



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique



Université de Larbi Tébessi –Tébessa-

Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie

Département: Biologie Appliquée

MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine: Sciences de la nature et de la vie

Filière: Sciences biologiques

Option: Biochimie appliquée

Thème:

**Activité adulticide d'huile essentielle de *Ruta montana* chez
l'espèce *Drosophila melanogaster***

Présenté par :

M^{elle}. Kennaz

M^{elle}. Laadouli

M^{elle}. Touba

Nour El Houda

Chaima

Nessrine

Devant le jury :

Dr :DRIS Djemaa

MCA

Université de Tébessa

Président

Dr : BOUABIDA Hayette

MCA

Université de Tébessa

Promotrice

Dr : HAMIRI Manel

MAA

Université de Tébessa

Examinatrice

Date de soutenance :15/06/2022

Note :.....

Mention :.....



Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche

Scientifique



Université de Larbi Tébessi –Tébessa-

Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie

Département: Biologie Appliquée

MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine: Sciences de la nature et de la vie

Filière: Sciences biologiques

Option: Biochimie appliquée

Thème:

Activité adulticide d'huile essentielle de *Ruta montana* chez l'espèce *Drosophila melanogaster*

Présenté par :

M^{elle}. Kennaz

M^{elle}. Laadouli

M^{elle}. Touba

Nour ElHouda

Chaima

Nessrine

Devant le jury :

Dr : DRIS Djemaa

MCA

Université de Tébessa

Président

Dr : Bouabida Hayatte

MCA

Université de Tébessa

Promotrice

Dr : HAMIRI Manel

MCA

Université de Tébessa

Examinatrice

Date de soutenance : 15/06/2022.

Note :.....

Mention :.....

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

سُبْحَانَكَ لَا عِلْمَ لَنَا إِلَّا مَا عَلَّمْتَنَا

إِنَّا أَنْتَ الْعَلِيمُ الْحَكِيمُ

سورة البقرة: الآية 32

صِدْقَ اللَّهِ الْعَظِيمِ



DEDICACE

Je dédie ce modeste travail à mes chers Parents qui m'ont beaucoup aidé et soutenue durant ma vie et surtout dans mes études.

À

*Mes chers frères & Soeurs
À mon cher oncle maternel qui m'a soutenu
financièrement et moralement et toute ma
famille*

À

*Tous mes chers amis, à mes binômes
Chaimaet Nessrin*

À

*Tout ce qui nous ont aidés dans ce travail
de près ou de loin.*

Nour El Houda. Kennaz



DEDICACE

*Je dédie ce mémoire à mes parents
A ma très chère mère (Salîha)*

*Quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurai point te
remercier comme il se doit. Ton affection me couvre, ta
bienveillance me guide et ta présence à mes côtés a
toujours été ma source de force pour affronter les
différents obstacles.*

A mon très cher père (Miloud)

*Tu as toujours été à mes côtés pour me soutenir et
m'encourager. Que ce travail traduit ma gratitude et
mon affection*

*A mes très chers frères fares et el-hawari (Khalil) et
mes belles sœurs amira, Dounia, awatef, et ma petite
sœurs nada*

*A ma famille (Younes et Ladouli) mes proches et à ceux
qui me donnent de l'amour et de la vivacité.*

*A tous mes amis qui m'ont toujours encouragé, et à qui
je souhaite plus de succès.*

A tous ceux que j'aime.

Merci !

Chaïma Ladouli



DEDICACE

*À mon défunt qui dort depuis longtemps, à ma détresse et
à mon impuissance, mon défunt frère Abdul Raouf
que Dieu ait pitié de lui.*

