

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE DES SCIENCES  
DEPARTEMENT DES SCIENCES  
DE LA NATURE ET DE LA VIE  
N°:



Domaine : Science de la Vie et la  
Nature  
Filière : Biotechnologie  
Option : Biotechnologie Végétal

Mémoire présenté pour l'obtention  
Du diplôme de Master Académique  
Réaliser par :

- DJOUHRI Nadine
- SOUADIA Khawla

Sous le thème :

Activités biologiques des extraits actifs  
d'une plante médicinale algérienne  
(*Cachrys sicula* L.)

➤ Soutenu le Mercredi 12/06 à 09 :00 devant le jury composé de :

Pr. <b>Bendif Hamdi</b>	Professeur	Université Mohamed Boudiaf- M'sila	Président
Dr. <b>Khalifa Hanane</b>	MCA	Université Mohamed Boudiaf - M'sila	Rapporteur
Dr. <b>ADOUI Nabila</b>	MCB	Université Mohamed Boudiaf -M'sila	Examinatrice

Année Universitaire : 2023/2024

## ***DEDICACE***

Grâce à Dieu, j'ai pu terminer ce modeste travail que je dédie avec mes sentiments les plus profonds à :

**Ma chère mère**, merci pour votre amour inconditionnel et votre soutien inébranlable,

**Mon père** qui a toujours été là et m'a soutenu pendant mes années d'études,

**Mes grand-mères**, parties trop tôt, je sais que vos prières m'ont éclairé le chemin.

**Ma sœur *Rania***, aucun mot ne pourra jamais exprimer l'amour et le soutien qu'elle m'a apportés, et à son mari *Soufiane*

**Mes frères *Walid* et *Halim***, et leur femme *Amira* et *Dalila*,

**Mes adorables neveux *Teym* et *Mouatez***,

**Mon binôme *Khawla***, merci d'avoir toujours été là pour moi, même dans mes moments les plus difficiles,

**A tout notre promotion de Biotechnologie végétale.**

**Nadine.**



## ***DEDICACE***

*Je dédie ce travail*

À mes premiers soutiens ; mes parents, merci pour tout le soutien financier et moral tout au long de ma vie académique. Il n'y a pas de mots pour décrire vos sacrifices pour moi, je te souhaite simplement une vie longue pour te compenser de tout cela.

À mes chères frères *Yacine, Haroun, Younes* et Surtout mon grand frère, mon meilleur ami *Zakarya*, merci pour tes encouragements.

À ma seule sœur *Tasnim*, Ma princesse, je te souhaite beaucoup de succès et que tu réalises tous tes rêves.

À Mon binôme *Nadine* Merci pour votre amitié, votre soutien et votre présence durant ces deux dernières années qui ont été particulières.

Son oublier notre promotion Biotechnologie végétale spécialement *Sara* et *Samia*, merci pour tous les moments passés ensemble.

**Khawla.**



## Remerciement

Au premier lieu nous remercier DIEU le tout puissant qui nous a donné la force, le courage et la volonté pour achever ce travail.

Je tiens ensuite à remercier chaleureusement mon directeur de mémoire, Dr. **KHALFA H.** pour ses conseils avisés et son soutien constant.

Merci également aux membres du jury, Prof. **BENDIF H.** et Dr. **ADOUI N.**, pour leur temps et leurs remarques constructives.

J'adresse aussi mes sincères remerciements à Mr. **SGHIRI K.**, président du laboratoire de l'Université Mohamed Boudiaf de M'sila, et à tous les ingénieurs de laboratoire pour leur accueil et leur esprit de collaboration.

Enfin, merci à Mlle. **BELOUAHRI Ch.** Pour son soutien indéfectible.

Nous remercions également toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail, ce mémoire n'aurait pu aboutir sans vous.

## Sommaire

Dédicace

Remerciement

Liste d'Abréviation

Liste des Figures

Liste des Tableaux

### PARTIE I : Synthèse Bibliographique

I.1. Phytothérapie et les Plantes Médicinales.....	3
I.1.1. Définition de la Phytothérapie.....	3
I.1.2. Différents types de la Phytothérapie.....	3
I.2. Définition des plantes médicinales.....	3
I.2.1. Parties de plantes médicinales utilisées.....	4
I.2.2. Aperçu sur l'utilisation des plantes médicinales.....	5
I.3. Présentation de l'espèce <i>Cachrys sicula</i> L.....	6
I.3.1. Famille d'Apiaceae.....	6
I.3.2. Systématique de la plante.....	6
I.3.3. Le genre <i>Cachrys</i> .....	7
I.3.4. Description Botanique de l'Espèce <i>C. sicula</i> L.....	8
I.3.5. Distributions Géographiques.....	8
I.3.6. Propriétés Pharmacologiques.....	8
I.3.7. Toxicité de la Plante.....	8
I.3.8. Composition Chimique.....	8
I.3.9. Les Polyphénols.....	9
I.3.10. La coumarine.....	10
I.3.11. Les flavonoïdes.....	10
I.3.12. Techniques d'analyse et Activités Biologiques.....	11
➤ Méthodes d'extraction.....	11
➤ Macération.....	12
➤ Extraction par Soxhlet.....	12
➤ Extraction par Clevenger.....	12
I.3.13. Chromatographie sur Couche Mince.....	13
I.3.14. Spectrométrie.....	13

I.3.15. Activités Biologiques .....	14
➤ L'Activité Antibactérienne .....	14
➤ L'activité anti-oxydante.....	14
➤ Activité Insecticide .....	16
➤ Présentation de l'insecte <i>Tribolium confusum</i> .....	17
➤ Description de l'insecte .....	17
II. Matériel et Méthodes.....	20
II.1. Matériel Végétal .....	20
II.2. Méthodes d'extraction .....	21
II.2.1. Extraction par macération .....	21
II.2.2. Détermination du Rendement d'Extractions .....	23
II.3. Analyse par Chromatographie sur Couche Mince (CCM) .....	23
II.4. Evaluation des Activités Biologiques.....	24
II.4.1. Activité antibactérienne.....	24
II.4.2. Activité Anti-oxydant.....	25
II.4.3. Contenu total en polyphénols .....	26
II.5. Activité Insecticide .....	26
II.5.1. Matériel animal .....	26
II.5.2. Évaluation de la mortalité par l'effet de contact .....	27
II.5.3. Évaluation de la toxicité des extraits par inhalation.....	28
II.5.4. Évaluation de la récurtivité des extraits .....	29
➤ Méthodes d'analyse des données .....	30
➤ Correction de la mortalité .....	30
III. Résultat et Discussions.....	32
III.1. Rendement .....	32
III.2. Analyse qualitative d'extrait de la plante <i>Cachrys sicula</i> L. par CCM .....	32
III.3. Activité Antibactérienne .....	35
III.4. Teneur de polyphénol totaux.....	37
III.5. Activité anti-oxydante.....	38
III.6. Activité insecticide.....	41
III.6.1. Évaluation de la mortalité des adultes de <i>Tribolium confusum</i> par effet contact	41
III.6.2. Évaluation de la mortalité des adultes de <i>Tribolium confusum</i> par effet d'inhalation .....	46
III.6.3. Évaluation de la mortalité des adultes de <i>Tribolium confusum</i> par effet répulsif	52

IV. Conclusionet Perspectives ..... 54

V. Références bibliographique ..... 56

Résumé

ملخص

Abstract

## Liste des Abréviations

***C.sicula* L.:** *Cachrys sicula* L.

**CCM:** Chromatographie sur Couche Mince.

**RF:** rapport frontal.

**DMSO:** diméthylsulfoxyde.

**FCR:** Folin–Ciocâlțeu.

**AG:** Acide Galique.

**EAG:** Equivalant d'Acide Galique.

**TPC:** Total Polyphenol Content.

**DPPH:** 2,2-diphényl 1-picrylhydrazyle.

**DL50:** Dose Létale.

**TL50:** Temps Létale.

**PS:** Pois sec.

**BGN:** Bacille Gram négatif.

## Liste des Figures

Figure 1 : La plante de <i>Cachrysicula</i> (Photos Rebbas K., 2023). .....	7
Figure 2: Les techniques d'extraction traditionnelle et moderne (Yahia et <i>al.</i> , 2018). ....	<b>Erreur !</b>
<b>Signet non défini.</b>	
Figure 3: Structure chimique du radical libre DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle)(source Google).....	16
Figure 4: Réduction du radical DPPH. (source Google).....	16
Figure 5: <i>Tribolium confusum</i> , (Baldwin, R., & Fasulo, T. R. 2020).....	18
Figure 6: Cycle de vie du <i>tribolium confusum</i> (Source : Google). .....	19
Figure 7: Partie aérienne de la plante <i>Cachrys sicula</i> L.....	20
Figure 8: Schéma récapitulatif de la démarche suivie au cours de cette étude. ....	22
Figure 9: Les étapes de CCM. ....	24
Figure 10: photo des solutions préparées (Original). ....	27
Figure 11: Dispositif expérimental adopté pour le test de contact (Original). ....	28
Figure 12: Dispositif expérimental adopté pour le test d'inhalation (Original). ....	28
Figure 13: Dispositif expérimental adopté pour le test répulsif (Original). ....	29
Figure 14: Les résultats d'analyse par CCM. ....	34
Figure 15: Les zones d'inhibition dans les souches bactérienne. ....	36
Figure 16: La souche bactérienne qui n'a aucun zone d'inhibition. ....	36
Figure 17: Droit d'étalonnage de l'Acide Gallique. ....	37
Figure 18: Profil de la microplaque de dosage du polyphénol.....	38
Figure 19: Profil de la microplaque de dosage de l'activité anti-radicalaire (DPPH).....	38
Figure 20: Pourcentages d'inhibition des extraits.....	39
Figure 21: Effet inhibitrice de DPPH de l'extrait hexanique.....	40
Figure 22: Effet inhibitrice de DPPH de l'extrait éthanolique.....	40
Figure 23: Mortalité corrigé des adultes de <i>Tribolium</i> traité avec des différentes doses de l'extrait hexanique de <i>C.sicula</i> L. par contact.....	41
Figure 24: Mortalité corrigé des adultes de <i>Tribolium</i> traité avec des différentes doses de l'extrait éthanolique de <i>C.sicula</i> L. par contact. ....	42
Figure 25: Détermination de la DL50 de l'extrait hexanique après 1h.....	43
Figure 26: Détermination de la DL50 de l'extrait éthanolique après 1h.....	43
Figure 27: Détermination de la DL50 de l'extrait hexanique après 24h.....	44
Figure 28: Détermination de la DL50 de l'extrait éthanolique après 24h.....	44

Figure 29:Détermination de la DL50 de l'extrait hexanique après 73h.....	45
Figure 30:Détermination de la DL50 de l'extrait éthanolique après 73h.....	45
Figure 31: Mortalité corrigée des adultes de Tribolium traité avec des différentes doses de l'extrait hexanique de <i>C. sicula</i> L. par inhalation. ....	46
Figure 32:Mortalité corrigée des adultes de Tribolium traité avec des différentes doses de l'extrait éthanolique par inhalation. ....	47
Figure 33:Détermination de la DL50 de l'extrait hexanique après 1h.....	49
Figure 34:Détermination de la DL50 de l'extrait éthanolique après 1h.....	49
Figure 35: Détermination de la DL50 de l'extrait hexanique après 24h. ....	50
Figure 36:Détermination de la DL50 de l'extrait éthanolique après 24h.....	50
Figure 37: Détermination de la DL50 de l'extrait hexanique après 73h.....	51
Figure 38:Détermination de la DL50 de l'extrait éthanolique après 73h.....	51
Figure 39: Extraction des huiles par L'appareil de Clevenger. ....	19
Figure 40: L'évaporation de l'extrait par le Rotavapeur. ....	19

## Liste des Tableaux

Tableau 01: la systématique de l'espèce <i>Cachryssicula L.</i> selon <i>Plante of the World Online</i> ..	6
Tableau 2 Les systèmes utilisés pour les extraits.....	23
Tableau 3: Les souches bactériennes sélectionnées. ....	25
Tableau 4:les 5 Doses utilisées dans le test de contact et inhalation pour les extraits hexanique et ethanoique. ....	29
Tableau 5: Pourcentage répulsif selon le classement de (Mc.Donald et <i>al.</i> ,1970).....	30
Tableau 6:Résultats pourcentages, couleurs et aspect des extraits du <i>C. sicula</i> . ....	32
Tableau 7: Présentation de la migration des spots. ....	33
Tableau 8:Activité antibactérienne des l'extraits du plante étudiée.....	35
Tableau 9:les résultats des IC50 pour le DPPH. ....	39
Tableau 10:Les pourcentages et les class de l'effet répulsif de l'extrait hexanique de <i>C. sicula L.</i> Sur l'insecte <i>Tribolium constanum</i> . ....	52
Tableau 11:Les pourcentages et les class de l'effet répulsif de l'extrait éthanolique de <i>C. sicula L.</i> Sur l'insecte <i>Tribolium constanum</i> . ....	53
Tableau 12:Les résultats concernant le comportement insecticide des extraits éthanbolique et hexaniqu de <i>c. sicula</i> vis-à-vis des adultes de <i>Tribolium confusum</i> par effet contact. ....	20
Tableau 13:Les résultats concernant le comportement insecticide des extraits éthanbolique et hexaniqu de <i>c. sicula</i> vis-à-vis des adultes de <i>Tribolium confusum</i> par inhalation. ....	21



***Introduction***

## Introduction

Les plantes ont toujours fait partie de la vie quotidienne de l'homme. Depuis des siècles, l'humanité a pu compter sur la nature pour répondre à ses besoins essentiels tels que la nourriture, les abris, les vêtements, ainsi que pour ses besoins médicaux (**Gurib-Fakim, 2006**). Leurs utilisations pour le traitement de plusieurs maladies chez les êtres vivants et en particulier l'homme est très ancien et a toujours été faite de façon empirique (**Svoboda K. et Svoboda T., 2000**).

Aujourd'hui, nous comprenons de plus en plus, que les principes actifs des plantes médicinales sont souvent liés aux produits des métabolites secondaires. Leurs propriétés sont actuellement pour un bon nombre reconnues et répertoriées, et donc mises à profit, dans le cadre des médecines traditionnelles et également dans la médecine allopathique moderne (**Bourgaud et al, 2001 ; Kar, 2007**). Environ 35 000 espèces de plantes sont utilisées à des fins médicinales dans le monde, ce qui représente un large éventail de biodiversité utilisé par les êtres humains. Malgré l'influence croissante du système sanitaire moderne, les plantes médicinales continuent de répondre à un besoin important (**Ahmad, 1995**). En Afrique, près de 6377 espèces de plantes sont utilisées, dont plus de 400 sont des plantes médicinales qui contribuent pour 90% du traitement médical. Jusqu'en 2004, on a estimé que près de 75% de la population africaine ont toujours recours aux plantes pour se soigner. De plus ce type de soin est considéré souvent comme faisant partie de la médecine douce (**KAR, 2007**).

En Algérie, La médecine traditionnelle basée sur les plantes était bien développée, mais l'utilisation de la médecine conventionnelle entraîne un abandon de ces pratiques ancestrales qui risquent d'être oubliées (**Rebbas et al. 2012**). La recherche de nouveaux médicaments naturels repose sur la distribution des plantes médicinales et sur les études ethnobotaniques qui permettent de dresser des inventaires de plantes d'une zone ou d'un pays, puis sur des études photochimiques et pharmacologiques (**Muanda, F. N., 2010**). La flore algérienne est l'une des plus riches d'Afrique du Nord. Outre sa richesse en biodiversité, l'Algérie possède une longue et riche tradition médicale à base de plantes (**Miara et al., 2018**). Cette richesse et cette originalité présentent un intérêt scientifique essentiel dans le domaine de l'ethnobotanique, de la pharmacopée traditionnelle, ainsi qu'un intérêt scientifique appliqué dans le domaine de la valorisation des substances naturelles (**Ouled et Triki, 2021**).

Le genre *Cachrys sicula*, appartenant à la famille des Apiacées, est largement distribué en Europe, en Asie et en Méditerranée, mais peu d'études sont rapportées dans la

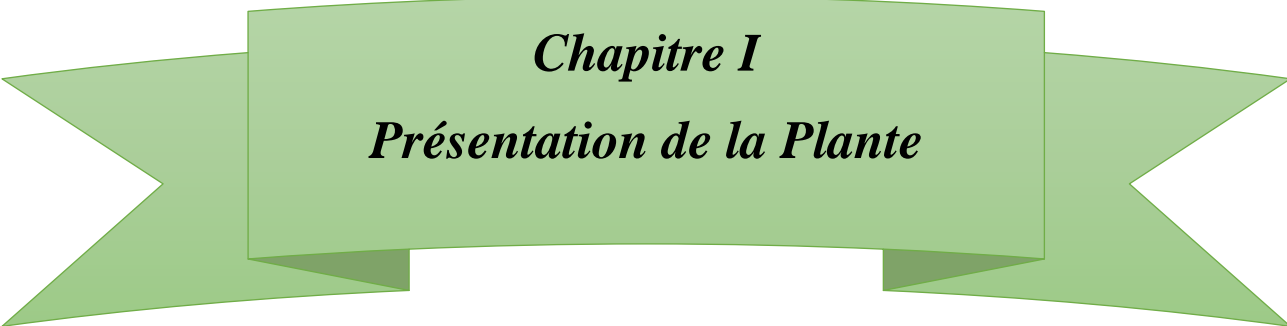
littérature sur constituants chimiques et leurs propriétés biologiques (DE Leo et al., 2017). Dans le cadre de nos travaux de recherche, nous avons exploré les propriétés biologiques d'extraits issus de l'espèce *Cachrys sicula* L. en étudiant la composition de ces extraits afin d'évaluer leurs effets sur diverses activités biologiques.

Notre travail est subdivisé en deux parties :

- La première partie est consacrée à une synthèse des connaissances bibliographiques, nous nous sommes intéressés à donner un aperçu systématique sur les plantes médicinales et la phytothérapie ; l'espèce étudiée ; l'évaluation de processus biologiques de nos extraits notamment les trois activités : antibactérienne, antioxydant et l'activité insecticide.
- La deuxième partie est expérimentale, concernant le matériel, les méthodes et les techniques utilisées pour la réalisation de ce travail avec les résultats obtenus et leur discussion.
- En fin, Nous achevons notre travail de recherche par une conclusion générale et perspective.



*Partie  
bibliographique*



*Chapitre I*  
*Présentation de la Plante*

## I.1. Phytothérapie et les Plantes Médicinales

### I.1.1. Définition de la Phytothérapie

Le mot phytothérapie provient de deux mots grecs qui signifient essentiellement « soigner avec les plantes ». C'est un traitement ou prévention des maladies par l'usage de certaines parties de plantes médicinales telles que les racines, les tiges ou les feuilles. Elle fait partie des médecines parallèles ou des médecines douces (**Zeghad, 2009**). La phytothérapie est une méthode allopathique qui vise à prévenir et à traiter certains troubles fonctionnels et/ou états pathologiques en utilisant des plantes, des parties de plantes ou des préparations à base de plantes, qu'elles soient consommées ou utilisées en voie externe (**Jean-Yves, C., 2010**).

### I.1.2. Différents types de la Phytothérapie

D'après **Zeghad, (2009)** il y a différents types de la phytothérapie :

- **Aromathérapie** : Est une thérapeutique qui utilise les extraits aromatiques de plantes (essences et ou huiles essentielles), ce sont des produits complexes à utiliser souvent à travers la peau.
- **Gemmothérapie** : Est une thérapeutique qui utilise les extraits alcooliques des tissus embryonnaires végétaux en croissance tel que jeunes pousses, bourgeons et les radicelles.
- **Herboristerie** : Consiste dans la préparation et la commercialisation de plantes médicinales ou de préparations dérivées. La préparation repose sur des méthodes simples, le plus souvent à base d'eau : décoction, infusion, macération.
- **Homéopathie** : Elle consiste à traiter une maladie par des substances susceptibles de produire des troubles semblables à ceux déterminés par la maladie elle-même.
- **Phytothérapie pharmaceutique** : Utilise des produits d'origines végétales obtenus par extraction et qui sont dilués dans de l'alcool éthylique ou un autre solvant. Après transformation chimique, les plantes sont vendues sous forme de tisanes, de liquide, de sachets, ou de gélules.

