoliques de parties aériennes d'aneth. Ces observations sont pleinement

corroborées par les résultats d'Isbilir. (2011). Cet auteur a en effet démontré que les fractions les plus hydrophiles, à savoir l'infusion aqueuse et l'extrait éthanolique, généraient un pouvoir réducteur nettement supérieur à celui de la fraction acétonique. Testés sur une gamme de concentrations allant de 50 à 1000 µg/mL, le décocté ont affiché des valeurs d'absorbances progressant de 0,19 à 1,00. Ces résultats s'accordent avec les observations d'El Mansouri (2016), qui a démontré que le décocté aqueux de graines d'*A. graveolens* présentait également une importante capacité réductrice, quantifiée à 0,34 mM de Fe^{+2}.

L'extrait éthanolique testé dans notre étude a présenté des valeurs d'absorbances progressant de 0,31 à 1,22 pour une gamme de concentrations de 50 à 1000 µg/mL. Ces données sont comparables à celles d'Oshaghi *et al*. (2016), qui ont rapporté des valeurs comprises entre 0,78 et 2,39 pour un extrait hydroéthanolique de parties aériennes, évalué sur une gamme de six concentrations allant de 32 à 1000 µg/mL. Par ailleurs, Al-Oqail *et al*. (2021) ont mis en évidence des capacités réductrices oscillant entre 0,14 à 0,99 pour l'extrait méthanolique de graines d'aneth sur une gamme identique (50 à 1000 µg/mL). Cette convergence globale confirme la capacité des différents extraits d'aneth à agir efficacement comme donneurs d'électrons pour stabiliser les radicaux libres.

Dans la littérature des études examinant l'activité antioxydante d'extraits d'*U. dioica* provenant de différentes régions par des tests de piégeage des radicaux (Flórez *et al*., 2022 ; Omer & Mohammed, 2024 ;Timalsina *et al*., 2024 ; Alanbari *et al*., 2025 ; Dakli *et al*., 2025 : Rahimeen *et al*., 2025 ; Tola *et al*., 2025). Les résultats de notre étude révèlent un faible potentiel antioxydant pour l'ensemble des extraits testés. En effet, l'extrait éthanolique, le décocté et l'infusé ont enregistré des valeurs respectives d'IC_{50} particulièrement élevées. Ces données contrastent fortement avec la littérature scientifique.

À titre de comparaison, Omer & Mohammed. (2024) ont rapporté une excellente activité de piégeage du radical DPPH pour l'extrait éthanolique de feuilles d'*U. dioica*. De même, Timalsina *et al*. (2024) ont confirmé la performance de l'extrait éthanolique avec une IC_{50} de seulement 37,57 µg/mL. Enfin, les travaux de Khare *et al*. (2012) sur un extrait hydroalcoolique de la même plante ont mis en évidence une activité antioxydante notable, marquée par une IC_{50} de 88,33 ± 2,88 µg/mL. Les divergences notées entre nos observations et celles citées dans les publications scientifiques peuvent être dues à divers éléments, tels que le lieu d'origine des

plantes, les conditions climatiques, le degré de développement végétatif, la partie de la plante exploitée, ainsi que la technique d'analyse mise en œuvre pour la mesure de l'activité antioxydante (Jaiswal *et al.*, 2022).

Les polyphénols sont des composés végétaux importants qui confèrent un potentiel antioxydant (Ahmad *et al*., 2020). Cependant, les efficacités réelles des composés phénoliques varient selon plusieurs facteurs : sa concentration, la nature du produit à protéger, les effets de synergie avec d'autres molécules, et la présence des molécules antioxydantes puissantes (Gulcin & Alwasel, 2023). L'efficacité antioxydante des composés phénoliques des extraits est intrinsèquement liée à leurs caractéristiques structurales dépendant spécifiquement du nombre et de la position des groupements hydroxyle sur la molécule (Gutiérrez-del-Río *et al*., 2021 ; Parcheta *et al*., 2021 ; Shi *et al*., 2022 ; Kesti Usta *et al*., 2025) qui repose sur leur capacité à céder des atomes d'hydrogène aux radicaux libres. Plus précisément, leurs groupements hydroxyle agissent comme d'excellents donneurs d'hydrogène capables de cibler et de neutraliser les ROS, stoppant ainsi la cascade d'oxydation cellulaire (Shi *et al*., 2022).

Au-delà du piégeage direct, ces molécules manifestent des propriétés antioxydantes secondaires par la chélation des métaux de transition, ce qui inhibe les réactions de fenton responsables de la production de radicaux hydroxyle (Shi *et al*., 2022). Concernant l'ortie (*Urtica dioica*), Gülçin *et al*. (2023) ont mis en évidence une activité antioxydante modérée, principalement attribuée aux flavonoïdes. Ces résultats suggèrent que l'extrait d'infusé d'ortie présente des concentrations plus élevées en flavonoïdes que l'extrait éthanolique et décocté, ce qui indique son potentiel supérieur en tant que source d'antioxydants. L'extrait pourrait être plus efficace comme antioxydant naturel grâce à ses concentrations plus élevées de ces composés bioactifs.

Des études ont mis en évidence que les flavonoïdes sont responsables du potentiel antioxydant de diverses plantes médicinales (Ahmad *et al*., 2020). L'effet antioxydant des flavonoïdes est démontré par la *Scutellaria baicalensis* (*S. baicalensis)* utilisée dans la médecine traditionnelle chinoise et japonaise. Les principaux constituants de *S. baicalensis* sont des flavonoïdes : la baicaléine, la baicaline et la wogonine, utilisés comme antioxydants (Shi *et al*., 2022). La capacité antioxydante supérieure de la quercétine vis-à-vis des radicaux libres repose sur sa structure moléculaire, favorisée par le groupement hydroxyle libre en position C3.

Le retrait ou la substitution de ce groupement C3-OH, par un groupe méthyle ou glycosyle annule l'activité antioxydante de cette molécule (Parcheta *et al*., 2021). Ces résultats indiquent que la teneur en polyphénols totaux ne constitue pas à elle seule un indicateur fiable de l'activité antioxydante. Une caractérisation plus approfondie des composés phénoliques individuels ainsi que l'évaluation d'autres familles de métabolites bioactifs seraient nécessaires pour expliquer précisément les différences observées entre les extraits.