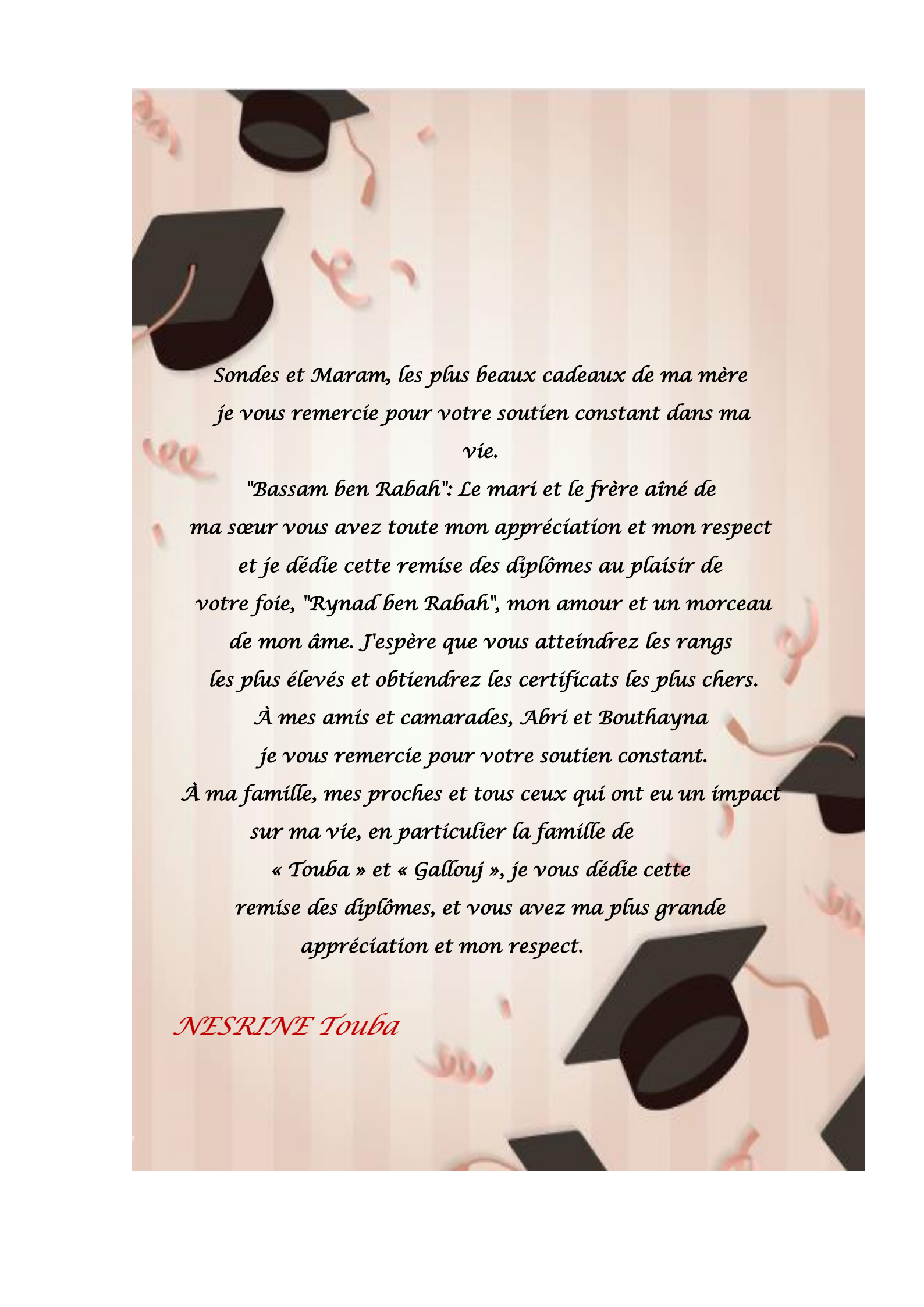
À ma chère mère:

*À vous, ma dame, je dédie mon diplôme
Mes mots s'inclinent en hommage à toi, source de tendresse
et de tendresse*

*Mon père et mon professeur t'attribuent tout le mérite de
réussite, tu es ma fierté, mon modèle, ma consolation et mon
soutien*

*Les protecteurs de mon dos, de mon trésor et de ma grande
richesse ; mon soutien dans les moments
de détresse et mon refuge auprès de Dieu*

*dans ma détresse, à mes deux
frères : Ibrahim et Muhammad Zaïd , je vous dédie cette
graduation et je demande à Dieu d'atteindre
vous des plus hauts rangs et vous accorde le succès.*

The background of the page is a light, warm-toned surface decorated with several black graduation caps (mortarboards) and scattered pieces of pink and orange confetti. The caps are positioned at various angles, some appearing to be in motion or falling. The confetti consists of small, curled pieces of paper.