## I.2. Définition des plantes médicinales

Les plantes médicinales regroupent toutes les plantes dont l'un de leur organe contient une ou des substances chimiques qui sont destinées à produire une activité pharmacologique. Elles

représentent la forme la plus ancienne et la plus répandue de médication. Une plante médicinale est une plante contenant un certain nombre de composants actifs lui confèrent des propriétés thérapeutiques. Elles sont des leurs utilisées par l'homme dans le cadre de la médecine ou de son bien-être. Le nombre de plantes utilisées en médecine est estimé à 70000 (Daniel, 2006).

### I.2.1. Parties de plantes médicinales utilisées

En réalité, ils sont employés de diverses façons, telles que la décoction, l'infusion et la macération. On peut utiliser une ou plusieurs parties d'entre elles, telles que les racines, les feuilles et les fleurs (Dutertre, 2011).

Les différentes parties de plantes qui peuvent être employées chez la plupart des populations sont ceux qui ont été décrites par (Gurib-Fakim, 2006)

- **Les racines** : peuvent être fibreuses, solide ou charnues
- **Rhizome** : Le rhizome est une tige ligneuse ou allongée charnue qui pousse généralement horizontalement en dessous du sol, formant des feuilles au-dessus du sol et des racines dans le sol.
- **Bulbe** : Un bulbe est une pousse souterraine verticale disposant de feuilles modifiées utilisées comme organe de stockage de nourriture par une plante à dormance. Les bulbes les plus populaires en médecine traditionnelle sont l'oignon et l'ail.
- **Tubercule** : un tubercule est une structure charnue gonflée, généralement souterraine, qui assure la survie des plantes pendant la saison d'hiver ou en période de sécheresse.
- **Écorce** : L'écorce est la couche protectrice externe d'un tronc d'arbre, elle est souvent riche en toxines (phénols) et principes amers (tanins) ce qui la rend plus protectrice.
- **Gommes** : les gommes sont des composés solides constituent d'un mélange de polysaccharides. Ils sont solubles dans l'eau et partiellement digérés par les êtres humains.
- **Feuilles** : Les feuilles peuvent être utilisées seules ou mélangées avec leur pétiole.
- **Fleurs** : Les fleurs sont très utilisées dans la médecine traditionnelle.
- **Fruits** : Exemple (*Punicagranatum* ; *Citrus sp*).
- **Graines** : Exemple (*Ricinuscommunis* ; *Foeniculumvulgare*)
- **Bois** : Le bois est la tige épaisse ou le bois lui-même.

### **I.2.2. Aperçu sur l'utilisation des plantes médicinales**

L'utilisation des plantes médicinales ou des préparations à base des plantes connaît un succès croissant, selon l'organisation mondiale de la santé (**OMS, 2003**). Les plantes médicinales sont essentiellement utilisées sous deux formes (**Benkiki, 2006**) :

- Comme un mélange complexe contenant un large spectre de constituants (infusion, huiles essentielles et extraits de teinture).
- Pure, chimiquement définie comme des principes actifs.

Les plantes médicinales sont très importantes comme plantes économiques, elles contiennent des principes actifs utilisés dans le traitement de diverses maladies, après leur isolement, et on peut aussi les employer dans les industries pharmaceutiques, alimentaires, cosmétiques et en parfumerie (**Bouacherine et Benrabia, 2017**).

Les plantes médicinales sont utilisées en raison de leurs propriétés particulières qui sont avantageuses pour la santé humaine (**Omar et Mohammed El hayke, 1993**). Les plantes médicinales jouent un rôle crucial dans la recherche pharmacologique et la fabrication de médicaments, non seulement lorsqu'elles sont utilisées directement comme agents thérapeutiques, mais aussi lorsqu'elles servent de matière première pour la fabrication de médicaments ou de modèles pour les composés pharmacologiques (**Ameenah, 2006**).

Enfin, les plantes ont toujours été utilisées en tant que remèdes. Ils sont perçus comme peu toxiques et doux par rapport aux médicaments pharmaceutiques, ce qui les rend plus agréables (**Kerfal et Allaoua, 2019**).

### I.3. Présentation de l'espèce *Cachrys sicula* L.

#### I.3.1. Famille d'Apiaceae

Les Apiacées (anciennement connues sous le nom de famille des ombelles : ombellifères) sont l'une des plus grandes familles de plantes au monde. Il y a environ 450 genres et 3700 espèces dans cette famille mondiale (**Pimenov MG. et Leonov MV., 1993**). Antoine Laurent de Jussieu a inventé la famille ombellifère en 1789 et John Lindley l'a renommée Apiacées en 1836 (**Boitineau, M. et al., 2010**). Il s'agit d'une famille très homogène, une des plus faciles à reconnaître, grâce à ses inflorescences en ombelles généralement composées, inversement les espèces sont parfois difficiles à distinguer les unes des autres. (**Medjroubi, K. et al., 2013**).

**Linné 1736** a fondé ces genres principalement sur la présence ou l'absence des involucre combinées avec une connaissance vague des formes du fruit c'était établir ces genres sur les bractées ce qu' on n'a presque jamais fait dans d'autres familles et ce que l'observation a montré être peu exact ici comme ailleurs **Adanson (1763)**, **Crantz (1767)**, **Scopoli (1777)**, et **Necker (1790)**, ont cherché à modifier les genres de Linné et y ont quelquefois heureusement réussi mais sans aborder les questions délicates d'organographie que cette famille peut suggérer et sans avoir influé sur la marche de la science. (**Candolle, A. P., 1829**).

#### I.3.2. Systématique de la plante

Tableau 01: la systématique de l'espèce *Cachryssicula* L. selon *Plante of the World Online*

Règne	Plantae
Phylum	Tracheophyta
Class	Equisetopsida
Sous- class	Magnoliidae
Ordre	Apiales
Famille	Apiaceae
Genre	<i>Cachrys</i>
Espèce	<i>Cachryssicula</i> L.



Figure 1 : La plante de *Cachrys sicula* (Photos Rebbas K., 2023).

### I.3.3. Le genre *Cachrys*

En admettant la division des *Cachrys* en 5 genres sont les suivants :

*Cachrys*, qui comprend la plupart des anciens *Cachrys*, et en particulier tous ceux d'Europe, et qui répond au caractère générique de Linné. *Praxcos*, de Lindley, qui comprend les anciens *Cachrys* d'Orient à côtes ailées. *Perzesna*, qui renferme le *C. triquetra* de Sprengel, ou *Laserpitium tri-quetrum* de Ventenat. *Lecoxia*, qui se compose du seul *Cachrys cretica*. *Macypanis* de Koch, qui se forme des espèces à fruits cotonneux et à pétales entiers. Les deux premiers de ces genres ont les fleurs jaunes, et les deux derniers les ont blanche.

Les *Cachrys* ont le calice à barres, tantôt peu ou point apparent, tantôt à 5 petites. Les pétales sont ovales, entiers, un peu infléchis ou recourbés en dedans par le sommet ; ils sont de couleur jaune très décidée. Les stylo-podes des soss déprimés, courts, et à peine apparent sur le fruit : celui-ci est épais, fongueux, à peu près cylindrique, et par une coupe transversale, chaque méricarpe présente une commissure large et plane, un albumen échancré du côté intérieur, un grand nombre de canaux oléifères rangés en une série autour de la graine, et 5 côtes saillantes, épaisses, fongueuses, obtuses ou à peine tranchantes, dépourvues d'ailes et de

poils, mais quelquefois tuberculeuses. Toutes les espèces de ce genre sont des herbes vivaces. (Candolle, A. P., 1829).

#### **I.3.4. Description Botanique de l'Espèce *C.sicula* L.**

Plante vivace de 40-80 cm, glabre, à feuilles divisées en lanières linéaires. Ombelle à 8 rayons en moyenne. Bractées de l'involucre et de l'involucelle lancéolées, entières ou pennatiséquées. Calice à dents persistantes. Fleurs jaunes. Style divariqués, plus longs que le stylopode. Fruits ovoïdes 10-15 mm, rétrécis au sommet, glabres à péricarpe induré et à côtes épaisses non ailées. Plante des lieux arides, haies, cultures (APD, 2024 ; POWO, 2024 ; Quezel et Santa, 1963).

#### **I.3.5. Distributions Géographique**

Le genre *Cachrys*, appartenant à la famille des Apiacées, est largement distribué en Europe, en Asie et en Méditerranée région. (Palá-Paúl, J. et al., 2002) *Cachrys sicula* L. (synonyme *Hippomarathrumpterochlaenum* Boiss) est une espèce endémique de la région du sud-ouest de la Méditerranée. (DE Leo et al., 2017).

#### **I.3.6. Propriétés Pharmacologiques**

On peut considérer la nature comme l'origine de la pharmacologie et de la thérapeutique, car elle a toujours fourni une large gamme de composés bioactifs aux propriétés extraordinaires et aux applications infinies. En effet, les processus biochimiques à l'intérieur des plantes produisent des métabolites secondaires qui ont un large éventail d'activités thérapeutiques (Les, F. et al., 2021).

#### **I.3.7. Toxicité de la Plante**

Un toxique désigne toute substance biologiquement active qui peut, à des doses élevées ou faibles, entraîner des effets indésirables, voire nocifs, en cas d'administration prolongée. Il en va de même pour les produits végétaux qui contiennent une grande quantité de métabolites secondaires (Ouedraogo et al., 2001).

L'espèce *Cachrys sicula* L. se provoque l'irritation cutanée et cloques probablement dues à la présence de furanocoumarines qui sont répandue au sein de la famille des espèces des Apiacées comme Principaux métabolites secondaires (DE Leo et al., 2017).

#### **I.3.8. Composition Chimique**

Les plantes génèrent une variété incroyable de composés chimiques. La majorité de ces substances sont constituées de carbone et sont appelées métabolites primaires et secondaires. (Sell, 2007), tous les organismes possèdent des métabolites primaires qui peuvent être divisés

en protéines, lipides, glucides et acides nucléiques qui alimentent les principales voies du métabolisme central. Les métabolites secondaires sont des substances dont la répartition dans l'organisme de la plante est restreinte. Ils jouent un rôle essentiel dans sa protection contre les agressions extérieures et peuvent être considérés comme des molécules indirectement indispensables à la vie des plantes. Ces produits chimiques secondaires jouent un rôle crucial dans l'adaptation des plantes à leur environnement.

Selon **Hamdani (2011)**, la rue est une plante médicinale qui renferme plus de 120 composés chimiques tels que les alcaloïdes, les coumarines, les huiles essentielles, les flavonoïdes, les glucides furoquinolines et un peu de tanin. De nombreux de ces composés ont une activité biologique, tels que l'huile essentielle qui a un effet répulsif sur les insectes et les alcaloïdes et les coumarines qui ont des propriétés bactéricides. Il résulte de diverses études sur la composition chimique de l'espèce *Cachrys sicula* L. La présence des coumarines, et a signalé la présence de nombreux terpènes dans l'huile essentielle des parties aériennes (**Marrelli, M. et al., 2021**). Les coumarines les plus abondantes dans les ombelles et les racines sont (prantshimgin et sprengelianin) (**Grande, M., et al., 1986**).

### **I.3.9. Les Polyphénols**

L'appellation « polyphénols » ou « composés phénoliques » regroupe un vaste ensemble de plus de 8 000 molécules, divisées en une dizaine de classes chimiques, qui présentent toutes un point commun : la présence dans leur structure d'au moins un cycle aromatique à 6 carbones, lui-même porteur d'un nombre variable de fonctions hydroxyles (OH). Les polyphénols suscitent un intérêt spécifique dans deux domaines : La phytothérapie est une méthode qui repose en grande partie sur la présence de composés phénoliques pour expliquer l'efficacité supposée de nombreuses plantes médicinales. Dans ces plantes - et dans le domaine de l'hygiène alimentaire, de plus en plus d'études suggèrent que les polyphénols pourraient réduire le risque de développer plusieurs maladies (**Hennebelle, T., et al., 2004**). Les polyphénols peuvent être subdivisés en plusieurs catégories : anthocyanes, coumarines, lignanes, stilibénoïdes, flavonoïdes, tannins, quinones, acides phénoliques, xanthones et autres phloroglucinols (**Jensen, 1991**).

Les polyphénols ont des propriétés antioxydants essentielles, comme l'élimination des radicaux libres et l'inhibition de la peroxydation lipidique. Bien que plusieurs herbes soient reconnues comme étant des sources de composés phénoliques, il n'y a que peu d'études qui ont isolé les polyphénols et évalué leur effet antioxydant (**Djeridane et al., 2006**).

### I.3.10. La coumarine

La coumarine est un produit chimique aromatique important largement utilisé dans les industries de la parfumerie, du savon et des cosmétiques pour son odeur herbacée caractéristique et comme fixateur d'odeur précieux. Il a également plusieurs autres utilisations industrielles non liées. Il est présent naturellement dans de nombreuses plantes et a été extrait pour la première fois des fèves Tonka en 1820 (**Boisde, P. M., &Meuly, W. C. 2000**). Les coumarines les plus abondantes dans les ombelles et les racines de l'espèce *Cachrys sicula* L. sont (prantshimgin et sprengelianin) (**Grande, M., et al.,1986**).

### I.3.11. Les flavonoïdes

Les flavonoïdes constituent un groupe de plus de 6000 composés naturels qui sont quasiment universels chez les plantes vasculaires. Ils constituent des pigments responsables des colorations jaune, orange, et rouge de différents organes végétaux (**Ghedira, 2005**). Tous les flavonoïdes possèdent la même structure de base (C6-C3-C6), ils contiennent quinze atomes de carbone dans leur structure de base : deux cycles aromatiques A et B à six atomes de carbones liés avec une unité de trois atomes de carbone qui peut ou non être une partie d'un troisième cycle C (**Tapas et al., 2008**). Plus de 4000 flavonoïdes ont été identifiés dans les plantes, et la liste ne cesse de croître. C'est à cause de l'apparition de nombreux modèles de substitution ; les substituants primaires (groupe hydroxyle) peuvent eux-mêmes être substitués (glycosylés ou acylés) donnant parfois des structures très complexes (**D'Archivio et al., 2012**).

### I.3.12. Techniques d'analyse et Activités Biologiques

#### ➤ Méthodes d'extraction

L'extraction est un procédé de séparation d'une substance à partir d'un mélange. C'est l'étape la plus importante à réaliser, puis une étape de purification s'ensuit pour l'élimination des impuretés, afin d'étudier : la quantité, la structure et l'activité biologique d'une biomolécule (Azmir et al., 2013; Silva et al., 2020).

Il y a différentes techniques d'extraction pour chaque biomolécule : traditionnelles (conventionnelles) et modernes (non conventionnelles). Les résultats obtenus sont influencés par chaque méthode, mais aucune n'est considérée comme standard pour l'extraction. Ainsi, l'extraction d'une biomolécule requiert une méthode appropriée. La performance de toute méthode est principalement influencée par divers éléments tels que la nature du composé, le solvant, la température, la pression et le temps. Les méthodes les plus respectueuses de l'environnement sont les méthodes modernes, car elles font appel à moins de substances chimiques, consomment moins d'énergie, nécessitent peu de temps, et offrent également un meilleur rendement et une meilleure qualité d'extrait. Dans le même temps, les techniques d'extraction classiques restent perçues comme l'une des méthodes de comparaison pour évaluer l'efficacité de la méthodologie récemment élaborée (Azmir et al., 2013).

L'extraction par macération dans le méthanol aqueux et l'extraction par décoction ou avec de l'eau chaude sont parmi les différentes méthodes utilisées. La population algérienne utilise traditionnellement l'extraction par décoction ou avec de l'eau chaude, que ce soit pour préparer les boissons les plus appréciées telles que le thé ou pour préparer des préparations traditionnelles à base de plantes médicinales. Différentes méthodes d'extraction peuvent être employées afin d'extraire les composés actifs des plantes, telles que la macération, l'extraction par Soxhlet, par solvant organique et extraction par Clevenger (Nkhili, 2009; Akrib F. et Mazari F., 2021).

#### ➤ **Macération**

Le liquide de macération peut être de l'eau, de l'alcool ou du vinaigre. Dans le cas de la macération à l'eau, les plantes doivent être versées dans le liquide froid ou tiède pendant quelques heures (10 ou 12 heures). Les macérations à l'eau ne doivent pas dépasser une douzaine heures par risque d'oxydation et de fermentation du liquide (Pierre et lis, 2007). La macération est une méthode consiste à laisser la poudre de la plante en contact prolongé avec un solvant (Laginica, 2005).

Selon Rispaïl *et al.*, 2005, Les caractéristiques chimiques propres à chaque famille de métabolites secondaires guident le choix du solvant. En général, L'éthanol, le méthanol ou même l'eau sont les solvants les plus couramment employés. Le méthanol et l'éthanol ont l'avantage de s'éliminer plus facilement.

#### ➤ **Extraction par Soxhlet**

La méthode de Soxhlet est l'une des méthodes d'extraction solide-liquide, elle est réalisée par épuisements successifs de la poudre végétale à l'aide d'un solvant (Koudougou, 2000). Le dispositif comprend un chauffe-ballon, un ballon de 500 ml où le solvant est chauffé jusqu'à sa température d'ébullition et vaporisé, un réfrigérant qui accumule les vapeurs et un extracteur de 250 ml où le produit à extraire (la poudre végétale) est introduit dans une cartouche poreuse, puis le solvant condensé est rejeté dans le réfrigérant. Un siphon assure une vidange régulière de l'extracteur de la solution obtenue. La solution se retrouve alors dans le ballon où les extraits sont concentrés (Koudougou, 2000).

#### ➤ **Extraction par Clevenger**

L'extraction par Clevenger est une méthode d'extraction par distillation par entraînement à la vapeur d'eau, a été employée pour extraire des composés volatils à partir des

plantes. Cette technique est largement reconnue pour son efficacité dans l'extraction des huiles essentielles et d'autres composés volatils présents dans les plantes.

Sous l'influence de la chaleur, l'eau distillée s'évapore et transport à travers un tube qui passe à travers un dispositif de refroidissement accompagné avec l'huile essentielle ce qui entraîne la condensation de la vapeur d'eau saturée en huile. La densité de l'eau distillée et de l'huile essentielle diffère en ce qui concerne la flottaison de l'huile au-dessus de la surface de l'eau distillée. L'huile essentielle est récupérée dans des flacons en verre et conservé dans le réfrigérateur jusqu'à l'utilisation.(**Bourkhiss et al, 2007 ; Okoh et al ; 2011**).

### **I.3.13. Chromatographie sur Couche Mince**

**M. Tswett** a fait la découverte de la chromatographie en 1906. La technique de chromatographie en couche mince (CCM) consiste à appliquer une fine couche de matériau adsorbant sur une feuille de verre, de plastique ou d'aluminium, qui est généralement recouverte d'un gel de silice, de l'oxyde d'aluminium ou de la cellulose (**Bele, A. A., et Khale, A.,2011**).

La CCM est la méthode chromatographique la plus facile à mettre en place parmi toutes les méthodes couramment employées. On peut réaliser des séparations et des analyses qualitatives et semi-quantitatives en utilisant un récipient fermé approprié contenant du solvant et une plaque revêtue (**Sherma, J., et Fried, B., 2003**). La phase mobile de CCM est liquide et la phase stationnaire est une fine couche de matériau posée sur une surface plate (**Santiago, M., et Strobel, S., 2013**). Cette technique consiste à distribuer un composé entre la couche mince (la phase solide) qui est appliquée sur une plaque de verre ou de plastique, et la phase mobile (le solvant d'éluion) qui se déplace sur la phase solide (**Bele, A. A., et Khale, A., 2011**). Elle continue d'être couramment employée pour standardiser les plantes utilisées en médecine conventionnelle (**Poole, C. F., 2003**).

### **I.3.14. Spectrométrie**

La spectrométrie de masse est une technique d'analyse qui permet la détermination des masses moléculaires des composés analysés ainsi que leur identification et leur quantification. Son principe repose sur la séparation et la détection des ions provenant d'une source d'ionisation active. Ces ions proviennent de la molécule à analyser. Dans le cas de méthodes d'ionisation dites « douces », l'ion formé peut être consécutif à l'addition d'un ion ( $H^+$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $NH_4^+$ ) ou d'un électron, ou, à la soustraction d'un électron ou d'un hydrogène ionisé (hydrure ou proton), à la molécule (**Menet, M. C. 2011**).