Plusieurs auteurs montrent que les plantes sont utilisées contre les ravageurs pour leurs effets répulsifs, de contact ou fumigeant (Kemassi, 2014). L'effet larvicide s'avère globalement dépendant de la dose, une tendance particulièrement marquée pour l'extrait d'infusé d'*A. graveolens.* L et celui de décocté d'*U. dioica*. L, un effet également mis en évidence par Kemassi *et al*. (2019).Nos résultats concernant l'activité insecticide d'*A. graveolens* corroborent les observations antérieures d'El Zayyat *et al*. (2015) qui a mis en évidence l'efficacité larvicide de l'extrait d'aneth contre *Culex pipiens* en tant qu'agent de biocontrôle écologique.

Les composés phénoliques et flavonoides sont responsables de l'activité larvicide en réduisant la durée de vie des insectes (Al-Massarani *et al*., 2019). Ceci montre que les groupes de composés chimiques des extraits étudiés sont responsables de l'activité larvicide mise en évidence dans cette étude. Selon (Arab *et al*., 2018), les métabolites secondaires riches en groupes fonctionnels provoquent le plus souvent des perturbations de la motricité naturelle de l'insecte. Ces composés agissent sur les récepteurs de l'acétylcholine dans le système nerveux et sur les canaux sodiques membranaires dans les nerfs (Ben Nasr *et al*., 2021).

Il convient de noter que la concentration létale 50 (DL_{50}) n'a pas pu être déterminée au cours de cette évaluation car les taux de mortalité enregistrés sur l'ensemble de la période d'étude sont demeurés inférieurs au seuil critique de 50 % et l'activité larvicide maximale obtenue lors de cette étude est 40 % pour l'extrait d'infusé d'aneth. À titre comparatif, l'étude menée par Kemassi *et al.* (2019) sur le pouvoir insecticide d'*Euphorbia guyoniana*, une espèce récoltée dans le sahara algérien, a mis en évidence le potentiel biocide remarquable de ses extraits aqueux vis-à-vis d'une espèce de la même famille de coléoptères (*Tribolium castaneum*). Dans leurs travaux, l'incorporation de l'extrait aqueux à une dose de 25 % dans l'alimentation a engendré DL_{50} de la population cible après 10 jours d'exposition. Cette importante divergence d'efficacité larvicide par rapport à nos résultats s'explique non seulement par les écarts entre les

doses expérimentales testées, mais également par la nature des métabolites secondaires spécifiques à chaque espèce végétale. Par conséquent, les données actuelles mettent en évidence le potentiel larvicide des extraits mais nécessitent des investigations quantitatives complémentaires.

Des effets sublétaux ont été observés chez les larves de *T. molitor*, notamment des modifications de la coloration corporelles et la réduction de la mobilité. Ces observations suggèrent une perturbation physiologique induite par les extraits végétaux, même avant d'apparition d'une mortalité élevée. Kemassi, (2014), rapporte que, des syndromes d'intoxication sévères sont observés chez les individus du criquet pèlerin nourris par des feuilles de chou traitées par les extraits aqueux et de d'*Euphorbia guyoniana* ; des pertes en eau plus importante sous forme de fèces liquides, une faible activité motrice et des difficultés et incapacités de muer sont observés. Ainsi, lorsqu'un insecte intoxiqué doit dépenser de l'énergie supplémentaire pour les processus de détoxification, les ressources disponibles pour les fonctions vitales, telles que la reproduction ou la croissance, sont réduites (Kemassi, 2014).

Conclusion

Conclusion

La protection des céréales stockées contre les ravageurs comme *Tenebrio molitor* est essentielle pour la sécurité alimentaire. Face aux risques des pesticides chimiques, cette étude évalue le potentiel d'alternatives naturelles : l'*Anethum graveolens* L et l'ortie l'*Urtica dioica* L. comme moyens de lutte biologique.

L'analyse quantitative montre que l'aneth est globalement plus riche en composés phénoliques totaux que l'ortie. Pour l'aneth, les teneurs décroissent selon la méthode d'extraction : décoction (40,05 ± 0,49 mg EAG/g), extrait éthanolique (23,92 ± 6,05 mg EAG/g) et infusion (18,75 ± 1,36 mg EAG/g). À l'inverse, l'ortie présente des concentrations inférieures, l'extrait éthanolique étant le plus riche (24,67 ± 1,27 mg EAG/g), suivi de la décoction (6,77 ± 0,07 mg EAG/g) et de l'infusion (4,41 ± 0,15 mg EAG/g).

Concernant les flavonoïdes totaux, l'aneth présente également une quantité importante, avec des teneurs décroissantes selon le mode d'extraction : décoction (21,33 ± 1,54 mg EQ/g d'extrait), extrait éthanolique (18,19 ± 2,70 mg EQ/g) et infusion (14,75 ± 0,18 mg EQ/g). À l'inverse, l'ortie affiche des valeurs particulièrement faibles qui ne dépassent pas 2,09 ± 0,04 mg EQ/g pour l'infusion, 1,16 ± 1,86 mg EQ/g pour l'extrait éthanolique et 0,41 ± 0,55 mg EQ/g pour la décoction.

L'évaluation de l'activité antioxydante des extraits d'aneth et d'ortie par les tests DPPH et du pouvoir réducteur a mis en évidence une activité dépendante de la dose pour l'ensemble des extraits étudiés. Les résultats du test DPPH et du pouvoir réducteur ont montré une capacité antioxydante supérieure des extraits d'aneth par rapport à ceux d'ortie. Parmi les différentes méthodes d'extraction, les extraits aqueux, particulièrement l'infusion, ont présenté les meilleures activités de piégeage du radical DPPH. En effet, l'infusé d'aneth a enregistré la meilleure activité, avec une IC_{50} de 178,38 µg/mL. Contrairement aux résultats du DPPH, l'extrait éthanolique d'aneth a montré la meilleure activité réductrice avec une IC_{50} de 177,27 µg/mL.

Les extraits de feuilles d'aneth et d'ortie ont été testés sur les larves de *Tenebrio molitor*, Les résultats de cette étude montrent que les extraits aqueux d'*Anethum graveolens* L. et d'*Urtica dioica* L. possèdent une activité larvicide contre les larves de *Tenebrio molitor*, contrairement aux extraits éthanoliques qui n'ont induit aucune mortalité. À la concentration

de 200 mg/mL, l'extrait aqueux d'*A. graveolens* s'est révélé le plus efficace, avec une mortalité maximale de 40 %, tandis que l'extrait d*'U. dioica* a présenté une activité larvicide plus faible.