*Sondes et Maram, les plus beaux cadeaux de ma mère
je vous remercie pour votre soutien constant dans ma
vie.*

*"Bassam ben Rabah": Le mari et le frère aîné de
ma sœur vous avez toute mon appréciation et mon respect
et je dédie cette remise des diplômes au plaisir de
votre foie, "Rynad ben Rabah", mon amour et un morceau
de mon âme. J'espère que vous atteindrez les rangs
les plus élevés et obtiendrez les certificats les plus chers.*

*À mes amis et camarades, Abri et Bouthayna
je vous remercie pour votre soutien constant.*

*À ma famille, mes proches et tous ceux qui ont eu un impact
sur ma vie, en particulier la famille de
« Touba » et « Gallouj », je vous dédie cette
remise des diplômes, et vous avez ma plus grande
appréciation et mon respect.*

NESRINE Touba

The page features a decorative border with large white and pink flowers and green leaves on the left and bottom edges. A gold-colored rectangular frame with a textured gold brushstroke at the top right corner surrounds the central text area. The background is a light, marbled pattern.

Remerciements

Nous tenons à remercier *ALLAH*, le tout puissant de nous avoir donné courage et volonté pour accomplir ce modeste travail.

Tout d'abord, nous tenons à exprimer nos profonds remerciements et notre gratitude à *Nos Parents*.

Nous remercions infiniment Mme *DRIS Djemaa* pour avoir accepté d'être présidente de jury.

Nous tenons à lui exprimer l'étendue de notre gratitude et de notre profond respect pour elle dans ces lignes.

Nous exprimons notre profonde gratitude à notre encadreur Mme *BOUABIDA Hayette* pour tous les efforts qu'elle a consentie tout au long de l'élaboration de ce travail.

Nous remercions infiniment Mme *HAMIRI Manel* d'avoir accepté d'examiner ce travail et de lui exprimer notre gratitude et notre profond respect.

Nous remercions également à l'ensemble de nos enseignants qui nous ont apporté soutiens et conseils.

Au terme de ce modeste travail nous tenons à remercier vivement tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à sa réalisation.

Sommaire

Dédicaces

Remerciement

ملخص

Abstract

Résumé

Liste des tableaux

Liste des figures

1	Introduction	1
2	Matériels et méthodes :	3
2.1	Présentation de l'insecte (<i>Drosophila melanogaster</i>).....	3
2.1.1	Généralité :	3
2.1.2	Classification scientifique :	3
2.1.3	Morphologie de <i>Drosophila melanogaster</i> :	5
2.1.4	Caractéristiques de <i>Drosophila melanogaster</i> :	7
2.1.5	Cycle de vie de <i>Drosophila melanogaster</i> :	7
2.1.6	Technique d'élevage :	9
2.2	Donnée botanique et pharmacologique de l'espèce étudié <i>Ruta montana</i>	10
2.2.1	Généralité :	10
2.2.2	Présentation de la famille des rutacées :	10
2.2.3	Classification systématique :	10
2.2.4	Description botanique de <i>Ruta montana</i> :	11
2.2.5	Répartition géographique en Algérie:	12
2.2.6	Usage de la médecine traditionnelle :	13
2.2.7	Composition chimique de <i>R. montana</i> :	14
2.3	Huiles essentielles :	14
2.3.1	Définition :	14
2.3.2	Biosynthèse des HE:	15
2.3.3	Localisation des HE dans la plante :	15
2.3.4	Les compositions chimiques des HE :	15
2.3.5	Rôle physiologique des HE :	16