### I.3.15. Activités Biologiques

#### ➤ L'Activité Antibactérienne

Récemment, il y a eu un grand intérêt pour la découverte de nouveaux agents antimicrobiens, due à une augmentation alarmante du taux des infections avec les microorganismes résistant aux antibiotiques. **(Prasad & Seenayya, 2000)**. Ces infections sont causées par différents agents tels que des champignons, des bactéries, des protozoaires et des virus. Afin de combattre ces agressions microbiennes, les chercheurs ont mis au point de nombreux traitements visant à soulager les patients **(Traoré Y. et al., 2012)**.

Les bactéries pathogéniques comme *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae*, *Escherichia coli* sont connues pour leurs résistances aux antimicrobiens **(Dieye et Sarr, 2020)**.

Les extraits bruts des plantes ont suscité un grand intérêt en tant que source potentielle de molécules naturelles bioactives. Leur potentiel d'utilisation comme alternative pour le traitement des maladies infectieuses est étudié **(Yakhlef et al., 2011)**. La communauté scientifique s'est orientée vers les substances naturelles notamment les plantes médicinales dans l'optique de trouver des nouvelles molécules qui contribueront non seulement à lutter de façon efficace aux affections microbiennes mais également de valoriser la médecine traditionnelle **(Yala et al., 2016)**. L'exploration scientifique des plantes médicinales en vue de trouver des molécules cibles constitue une sérieuse opportunité de recherche **(Dieye et Sarr, 2020)**. Il existe différentes techniques de laboratoire qui permettent d'évaluer ou de mesurer l'activité antimicrobienne in vitro d'un extrait ou d'un composé pur. La diffusion sur disque et la dilution en bouillon ou en gélose sont les méthodes les plus couramment utilisées et les plus simples **(Balouiri et al., 2016)**.

#### ➤ L'activité anti-oxydante

L'oxydation représente un processus indispensable dans le métabolisme des cellules aérobie de l'organisme. Elle implique la molécule d'oxygène qui, par des voies métaboliques non contrôlées, produit des espèces réactives de l'oxygène (ERO) comme les radicaux libres. La présence de ces radicaux est associée au stress oxydant, qui se manifeste par un déséquilibre entre la production d'ERO (pro-oxydants) et l'élimination de ces espèces par le mécanisme de défense antioxydant. La présence de stress oxydant peut engendrer l'endommagement de molécules telles que les lipides, l'ADN, les glucides et les protéines **(Sarr, S. et al., 2015)**.

Les antioxydants sont une catégorie de produits qui ont la capacité de neutraliser les radicaux libres et de prévenir ainsi la formation de maladies liées au stress oxydatif. Parmi les principaux antioxydants naturels, on peut mentionner l' $\alpha$ -tocophérol (vitamine E), l'acide ascorbique (vitamine C) et les composés phénoliques (**Kulawik et al., 2013**).

Le stress oxydant est la principale cause initiale de plusieurs maladies (**Mates et Sanchez-Jimenez, 2000**). Vu la diversité et la gravité des maladies qu'induit le stress oxydant, plusieurs équipes de chercheurs se sont investis dans la recherche de nouveaux antioxydants en vue de lutter contre le stress oxydant et ses pathologies associées (**Bidie et al., 2011**).

Les plantes médicinales traditionnelles ainsi qu'une alimentation équilibrée représentait les principales sources d'antioxydants qui protégeaient nos ancêtres des lésions engendrées par les radicaux libres (**Sen et Chakraborty, 2011**). L'effet conservateur de nombreuses herbes et plantes suggère la présence de constituants antioxydants et antimicrobiens dans leurs tissus (**Hirasa&Takemasa, 1998**). L'intérêt pour la recherche d'antioxydants naturels à incorporer dans les aliments ou les produits pharmaceutiques afin de remplacer les antioxydants synthétiques, qui sont limités en raison de leur potentiel cancérigène (**Djeridane et al., 2006**). Nombreuses plantes médicinales renferment de grandes quantités d'antioxydants tels que les polyphénols qui sont décomposés naturels largement répandus dans le règne végétal qui ont une importance croissante notamment grâce à leurs effets bénéfiques sur la santé (**Koechlin-Ramonatxo, 2006**). Leur rôle d'antioxydants naturels suscite de plus en plus d'intérêt pour la prévention et le traitement du cancer, des maladies inflammatoires et cardiovasculaire (**Vârban et al., 2009**).

➤ **Piégeage du radical libre DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl)**

➤ **Radical DPPH**

Le composé chimique 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle est un radical libre de couleur violacée qui absorbe dans l'UV-visible à la longueur d'onde de 517 nm (**P.C. Wootton-Beard, et al., 2011**) Il fut l'un des premiers radicaux libres utilisé pour étudier la relation structure-activité antioxydant des différents composés. Il possède un électron non apparié sur un atome du pont d'azote (**Figure 3**). Du fait de cette délocalisation, les molécules du radical ne forment pas des dimères. Le radical DPPH reste dans sa forme monomère relativement stable à température ordinaire (**C. Popovici, et al., 2009**).

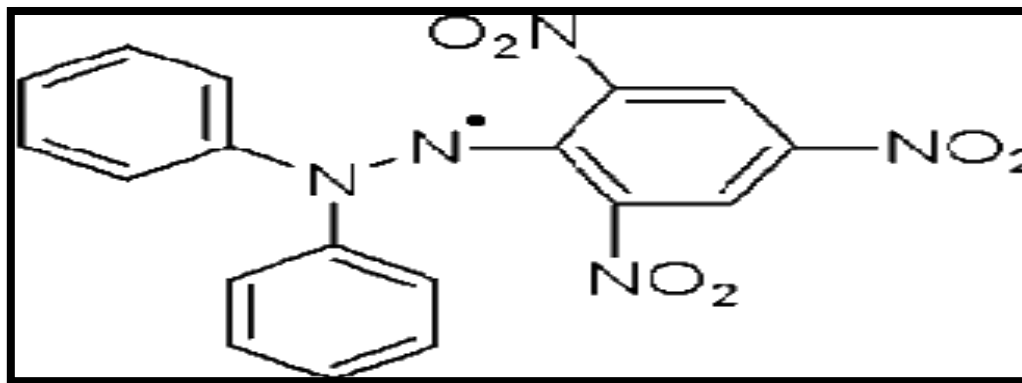


Figure 2: Structure chimique du radical libre DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle) (source Google).

La réduction du radical libre DPPH par un antioxydant peut être suivie par spectrophotométrie UV-visible, en mesurant la diminution de l'absorbance à 517 nm provoquée par la présence des produits synthétisés. Le DPPH est initialement violet, se décolore lorsque l'électron célibataire s'apparie. Cette décoloration est représentative de la capacité des produits à piéger ces radicaux libres indépendamment de toutes activités enzymatiques. (Z. Hadbaoui, 2012).

Dans ce test, le substrat est un radical stable, qui peut en fait être neutralisés soit par réduction directe via des transferts d'électrons ou par des transferts d'atome d'hydrogène. (P. Molyneux, 2004) En formant le DPPH-H (2,2-diphényl-1-picrylhydrazine) avec perte de son ultime absorbance. Une faible absorbance indique une meilleure activité antioxydant. (R.L.Prior, et al., 2005) Les réactions ont lieu à température ambiante et en milieu DMSO, dans lequel les produits sont soluble à travers. Il est à noter que ce test est couramment utilisé car il est rapide et facile.

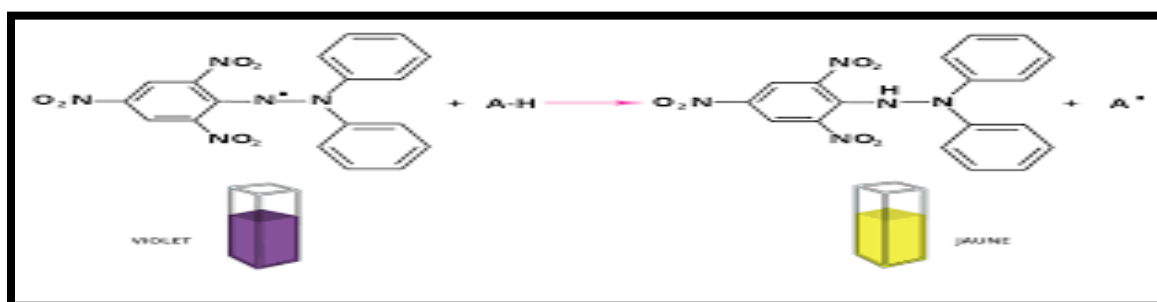


Figure 3: Réduction du radical DPPH. (Source Google)

### ➤ Activité Insecticide

Les insecticides chimiques qui reposent principalement sur l'utilisation d'insecticides conventionnels tels que les organophosphates et les pyréthriinoïdes (Zahran et al., 2017) sont

la principale stratégie du contrôle. Cependant, leur utilisation massive et continue a provoqué divers inconvénients, comme les effets secondaires sur les organismes non visés et l'environnement avec les risques de contamination ou l'accumulation dans le sol, l'eau et les denrées récoltées, ainsi le développement de résistances ou encore les risques pour la santé des travailleurs agricoles (**Carlos, 2010**).

Pour assurer une meilleure intervention, tout en préservant au maximum le milieu naturel, de nouvelles méthodes préventives ainsi que de nouveaux produits sont constamment recherchés. Les substances naturelles qui présentent un large spectre d'action en pharmacologie comme anti paludisme, bactéricides, fongicides, acaricides, etc., peuvent être aussi utilisées comme insecticides alternatif (**Benhissen et al., 2019**).

L'utilisation des extraits de plantes comme insecticides, est connue depuis longtemps. Ils sont les meilleurs alternatifs car ils ont moins d'impact sur l'environnement et biodégradable par opposition aux produits chimiques insecticides (**Gitaari et al., 2018**).

- **Présentation de l'insecte *Tribolium confusum***
- **Origines et répartition géographique**

L'aire de répartition de *T. confusum* est très vaste à travers le monde. Il est généralement distribué dans le monde entier et il est très abondant dans toutes les parties des Etats-Unis (**Anonyme, 1955**).

Selon Lépisme (1944), cette espèce préfère les régions tempérées et remonte assez loin dans le nord de l'Europe et de l'Amérique, sous les climats froids. On rencontre cet insecte dans la nature, non seulement en Afrique, mais aussi dans les régions où il fut introduit, sous l'écorce des arbres (**Delobel et Trans, 1993**).

- **Description de l'insecte**
- **Description des différents stades de développement de *T. confusum***
  - **L'œuf** : Il est oblong et blanchâtre, presque transparent à surface lisse. Il est recouvert d'une substance visqueuse qui lui permet d'adhérer à la denrée infestée. Il mesure en moyenne 0.6 x 0.3 mm (**Lepesme, 1944**).
  - **La larve**: Sa couleur est jaunâtre, vermiforme. Elle est environ 8 fois plus longue que large. Elle est couverte de poils et porte des pattes se terminant par deux paires cornicule. (**Delobel et Tran, 1993**).

- **La nymphe:** Elle est blanche et nue, les segments de son abdomen sont explantés latéralement en lames rectangulaires à bords crénelés. La nymphe reste sans protection et incapable de se déplacer (**Balachowsky, 1936**).
- **L'adulte :** L'adulte est un petit insecte de couleur brun rougeâtre. Occasionnellement à cause des mutations on peut distinguer des adultes de couleur noir (**Delobel et Tran, 1993**). L'adulte est de taille comprise entre (3-4) mm Son corps est plat et allongé (**Cruz et Diop, 1989**). La suture des élytres est peu carénée. Les angles antérieurs du pronotum sont non saillants. Il possède un espace interoculaire très court d'environ 1,5fois la largeur de l'oeil. La ponctuation du pronotum est espacée et le canthus des joues saillants au-dessus des yeux. La massue antennaire est constituée de 3 articles bien distincts (**Calmont et Soldati, 2008**).



Figure 4: *Tribolium confusum* (Baldwin, R., & Fasulo, T. R. 2020).

#### ➤ **Biologie**

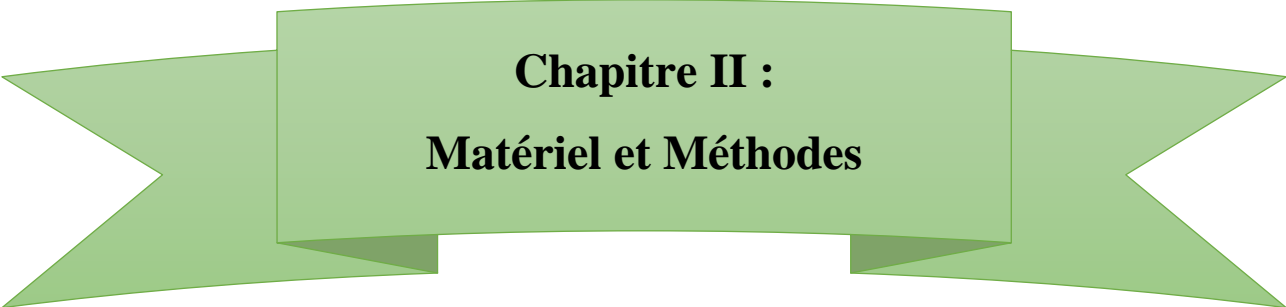
La femelle pond entre 500 et 1000 oeufs et ils sont disposés sur les marchandises et sont difficiles à déceler. L'oeuf est oblong et blanchâtre, presque transparent à surface lisse recouverte d'une substance visqueuse qui lui permet d'adhérer à la denrée infestée, il mesure en moyenne 0.6 x 0.3 mm (**Lepesme, 1944**).



Figure 5: Cycle de vie du tribolium confusum (Source : Google).



***Partie Experimentale***



**Chapitre II :**  
**Matériel et Méthodes**

## II. Matériel et Méthodes

### II.1. Matériel Végétal

Le matériel végétal est représenté par la partie aérienne (tige-feuilles-fleurs) de la plante *Cachrys sicula*. Les parties aériennes de la plante ont été collectées en mai 2023 dans la région du M'sila, située au nord de l'Algérie. Un spécimen témoin (N° KR0111) a été identifié par le Pr. K. Rebbas de l'Université de M'sila –Algérie et déposé dans l'herbier personnel de prof. K. Rebbas.

La plante doit être laissée sécher à l'air libre après la récolte, broyée, la poudre obtenue est stockée dans des flacons en verre à température ambiante.

La plante étudiée est *Cachrys sicula* L. qui vient des régions méditerranéennes, est connue pour ses propriétés thérapeutiques dans de nombreux systèmes de médecine traditionnelle. Des extraits de la partie aérienne de la plante ont été utilisés afin de réaliser une série d'études.



Figure 6: Partie aérienne de la plante *Cachrys sicula* L. (Source Original, 2024)

A: Fleurs; B: Feuilles; C: Partie aérienne

## **II.2. Méthodes d'extraction**

### **II.2.1. Extraction par macération**

La macération est une technique d'extraction solide-liquide utilisée depuis longtemps pour extraire les espèces chimiques d'une substance solide en le dissolvant dans un liquide.

Un protocole a été suivi en y apportant quelques modifications : 20 g de la poudre de la plante (feuilles, tiges et fleurs) avec agitation à température ambiante pendant 24h (deux fois) avec 200ml de solutions aqueuses des solvants de polarité différent : éthanol et hexane. Après avoir filtré sur du papier filtre, les filtrats résultants ont ensuite puis placés dans des boîtes pétries en verre et placés dans l'étuve pendant 24 heures à 27°C.

Une fois complètement sec, nous le récupérons est mettre dans des flacons en verre.

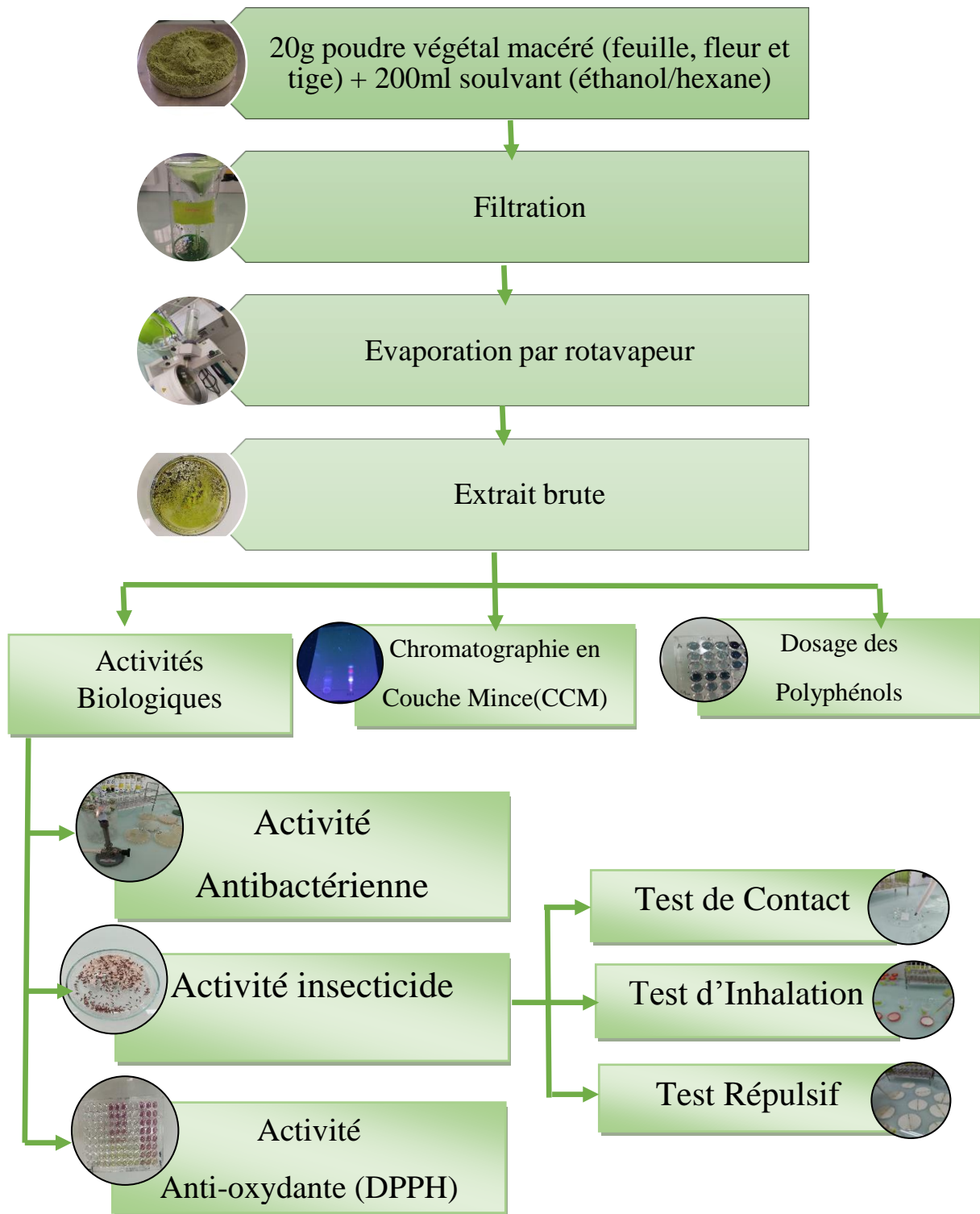


Figure 7: Schéma récapitulatif de la démarche suivie au cours de cette étude.

### II.2.2. Détermination du Rendement d'Extractions

Le rendement d'extraction a été déterminé à partir du rapport de la masse de l'extrait sur la masse de poudre sèche utilisée. Il est calculé par la formule donnée par **Falleh et al., 2008**.

$$R (\%) = M / M_0 \times 100$$

**R (%)** : Rendement exprimé en %.

**M** : Masse en gramme de l'extrait sec résultant.

**M<sub>0</sub>** : Masse en gramme du matériel végétal à traiter.

### II.3. Analyse par Chromatographie sur Couche Mince (CCM)

Trois plaques de CCM ont été préparées. D'abord, après dissolution des extraits hexanique et éthanolique dans les solvants, nous déposons 10 µl de chaque solution et à l'aide d'une micropipette sur les deux plaques à 1cm du bord inférieur sur la ligne de base, et nous laissons sécher chaque dépôt. La plaque est ensuite mise dans la chambre de migration contenant la phase mobile mentionnée dans **le tableau 2**. Quand le front du solvant atteint 1cm du bord supérieur, le chromatogramme est retiré, séché, observé.