À l'avenir, il serait intéressant de poursuivre cette étude en utilisant des concentrations plus élevées des extraits aqueux d'aneth et d'ortie, afin d'évaluer plus précisément l'effet larvicide et d'améliorer l'efficacité des extraits, ainsi que de déterminer la concentration optimale permettant d'obtenir la plus forte activité larvicide.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

Aati, H. Y., Perveen, S., Aati, S., Orfali, R., Alqahtani, J. H., Al-Taweel, A. M., Wanner, J., & Aati, A. Y. (2022). Headspace solid-phase microextraction method for extracting volatile constituents from the different parts of Saudi *Anethum graveolens* L. and their antimicrobial activity. Heliyon, 8(3), e09027.

Abrera, A. T., Abogado, R. P., Caasi-Lit, M. T., & Manalo, M. N. (2015). Insect anti-feedant and growth-inhibitory activities of a limonoid from seeds of dalanghita (*Citrus reticulata Blanco* cv. Ladu) against larvae of the Asian corn borer (*Ostrinia furnacalis* Guenée). Philippine Agricultural Scientist, 98(1), 7–14.

Adamaki-Sotiraki, C., Rumbos, C. I., & Athanassiou, C. G. (2025). From a stored-product pest to a promising protein source: A U-turn of human perspective for the yellow mealworm *Tenebrio molitor*. Journal of Pest Science, 98, 113–129.

Adamczyk-Szabela, D., & Wolf, W. M. (2024). The influence of copper and zinc on photosynthesis and phenolic levels in basil (*Ocimum basilicum* L.), borage (*Borago officinalis* L.), common nettle (*Urtica dioica* L.), and peppermint (*Mentha piperita* L.). International Journal of Molecular Sciences, 25(7), 3612.

Adamková, A., Kourimská, L., Borkovcová, M., Kulma, M., & Mlček, J. (2016). Nutritional values of edible Coleoptera (*Tenebrio molitor*, *Zophobas morio* and *Alphitobius diaperinus*) reared in the Czech Republic. Potravinarstvo, 10, 663–671.

Ahmad, M., Mohammad, N., Aziz, M. A., Alam, M. A., Hossain, M. S., Islam, M. R., & Uddin, M. G. (2020). Comparison of antioxidant role of methanol, acetone and water extracts of *Andrographis paniculata Nees*. Journal of Medicinal Plants Research, 14(8), 428–437.

Aldridge, J., Ekwall, A.-K. H., Mark, L., Bergström, B., Andersson, K., Gjertsson, I., Lundell, A. C., & Rudin, A. (2020). T helper cells in synovial fluid of patients with rheumatoid arthritis primarily have a Th1 and a CXCR3+ Th2 phenotype. Arthritis Research & Therapy, 22, 245.

Alimoddin, M., Jayakumari, S., Fatima, B., Hasan, N., Ali, S., Samie, F., Ali, M. S., Nair, R. S., & Ansari, M. T. (2024). Pharmacological applications of *Urtica dioica*: A comprehensive review of its traditional use and modern scientific evidence. Journal of Herbal Medicine, 48, 100935.

Almada-Taylor, G., Díaz-Rubio, L., Salazar-Aranda, R., Waksman de Torres, N., Uranga-Solis, C., Delgadillo-Rodríguez, J., Ramos, M. A., Padrón, J. M., Hernández-Martínez, R., & Córdova-Guerrero, I. (2018). Biological activities of extracts from aerial parts of *Salvia pachyphylla* Epling Ex Munz. Plants, *7*(4), 1055.

Al-Massarani, S., El-Shaibany, A., Tabanca, N., Ali, A., Estep, A. S., Becnel, J. J., Goger, F., Demirci, B., El-Gamal, A., & Baser, K. H. C. (2019). Assessment of selected Saudi and Yemeni plants for mosquitocidal activities against the yellow fever mosquito *Aedes aegypti*. Saudi Pharmaceutical Journal, 27(7), 930-938.

Al-Oqail, M. M., & Farshori, N. N. (2021). Antioxidant and anticancer efficacies of *Anethum graveolens* against human breast carcinoma cells through oxidative stress and caspase dependency. BioMed Research International, 2021, Article ID 5535570.

Altameme, H. J., Hameed, I. H., & Hamza, L. F. (2017). *Anethum graveolens*: Physicochemical properties, medicinal uses, antimicrobial effects, antioxidant effect, anti-inflammatory and analgesic effects: A review. International Journal of Pharmaceutical Quality Assurance, 8(3), 88–91.

Amari, S., Karbab, A., Arrar, L., & Charef, N. (2023). Fractionation, phytochemical screening and antioxidant activity of different sub-fractions from leaves and flowers of *Erica arborea* L. Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 11(4), 830–837.

Amari, S., Karbab, A., Charef, N., & Lekhmici, A. (2025). Antioxidant, antimicrobial activities and phytochemicals analysis of *Erica arborea* L. stems extracts. Research Journal of Pharmacy and Technology, *18*(2), 757–764.

Amer, A., & Mehlhorn, H. (2006). Repellency effect of forty-one essential oils against *Aedes*, *Anopheles*, and *Culex mosquitoes*. Parasitology Research, 99, 478–490.

Arab, K., Bouchenak, O., Yahiaoui, K., Laoufi, R., Benhabyles, N., & Bendifallah, L. (2018). Evaluation of the effect of the methanolic extract of black poplar (*Populus nigra* L.) on the black citrus aphid *Toxoptera aurantii* (Bois de Fonscolombe, 1841). Revue Agrobiologia, 8(2), 1086–1092.

Arnilva, M., Bunescu, H., Florian, V., Dragan, D., Rău, X., & Florian, T. (2026). Comparative Analysis of Wavelengths of Light Influence on *Tenebrio molitor* L. larval Growth and Development. Mitteilungen Klosterneuburg, 76(1).

Arnold, E., Benz, T., & Zapp, C. (2015). Inhibition of cytosolic phospholipase A2α (cPLA2α) by medicinal plants in relation to their phenolic content. Molecules, 20, 15033–15048.

Aryal, S., Baniya, M. K., Danekhu, K., Kunwar, P., Gurung, R., & Koirala, N. (2019). Total phenolic content, flavonoid content and antioxidant potential of wild vegetables from western Nepal. Plants, 8(4), 96.

Babich, O., Larina, V., Ivanova, S., et al. (2022). Phytotherapeutic approaches to the prevention of age-related changes and the extension of active longevity. Molecules, 27(7), 2276.

Basavegowda, J., Raveesha, K. A. R., & Amruthesh, K. N. (2022). Bioactivity and phytochemical studies of seed extracts of *Anethum graveolens* Linn. Letters in Applied NanoBioScience, 11, 3560–3572.