2.3.6	Procédés d'obtention des HE :	17
2.3.7	Rendement en HE :	20
2.3.8	Test de réduction du radical stable, DPPH :	20
2.3.9	Test de toxicité :	24
2.3.10	Analyses statistiques :	25
3	Résultats	26
3.1	Rendement d'huile essentielle de <i>Ruta montana</i> :	26
3.2	Activité antioxydant :	26
3.3	Essais d'insecticide d'huile essentielle de <i>R.montana</i> sur les adultes de <i>D. melanogaster</i> :	27
4	Discussion	29
4.1	Rendement en huiles essentielles :	29
4.2	Activité antioxydant de <i>R.montana</i> :	29
4.3	Activité insecticide d'huile essentielle de <i>R.montana</i> :	30
5	Conclusion	31

Références bibliographiques

Liste des abréviations

Liste des tableaux

N °	Titre	Page
01	quelques usages traditionnels de <i>R. montana</i> (Alloun ,2013)	13
02	Pourcentage d'inhibition de l'HE de <i>R. montana</i>	27
03	Effet d'huile essentielle de <i>Ruta montana</i> (μ l/ml) appliquées sur les adulte de <i>Drosophila melanogaster</i> (24 h) et (48 h): Mortalité %	27

Liste des figures

N °	Titre	Page
01	<i>Drosophila melanogaster</i> (Photo original, 2022).	05
02	<i>Drosophila melanogaster</i> adults [A: Mâle ♂ ; B: Femelle ♀ (x3)] (Photo original, 2022).	06
03	Morphologie des ailes (Pervanen, 2018).	06
04	Le cycle de vie de <i>Drosophila melanogaster</i> (Photo originale, 2022).	08
05	Flacons d'élevage (Photo original, 2022).	09
06	Fleur et Feuillet de <i>Ruta montana</i> (Allouni. R, 2018)	12
07	Site de répartition du ruta montana en Algérie (Djallabi & Sedairia 2020).	12
08	Les composés chimiques présents dans diverses HEs (Mukhopadyay, 2009)	16
09	Montage de l'hydrodistillation de type Clevenger (Photo original,2022).	19
10	Huile essentielle de <i>Ruta montana</i> (Photo original, 2022).	20
11	réaction du DPPH avec un antioxydant. (Bouguerra, 2012).	21
12	Matériel et réactifs pour le test au DPPH (Photo original, 2022)	22
13	Test de piégeage DPPH (photo original,2022)	23
14	Le protocole de test de toxicité (Photo original, 2022).	24
15	Effet d'huile essentielle de <i>R.montana</i> (µl) appliquées sur les larves de <i>D.melanogaster</i> (24h et 48h): Mortalité%	28
16	Effet d'huile essentielle de <i>R.montana</i> (µl) appliquées sur les adultes de <i>D. melanogaster</i> : Mortalité %	28

ملخص

النباتات العطرية مصادر لا تقنى من المواد الطبيعية الغنية بالخصائص البيولوجية ذات فائدة حقيقية و من اجل الحد من استخدام المواد الكيميائية التي تسبب مقاومة معينة و تلوث البيئة اعتمدنا في البحث عن أفضل البدائل وهي استخدام النباتات لإجراء دراسة حول أنشطتها البيولوجية. في هذا العمل قمنا بتحديد نشاط المبيدات الحشرية للزيوت العطرية لنبات الفيجل الجبلي *Ruta montana* . حيث يظهر عائد الزيوت العطرية لنبات *Ruta montana* بواسطة التقطير المائي قيمة عائدته % 1.495 من المادة الجافة.

و تم تقييم النشاط مضاد للأكسدة باستخدام النشاطية الازاحية اتجاه جذر DPPH وتم ايضا دراسة سمية نبات الفيجل الجبلي على النوع البيولوجي ذبابة الفاكهة سوداء البطن. في الواقع الزيوت الطيارة لنبات الفيجل الجبلي له سمية جد فعالة ضد ذبابة الفاكهة سوداء البطن.

الكلمات الأساسية : الزيت الاساسي , الفيجل الجبلي *Ruta montana* ,التقطير المائي ,النشاط مضاد للأكسدة , السمية , ذبابة الفاكهة سوداء البطن *Drosophila melanogaster*

Résumé

Les plantes aromatiques sont des sources non techniques de substances naturelles riches en propriétés biologiques d'un réel bénéfice et dans le but de réduire l'utilisation de Produits chimiques qui provoquent une certaine résistance et polluent l'environnement Nous avons l'habitude de rechercher la meilleure alternative, qui consiste à utiliser les plantes pour mener une étude sur leurs activités biologiques.