**Tableau 2 : Les systèmes utilisés pour les extraits.**

N° du système	Nom du système	Volume (ml)
01	Butanol/Ethyle d'Acétate/eau	5 : 4 : 1
02	Acétone/Chloroforme/Méthanol	7 : 7 : ½
03	Héptane/Acétate	1 : 7

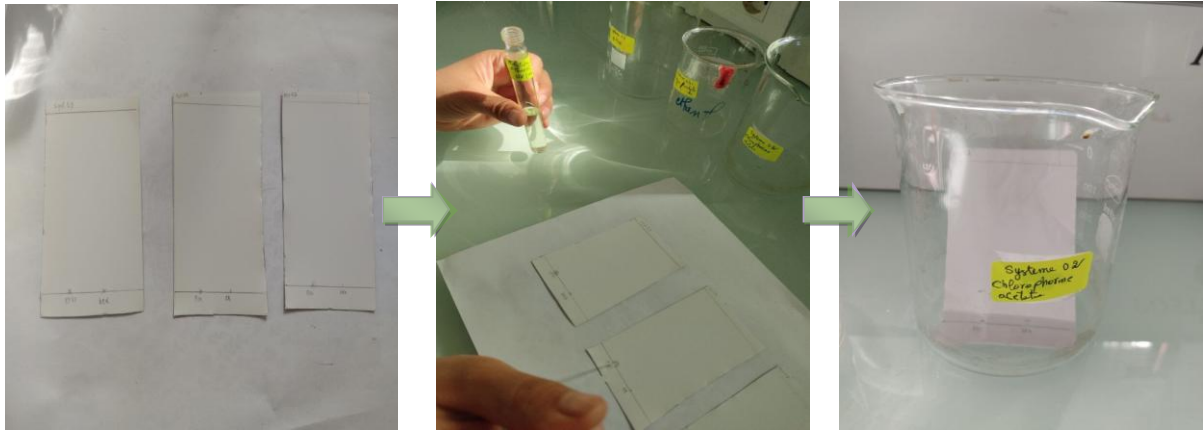


Figure 8: Les étapes de CCM.

## II.4. Evaluation des Activités Biologiques

### II.4.1. Activité antibactérienne

L'activité antimicrobienne des extraits éthanolique et Hexanique de l'espèce *Cachrys sicula* L. a été déterminée par un test de diffusion sur disque selon une méthode de modification décrite par **Nicoletti et al. (2012)**. Le test est réalisé sur six souches bactériennes mentionné dans le **tableau 3**. 9mL de l'eau physiologique a été préparer et stériliser dans l'autoclave. Les bactéries sont transférées à l'aide d'une anse d'inoculation stérile dans l'eau physiologique. Concentration équivalente à  $10^5$  UFC/ml, ce qui correspond à 0,5 McFarland selon les directives de la CLSI. À l'aide d'un écouvillon stérile, introduit dans la suspension bactérienne, des stries parallèles sont réalisé la surface d'une boîte de Pétri préalablement coulée avec la gélose de Mueller- Hinton. L'opération est répéter quatre fois en tournant la boité. Des disques de papier Whatman de 6 mm de diamètre, sont préparés et stérilisés ensuite saturé avec 10 $\mu$ L de l'extrait éthanolique et hexanique dilué dans diméthylsulfoxyde (DMSO). Les disques déposés à la surface de la boîte de Pétri et un disque témoins négative est déposés sur la même boîte ; un disque contenant 10  $\mu$ l de DMSO.

La manipulation est faite dans la zone stérile entre deux becs bunsens.

Les boîtes de Pétri sont réfrigérer 1h avant d'être incubées à 37°C pendant 24 h.

Tableau 3: Les souches bactériennes sélectionnées.

Bactérie	Souche	CODE
<i>Bacillus cereus</i>	Gram+	ATCC14579
<i>Staphylococcus aureus</i>	Gram +	ATCC25935
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Gram -	ATCC27853
<i>Agrobacterium tumefaciens</i>	Gram -	ATCC23308
<i>Escherichia coli</i>	Gram -	ATCC25922

#### II.4.2. Activité Anti-oxydant

Cette technique est définie par la réaction du radical DPPH en tant qu'un agent oxydant.

- **DPPH** : Consiste à utiliser un radical stable, 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH<sup>·</sup>) dans du méthanol. Une solution pour laquelle on dissout 3 mg dans 50 ml de méthanol est préparé, par suite l'absorbance de la solution de couleur rouge violette est de 0,9 à  $\lambda = 517$  nm, et gardé à -20 °C à l'abri de la lumière avant utilisation.
- **Extrait de plante** : (4mg/ml d'Hexane) et (4mg/ml Ethanol) à différentes concentrations (4,2,1,0.5,0.25,0.125,0.075mg/ml).

Les dosages sont effectués dans des microplaques. Le volume total des puits est 200 $\mu$ l : 20 $\mu$ l de chaque dilution + 20 $\mu$ l MeoH + 160 $\mu$ l de DPPH. Les concentrations des extraits augmentent du bas en haut. La plaque est incubée pendant 30 min et la lecture est effectuée à l'aide d'un spectrophotomètre à 517 nm.

#### ➤ Détermination de CI50

La CI50 (Concentration inhibitrice à 50 %) permet de calculer la concentration de l'échantillon testé nécessaire pour réduire 50 % du radical libre. Elle est calculée graphiquement par la régression linéaire des graphes tracés représentant le pourcentage d'inhibition en fonction de différentes concentrations des fractions utilisées. La CI50 est inversement lié à la capacité antioxydant d'un composé. Plus la valeur de la CI50 est basse, plus l'activité antioxydant d'un composé est grande (**Bentabet et al., 2014**).

### II.4.3. Contenu total en polyphénols

La teneur en polyphénols totaux de *C. sicula* L. est déterminée en utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu (FCR) (Singleton et Rossi, 1965) selon une méthode de dosage sur microplaque décrite par Muller et al. (2010). Une gamme de l'acide gallique (standard) a été préparée (2 mg de l'acide dissolvé dans 10 ml d'eau distillé) bien qu'une gamme de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> de 7,5% gramme et sont dissouts dans 100 ml d'eau distillé).

- Préparations des dilutions de l'extrait :

1mg extrait éthanolique → 1ml éthanol

0.5mg extrait éthanolique → 1ml éthanol

0.25mg extrait éthanolique → 1ml éthanol

Le volume total des puits est 200µl : 20µl de chaque dilution (1mg/ 1ml) + 100 µl de FCR + 75 µl de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Les concentrations des extraits augmentent du bas en haut. La plaque est incubée pendant 2 heures et la lecture est effectuée à l'aide d'un spectrophotomètre à 765 nm.

En utilisant l'équation de régression de la courbe d'étalonnage ( $Y=0.0005x$  ;  $R^2 = 0.993$ ), on a calculé le contenu phénolique total des extraits. Les résultats ont été exprimés en mg d'équivalent d'acide gallique (EAG) par gramme de poids sec (ps) en utilisant la courbe d'étalonnage de l'acide gallique (25-500 mg/L).

- Le contenu polyphénolique total (CPT) a été calculé selon l'équation :

$$YCPT \text{ (mg GAE g}^{-1}\text{dw)} = CTPC \times V / m$$

V : volume du milieu d'extraction ; L : quantité de matériel sécher.

## II.5. Activité Insecticide

### II.5.1. Matériel animal

L'élevage de mass de *Tribolium confusum*. Est effectué dans une boîte de plastique contient environ 300g de semoule dans des conditions appropriées a une température de 30± C° pendant 21 jours. Après cette période les adultes formant la première génération.

### II.5.2. Évaluation de la mortalité par l'effet de contact

Le principe de ce test est de mettre en contact les adultes des insectes étudiés (*Tribolium confusum*) avec des solutions à différentes doses préparées à partir de deux type d'extraits de parties de la plante *Cachrys sicula* L. (fleurs ; feuilles), afin d'étudier la toxicité d'extraits. Les solutions à différentes doses préparées principalement à partir des solution mère (1mg extrait +10ml hexane) (1mg extrait +10ml éthanol), pour faire les dilutions est mis 1 ml d'hexane avec chaque dose de solution à 1 ; 0.5 ; 0.25 ; 0.125 et 0.075mg/ml et même protocole avec la solution éthanolique. Après préparation des doses, chaque solution a été répandue uniformément sur tous les insectes 10µl pour chacun. Ces derniers sont placés dans des boîtes de pétrie, toutes les boîtes sont infestées par 10 insectes. On réalise trois (3) répétitions pour les 4 doses de deux type de solution et deux boîtes pour les insectes non traités par l'extrait (témoin). et dans ce cas, le témoin est à la fois de l'hexane et l'éthanol. Les comptages des insectes morts ont été réalisés après (1h, 3h, 24h, 26h, 48h et 73h).

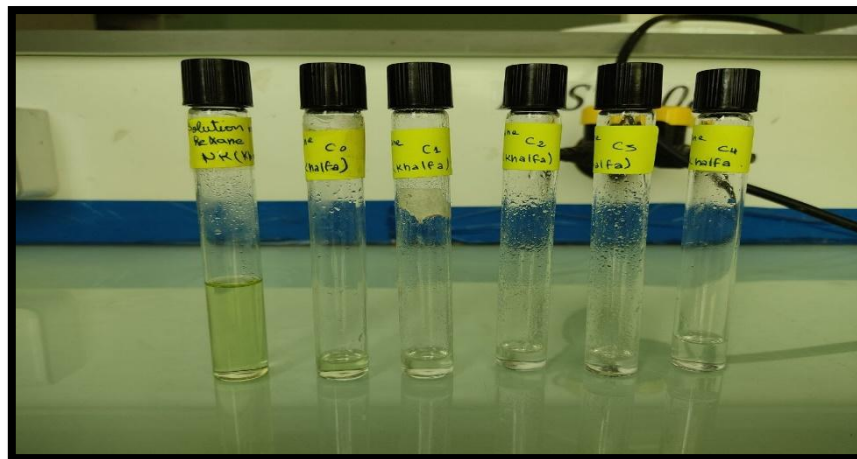


Figure 9: photo des solutions préparées.



Figure 10: Dispositif expérimental adopté pour le test de contact.

### II.5.3. Évaluation de la toxicité des extraits par inhalation

Le test d'inhalation se déroule dans des flacons à urine Qualibact contenant dix adultes de *Tribolium*. Des papiers buvard de 2,5 cm de diamètre rentrent à l'intérieur de couverture des flacons. Chaque papier buvard est traité avec 300  $\mu$ l des différentes doses de l'extrait dilué par l'éthanol et l'hexane, tandis que l'un est traité avec l'Éthanol / Hexane seulement. Après avoir séché le papier, on ferme les flacons et les place dans l'étuve. Les flacons sont perforés afin de permettre l'aération. La mortalité des insectes est observée après 1h, 2h, 24h, 26h, 48h et 73h.



Figure 11: Dispositif expérimental adopté pour le test d'inhalation.

Tableau 4:les 5 Doses utilisées dans le test de contact et inhalation pour les extraits hexanique et ethanoique.

Doses	C0	C1	C2	C3	C4
Concentration(mg/ml)	1	0.5	0.25	0.125	0.075

#### II.5.4. Évaluation de la réversibilité des extraits

L'objectif de ce test est d'analyser l'efficacité des extraits par inhalation en utilisant différentes doses de l'extrait diluée dans de l'éthanol et de l'hexane sur les adultes de *Tribolium*. Elle consiste à découper en deux moitiés des disques de papier buvard de 9 cm de diamètre fixé dans les boîtes pétries en plastique à l'aide d'un scotch. Une moitié est traitée par 300 µl de l'éthanol ou l'hexane uniquement bien que l'autre moitié est traitée par même quantité de différentes doses de dilution de l'extrait à l'aide d'une micropipette. Trois répétitions sont réalisées pour chaque dose. Une fois le papier bien absorbé les solutions, dix (10) insectes de *Tribolium* sont posés au centre de la boîte pétrie. La direction des insectes est notée après chaque deux heures (2h à 4h).

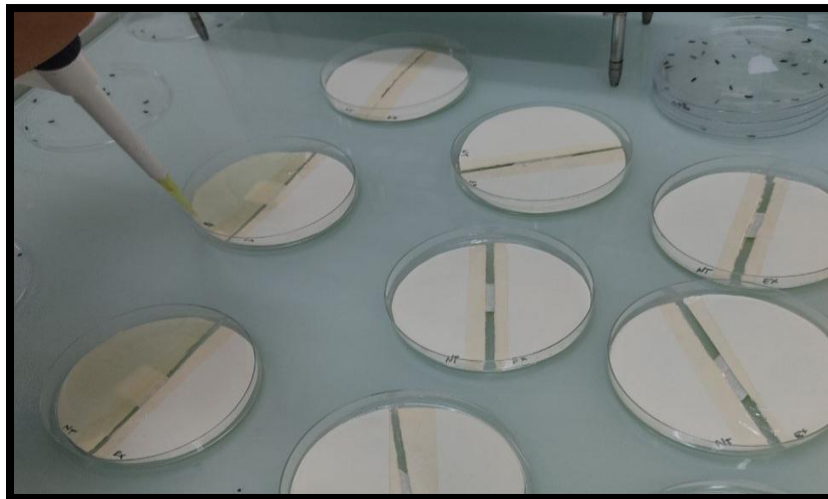


Figure 12:Dispositif expérimental adopté pour le test répulsif.

- Le pourcentage de répulsion est ainsi calculé par la formule

$$\text{Pourcentage de répulsion (PR) \%} = \left[ \frac{(\text{NC} - \text{NT})}{\text{NC} + \text{NT}} \right] \times 100$$

**NC** : le nombre d'insectes présents sur la partie du papier traitée uniquement avec solvant.

**NT** : le nombre d'insectes présents sur la partie du papier traitée avec différentes doses.

Selon le classement proposé par Mc Donald et ses collaborateurs (**Tapondjou et al., 2003**) le pourcentage de répulsion moyen est réparti suivant six classes, la classe 0 étant celle qui contient moins de 0,1% de répulsion. (**Tableau 5**)

**Tableau 5: Pourcentage répulsif selon le classement de (Mc.Donald et al., 1970).**

Classes	Intervalle de Répulsion	Propriétés
<b>Classe 0</b>	$PR \leq 0.1\%$	N'est pas répulsif
<b>Classe I</b>	$0.1\% \leq PR \leq 20\%$	Très faiblement répulsif
<b>Classe II</b>	$20\% \leq PR \leq 40\%$	Faiblement répulsif
<b>Classe III</b>	$40\% \leq PR \leq 60\%$	Modérément répulsif
<b>Classe IV</b>	$60\% \leq PR \leq 80\%$	Répulsif
<b>Classe V</b>	$80\% \leq PR \leq 100\%$	Très répulsif

➤ **Méthodes d'analyse des données**

➤ **Correction de la mortalité**

L'efficacité des extraits est évaluée par la mortalité. Les résultats des tests effectués ne représentent pas uniquement la mortalité causée par les extraits mais il y a aussi la mortalité naturelle. Cette mortalité est corrigée par le biais de la formule de SHNEIDER-ORELLI.

$$MC (\%) = ((MT - Mt) / (100 - Mt)) \times 100$$

**MC %** : pourcentage de mortalité corrigée.

**Mt** : pourcentage de mortalité obtenu dans la population témoin.

**MT** : pourcentage de mortalité obtenu dans la population traitée.

➤ **Calcul des doses et des temps létaux**

Les valeurs des temps létaux et des doses létales sont déduites à partir des tracés des droites de régression dans les courbes de l'évolution proportionnelle des probits en fonction du log des doses (**FINNEY ,1971**).

➤ **Détermination des doses létales**

L'un des moyens d'estimer l'efficacité d'un produit est le calcul la détermination des doses létales (DL50) qui correspond à la quantité de substance toxique entraînant la mort de 50% d'individus d'un même lot. Elle est déduite par le tracé de la droite de régression mortalité / dose. De ce fait les pourcentages de mortalité corrigés sont transformés en probit.

➤ **Détermination des temps létaux**

Les temps létaux 50 (TL50) représentent les temps au bout des quels nous observons respectivement une mortalité de 50 % de la population traitée sous l'effet entraîne par la toxine a une concentration bien détecté.



**Chapitre III :**  
**Résultats et Discussions**

### III. Résultats et Discussions

#### III.1. Rendement

Les résultats du rendement des extraits secs sont regroupés dans le tableau ci-dessous

Tableau 6: Résultats pourcentages, couleurs et aspect des extraits du *C. sicula*.

Extrait	Couleur	Aspect	Poids de l'extrait (g)	Pourcentage de l'extrait (%)
Extrait Ethanolique	Jaunâtre	Gel	20	16.5
Extrait Hexanique	Vert	Gel	20	9.5

Le rendement exprimé en pourcentage de masse d'extrait par rapport à la masse de la plante fraîche, le rendement le plus élevé a été observé avec l'extrait éthanolique par rapport l'extrait hexanique.

D'une manière générale, les teneurs en extraits secs varient non seulement d'une plante à une autre de la même famille mais également en fonction des paramètres de l'extraction solide-liquide : la température, le solvant d'extraction et la taille des particules, affectent le contenu total en phénols et flavonoïdes, et par conséquent affecte les activités biologiques médiées par ces métabolites (Lee et al., 2003).

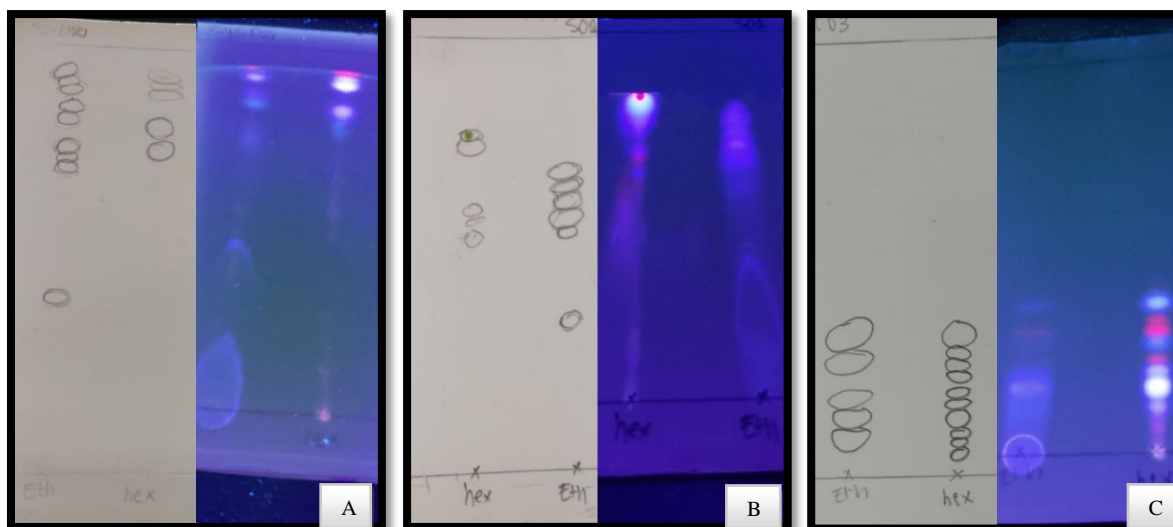
#### III.2. Analyse qualitative d'extrait de la plante *Cachrys sicula* L. par CCM

Une chromatographie sur couche mince (CCM) a été réalisée sur les extraits hexanique et éthanolique de la plante *Cachrys sicula* L. Les composés apparaissent sous forme de taches rondes ou ovales. On peut obtenir parfois des traînées si l'échantillon déposé était trop concentré.

Le tableau ci-dessous présente le nombre de taches, les distances parcourues par les différents composés, les colorations observées.

Tableau 7: Présentation de la migration des spots.

N° de système	Les extraits					
	Hexanique			Ethanolique		
	N° de spot	R <sub>F</sub>	Couleur de spot	N° de spot	R <sub>F</sub>	Couleur de spot
01	1	0.52	Blue	1	0.32	Blue
	2	0.56	Rouge	2	0.57	Violet
	3	0.60	Violet	3	0.61	Rouge
	4		Jeune	4	0.64	Violet
	5		Rouge	5	0.68	Rouge
02	1	0.73	Bleu	1	0.39	Bleu
	2	0.79	Violet	2	0.67	Bleu
	3	0.88	Jeune	3	0.73	Bleu
	4	0.90	Jeune	4	0.79	Bleu
	5	0.92	Rouge	5	0.83	Bleu
				6	0.88	Violet
				7	0.90	Jeune
				8	0.92	Rouge
03	1	0.04	Rouge	1	0.08	Bleu
	2	0.07	Bleu	2	0.13	Bleu
	3	0.08	Jeune	3	0.17	Bleu
	4	0.13	Jeune	4	0.25	Rouge
	5	0.15	Jeune	5	0.31	Bleu
	6	0.18	Rouge			
	7	0.21	Bleu			
	8	0.24	Rouge			
	9	0.26	Rouge			
	10	0.31	Bleu			



**Figure 13: Les résultats d'analyse par CCM.**

A : Système 01 ; B : Système 02; C : Système 03.