Bedn, A. A. (2025). Phytochemical analysis and antioxidant activity of flavonoids extracted from *Anethum graveolens* using GC-Mass and DPPH assay. Central Asian Journal of Medical and Natural Science, 6(3), 963–973.

Belabas, N. E. H., Guemmaz, T., Laroui, H., Douffa, Y., Azzi, N., Barkat, A., Saffidine, K., Zerargui, F., Righi, N., & Baghiani, A. (2025). Phytochemical characterization, antioxidant and anti-inflammatory properties of *Anethum graveolens* L. seeds' ethanolic extract: *In vitro* and *in vivo* studies. Journal of Ethnopharmacology, 352, 120205.

Ben Nasr, R., Baudelaire, E. D., Dicko, A., & El Ferchichi Ouarda, H. (2021). Phytochemicals, antioxidant attributes and larvicidal activity of *Mercurialis annua* L. (*Euphorbiaceae*) Leaf Extracts against *Tribolium confusum* (Du Val) Larvae (*Coleoptera*; T*enebrionidae*). Biology, 10(4), 344-355.

Benlembarek, K., Lograda, T., Ramdani, M., Figueredo, G., & Chalard, P. (2022). Chemical composition and biological activities of *Anethum graveolens* L. essential oil from Algeria. Journal of Essential Oil Bearing Plants, 25, 1–10.

Benserradj, Ouafa. (2014). Évaluation de *Metarhizium anisopliae* à titre d'agent de lutte biologique contre les larves de moustiques. Thèse de doctorat en sciences de la Nature et de la vie. Université Frères Mentouri - Constantine 1. 166p.

Bosly, H., & El-Banna, O. (2015). Isolation and identification of fungal growth on *Tribolium castaneum* in stored wheat flour. Journal of Entomology and Nematology, 7(2), 11–17.

Bounemeur, N. (2024). Évaluation de l'aléa des glissements de terrain et des risques associés dans la partie nord-est du bassin de Mila : Une approche par SIG (Thèse de doctorat, Université Mohammed Seddik Benyahia – Jijel). 100 p.

Bujor, O. C. (2016). Extraction, identification and antioxidant activity of the phenolic secondary metabolites isolated from the leaves, stems and fruits of two shrubs of the Ericaceae *family* (Doctoral dissertation). Technical University of Iași, Faculty of Chemical Engineering and Environmental Protection, Romania.

Chaabane, F. Z., Lamine, S., Guettouche, M. S., Bachari, N. E. I., & Hallal, N. (2024). Landslide Risk Assessments through Multicriteria Analysis. ISPRS International Journal of Geo-Information, 13(9), 303

Chaachouay, N., Zidane, L. (2024). Plant-derived natural products: A source for drug discovery and development. Drugs and Drug Candidates, 3, 184–207.

Chahal, K. K., Monika, Kataria, D., & Singh, R. (2016). Antifungal potential of dill seed essential oil and its constituents. Indian Journal of Ecology, 43(Special Issue 2), 903–906.

Chahal, K. K., Monika, Kumar, A., Bhardwaj, U., & Kaur, R. (2017). Chemistry and biological activities of *Anethum graveolens* L. (dill) essential oil: A review. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 6(2), 295–306.

Chaubey, M. K. (2021). Insecticidal activities of *Anethum graveolens* L. and Illicium verum Hook. f. essential oils against *Sitophilus zeamais* Motschulsky. Revista de Ciencias Agrícolas, 38(1), 38–49.

Chehri, A., Yarani, R., Yousefi, Z., et al. (2022). Anti-diabetic potential of *Urtica dioica*: Current knowledge and future direction. Journal of Diabetes & Metabolic Disorders, 21(1), 931–940.

Chira, A., & Lorenzetti, S. (2025). Modulatory effects of *Urtica dioica* on neurodegenerative diseases: unveiling the latest findings and applications related to neuroinflammation, oxidative stress, and cognitive dysfunction. Antioxidants, *14*(7), 854.

Civolani, S., Bariselli, M., Osti, R., & Bernacchia, G. (2025). Insect pest control from chemical to biotechnological approach: Constraints and challenges. Insects, 16(528).

Díaz Luis, J., Menéndez Cepero, S., Machado Cano, M. J., Fariñas Rodríguez, L., & Roque Morgado, M. (2021). Protective effect of rectal ozone therapy against oxidative stress in immunoglobulin A deficiency. Journal of Ozone Therapy, 5(6), 34–47.

Djidel, A., Daghbouche, S., Benrima, A., & Djazouli, Z.-E. (2018). Évaluation de l'activité insecticide de l'extrait aqueux brut de la Fabacée *Cytisus triflorus* L'Her à l'égard de *Tribolium* castaneum (Herbst, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae). Revue Agrobiologia, 8(2), 1093–1102.

Dogan, A., Dönmez, F., & Battal, A. (2022). *Urtica dioica* L. In F. T. Gürağaç Dereli et al. Novel drug targets with traditional herbal medicines. Springer Nature Switzerland AG, 553-563.

Đurović, S., Kojić, I., Radić, D., et al. (2024). Chemical constituents of stinging nettle (*Urtica dioica* L.): A comprehensive review on phenolic and polyphenolic compounds and their bioactivity. International Journal of Molecular Sciences, 25(6), 3430.

Ebadollahi, A., Ganbalani, G. N., Hoseini, S. A., & Sadeghi, G. R. (2012). Insecticidal activity of essential oils of five aromatic plants against *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Bruchidae) under laboratory conditions. Journal of Essential Oil Bearing Plants, 15(2), 256–262.

El Mansouri, L., Bousta, D., Balouiri, M., Ouedrhiri, W., & Elyoubi-El Hamsas, A. (2016). Antioxidant activity of aqueous seed extract of *Anethum graveolens* L. International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research, 7(3), 1219–1223.

El Zayyat, E.A., Soliman, M.I., Elleboudy, N.A., Ofaa, S.E. (2015). Bioefficacy of some egyptian aromatic plants on *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae) adults and larvae. J Egypt Soc Parasitol, 45(3), 597-60.

Errico, S., Dimatteo, S., Moliterni, S., Baldacchino, F. (2021). Effects of long-lasting cold storage on *Tenebrio molitor* larvae (Coleoptera: Tenebrionidae). J Insects Food Feed. 7, 1111–1116.

FAO, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. (2016). Situation alimentaire mondiale : Bulletin de la FAO sur l'offre et la demande de céréales.