Dans ce travail nous avons identifié l'activité insecticide des huiles essentielles de *Ruta montana*, où elle apparaît dans les huiles essentielles de la plante *Ruta montana* par Hydrodistillation obtenir le rendement 1,49% de la matière sèche.

L'activité antioxydante a été évaluée à l'aide de l'activité de déplacement vers la racine du DPPH, et la toxicité du plant de *ruta montana* sur l'espèce biologique *Drosophila melanogaster* a également été étudiée. En effet, les huiles volatiles de la *fidjel el djbel* sont très toxiques et efficaces contre les adultes des mouches de fruit *Drosophila melanogaster*.

Les mots clés : huiles essentielles, *Ruta montana*, Hydrodistillation, Activité antioxydante, Toxicité

Drosophila-melanogaster.

Abstract

Aromatic plants are inexhaustible sources of natural materials rich in biological properties of real benefit. In order to reduce the use of chemicals that cause certain resistance and pollute the environment, we have adopted the search for the best alternatives, which is the use of plants to conduct a study on their biological activities.

In this work, we determined the insecticidal activity of the essential oils of *fidjel el djbel Rutamontana*. Where the yield of the essential oils of *Ruta montana* plant by water distillation shows a yield value of 1, 49% of the dry matter.

The antioxidant activity was evaluated using the root-trapping activity of DPPH, and the toxicity of the *Ruta montana* on the biological species *Drosophila melanogaster* was also studied. Indeed, the volatile oils of *fidjel el djbel* are very toxic and effective against the adults of the fruit flies *Drosophilamelanogaster*.

Keywords :Essential oils, *Ruta montana*, Hydrodistillation, antioxydant activity, Toxicity, *Drosophila-melanogaster*.



Introduction

1 Introduction

Les organismes vivants sont présents de l'atmosphère jusqu'à la limite inférieure du sol, ils définissent ainsi la biosphère. Quant aux ressources énergétiques et les voies métaboliques elles sont très variées au sein du monde vivant. Ainsi, les propriétés du vivant ont pour conséquence le fait que, par mutations/sélections, la diversification des organismes est un processus ininterrompu. Si l'on tient compte des extinctions, les organismes vivants actuels ne correspondent qu'à une très faible proportion de l'ensemble des organismes ayant existé au cours de l'histoire du vivant (**Guillaume & Le Guyader, 2001**).

Les insectes constituent indiscutablement le taxon animal le plus diversifié avec 5 à 10 Millions d'espèces estimées (**Elbah, 2017**).

Les Arthropodes sont l'un des embranchements Les plus importants du règne animal, avec plus d'un million d'espèce connue, dont les trois Quart sont des Insectes. Ces derniers constituent plus de 50% de la diversité de la planète et Près de 60% de celle du règne animal (**Wilson, 1988**).

Cette classe d'insectes a réussi à Coloniser presque tous les environnements et s'adapter à de nombreux modes de vie (**Hamaidia & Berchi, 2018**).

Les mouches sont les insectes qui intéressent le plus l'hygiéniste, On désigne vulgairement sous le nom de 'mouches' tous les diptères à antennes courtes qui Possèdent souvent une assez forte taille et un corps trapu. À cette catégorie appartiennent Diverses Muscidés, Calliphoridés, Sarcophagidés, Syrphidés, Stratiomyidés, Drosophilidés, etc... (**Elbah, 2017**).

Drosophila sont de petites mouches de l'ordre des Diptères et de la famille des Drosophilidae (**Hales et al., 2015**). La drosophile, ou mouche du vinaigre, est un modèle biologique très apprécié depuis près d'un siècle par les scientifiques du monde entier). La drosophile, ou mouche du vinaigre, est un modèle biologique très apprécié depuis près d'un siècle par les scientifiques du monde entier grâce à ses nombreux avantages (**Grillet, 2009**).