Ces résultats montrent l'existence de plusieurs taches de différents facteurs de rétention, ce qui nous a permis de révéler un polymorphisme chimique très important dans les extraits préparés de la plante sélectionnée.

- L'éluant des plaques par le Butanol/Ethyle d'Acétate/eau (5 :4 :1) à révéler la présence de cinq spots dans l'extrait de l'hexane même que l'extrait de l'éthanol. La couleur le plus fréquent est le rouge qui indique la présence de naphthoquinone. Les couleurs bleu, violet et jaune indiquent la présence d'indole, boldine et flavonoïdes respectivement.
- Le système éluant composé Acétone/Chloroforme/Méthanol (7 :7 :1/2) a révéler la présence de cinq taches distinctes dans les extraits de l'hexane et huit dans l'éthanol. La couleur la plus fréquente observée dans l'extrait hexanique était le jaune, indiquant la présence de flavonoïdes et dans l'extrait éthanolique le bleu.
- Le système Héptane/Acétate (1 :7), présent dix spots dans l'extrait hexanique où la couleur fréquente est le rouge et cinq spots dans l'extrait éthanolique où la couleur fréquente est le bleu.

Le système Héptane/Acétate (1 :7) présente une bonne migration les taches sont bien distinctes avec un facteur de rétention qui diffère d'une tache à l'autre, tout cela montre que l'extrait analysé manifeste une richesse en composés.

### III.3. Activité Antibactérienne

La toxicité des extraits sur les bactéries est déterminée à partir d'une zone ou un halo d'inhibition se forme autour du disque après une période d'incubation à 37°C. La lecture se fait en mesurant le diamètre de la zone d'inhibition autour de chaque disque à l'aide d'une règle (mm) qui détermine la sensibilité de la souche à l'extrait.

- Non sensible (-) pour  $\varnothing < 8$  mm
- Sensible (+) pour 9-14 mm
- Très sensible (++) pour  $\varnothing$  15-19 mm et extrêmement sensible (+++) pour  $\varnothing > 20$  mm

L'étude qualitative du pouvoir antibactérien des extraits de *C. sicula* L. Est évaluée sur des souches bactériennes à l'aide de la méthode de diffusion en milieu gélosé Mueller-Hinton en mesurant le diamètre de la zone d'inhibition. Le **tableau 8** montre l'effet antibactérien avec les diamètres d'inhibition des extraits de la plante étudiée.

**Tableau 8: Activité antibactérienne des extraits du plante étudiée**

Extrait Bactérie	Diamètre d'inhibition (mm) des extraits	
	Extrait hexanique	Extrait éthanolique
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	25	8
<i>Agrobacterium tumefaciens</i>	7	7
<i>Bacillus cereus</i>	6.5	7.6
<i>Escherichia coli</i>	6	6
<i>Staphylococcus aureus</i>	6	6

En vue des résultats, les extraits de la plante agissent différemment sur les souches testées. Un effet inhibiteur a été observé pour la bactérie *Agrobacterium* (zone d'inhibition de 8 mm, classée comme sensible), *Pseudomonas aeruginosa* (zone d'inhibition selon le solvant utilisé, classée comme extrêmement sensible pour l'hexane et sensible pour l'éthanol), et BC (zone d'inhibition de 6 mm, classée comme sensible). En revanche, aucun effet inhibiteur n'a été observé pour les bactéries *BGN*, *Staphylococcus aureus* et *E. Coli* (zones d'inhibition de 0 mm, classées comme non sensibles). L'extrait d'éthanol a montré une zone d'inhibition plus importante contre l'*Agrobacterium* (8 mm-6 mm). En revanche, l'extrait d'hexane a présenté une zone d'inhibition significativement plus importante (25 mm) contre *Pseudomonas*

*aeruginosa* par rapport à l'extrait d'éthanol (5 mm), qui suggèrent que le solvant utilisé pour l'extraction peut influencer de manière significative l'activité biologique de l'extrait végétal.

Ces résultats indiquent que l'extrait possède une certaine activité antibactérienne contre certaines souches bactériennes. Des analyses complémentaires seraient nécessaires pour identifier les composés spécifiques de l'extrait responsables de l'effet inhibiteur et pour évaluer son efficacité contre un spectre bactérien plus large.

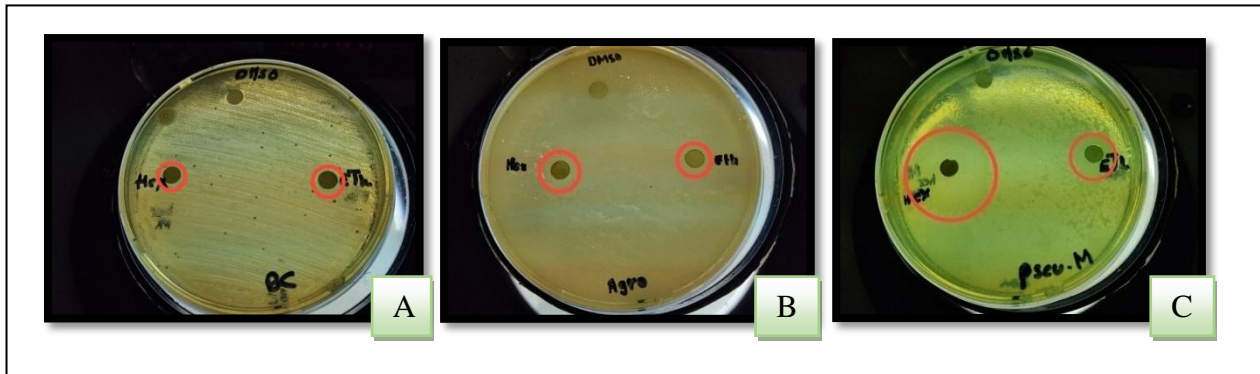


Figure 14: Les zones d'inhibition dans les souches bactérienne.

A : *Pseudomonas aeruginosa*, B : *Agrobacterium tumefaciens*, C : *Bacillus cereus*.

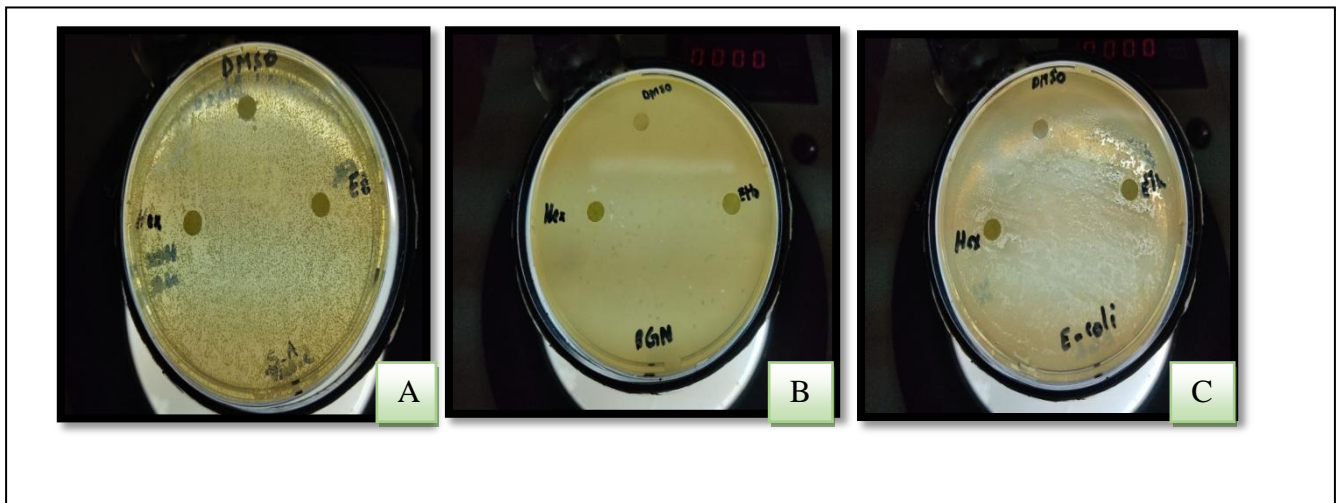


Figure 15: La souche bactérienne qui n'aucun zone d'inhibition.

A : *Staphylococcus aureus*, B : BGN, C : *Escherichia coli*.

### III.4. Teneur de polyphénol totaux

Les résultats de teneur en polyphénols sont exprimés en milligramme équivalent d'acide gallique par gramme de l'extrait (mg EAG/g E), en utilisant l'équation de la régression linéaire de la courbe d'étalonnage tracée de l'acide gallique ( $y=8,2661$  ;  $R^2 = 0,9957$ ).

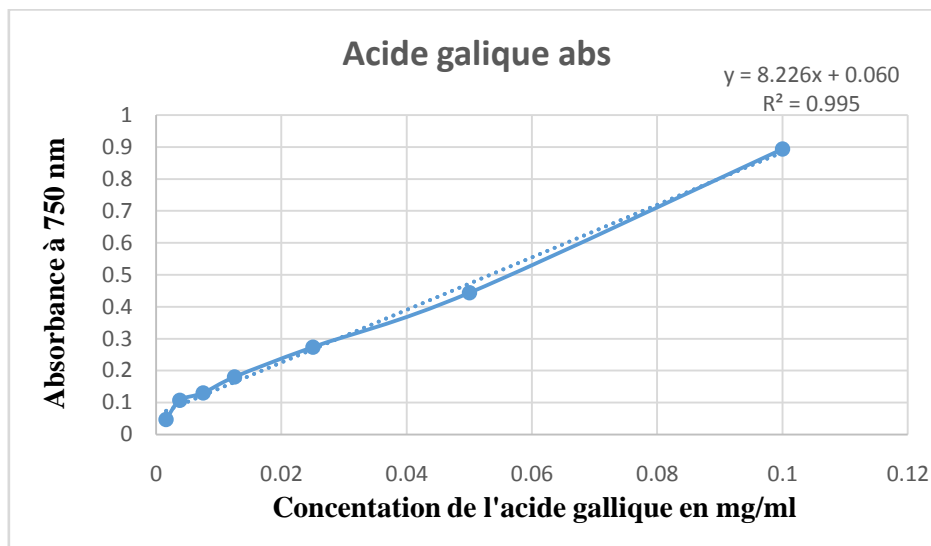


Figure 16: Droit d'étalonnage de l'Acide Gallique.

Après extrapolation des résultats du dosage sur la courbe d'étalonnage, la teneur en composés phénoliques totaux de notre échantillon est estimé à 342.42 mg EAG/g E.

Les composés phénoliques sont généralement solubles dans les solvants organiques polaires et les solutions aqueuses, et sont peu solubles dans les solvants organiques apolaires (**Bruneton, 1993**). La teneur en composés phénoliques variant en fonction des conditions climatiques et environnementales, la maturité de la plante et la durée de conservation, ainsi que les méthodes d'extraction et de dosage différentes (**Bentahar et al., 2020**).



Figure 17: Profil de la microplaque de dosage du polyphénol

Les résultats que nous avons obtenu pour la teneur des polyphénols totaux l'extrait éthanolique de l'espèce *C. sicula* L. est supérieur (342.42 mg EAG/g E) comparé à celle obtenu par **Marrelli, M. et al., 2021** (23.1mg EAG/g E) pour la même espèce et même technique d'extraction utilisant le méthanol.

### III.5. Activité anti-oxydante

Les résultats de l'analyse de l'activité antioxydante des extraits éthanolique et hexanique exprimée en pourcentage pour les tests d'inhibition du radical DPPH, en absorbance à 715 nm pour le test du pouvoir réducteur.

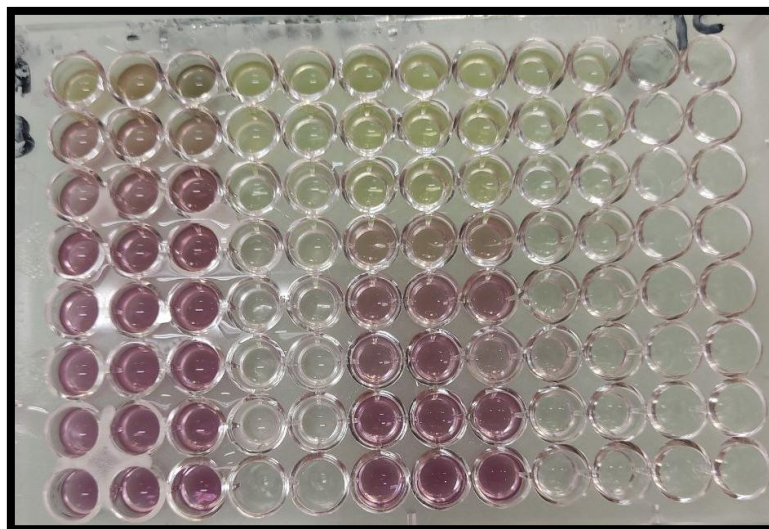
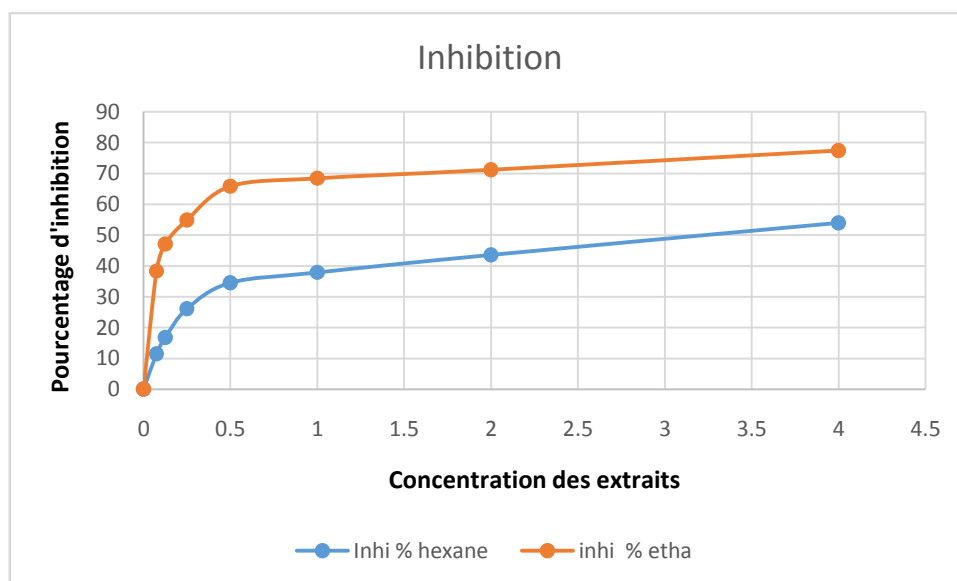


Figure 18: Profil de la microplaque de dosage de l'activité anti-radicalaire (DPPH).



**Figure 19: Pourcentages d'inhibition des extraits.**

Nous remarquons dans les courbes illustrées dans la **figure 19** que la capacité antioxydante de l'éthanol est la plus importante si nous avons remarqué avec l'hexane qui représente une faible activité qui ne dépasse pas 40%.

La capacité antioxydante des différents extraits a été déterminée à partir de l'IC<sub>50</sub>, c'est la concentration nécessaire pour réduire 50 % du radical DPPH. Plus la valeur d'IC<sub>50</sub> est basse, plus l'activité antioxydante d'un composé est grande (**Hebi & Eddouks, 2016**).

Nous avons déterminé pour chaque extrait, la concentration nécessaire pour réduire 50 % du radical libre DPPH ou IC<sub>50</sub>. À partir des équations des régressions linéaires des graphes. Les valeurs sont représentées dans le tableau suivant :

**Tableau 9: les résultats des IC<sub>50</sub> pour le DPPH.**

Extraits	IC <sub>50</sub> (mg/ml)
Hexane	3.2397
Ethanol	0.170438
Standard (Quercitine)	4.737968

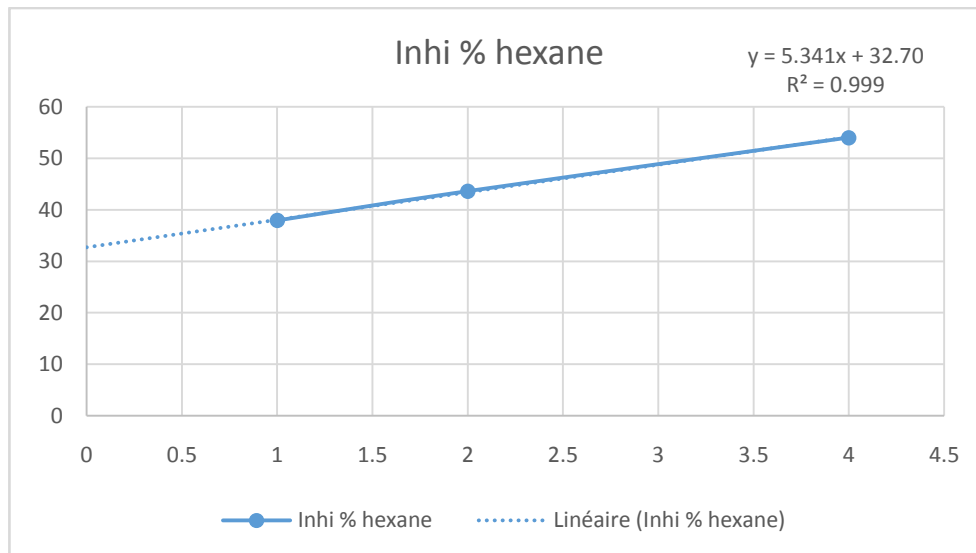


Figure 20: Effet inhibitrice de DPPH de l'extrait hexanique.

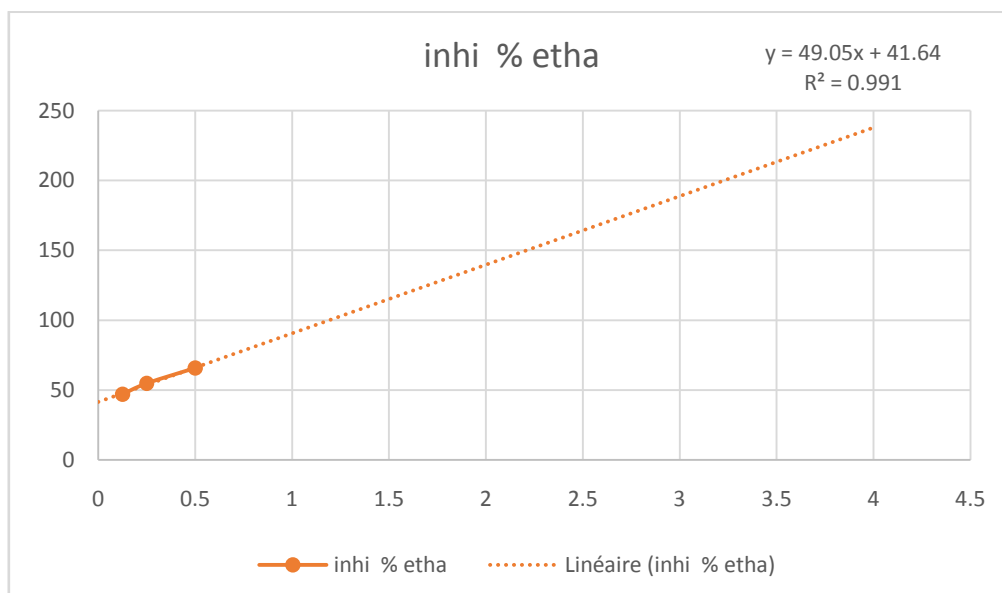


Figure 21: Effet inhibitrice de DPPH de l'extrait éthanolique.

Nous avons remarqués que la capacité à réduire le DPPH est variable entre les différents extraits. Elle est beaucoup plus importante dans l'extrait éthanolique.

Les réactions ont lieu à température ambiante et en milieu éthanolique, qui permet une bonne solubilisation de la plupart des antioxydants. Ce test est très utilisé, car il est rapide, facile et non coûteux.

**Marrelli et ses collègues** ont étudié l'activité antioxydante potentielle in vitro de deux espèces de *Cachrys* du sud de l'Italie, *C. sicula* et *C. libanotis*, extraites par macération et également à l'aide de l'extracteur Naviglio, une technique innovante d'extraction solide-

liquide. Les extraits macérés ont montré les meilleures activités de piégeage des radicaux, avec des valeurs IC50 de  $102,13 \pm 0,79$  et  $112,73 \pm 0,88$   $\mu\text{g/ml}$  pour C.