Fedorovska, M., Yarema, I., Polovko, N., & Ivanchuk, I. (2021). Substantiation of technological parameters of the oil extract obtained from *Urtica dioica* roots based on the yield determination of phytosterols using capillary gas chromatography method. ScienceRise: Pharmaceutical Science, 6(34), 27–36.

Feng, S. (2018). *Tenebrio molitor* L., entomophagy and processing into ready to use therapeutic ingredients: A review. Journal of Nutritional Health & Food Engineering, 8(3), 280–285.

Flores-Ocelotl, M. R., Rosas-Murrieta, N. H., Moreno, D. A., Vallejo-Ruiz, V., Reyes-Leyva, J., Domínguez, F., et al. (2018). Taraxacum officinale and *Urtica dioica* extracts inhibit dengue virus serotype 2 replication in vitro. BMC Complementary and Alternative Medicine, 18(1), 95.

Gaamoune, S., & Nouioua, W. (2025). In-vitro antioxidant activity valorisation of flavonoids crude extract of *Anethum graveolens* L. AGBIR, 41(2), 1–3.

Gharib, N. M. K., Mard, S. A., & Farboud, Y. (2005). Effect of *Anethum graveolens* fruit extract on rat uterus contractions. Iranian Journal of Basic Medical Sciences, 8, 263–270.

Gkinali, A A., Matsakidou, A., Vasileiou, E., Paraskevopoulou, A. (2022). Potentiality of *Tenebrio molitor* Larva-based ingredients for the food industry: A Review. Trends Food SciTechnol. 119, 495–507.

Gopalan, N., Shuaib, A. S., & Mohd Sani, M. S. (2022). Free radicals and their impact on health and antioxidant defenses. Journal of Radiation Research and Applied Sciences, 15(4), 100424.

Gulcin, İ., & Alwasel, S. H. (2023). DPPH radical scavenging assay. Processes, 11(8), 2248.

Gunalan, G., Rathinamala, R., & Kumar, A. R. (2020). Gas chromatography-mass spectroscopy fingerprinting and in silico molecular docking analysis of secondary metabolites from *Anethum graveolens* L. seeds for anti-inflammatory activity. Drug Invention Today, 14(8), 1217-1224.

Gutiérrez-del-Río, I., López-Ibáñez, S., Magadán-Corpas, P., Fernández-Calleja, L., Pérez-Valero, Á., Tuñón-Granda, M., Miguélez, E. M., Villar, C. J., & Lombó, F. (2021). Terpenoids and polyphenols as natural antioxidant agents in food preservation. Antioxidants, 10(8), 1264.

Hadi, N., Drioiche, A., Bouchra, E. M., Baammi, S., Shahat, A. A., Tagnaout, I., Radi, M., Remok, F., Bouzoubaa, A., & Zair, T. (2024). Phytochemical analysis and evaluation of antioxidant and antimicrobial properties of essential oils and seed extracts of *Anethum graveolens* from southern Morocco: In vitro and in silico approach for a natural alternative to synthetic preservatives. Pharmaceuticals, 17, 862.

Haidari, F., Zakerkish, M., Borazjani, F., Ahmadi Angali, K., & Amoochi Foroushani, G. (2020). The effects of *Anethum graveolens* (dill) powder supplementation on clinical and metabolic status in patients with type 2 diabetes. Trials, 21,483.

Hlatshwayo, S., Thembane, N., Krishna, S. B. N., Gqaleni, N., & Ngcobo, M. (2025). Extraction and processing of bioactive phytoconstituents from widely used South African medicinal plants for the preparation of effective traditional herbal medicine products: A narrative review. Plants, 14(2), 206.

Hosseinzadeh, H., Karimi, G. R., & Ameri, M. (2002). Effects of *Anethum graveolens* L. seed extracts on experimental gastric irritation models in mice. BMC Pharmacology, 2, 1–5.

Hussein, A. H., Said-Al Ahl, A. M., Atef, M. S., Abou, D. M., AbouZeid, N., Mohamed, S. A., et al. (2015). Essential oils of *Anethum graveolens* L. Chemical composition and their

antimicrobial activities at vegetative, flowering and fruiting stages of development. International Journal of Plant Science and Ecology, 1(3), 98–102.

Isbilir, S. S., & Sagiroglu, A. (2011). Antioxidant potential of different dill (*Anethum graveolens* L.) leaf extracts. International Journal of Food Properties, 14(4), 894–902.

Jadhav, V. K. & Pawar, S. S. (2023a). Analyse qualitative et quantitative des feuilles d'*Anethum graveolens* L. dans divers extraits. Adv. Zool. Bot. 11 (5), 392–398

Jadhav, V. K., & Pawar, S. S. (2023b). Qualitative and quantitative analysis of *Anethum graveolens* L. leaves in various extracts. Advances in Zoology and Botany, 11(5), 392–398.

Jaiswal, V., & Lee, H.-J. (2022). Antioxidant activity of *Urtica dioica*: An important property contributing to multiple biological activities. Antioxidants, 11(12), 2494.

Jin, X., Heo, P. S., Hong, J. S., Kim, N. J., & Kim, Y. Y. (2016). Supplementation of dried mealworm (*Tenebrio molitor* larva) on growth performance, nutrient digestibility and blood profiles in weaning pigs. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 29(7), 979–986.

Joshi, B. C., Mukhija, M., & Kalia, A. N. (2014). Pharmacognostical review of *Urtica dioica* L. International Journal of Green Pharmacy, 8(4), 201–209.

Karbab, A., Charef, N., Amari, S., Jaber, A., Siedat, A., Sanabrah, A., & Derese, S. (2025). Liquid chromatography–mass spectrometry phytochemical analysis, antioxidant, anti inflammatory and analgesic efficacy of *Origanum majorana* L. aerial part extracts collected from North-Eastern of Algeria. Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad del Zulia, *35*, e35674.

Karbab, A., Charef, N., Wardana, A. P., Abdjan, M. I., Shakya, A. K., & Aminah, N. S. (2026). Antidiabetic, antioxidant, and anti-inflammatory activities of *Paronychia capitata* L. and *Paronychia argentea* L. from Algerian medicinal plants and identification of its bioactive compounds by LC-MS/MS phytochemical analysis. Kuwait Journal of Science, *53*(1), 100509.

Karbab, A., Mokhnache, K., Ouhida, S., Charef, N., Djabi, F., Arrar, L., & Mubarak, M. S. (2020). Antiinflammatory, analgesic activity, and toxicity of Pituranthos scoparius stem extract: An ethnopharmacological study in rat and mouse models. Journal of Ethnopharmacology, 258, 112936.