Les plantes médicinales et aromatiques demeurent une source inépuisable de substances biologiquement actives. Ces plantes constituent une composante fondamentale dans les secteurs de santé et d'agro-alimentaire. Face aux limites thérapeutiques des médicaments chimiques, le développement de la recherche sur les plantes médicinales a été orienté vers l'obtention de phyto médicaments présentes sous diverses formes galéniques simples répondant à une réglementation précise en manière d'évaluation portant sur l'innocuité, l'efficacité thérapeutique et la stabilité. Ainsi, les huiles essentielles commencent à avoir

beaucoup d'intérêt comme source potentielle des molécules naturelles bioactives (**Chikhouné, 2007**).

Les espèces de *Ruta* sont des sources de diverses classes de produits naturels tels que les flavonoïdes, les alcaloïdes, les huiles essentielles, les coumarines, les phénols, les lignanes, saponines et les triterpènes, qui ont des activités biologiques, notamment antifongiques, antioxydants, phytotoxiques, avortées et anti-inflammatoires (**Raghav et al., 2006**).

Les huiles essentielles étaient largement utilisées comme parfums, mais elles sont aujourd'hui largement utilisées dans l'industrie médicale en raison de la présence d'un grand nombre de composants biologiquement actifs (**Ahmad Malik et al., 2013**).

Dans ce contexte, notre travail s'intéresse à évaluer le L'objectif de la présente

- Étude vis à évaluer l'activité antioxydant d'huile essentielle de *Ruta montana*.
- Étudier l'efficacité et la toxicité de l'HE de *R. montana* et évaluer l'activité biologique sur l'espèce de *D. melanogaster*.



***Matériels et
méthodes***

2 Matériels et méthodes :

2.1 Présentation de l'insecte (*Drosophila melanogaster*)

2.1.1 Généralité :

Drosophile dérivé du mot grec drósos signifie aimer la rosée. Ils appartiennent à la famille des *Drosophilidae*, et sont plus communément appelées mouches des fruits ou souvent appelées vinaigre, vin ou des mouches à grignons (**Perveen, 2018**).

Doit être nommé d'après son attractif principal, être appelé la mouche à levure. Produits chimiques volatils issus de fruits mûrs qui stimulent manifestement la mouche, les produits de fermentation des levures poussant sur du fruit et non celles du fruit lui-même En effet, l'odeur de la levure *Saccharomyces cerevisiae* poussant sur comprenant de telles substances volatiles comme l'acide acétique, l'acétone, le 2-méthyl-1-butanol, le 2-phényléthanol et l'éthanol, à savoir l'acide acétique est suffisant pour attirer les mouches (**Laturny, 2014**).

D. melanogaster, a été rendu célèbre pour la première fois au début du 20e siècle lorsque le laboratoire Morgan de l'Université de Columbia a confirmé la théorie chromosomique de l'hérédité (Morgan 1910, Bridges 1916). Maintenant étudié par .1800 labs autour du monde, *D.melanogaster* est un puissant organisme modèle. Les mouches sont facilement cultivés en laboratoire et ont de nombreux descendants et à court Temps de génération; de plus, ils ont un génome compact, sont facile à manipuler génétiquement et possédant de nombreux gènes associés à la maladie humaine (**Hales et al., 2015**).

Il a été utilisé comme modèle pour élucider les maladies humaines, et tôt pour études toxicologiques (**Abolaji et al., 2013**).

Est maintenant largement utilise non seulement dans la génétique moléculaire, mais aussi avec beaucoup de nouvel biochimie, techniques biologique et physiologique des cellules nécessitant une approche multidimensionnelle, tels que biologie du développement et neurobiologie (**Rubin,1988**).