### III.6. Activité insecticide

Pour évaluer l'effet insecticide des extraits de *Cachrys sicula* L. Nous avons fait une estimation du taux de mortalité des adultes de *Tribolium confusum* par contact, inhalation et répulsif

#### III.6.1. Évaluation de la mortalité des adultes de *Tribolium confusum* par effet contact

Les résultats de l'activité insecticide des extraits C. sicula L. à l'égard des adultes de *Tribolium Confusum* sont représentés dans les figures 20 et 21.

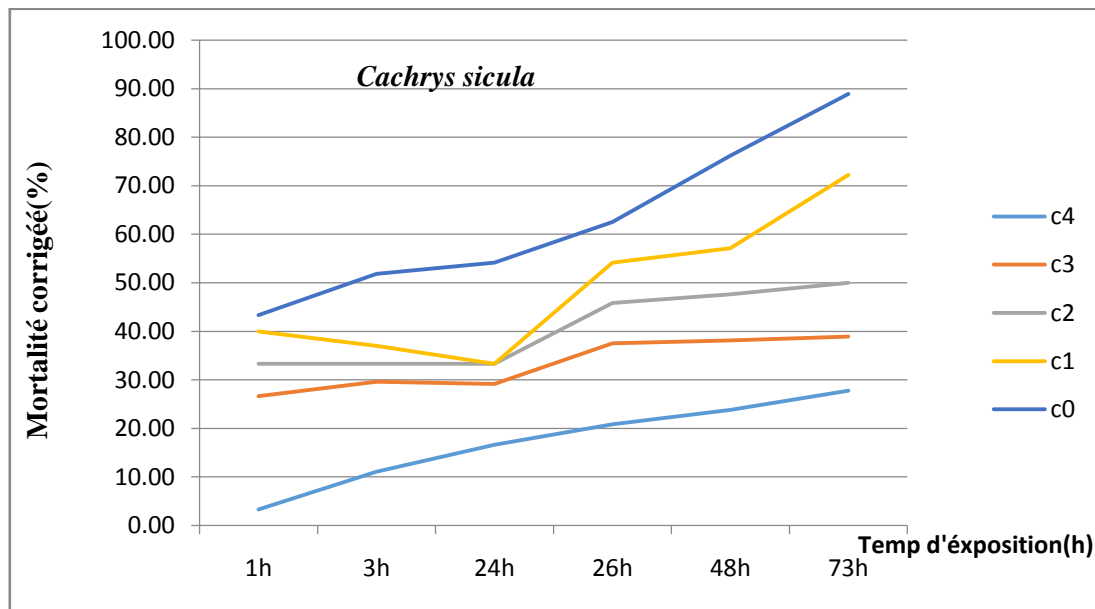


Figure 22: Mortalité corrigée des adultes de *Tribolium* traité avec des différentes doses de l'extrait hexanique de *C.sicula* L. par contact.

D'après la figure 20 les résultats obtenus montrent une augmentation considérable du taux de mortalité corrigée des adultes de *Tribolium* par effet contact d'extrait hexanique de *C. sicula* L. pour toutes les doses et les heures testées. En effet, le pourcentage de mortalité enregistré pour la C4 est de 3.33 %. Ce pourcentage augmente pour les doses C3, C2, C1 et C0 avec 26.67%, 33.33 %, 40.00% et 43.33% respectivement après 1h. Ces taux augmentent progressivement pour atteindre la valeur de 62.5% à la plus forte dose après 24h d'exposition. Nous remarquons que le taux de mortalité le plus élevé est enregistré pour la C0 avec 88.89% après 73h. A la lumière de ces résultats, il ressort que plus la dose est élevée plus le taux de mortalité augmente.

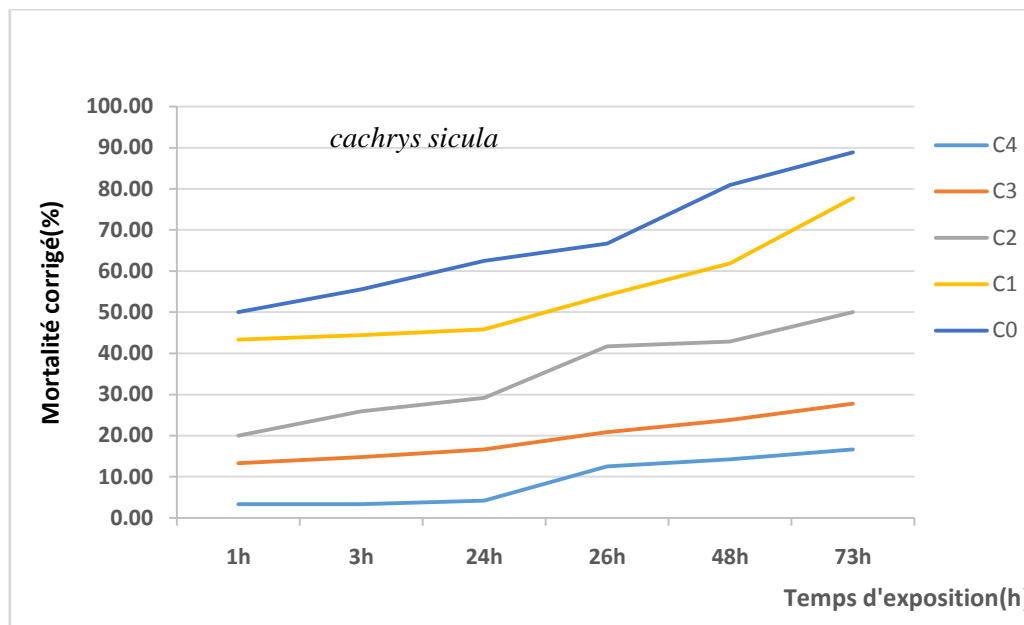


Figure 23: Mortalité corrigé des adultes de *Tribolium* traité avec des différentes doses de l'extrait éthanolique de *C. sicula* L. par contact.

Selon la figure 21, il ressort que le taux de mortalité corrigé des adultes de *Tribolium* par effet contact d'extrait éthanolique de *C. sicula* L. a considérablement augmenté pour toutes les doses et les heures testées. Effectivement, le taux de décès enregistré pour la C4 s'élève à 3,33%. Ce taux s'accroît pour les doses C3, C2, C1 et C0, avec une augmentation de 13,33%, 20,00%, 43,33% et 50% respectivement après une heure. Ces taux augmentent progressivement pour atteindre la valeur de 54,7% à la plus forte dose après 24h d'exposition. Il est observé que la C0 présente le taux de mortalité le plus élevé avec 88,89 % après 73h. Selon ces résultats, il éprouve l'impression que plus la dose est élevée, plus le taux de mortalité augmente.

➤ **Détermination de la DL50 des extraits du *cachrys sicula* L.**

Les droites de régression tracée représentent le logarithme des doses testées et les pourcentages de mortalité corrigée en probit pour la détermination de la DL50

➤ **Après 1h**

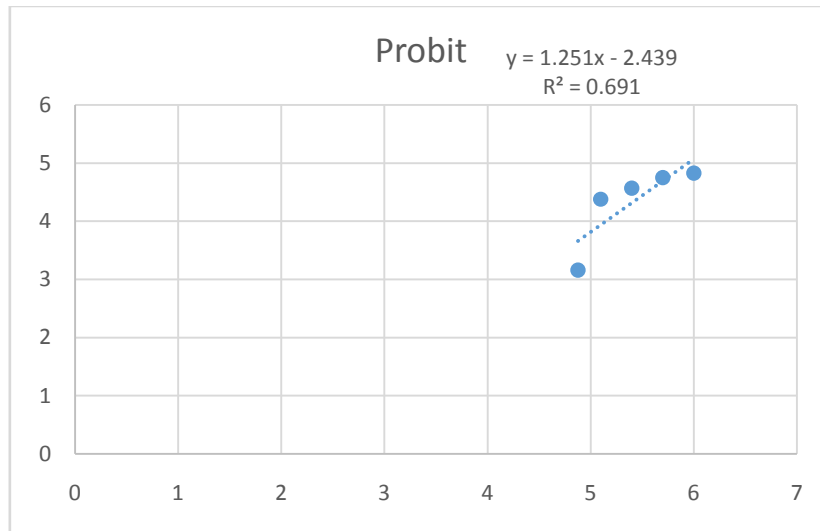


Figure 24: Détermination de la DL50 de l'extrait hexanique après 1h.

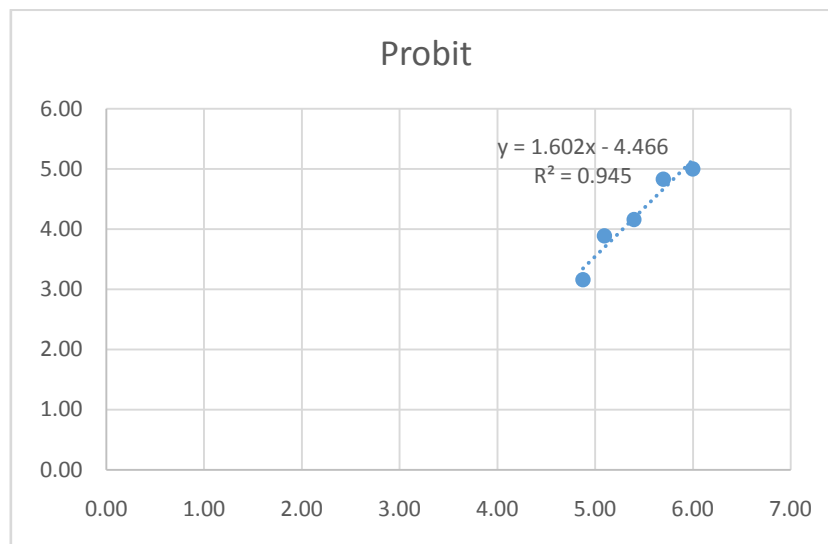
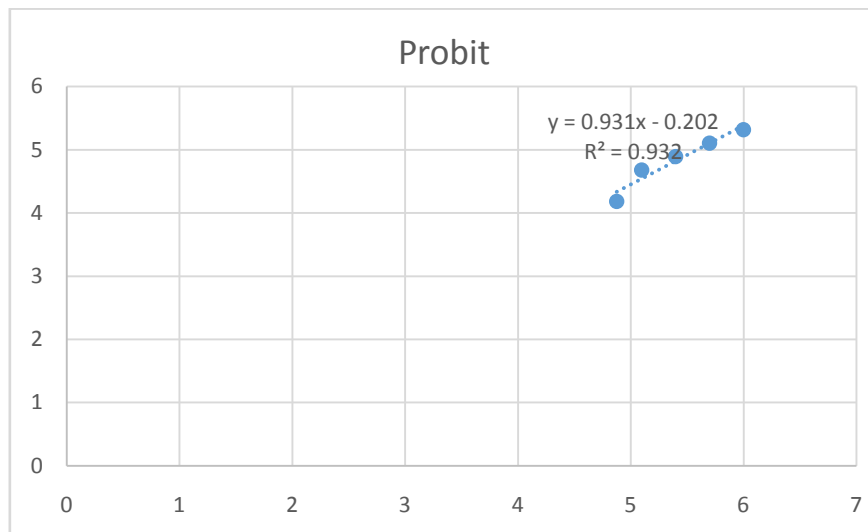


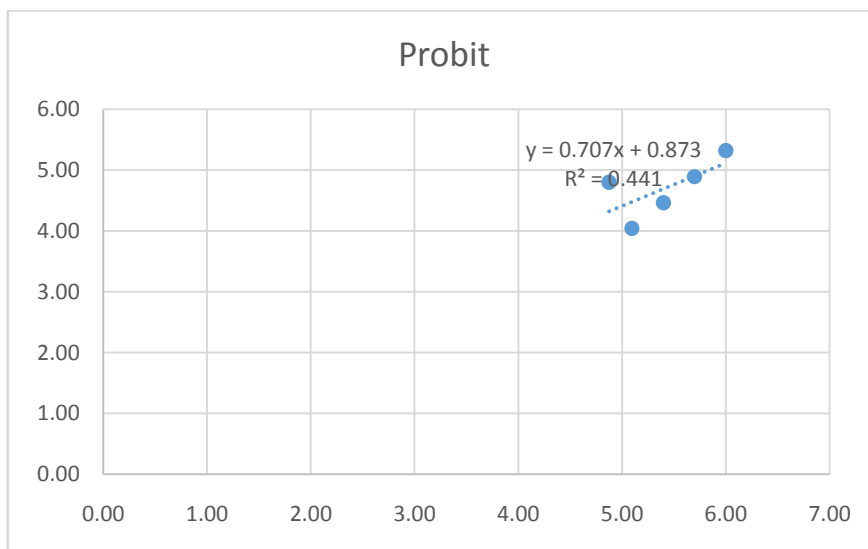
Figure 25: Détermination de la DL50 de l'extrait éthanolique après 1h.

A partir des droites de régression, les DL 50 de l'extrait hexanique et éthanolique sont calculé à partir de la fonction de tracée de régression et elles sont égales respectivement à : 0.88mg/ml et 0.80mg/ml.

## ➤ Après 24h



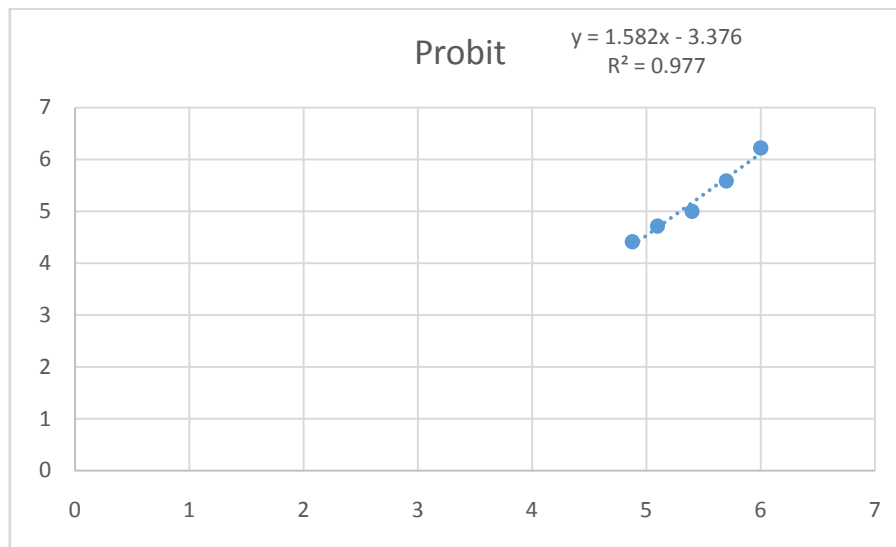
**Figure 26: Détermination de la DL50 de l'extrait hexanique après 24h.**



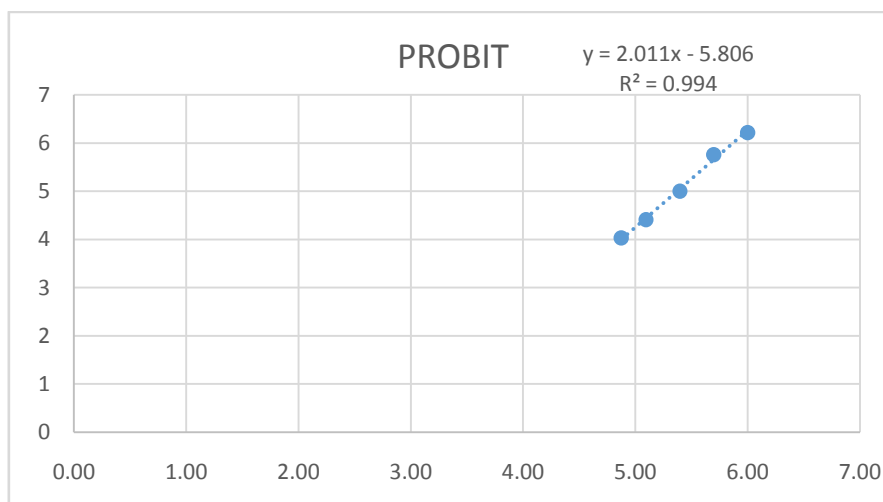
**Figure 27: Détermination de la DL50 de l'extrait éthanolic après 24h.**

A partir des droites de régression, les DL 50 de l'extrait hexanique et éthanolic sont calculé à partir de la fonction de tracée de régression et elles sont égales respectivement à : 0.38mg/ml et 0.68mg/ml.

## ➤ Après 73h



**Figure 28: Détermination de la DL50 de l'extrait hexanique après 73h.**

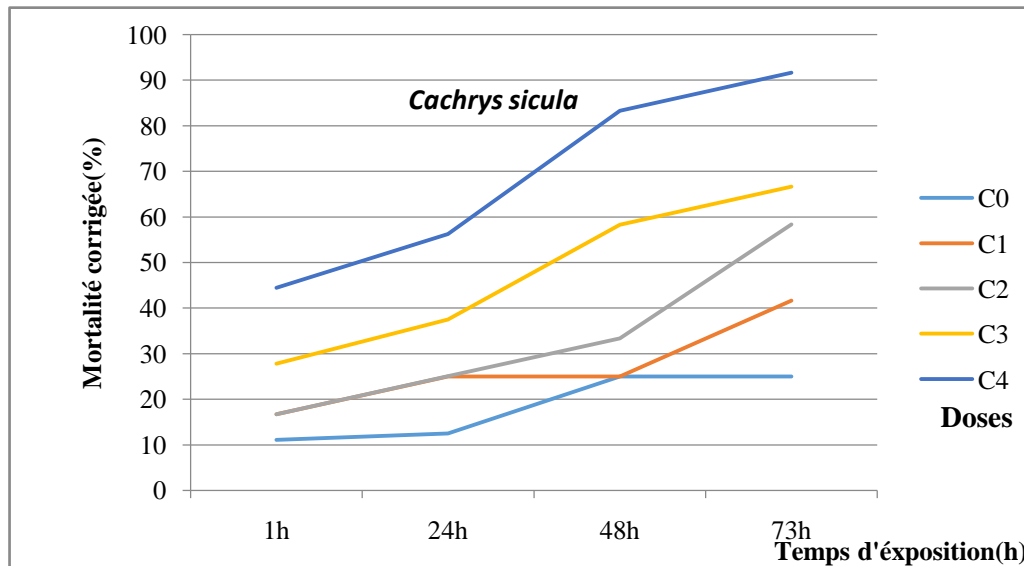


**Figure 29: Détermination de la DL50 de l'extrait éthanolique après 73h.**

A partir des droites de régression, les DL 50 de l'extrait hexanique et éthanolique sont calculé à partir de la fonction de tracée de régression et elles sont égales respectivement à : 0.19mg/ml et 0.23mg/ml.

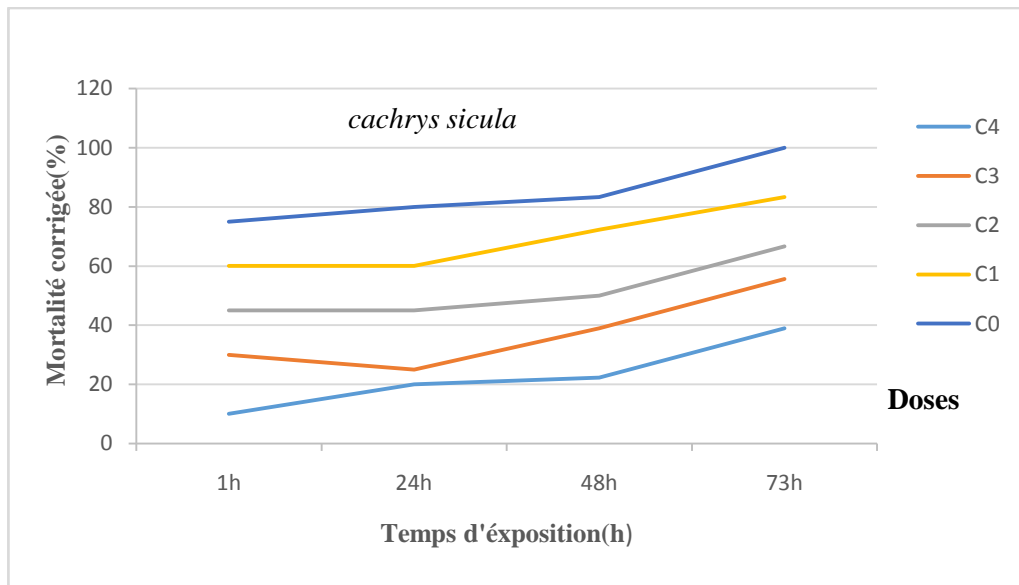
### III.6.2. Évaluation de la mortalité des adultes de *Tribolium confusum* par effet d'inhalation

Les résultats de l'activité insecticide des extraits *C. sicula* L. à l'égard des adultes de *Tribolium Confusum* sont représentés dans les **figures 22** et **23**.