Kavallieratos, N. G., & Boukouvala, M. C. (2019). Efficacy of pirimiphos-methyl, deltamethrin, spinosad and Silico Sec against adults and larvae of *Tenebrio molitor* L. on wheat, barley and maize. Journal of Stored Products Research, 83, 161–167.

Kemassi, A. (2014). Activité biologique et effet insecticide de quelques extraits de plantes spontanées du sahara septentrional algérien sur les insectes ravageurs. Thèse de doctorat en sciences biologiques, Ecologie saharienne et environnement. Université Kasdi Merbah - Ouargla.

Kemassi, A., Herouini, A., Hadj, S. A., Cherif, R., & Ould Elhadj, M. D. (2019). Effet insecticide des extraits aqueux d'*Euphorbia guyoniana* (Euphorbiaceae) récoltée dans Oued Sebseb (Sahara Algérien) sur le *Tribolium castaneum*. Lebanese Science Journal, 20(1), 55-70.

Kesti Usta, S., Yalçın, E., & Çavuşoğlu, K. (2023). Bioactivity profile of *Anethum graveolens* extract. Polish Journal of Food and Nutrition Sciences, 73(2), 151–162.

Khare, V., Kushwaha, P., Verma, S., Gupta, A., Srivastava, S., & Rawat, A. K. S. (2012). Pharmacognostic evaluation and antioxidant activity of *Urtica dioica* L. Chinese Medicine, 3(3), 128–135.

Koppula, S., & Choi, D. K. (2011). *Anethum graveolens* Linn. (Umbelliferae) extract attenuates stress-induced urinary biochemical changes and improves cognition in scopolamine induced amnesic rats. Tropical Journal of Pharmaceutical Research, 10(1), 47–54.

Kowalska, G., Baj, T., Kowalski, R., & Szymańska, J. (2021). Optimization of glycerol–water extraction of selected bioactive compounds from peppermint and common nettle. Antioxidants, 10(5), 817.

Krajewska, A., & Mietlińska, K. (2022). Determining the parameters of the stinging nettle (*Urtica dioica* L.) hydrolate distillation process. Molecules, 27(12), 3912.

Krystofova, O., Adam, V., Babula, P., Zehnalek, J., Beklova, M., Havel, L., & Kizek, R. (2010). Effects of various doses of selenite on stinging nettle (*Urtica dioica* L.). International Journal of Environmental Research and Public Health, 7(10), 3804–3815.

Lazurska, V., & Brygadyrenko, V. (2024). Effects of organic xenobiotics on *Tenebrio molitor* larvae and their parasite *Gregarina polymorpha*. Biology, 13(7), 513.

Li, W., Li, J., Wang, J., He, Y., Hu, Y., Wu, D. T., & Zou, L. (2022). Effects of various degrees of esterification on antioxidant and immunostimulatory activities of okra pectic polysaccharides. Frontiers in Nutrition, 9, 1025897.

Lienhard, A., Rehorska, R., Pöllinger-Zierler, B., Mayer, C., Grasser, M., & Berner, S. (2023). Future proteins: Sustainable diets for *Tenebrio molitor* rearing composed of food by-products. Foods, 12, 4092.

Lima, J. S. de, Pittaluga, M. L., Lovatto, N. de M., Veiverberg, C. A., Borille, R., & Lazzari, R. (2021). Mealworm (*Tenebrio molitor*) potential in fish nutrition: A review. Research, Society and Development, 10(16), e269101623229.

Madani, H., Mahmoodabady, N. A., & Vahdati, A. (2005). Effects of hydroalcoholic extract of *Anethum graveolens* (dill) on plasma glucose and lipid levels in diabetes-induced rats. Iranian Journal of Diabetes and Metabolism, 5(2), 109–116.

Mahdavian, M., Golmakani, N., Mansoori, H., & Afzalaghaee, M. (2001). An investigation of effectiveness of oral dill extracts on *postpartum hemorrhage*. The Iranian Journal of Obstetrics, Gynecology and Infertility, 4, 26–29.

Martins, N., Barros, L., Santos-Buelga, C., Silva, S., Henriques, M., & Ferreira, I. C. F. R. (2015). Decoction, infusion and hydroalcoholic extract of cultivated thyme: Antioxidant and antibacterial activities, and phenolic characterisation. Food Chemistry, 167, 131–137.

Mohammed, F. A., Razvi, S. S., Abdul, W. M., Mohammed, K., Hakeem, K. R., Banaganapalli, B., Shaik, N. A., & Elkady, A. I.. (2019). Protective role of medicinal herb *Anethum graveolens* (dill) against various human diseases and metabolic disorders. In K. R. Hakeem & B. Banaganapalli (Eds.), Plant and Human Health (Vol. 3, pp. 181–194).

Monsefi, M., Ghasemi, M., & Bahaoddini, A. (2006). The effects of *Anethum graveolens* L. on female reproductive system. Phytotherapy Research, 20(10), 865–868.

Morales-Ramos, J. A., & Rojas, M. G. (2015). Effect of larval density on food utilization efficiency of *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). Journal of Economic Entomology, 108(5), 2259–2267.

Muñoz-Seijas, N., Fernandes, H., López-Periago, J. E., Outeiriño, D., Morán-Aguilar, M. G., Domínguez, J. M., & Salgado, J. M. (2024). Characterization of all life stages of *Tenebrio molitor*: Envisioning innovative applications for this edible insect. Future Foods, 10, 100404.

Naseri, G. M. K., & Heidari, A. (2007). Antispasmodic effect of *Anethum graveolens* fruit extract on rat ileum. International Journal of Pharmacology, 3(3), 260–264.

Obranović, M., Balbino, S., Repajić, M., Robić, K., Ritoša, E., & Dragović-Uzelac, V. (2023). Wild nettle (*Urtica dioica* L.) root: Composition of phytosterols and pentacyclic triterpenes upon habitat diversity. Food Chemistry Advances, 2, 100262.

Oh, E., Kang, Y., Cho, I., Koh, J., Park, W. J., & Kim, Y. (2024). Anti-inflammatory and anti-hyperglycemia effects of mealworm (*Tenebrio molitor* larvae) protein extracted by four methods: alkali, salt, enzyme, and screw press. Journal of Food Science, 89(9), 5280–5292.