2.1.2 Classification scientifique :

- Rang taxonomique de la mouche des fruits, *Drosophila* spp. Selon (**Fallén, 1823**)

Royaume : Animalia

Sous-royaume : Invertébrés

Division : Eumétazoa

Superphylum : Tactopodes

Embranchement : Arthropodes

Sous-embranchement : Atelocerata

Superclasse : Hexapodes

Classe : Insecte

Infraclasse : Néoptères

Sous-classe : Pterygota

Super-ordre : Endopterygota

Ordre : Diptères

Famille : Drosophilidés

Sous-famille : Drosophilinae

Tribu : Drosophilini

Genre : *Drosophila* Fallén, 1823

Espèce type : *Musca funebris* Fabricius, 1787

Synonymes : *Oinopota* Kirby & Spence, 1815

Sous-genres :

- *Drosophile*
- Sophophore
- Chusqueophile
- Dorsilopha
- Dudaica
- Phloridose
- Psilodorha
- Siphlore

- La taxonomie scientifique de *D. melanogaster* selon (**Morgan, 1830**) est la suivante

Règne: Animalia

Embranchement: Arthropoda

Sous Embranchement: Mandibulata

Classe: Insecta

Sous-classe: Pterygota

Infra-classe: Neopetera

Ordre: Diptera

Sous-ordre: Brachycera

Infra-ordre: Muscomorpha

Famille: Drosophilidae

Sous-famille: Drosophilanae

Genre: *Drosophila*

Espèce: *Drosophila melanogaster*



Figure 01. *Drosophila melanogaster* (Photo originale, 2022).

2.1.3 Morphologie de *Drosophila melanogaster* :

La plupart des *drosophiles spp.* Sont petits, d'environ 2 à 4 mm de long, mais certains sont plus gros qu'une mouche domestique. Ils sont généralement jaune pâles à brun rougeâtre ou noirs et des anneaux noirs transversaux à travers l'abdomen aux yeux rouge brique. De nombreuses espèces ont des motifs noirs distincts sur les ailes avec des antennes plumeuses (plumeuses) et arista, hérissées sur la tête et le thorax. Les caractéristiques des nervations des ailes sont utilisées pour diagnostiquer la famille. Trajectoire de vol de la *drosophile* de séquençement rectiligne avec des virages rapides et saccadés des ailes avec intercaler entre les positions de repos est connu sous le nom de mouvement de saccades. Cependant, lorsqu'il tourne en mouvement de saccades, il peut pivoter à l'angle de 90° en 50 millisecondes environ. De plus, les ailes de la drosophile peuvent battre 220 fois par seconde (**Pervanen, 2018**).

La *drosophile* contient l'une des formes d'œil les plus avancées parmi les insectes, c'est-à-dire un composé œil. La structure unitaire de celui-ci est les ommatidies; cependant, il y a 760 ommatidies par composé œil, en outre, une cornée, huit cellules photoréceptrices (R1–8), de nombreuses cellules pigmentaires et quelques des cellules de soutien se trouvent également dans chaque ommatidium. Les cellules pigmentaires rougeâtres se trouvent dans le type sauvage *Drosophile*, l'excès de lumière bleue est absorbé par eux; par conséquent, la lumière ambiante n'est pas faite la mouche aveugle (**Pervanen, 2018**).

Les mouches femelles adultes sont normalement plus grosses que les mouches mâles adultes avec des femelles pesant 1,4 mg et mâles 0,8 mg (**Ong et al., 2015**).



Figure 02. *Drosophila melanogaster* adultes (Photo originale, 2022).

[A: Mâle ♂ ; B: Femelle ♀ (x3)]

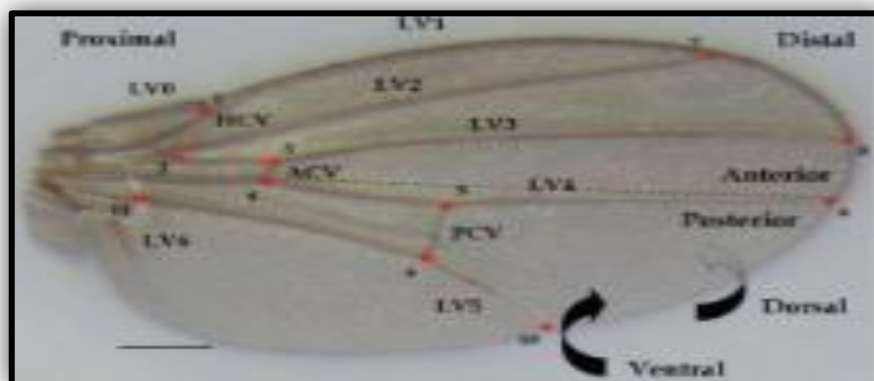


Figure 03. Morphologie des ailes (Pervanen, 2018).