**Figure 30: Mortalité corrigée des adultes de *Tribolium* traité avec des différentes doses de l'extrait hexanique de *C. sicula* L. par inhalation.**

Concernant l'extrait hexanique on observe une mortalité de 11.11% qui atteint à 44.44% avec l'augmentation des doses après 1h. Ces taux augmentent progressivement pour atteindre la valeur de 56.25% à la plus forte dose après 24h d'exposition. Une mortalité maximale de 91.67% des individus soumis au traitement est enregistrée après 73h d'exposition.



**Figure 31: Mortalité corrigée des adultes de *Tribolium* traité avec des différentes doses de l'extrait éthanolique par inhalation.**

Concernant l'extrait éthanolique on observe une mortalité de 10% qui atteint à 75% avec l'augmentation des doses après 1h. Ces taux augmentent progressivement pour atteindre la valeur de 80% à la plus forte dose après 24h d'exposition. Une mortalité maximale de 100% des individus soumis au traitement est enregistrée après 73h d'exposition.

D'après ces résultats, nous remarquons que la mortalité corrigée des adultes de *Tribolium* augmente avec l'augmentation de la dose et de la durée d'exposition des extraits de *C. sicula* L. par inhalation.

- Détermination de la DL50 des extraits du *Cachrys sicula* L.
- Après 1h

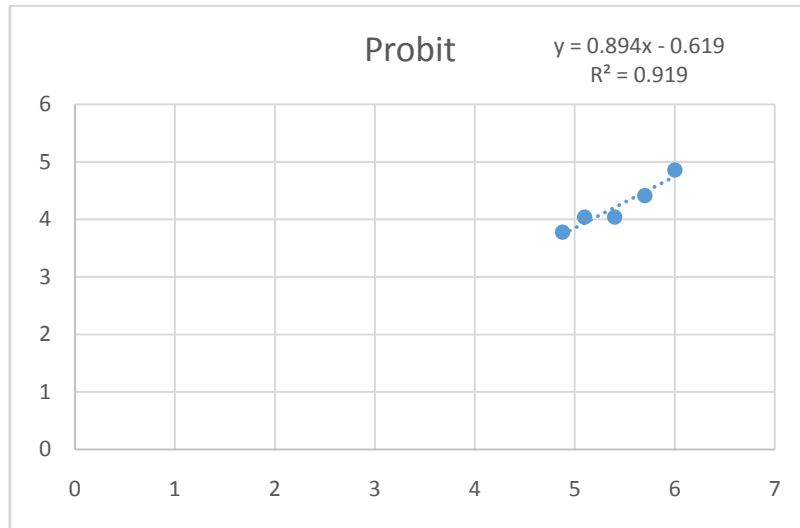


Figure 32: Détermination de la DL50 de l'extrait hexanique après 1h.

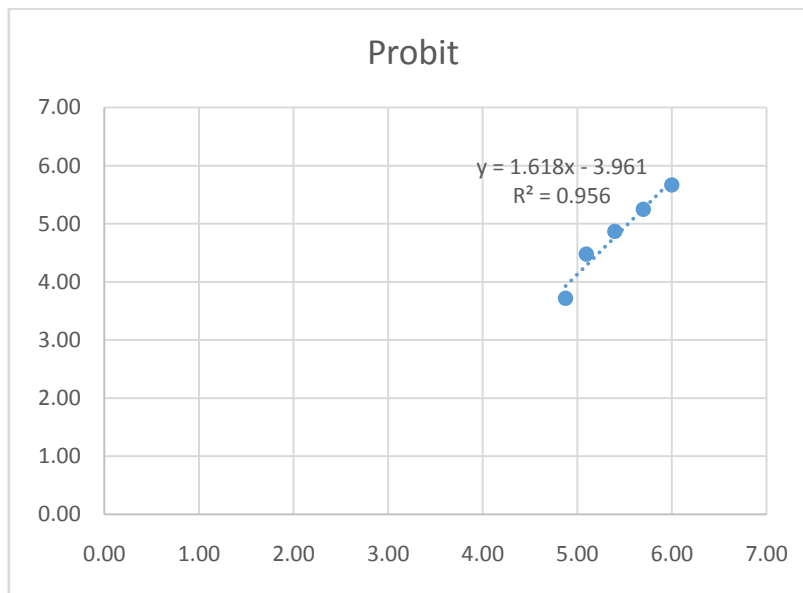


Figure 33: Détermination de la DL50 de l'extrait éthanolique après 1h.

A partir des droites de régression, les DL 50 de l'extrait hexanique et éthanolique sont calculé à partir de la fonction de tracée de régression et elles sont égales respectivement à : 1.92mg/ml et 3.45mg/ml.

➤ Après 24h

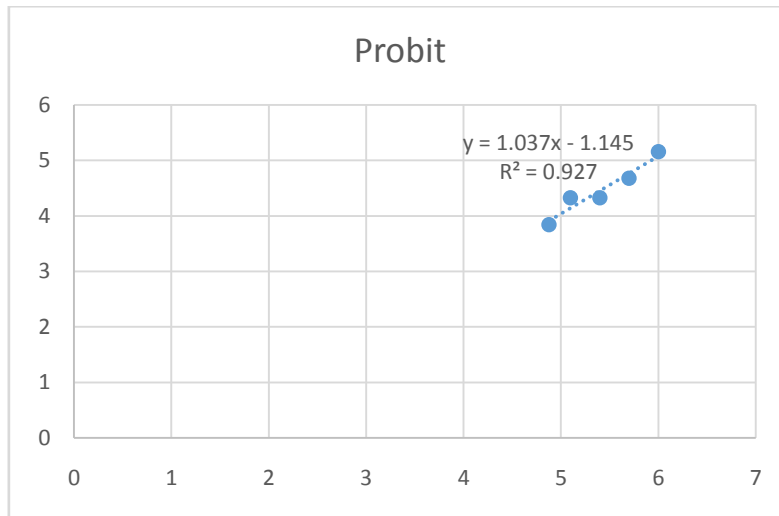


Figure 34: Détermination de la DL50 de l'extrait hexanique après 24h.

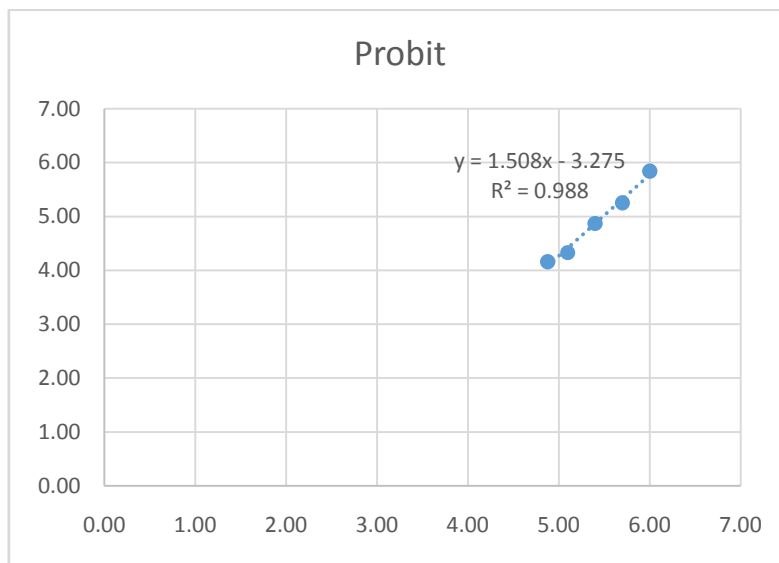


Figure 35: Détermination de la DL50 de l'extrait éthanolic après 24h.

A partir des droites de régression, les DL 50 de l'extrait hexanique et éthanolic sont calculé à partir de la fonction de tracée de régression et elles sont égales respectivement à : 0.31mg/ml et 0.30mg/ml.

➤ Après 73h

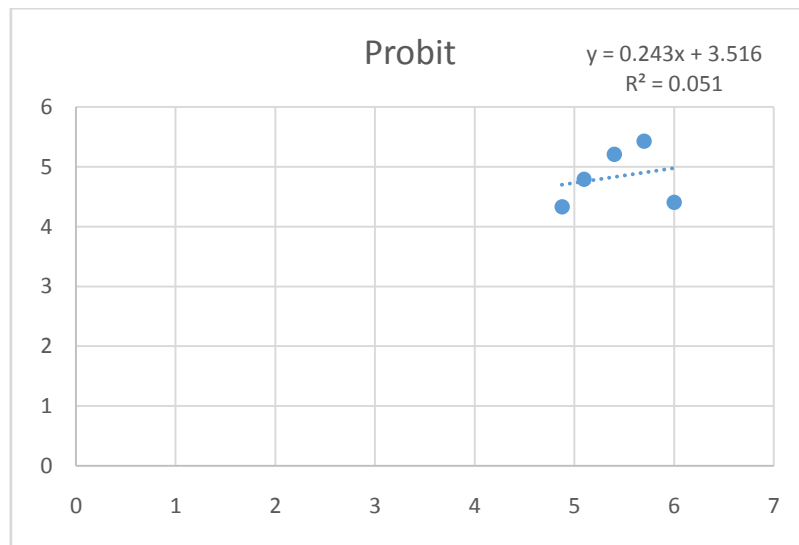


Figure 36: Détermination de la DL50 de l'extrait hexanique après 73h

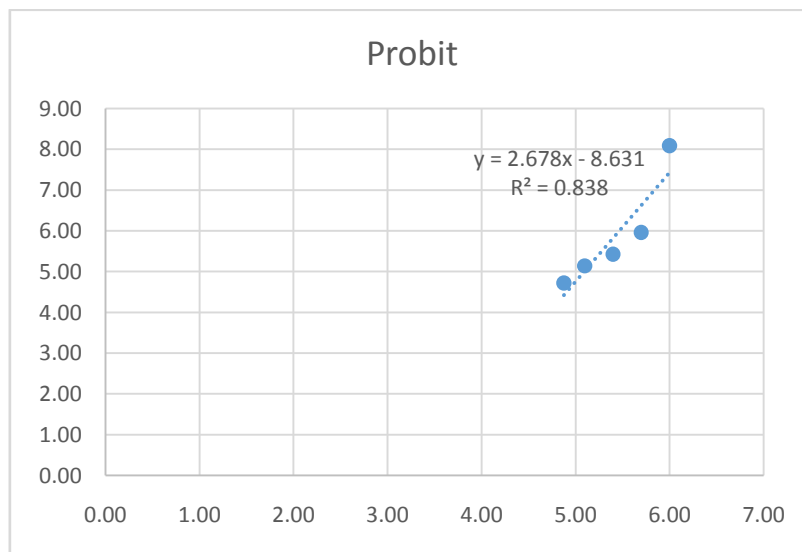


Figure 37: Détermination de la DL50 de l'extrait éthanolique après 73h.

A partir des droites de régression, les DL 50 de l'extrait hexanique et éthanolique sont calculé à partir de la fonction de tracée de régression et elles sont égales respectivement à : 1.27mg/ml et 0.12mg/ml.

A partir de la calcule de DL50 nous arrivons a la conclusion que lorsque le temps augmente, la dose diminue. Les résultats obtenus montrent que les extraits de la partie aérienne de la plante *C. sicula* L. présentent un effet insecticide sur les adultes du *Tribolium confusum*. En effets, les études toxicologiques permettent de déterminer l'efficacité des extraits à partir de la mortalité enregistrée chez les individus. Dans cette étude nous avons tenté d'évaluer l'effet

bio-insecticide des extraits par contact et inhalation sur les adultes *Tribolium confusum* en fonction des doses et de la durée d'exposition.

### III.6.3. Évaluation de la mortalité des adultes de *Tribolium confusum* par effet répulsif

L'évaluation de l'effet répulsif des extraits de *C. sicula* L. à l'égard des adultes de *Tribolium confusum* après 2h et 4h d'exposition aux différentes doses, est représentée dans les tableaux 10 et 11.

Les pourcentages et les class de l'effet répulsif de l'extrait hexanique de *C. sicula* L. Sur l'insecte *Tribolium confusum*.

**Tableau 10:** Les pourcentages et les class de l'effet répulsif de l'extrait hexanique de *C. sicula* L. Sur l'insecte *Tribolium constanum*.

Temps	1		0.5		0.25		0.125		0.075	
	2h	4h	2h	4h	2h	4h	2h	4h	2h	4h
Répulsion (%)	33.33	53.33	26.66	6.66	46.66	26.66	13.33	26.66	33.33	6.66
Class	II	III	II	I	III	II	I	II	II	I

Le pourcentage de répulsion augment en fonction de la dose. L'effet le plus remarquable dans 2h est enregistré avec la dose 0.25% et dans 4h est avec la dose 1%.

A la lumière de ces résultats, on peut noter que l'extrait hexanique de *C. sicula* L. a également une activité insecticide à l'égard des adultes de *Tribolium confusum* et appartiendrait selon le classement de **McDonald et al., 1970** classe **III** (Modérément répulsion) avec un taux de répulsion moyen de 53.33%.

**Tableau 11:** Les pourcentages et les class de l'effet répulsif de l'extrait éthanolique de *C. sicula* L. Sur l'insecte *Tribolium constanum*.

	1		0.5		0.25		0.125		0.075	
Temps	2h	4h	2h	4h	2h	4h	2h	4h	2h	4h
Répulsion (%)	PR0.1	46.66	33.33	20	20	40	13.33	6.66	13.33	6.66
Class	0	III	II	I	I	III	II	I	I	I

Ces résultats montrent que l'extrait éthanolique de *C. sicula* L. a également une activité insecticide à l'égard des adultes de *Tribolium constanum*.

Le pourcentage de répulsion augment en fonction de la dose. L'effet le plus remarquable dans 2h est enregistré avec la dose 0.5% et dans 4h est avec la dose 1%. Le taux de répulsion le plus élevé est 46.66%.

Les résultats obtenus montrent notamment que les extraits ont révélé un effet insecticide significatif sur les adultes de *Tribolium constanum* au fur et à mesure que la dose et le temps d'exposition augmentent. Les données obtenues indiquent clairement que l'extrait hexanique surpasse l'extrait éthanolique en termes d'activité répulsive et insecticide. Plusieurs facteurs pourraient expliquer cette différence de performance. Premièrement, les composés actifs présents dans l'extrait hexanique peuvent avoir une plus grande affinité pour les sites de liaison sur les insectes, ou bien ces composés sont peut-être plus stables dans l'environnement, prolongeant ainsi leur effet répulsif. En revanche, les composés actifs de l'extrait éthanolique pourraient être plus volatils ou moins efficaces dans les conditions expérimentales utilisées.

A decorative green ribbon graphic with a central rectangular box containing the text.

## **Conclusion et perspectives**

#### IV. Conclusion et Perspectives

Malgré le développement de l'industrie des médicaments d'origine chimique, la phytothérapie traditionnelle constitue actuellement une source de remède par excellence. Cette dernière connaît une large répartition chez les populations et joue un rôle très important dans le domaine thérapeutique moderne. La flore algérienne, source inestimable de remèdes naturels, recèle un potentiel thérapeutique encore largement inexploité.

Dans le présent travail, nous sommes intéressés à l'évaluation de l'activité biologique (l'activité antibactérienne, anti-oxydante et activité insecticide) des extraits éthanolique et hexanique d'une plante Algérienne appartenant à la famille des Apiaceae qui est *Cachrys sicula* L.

D'abord, l'Activité antibactérienne, Les deux extraits de *Cachrys sicula* L. ont également montré une activité antibactérienne prometteuse contre certaines souches bactériennes testées : *Pseudomonas aeruginosa*, *Agrobacterium tumefaciens* et *Bacillus cereus*. Etn'a pas donné de zone d'inhibition franche exceptée avec *Escherichia coli*, *staphylococcus aureus* et *BGN*. Ces résultats suggèrent que la plante pourrait être utilisée dans le développement de nouveaux agents antibactériens.

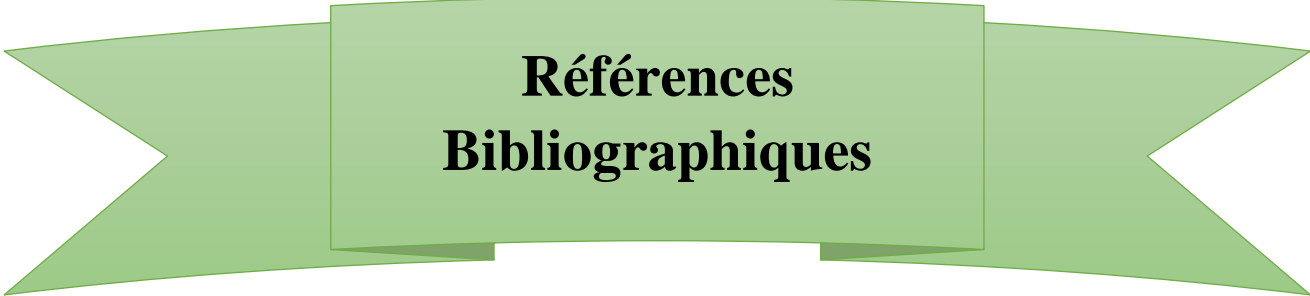
Ensuite, l'analyse de l'extrait éthanolique par la méthode de Folin ciocalteu montre sa richesse en substances bioactives notamment les polyphénols. Après l'exploration de l'activité anti-oxydante in vitro par la méthode de piégeage de radical stable (DPPH) et l'évaluation de la capacité anti-oxydante totale (TAC) ont révélé le potentiel antioxydant intéressant des extraits. Il a été conclu que les deux extraits étudiés ont un potentiel antioxydant élevé. L'extrait éthanolique étant plus efficace que l'extrait hexanique. Ces données suggèrent que les polyphénols contenus dans l'extrait ont contribué efficacement dans l'amélioration de la capacité antioxydant.

A l'issue de notre modeste recherche, Nous avons mis en évidence une stratégie de lutte basée sur l'utilisation des extraits de *C. sicula* L. sur les adultes de *Tribolium confusum*. Nous avons testé leurs efficacités à travers trois modes de pénétration par effet contact, par inhalation en prenant en considération le taux de mortalité chez les adultes de *Tribolium* et par l'effet répulsif. Toute l'efficacité des extraits est évaluée par les doses létales. En effet, la DL<sub>50</sub> obtenue confirme que ces extraits ont une activité insecticide à des doses de 0.19mg/ml

et de 0.23mg/ml respectivement pour l'extrait hexanique et éthanolique avec laquelle nous avons obtenu la mort de 50 % de la population des insectes en 3 jours d'exposition. Et par inhalation Les doses ont pour l'extrait hexanique et 46.66% pendant 4h.

A travers notre étude, nous révélons l'importance d'utiliser cette plante et ses nombreux bienfaits.

En perspective, il vaudrait mieux mettre en avant l'intégration des plantes dans la médecine moderne et lui donner plus d'importance. Nous espérons également que les substances actives de cette plante seront isolées et distinguées. Nous recommandons également la culture de plantes médicinales et alimentaires afin que chacun en profite et pour réduire diverses maladies.