Omar, M., Abdelhamid, A. M., Atea, M. A., Abdo, A. M., Fathy, M. M., & Maged, M. (2026). *Tenebrio molitor* as a sustainable source of proteins and bioactive peptides: extraction techniques, functional properties, and applications. European Food Research and Technology, *252*.

Omer, G. A., & Mohammed, L. Y. (2024). Total phenolic, flavonoids and vitamin C contents with antioxidant activity of *Urtica dioica* L. leaves growing in Zakho, Kurdistan Region-Iraq. Baghdad Science Journal, 21(5), 1592–1608.

Orhan, İ. E., Şenol, F. S., Öztürk, N., Çelik, S. A., Pulur, A., & Kan, Y. (2013). Phytochemical contents, enzyme inhibitory, and antioxidant properties of *Anethum graveolens* L. (dill) samples cultivated under organic and conventional agricultural conditions. Food and Chemical Toxicology, 59, 96–103.

Oshaghi, E. A., Khodadadi, I., Tavilani, H., & Goodarzi, M. T. (2016). Aqueous extract of *Anethum graveolens* L. has potential antioxidant and antiglycation effects. Iranian Journal of Medical Sciences, 41(4), 328–333.

Othman, L., Sleiman, A., & Abdel-Massih, R. M. (2019). Antimicrobial activity of polyphenols and alkaloids in middle eastern plants. Frontiers in Microbiology, 10, Article 911.

Panda, S. (2008). The effect of *Anethum graveolens* L. (dill) on corticosteroid-induced diabetes mellitus: Involvement of thyroid hormones. Phytotherapy Research, 22(12), 1695–169X.

Parcheta, M., Świsłocka, R., Orzechowska, S., Akimowicz, M., Choińska, R., & Lewandowski, W. (2021). Recent developments in effective antioxidants: The structure and antioxidant properties. Materials, 14(8), 1984

Park, J. B., Choi, W. H., Kim, S. H., Jin, H. J., Han, Y. S., Lee, Y. S., & Kim, N. J. (2014). Developmental characteristics of *Tenebrio molitor* larvae (Coleoptera: Tenebrionidae) in different instars. International Journal of Industrial Entomology, 28(1), 5–9.

Patil, S. B. (2025). A comprehensive insight into *Anethum graveolens* composition and its medicinal potency. International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research, 16(3), 609-614.

Pavunraj, M., Baskar, K., Paulkumar, K., Janarthanan, S., & Rajendran, P. (2016). Antifeedant activity of crude extracts and fractions isolated from *Catharanthus roseus* leaf against spotted bollworm, Earias vittella. Phytoparasitica, 44(3), 419–422.

Peer, L. A. (2020). Phytochemistry, biological activity and medicinal importance of *Urtica dioica*: A review. International Journal of Botany Studies, 5(6), 442–448.

Pehlivan, M., Mohammed, F. S., Şabik, A. E., Kına, E., Dogan, M., Yumrutaş, Ö., & Sevindik, M. (2021). Some biological activities of ethanol extract of *Marrubium globosum*. Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 9(6), 1129–1132.

Pharm, T. T. H., Nguyen, T. B. T., Nguyen, T. N. T., & Vo, H. K. (2020). Total phenolic, total flavonoid contents and antioxidant potential of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in Vietnam. AIMS Agriculture and Food, 5(4), 635–648.

Phuyal, N., Jha, P. K., Raturi, P. P., & Rajbhandary, S. (2020). Total phenolic, flavonoid contents, and antioxidant activities of fruit, seed, and bark extracts of *Zanthoxylum armatum*. The Scientific World Journal, 2020, 5697508.

Platzer, M., Kiese, S., Herfellner, T., Schweiggert-Weisz, U., Miesbauer, O., & Eisner, P. (2021). Common trends and differences in antioxidant activity analysis of phenolic substances using single electron transfer based assays. Molecules, 26(5), 1244.

Radulescu, V., Popescu, M. L., & Ilies, D. (2010). Chemical composition of the volatile oil from different plant parts of *Anethum graveolens L*. (Umbelliferae) cultivated in Romania. Farmacia, 58(5), 594–600.

Radwan, M.A., Maggiolino, A., Hassanien, H.A.M., Palo, P.D., El-Kassas, N.E.M., Abbas, H.S., Salem, A.Z.M. (2023). Dietary utilization of mealworm frass in rabbit feeding regimes and its effect on growth, carcass characteristics, and meat quality. Frontiers in Veterinary Science, 10, 1069447.

Rahal El Kahkahi, R., Moustaine, M., & Zouhair, R. (2025). *Urtica dioica* L.: A comprehensive review of its phytochemical composition and pharmacological properties. Medical and Pharmaceutical Journal, 121.

Ramadan, M. M., Abd-Algader, N. N., El-kamali, H. H., Ghanem, K. Z., & Farrag, A. R. H. (2013). Volatile compounds and antioxidant activity of the aromatic herb *Anethum graveolens*. Journal of The Arab Society for Medical Research, 8(2), 79–88.

Rathour, M., Sharma, P., Sharma, N., Singh, S., & Chamoli, N. (2026). A comprehensive review on biochemical composition of *Urtica dioica* L. and its applications to improve health benefits. Food Materials Research, 6, e00.

Rezaee-Asl, M., Bakhtiarian, A., Nikoui, V., Sabour, M., Ostadhadi, S., & Yadavar-Nikravesh, M. S. (2013). Antinociceptive properties of hydroalcoholic extracts of *Anethum graveolens* L. (dill) seed and aerial parts in mice. Clinical and Experimental Pharmacology, 3(2), 100–122.

Riaz, M., Khalid, R., Afzal, M., Anjum, F., Fatima, H., Zia, S., Rasool, G., Egbuna, C., Mtewa, A. G., Uche, C. Z., & Aslam, M. A. (2023). Phytobioactive compounds as therapeutic agents for human diseases: A review. Food Science & Nutrition, *11*(6), 2500–2529.

Ribeiro, N., Abelho, M., & Costa, R. (2018). A review of the scientific literature for optimal conditions for mass rearing *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). Journal of Entomological Science, 53(4), 434–454.

Ruangamnart, A., Buranaphalin, S., Temsiririrkkul, R., Chuakul, W., & Pratuangdejkul, J. (2015). Chemical compositions and antibacterial activity of essential oil from dill fruits (*Anethum graveolens* L.) cultivated in Thailand. Mahidol University Journal of Pharmaceutical Sciences, 42(3), 135–143.

Saji, A., Sajid, M. E. K., Ashif, M., Junaidh, M. K., & Kumar, M. (2022). A review on *Anethum graveolens*: Its role in human life. The Pharma Innovation Journal, 11(7), 332–336.