**Références  
Bibliographiques**

## V. Références bibliographique

- Alanko K, Tuomi T, Vanhanen M, Pajari-Backas M, Kanerva L, Havu K, Saarinen K, Bruynzeel DP. 2000. Occupational IgE-mediated allergy to *Tribolium confusum* (confused flour beetle) *Allergy* 55: 879-882.
- Azmir J., Zaidul I. S. M., Rahman M. M., Sharif K. M., Mohamed A., Sahena, F., Omar A. K. M. (2013). Techniques for extraction of bioactive compounds from plant materials: A review. *Journal of food engineering*, 117(4), 426-436.
- Baldwin, R., & Fasulo, T. R. (2020). Confused Flour Beetle, *Tribolium confusum* Jacquelin du Val and Red Flour Beetle, *Tribolium castaneum* (Herbst)(Insecta: Coleoptera: Tenebrionidae). *Edis*, 2005, 1-5.
- Balouiri, M., Sadiki, M., & Ibsouda, S. K. (2016). Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity: A review. *Journal of pharmaceutical analysis*, 6(2), 71-79.
- Benhissen S., Habbachi W., Rebbas K., and Masna F. (2019). Bioactivite des extraits foliaires de *Ruta chalepensis* L. (Rutaceae) sur la mortalité des larves de *Culiseta longiareolata* (Diptera, Culicidae) *Lebanese Science Journal*, Vol. 20, No. 1.
- Benkiki, N.(2006). Étude phytochimique des plantes médicinales algériennes: *Rutamontana* , *Matricaria pubescens* et *Hypericum perforatum*. Thèse de doctorat en chimie, Université de Batna.
- Benzeggouta, N. (2005). Etude de l'activité antibactérienne des huiles infusées de quatre plantes médicinales connues comme aliments. Mémoire de magister enpharmaco-chimie., Université Mentouri de Constantine Institut de Chimie, Algérie, 118p.
- Bidie, A. P., N'guessan, B. B., Yapo, A. F., N'Guessan, J. D., & Djaman, A. J. (2011). Activités antioxydantes de dix plantes medicinales de la pharmacopée ivoirienne. *Sciences & Nature*, 8(1-2), 1-12.
- Boide, P. M., & Meuly, W. C. (2000). Coumarin. Kirk- Othmer Encyclopedia of Chemical Technology.
- Bougandoura, N., & Bendimerad, N. (2013). Evaluation de l'activité antioxydante des extraits aqueux et méthanolique de *Satureja calamintha* ssp. *Nepeta* (L.) Briq. *Nature & Technology*, (9), 14.
- Bourkhiss .M; Hnach.M; Bourkhiss. B; Ouhssine .M ;et Chaouch. A ,2007.Composition chimique et propriétés antimicrobiennes de l'huile essentielle

extraite des feuilles de *Tetraclinis articulata* (Vahl) du Maroc, Afrique SCIENCE 03(2) (2007) 232 – 242 ISSN 1813-548. Candolle, A. P. (1829). Mémoire sur la famille des Ombellifères (Vol. 5). Treuttel et Würtz.

- Camara, A. (2009). Lutte contre *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae) et *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae) dans les stocks de riz par la technique d'étuvage traditionnelle pratiquée en basse-guinée et l'utilisation des huiles essentielles végétales (Doctoral dissertation, Université du Québec à Montréal).
- C. Popovici, I. Saykova & B. Tylkowski,. Evaluation de l'activité antioxydante des composés phénoliques par la réactivité avec le radical libre DPPH, Revue de Génie Industriel, 4 (2009) 25-39.
- DANIEL M.; 2006; Medicinal Plants: chemistry and properties; Ed: SCIENCE PUBLISHERS; p: 59-77.
- D'Archivio, M., Filesi, C., Di Benedetto, R., Gargiulo, R. Giovannini, C. & Masella, R. (2007). Polyphenols, dietary sources and bioavailability. Ann. Ist. Super Sanità 43(4) 348 361.
- DE LEO, M., D'Ambola, M., Paola, G. M., & Venturella, F. (2017). Coumarins from *Cachrys sicula* L. Pharmacologyonline, 2, 213-217.
- Dieye, P. I., & Sarr, S. O. (2020). État de la recherche de molécules cibles antimicrobiennes issues de plantes en Afrique. *Afrique Science*, 16(1), 348-374.
- Djeridane, A., Yousfi, M., Nadjemi, B., Boutassouna, D., Stocker, P., & Vidal, N. (2006). Antioxidant activity of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds. Food chemistry, 97(4), 654-660.
- Gitaari N., Kareru P., and Githua M. (2018). Repellency Effects of *Pelargonium citrosium* and *Rosmarinus officinalis* Essential Oils against Housefly, *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae). Chemical Science International Journal.25(4).
- Grande, M., Aguado, M. T., Mancheño, B., & Piera, F. (1986). Coumarins and ferulol esters from *Cachrys sicula*. Phytochemistry, 25(2), 505-507.
- Hadbaoui Z., Evaluation de l'activité antioxydante des fractions lipidiques, protéiques et phénoliques de sorgho et de mil locaux, Thèse de Doctorat : Université de Kasdi Merbah Ouargla-Algérie. (2012).
- Hennebelle, T., Sahpaz, S., & Bailleul, F. (2004). Polyphénols végétaux, sources, utilisations et potentiel dans la lutte contre le stress oxydatif. Phytothérapie, 2, 3-6.
- Hirasa, K., & Takemasa, M. (1998). Spice science and technology. New York: Marcel Dekker.

- Jensen, S. R. (1991). Plant iridoids, their biosynthesis and distribution in angiosperms. In *Ecological chemistry and biochemistry of plant terpenoids*, 133-158.
- Hebi, M., & Eddouks, M. (2016). Evaluation de l'activité antioxydante de *Stevia rebaudiana*.
- *Phytothérapie*, 14, 17 – 22.
- Koechlin-Ramonatxo C. (2006) Oxygen, oxidative stress and antioxidant supplementation, or another way for nutrition in respiratory diseases. *Nutrition Clinique et Métabolique*. 20, 165-177.
- Kulawik P, Özogul F, Glew R, Özogul Y. 2013. Significance of antioxidants for food safety and human health. *J.Agric. Food Chem.*, **61**(3):475-491.
- Marrelli, M., Perri, M. R., Amodeo, V., Giordano, F., Statti, G. A., Panno, M. L., & Conforti, F. (2021). Assessment of photo-Induced cytotoxic activity of *Cachrys sicula* and *Cachrys libanotis* enriched-Coumarin extracts against human melanoma cells. *Plants*, 10(1), 123.
- Mates J.M. & Sanchez-Jimenez F.M., 2000. Role of reactive oxygen species in apoptosis: implications for cancer therapy. *Int J Biochem Cell Biol* **32**: 157-170.
- Menet, M. C. (2011). Principes de la spectrométrie de masse. *Revue francophone des laboratoires*, 2011(437), 41-53.
- Molyneux P., The use of the stable free radical diphenyl picrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity, *Son KlamaKarin J.Sci, Technol*, 26 (2) (2004) 211-219.
- Okoh O.O., Sadimenko A.P., Afolayan A.J., 2011. Antioxidant activities of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil obtained by hydro-distillation and solvent free microwave extraction. *African Journal of Biotechnology* Vol. 10(20), pp. 4207-4211.
- Palá- Paúl, J., Velasco- Negueruela, A., Pérez- Alonso, M. J., & Sanz, J. (2002). Essential oil composition of the aerial parts of *Cachrys sicula* L. *Flavour and fragrance journal*, 17(1), 64-68.
- P.C. Wootton-Beard, A. Moran & L. Ryan, Stability of the total antioxidant capacity and total polyphenol content of 23 commercially available vegetable juices before and after in vitro digestion
- Prior, R.L. X. Wu., Schaich K., Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolic in foods and dietary supplements, *J. Agric. Food. Chem.*, 53 (2005) 4290-302. measured by FRAP, DPPH, ABTS and Folin-Ciocalteu methods, *Food Research International* 44 (2011) 217–224.

- Prasad, M. M., & Seenayya, G. (2000). Effect of spices on the growth of red halophilic cocci isolated from salt cured fish and solar salt. *Food Research International*, 33(9), 793-798.
- Sarr, S. O., Fall, A. D., Gueye, R., Diop, A., Diatta, K., Diop, N., ... & Diop, Y. M. (2015). Etude de l'activité antioxydante des extraits des feuilles de *Vitex doniana* (Verbenacea). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 9(3), 1263-1269.
- Sen S, Chakraborty R. 2011. The role of antioxidants in human health. In *Oxidative Stress: Diagnostics, Prevention and Therapy*, Andreescu S, Hepel M (eds). ACS symposium series: Washington, DC; 1-37.
- Silva M. D. O., Honfoga J. N. B., Medeiros L. L. D., Madruga M. S., Bezerra T. K. A. (2021). Obtaining Bioactive Compounds from the Coffee Husk (*Coffea arabica* L.) Using Different Extraction Methods. *Molecules*, 26(1), 46.
- Tapas, A. R., Sakarkar, D. M. & Kakde, R. B. (2008). Flavonoids as Nutraceuticals: A Review. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research* 7 (3), 1089 1099.
- Traoré Y, Ouattara K, Yéo D, Doumbia I, Coulibaly A(2012) Recherche des activités antifongique et antibactérienne des feuilles d'*Annonasenegalensis* Pers. (Annonaceae). *Journal of Applied Biosciences* 58:4234– 4242
- Vârban D.I., Duda M., Vârban R., et Muntean S. (2009) Research Concerning the Organic Technology for *Satureja Hortensis* L. Culture. *Bulletin UASVM Agriculture*. 66(2), 225- 229.
- Via S. 1999. Cannibalism facilitates the use of a novel environment in the flour beetle, *Tribolium castaneum*. *Heredity* 82: 267-275.
- Walter VE. 1990. Stored product pests. In *Handbook of Pest Control* Story K, Moreland D. (editors). Franzak & Foster Co., Cleveland, OH. pp. 526-529.
- Yahya N. A., Attan N., Wahab R. A. (2018). An overview of cosmeceutically relevant plant extracts and strategies for extraction of plant-based bioactive compounds. *Food and Bioproducts Processing*, 112, 69-85.
- Yakhlef, G., Laroui, S., Hambaba, L., Aberkane, M. C., & Ayachi, A. (2011). Évaluation de l'activité antimicrobienne de *Thymus vulgaris* et de *Laurus nobilis*, plantes utilisées en médecine traditionnelle. *Phytothérapie*, 9(4), 209-218.
- Yala, J. F., Ntsameso-Mve-Mba, V., Issembe, Y. A., Lepengue, N. A., & Souza, A. (2016). Évaluation in vitro de l'activité antimicrobienne de l'extrait aqueux

d'Eryngium foetidum récolté dans la ville de Franceville. Journal of Applied Biosciences, 103, 9886-9893.

- Zahran H.E.M., Abou-Taleb H.K., and Abdelgaleil S.A.M. (2017). Adulticidal, larvicidal and biochemical properties of essential oils against Culex pipiens L. Journal of Asia-Pacific Entomology 20 :133-139.
- Zeghad N.(2009) Etude du contenu polyphénolique de 2 plantes médicinales d'intérêt économique (*Thymus vulgaris*, *Rosmarinus officinalis*) et évaluation de leur activité antibactérienne. *Thèse de magister*. Université Mentouri Constantine.

## Annexe

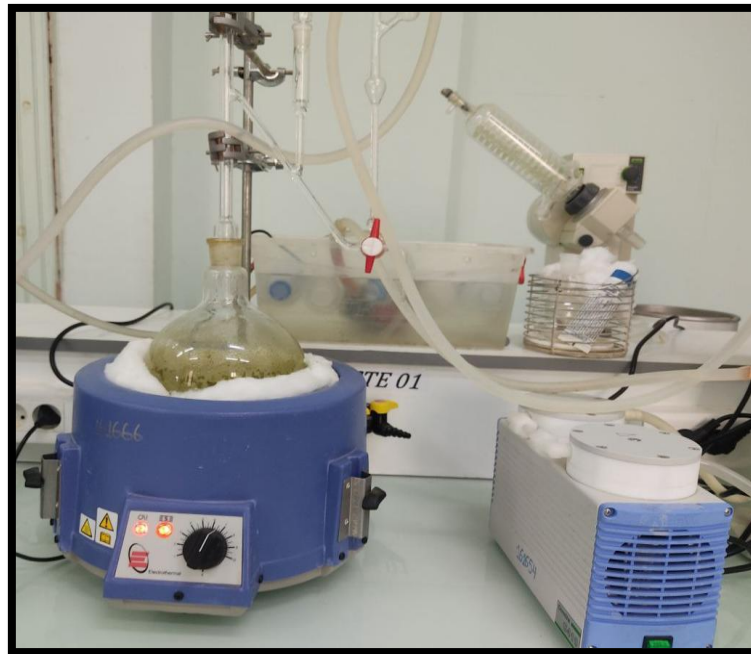


Figure 38: Extraction des huiles par L'appareil de Clevenger.



Figure 39: L'évaporation de l'extrait par le Rotavapeur.

**Tableau 12: Les résultats concernant le comportement insecticide des extraits éthanbolique et hexanique de *c. sicula* vis-à-vis des adultes de *Tribolium confusum* par effet contact.**

Doses	Log Dose	Temps(heure)	Mortalité moyenne		Mortalité corrigé(%)		Probit	
			Éthanol	Hexane	Éthanol	Hexane	Éthanol	Hexane
C0=1%	6.00	1	5.00	4.00	50	43.33	5.00	4.82
		3	6.00	4.33	50.56	51.85	5.14	5.04
		24	7.00	4.66	62.5	54.17	5.32	5.10
		26	7.33	6.33	66.67	62.50	5.43	5.32
		48	8.67	7.00	80.95	76.19	11.35	5.71
		73	9.33	8.33	88.89	88.89	6.22	6.22
C1=0.5%	5.70	1	4.33	4.00	43.33	40.00	4.83	4.75
		3	5.00	4.33	44.44	37.04	4.86	4.67
		24	5.67	4.66	45.83	33.33	4.89	4.56
		26	6.33	6.33	54.17	54.17	5.1	5.10
		48	7.33	7.00	61.90	57.14	5.3	5.18
		73	8.67	8.33	77.78	72.22	5.76	5.58
C2=0.25%	5.40	1	2.00	3.33	20.00	33.33	4.16	4.56
		3	3.33	4.00	25.93	33.33	4.36	4.56
		24	4.33	4.66	29.17	33.33	4.46	4.56
		26	5.33	5.66	41.67	45.83	4.79	4.89
		48	6.00	6.33	42.86	47.62	4.86	4.93
		73	7.00	7.00	50.00	50.00	5.00	5.00
C3=0.125	5.10	1	1.3	2.66	13.33	26.67	3.89	4.38
		3	2.3	3.66	14.81	29.63	3.95	4.46
		24	3.3	4.33	16.67	29.17	4.04	4.45
		26	5.7	5.00	20.83	37.50	4.18	4.68
		48	4.7	5.66	23.81	38.10	4.28	4.69
		73	5.7	6.33	27.78	38.89	4.41	4.71

C4=0.075	4.88	1	0.33	0.33	3.33	3.33	3.16	3.16
		3	1.33	2	3.33	11.11	3.16	3.77
		24	2.33	3.33	4.17	16.67	4.80	4.03
		26	3.00	3.66	12.50	20.83	3.84	4.18
		48	4.00	4.66	14.29	23.81	3.93	4.28
		73	5.00	5.66	16.67	27.78	4.03	4.41

**Tableau 13: Les résultats concernant le comportement insecticide des extraits éthanbolique et hexanique de *c. sicala* vis-à-vis des adultes de *Tribolium confusum* par inhalation.**

Doses	Log dose	heure	Mortalité moyenne		Mortalité corrigé (%)		probit	
			éthanol	hexane	éthhanol	hexane	éthanol	Hexane
C0=1	6.00	1	7.5	5	75	44.44	5.67	4.40
		24	8	6.5	80	56.25	5.84	4.85
		48	8.5	8	83.33	83.33	5.66	5.15
		73	10	8.5	100	91.67	8.09	5.96
C1=0.5	5.70	1	6	3.5	60	27.78	5.25	4.41
		24	6	5	60	37.50	5.25	4.68
		48	7.5	6.5	72.22	58.33	5.59	5.43
		73	8.5	7	83.33	66.67	5.96	5.20
C2=0.25	5.40	1	4.5	2.5	45	16.67	4.87	4.03
		24	4.5	4	45	25.00	4.87	4.33
		48	5.5	4.5	50	33.33	5.00	4.56
		73	7	5.5	66.67	58.33	5.43	5.20
C3=0.125	5.10	1	3	2.5	30	16.67	4.48	4.03
		24	2.5	4	25	25.00	4.33	4.33
		48	4.5	4.5	38.89	25.00	4.72	4.33
		73	6	5.5	55.56	41.67	5.14	4.79
C4=0.075	4.88	1	1	2	10	11.11	3.72	3.84
		24	2	3	20	12.50	4.16	4.33
		48	3	4.5	22.22	25.00	4.24	4.33
		73	4.5	4.5	38.89	25.00	4.72	4.77

## Résumé

Les plantes médicinales sont utilisées depuis des siècles pour leurs bienfaits thérapeutiques. Cette étude examine les activités biologiques et les applications potentielles pour la santé d'une plante médicinale spécifique. Notre travail se concentre sur l'étude biologique des extraits bruts de la partie aérienne de *Cachrys sicula* L. de la région de M'sila. C'est une plante médicinale endémique de la région méditerranéenne plus répandue dans l'Algérie. *Cachrys sicula* L. est réputée pour ses propriétés biologiques prometteuses. L'objectif principal de cette étude est de mettre en lumière les activités antimicrobienne, anti-oxydante et insecticide de cette plante, tout en identifiant et quantifiant ses composés phénoliques. Les tests montrent que les extraits ont une forte activité antimicrobienne contre plusieurs souches pathogènes, une capacité anti-oxydante notable, ainsi qu'un potentiel insecticide intéressant. Le dosage des polyphénols a permis de souligner la richesse des extraits en composés phénoliques, éléments souvent corrélés avec les propriétés biologiques observées. La réalisation de cette recherche a nécessité l'utilisation de l'extraction solide-liquide, la macération et la chromatographie sur couche mince (CCM). Ces méthodes ont permis une extraction efficace et une analyse précise des composés présents dans les extraits.

**mots clés :** *Cachrys sicula* L., activités biologiques, activité antimicrobienne, activité anti-oxydante, activité insecticide.

## ملخص

استخدمت النباتات الطبية على مدى القرون للعلاج. تتناول هذه الدراسة الأنشطة البيولوجية لنبات طبي محدد. يتركز عملنا على الدراسة البيولوجية للمستخلصات الخام للجزء الهوائي من نبات (*Cachrys sicula* L.). من منطقة مسيلة. هذا النبات الطبي هو نبات مستوطن في المنطقة المتوسطة وأكثر انتشاراً في الجزائر. يُشتهر نبات (*Cachrys sicula* L.). بخصائصه البيولوجية الواعدة. الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو تسليط الضوء على الأنشطة المضادة للميكروبات، والمضادة للأكسدة، والمبيدة للحشرات لهذا النبات، مع تحديد وقياس مركباته الفينولية. تُظهر الاختبارات أن المستخلصات لها نشاط مضاد للميكروبات قوي ضد عدة سلالات ممرضة، وقدرة مضادة للأكسدة ملحوظة، بالإضافة إلى إمكانات مبيدة للحشرات مثيرة للاهتمام. وقد مكن تحليل البوليفينولات من إبراز غنى المستخلصات بالمركبات الفينولية، وهي عناصر غالباً ما تكون مرتبطة بالخصائص البيولوجية المرصودة. تطلب إجراء هذا البحث استخدام استخلاص الصلبة-السائلة، والنقع، والكروماتوغرافيا على الطبقة الرقيقة. وقد أتاحت هذه الطرق استخلاصاً فعالاً وتحليلاً دقيقاً للمركبات الموجودة في المستخلصات.

الكلمات الأساسية: *Cachrys sicula* L.، الأنشطة البيولوجية، النشاط المضاد للميكروبات، النشاط المضاد للأكسدة،  
النشاط المبيد للحشرات.

## Abstract

Medicinal plants have been utilized for centuries for their therapeutic benefits. This study investigates the biological activities and potential health applications of a specific medicinal plant. Our work focuses on the biological study of crude extracts from the aerial part of *Cachrys sicula* L. from the M'sila region. This is a medicinal plant endemic to the Mediterranean region, more widespread in Algeria. *Cachrys sicula* L. is renowned for its promising biological properties. The main objective of this study is to highlight the antimicrobial, antioxidant, and insecticidal activities of this plant, while identifying and quantifying its phenolic compounds. The tests show that the extracts have strong antimicrobial activity against several pathogenic strains, notable antioxidant capacity, as well as interesting insecticidal potential. The quantification of polyphenols highlighted the richness of the extracts in phenolic compounds, elements often correlated with the observed biological properties. The realization of this research required the use of solid-liquid extraction, maceration, and thin-layer chromatography (TLC). These methods allowed for effective extraction and precise analysis of the compounds present in the extracts.

**Keywords:** *Cachrys sicula* L., biological activities, antimicrobial activity, antioxidant activity, insecticidal activity.