Selaledi, L., Mbajiorgu, C.A., Mabelebele M. (2020). The use of yellow mealworm (*T. molitor*) as alternative source of protein in poultry diets: A review. Trop Anim Health Prod. 52, 7–16.

Selamoglu, Z., Sevindik, M., Bal, C., Ozaltun, B., Sen, I., & Pasdaran, A. (2020). Antioxidant, antimicrobial and DNA protection activities of phenolic content of *Tricholoma virgatum* (Fr.) P.Kumm. Biointerface Research in Applied Chemistry, 10(3), 5500–5506.

Shekhawat, G., & Jana, S. (2010). Anethum graveolens: An Indian traditional medicinal herb and spice. Pharmacognosy Reviews, 4, 179–184.

Shi, L., Zhao, W., Yang, Z., Subbiah, V., & Suleria, H. A. R. (2022). Extraction and characterization of phenolic compounds and their potential antioxidant activities. *Environmental Science and Pollution Research*, *29*(54), 81112–81129

Siddeeg, A., Al Kehayez, N. M., Abu-Hiamed, H. A., Al-Sanea, E. A., & Al-Farga, A. M. (2021). Mode of action and determination of antioxidant activity in the dietary sources: An overview. Saudi Journal of Biological Sciences, 28(3), 1633–1644.

Siemianowska, E., Kosewska, A., Aljewicz, M., Skibniewska, K. A., Polak-Juszczak, L., Jarocki, A., & Jędras, M. (2013). Larvae of mealworm (*Tenebrio molitor* L.) as European novel food. Agricultural Sciences, 4, 287–291.

Singh, G., Kapoor, I. P. S., Singh, P., de Heluani, C. S., de Lampasona, M. P., & Catalan, C. A. (2005). Characterization, antimicrobial and antioxidant potentials of essential oils and oleoresins from seeds of *Anethum graveolens* L. and *Foeniculum vulgare* Mill. Journal of Food Safety, 25(3), 220-234.

Siouda, W., Sehari, N. H., Slama, K., Kirouani, A., & Abdennour, C. (2022). Total phenolic, flavonoid and tannin contents and antioxidant activities of extracts of *Urtica dioica* L. by different extraction techniques. Natural Resources and Sustainable Development, 12(1).

Sparks, T. C. (2013). Insecticide discovery: An evaluation and analysis. Pesticide Biochemistry and Physiology, 107, 8–17.

Subba, S., & Pradhan, K. (2022). A comprehensive review on common plants with remarkable medicinal properties: *Urtica dioica*. Journal of Medicinal Plants Studies, 10(6), 87–91.

Taheri, Y., Quispe, C., Herrera-Bravo, J., Sharifi-Rad, J., Ezzat, S. M., Merghany, R. M., Shaheen, S., Azmi, L., Mishra, A. P., Sener, B., Kılıç, M., Sen, S., Acharya, K., Nasiri, A., Cruz-Martins, N., Tsouh Fokou, P. V., Ydyrys, A., Bassygarayev, Z., Durna Daştan, S., Alshehri, M. M., Calina, D., & Cho, W. C. (2022). *Urtica dioica*-derived phytochemicals for pharmacological and therapeutic applications. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 2022, 4024331.

Talreja, S. B., Shrirao, A. V., Mohale, D. S., Kochar, N. I., & Chandewar, A. V. (2025). The pharmacological potential of *Anethum graveolens*: A review of therapeutic applications. International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology, 5(5), 366.

Tarasevičienė, Ž., Vitkauskaitė, J., Paulauskienė, A., & Černiauskienė, J. (2023). Relationships between total phenolic, flavonoid contents, and antioxidant activity of stinging nettle (*Urtica dioica* L.) leaves. Agriculture, 13(2), 341.

Timalsina, J., Bhattarai, S., & Shrestha, S. (2024). Formulation and evaluation of herbal antioxidant tablets of *Urtica dioica* extract. Journal of Nepal Chemical Society, 44(1), 122–134.

Tola, D. M., Tola, Y. B., Smetanska, I., & Ozmutlu, O. (2025). Influence of species, source of origin and maturity stages on nutritional composition, bioactive compounds and antioxidant potentials of underutilized nettle (*Urtica* spp.) leaf. Journal of Agriculture and Food Research, 22, 102154.

Turfan, N. (2021). Variation of minerals content and some bioactive compounds in some wild and cultivated edible plants grown naturally in Kastamonu region. Journal of the Institute of Science and Technology, 11(4), 2506–2517.

Tzanova, M., Atanasov, V., Yaneva, Z., Ivanova, D., & Dinev, T. (2020). Selectivity of current extraction techniques for flavonoids from plant materials. *Processes*, *8*(10), Article 1222.

Usta, S., Yalçın, E., & Çavuçoğlu, K. (2025). Synergistic and antagonistic contributions of main components to the bioactivity profile of *Anethum graveolens* extract. Scientific Reports, 15(1), 17297.

Velioglu YS, Mazza G, Gao L, Oomah BD. Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables and grain products. Journal of Agricultural Food Chemistry. 1998; 46(10):4113-4117.

Verardi, A., Sangiorgio, P., Della Mura, B., Moliterni, S., Spagnoletta, A., Dimatteo, S., Bassi, D., Cortimiglia, C., Rebuzzi, R., Palazzo, S. (2025) *Tenebrio molitor* Frass: A Cutting-edge biofertilizer for sustainable agriculture and advanced adsorbent precursor for environmental remediation. Agronomy, 15, 758.

Vico, G. D., Guida, V., Carella, F., & al. (2018). *Urtica dioica* (stinging nettle): A neglected plant with emerging growth promoter/immunostimulant properties or armed fish. Frontiers in Physiology, 9, 285.

Yang, S. S., Brandon, A. M., Flanagan, J. C. A., Yang, J., Ning, D., Cai, S. Y., & Ren, N. Q. (2018). Biodegradation of polystyrene wastes in yellow mealworms (larvae of *Tenebrio molitor* Linnaeus): Factors affecting biodegradation rates and the ability of polystyrene-fed larvae to complete their life cycle. Chemosphere, 191, 979–989.

Zagami, S. E., Golmakani, N., Kabirian, M., & Shakeri, M. T. (2012). Effect of dill (*Anethum graveolens* Linn.) seed on uterus contractions pattern in active phase of labor. Indian Journal of Traditional Knowledge, 11(4), 602–606.