Morphologie des ailes : vue ventrale de l'aile gauche et positionnement des points de repère ;
LV : veine longitudinale ; VHC : veine croisée humérale ; VCA : antérieure veine croisée
PCV : veine transversale postérieure ; les axes proximal, distal, antéro-postérieur et dorsoVentral sont représentés (Pervanen, 2018).

2.1.4 Caractéristiques de *Drosophila melanogaster* :

- *D.melanogaster* sa constitution génétique simple composée de seulement quatre chromosomes (**Ong et al., 2015**).
- Le génome complet de *Drosophila* été séquencé et annoté environ 13 600gène sont été identifiés, dont 95 % des gènes étaient codés sur trois des quatre chromosomes (**Ong et al., 2015**).
- *D.melanogaster* est un organisme modèle largement utilisé pour comprendre de nombreuses molécules et processus de développement communs aux eucaryotes supérieurs, et il est remarquable qu'environ 75% des gènes associés aux maladies humaines aient Les homologues de la *drosophile* et partagent des similitudes dans leurs fonctions, ce qui est particulièrement intéressant à des fins médicales (**Allocca et al., 2018**).
- La *drosophile* contient des systèmes d'organes qui fonctionnent de manière équivalente aux organes des mammifères, tels que le système de la trachée (poumon chez les mammifères), les tubules de Malpighi (rein chez les mammifères), le corps adipeux (foie chez les mammifères), l'intestin et les gonades (**Samah. & Chourouk, 2021**).
- La *drosophile* est facile à entretenir, à propager et à manipuler, les mouches peuvent être conservées dans des flacons et nourries sur un milieu alimentaire composé de semoule de maïs, de glucose, d'agar et de fongicide (**Ong et al., 2015**).
- Le cycle de vie complet de la *D.melanogaster* est relativement rapide et ne prend que environ 10 à 12 jours à température ambiante, et peut pondre jusqu'à 100 œufs par jour. Les mouches adultes vivent environ deux mois après l'éclosion (**Ong et al. 2015**).

2.1.5 Cycle de vie de *Drosophila melanogaster* :

Le cycle de vie complet de la *D.melanogaster* est relativement rapide et ne prend qu'environ 10 à 12 jours à température ambiante. La drosophile le développement est divisée en plusieurs stades : embryon, larve, pupe et adulte (**Ong et al., 2015**).

Embryon : Les œufs sont pondus sur la nourriture et l'embryogenèse a lieu à l'intérieur de l'œuf. En moins de 24 h, la larve du premier stade éclot et commence à se nourrir (**Ong et al., 2015**).

Larve : Cette phase d'alimentation et de croissance durera quatre jours. Une augmentation d'environ 200 fois du poids de la larve est attendue pendant la phase de croissance et est en grande partie due à l'endoréplication des tissus larvaires. Cependant, les tissus larvaires ne seront pas la partie de la mouche adulte car ces tissus sont cassés vers le bas pendant la métamorphose au stade de pupe. L'imaginal disque, qui est constitués de cellules diploïdes de

l'épithélium, contribuera éventuellement au développement de l'adulte structures de vol (Ong *et al.*, 2015).

Pupe : A la fin du troisième stade, les larves s'arrêtent se nourrir et laisser la nourriture à la recherche d'une zone de pupaison. Au stade nymphal, la métamorphose se produit pendant quatre jours, après quoi les mouches adultes éclosent (Ong *et al.*, 2015).

Adulte : Les femelles sont prêtes à s'accoupler en moins de 24 h après éclosion et peut pondre jusqu'à 100 œufs par jour. Les mouches adultes vivent environ deux mois après l'éclosion (Ong *et al.*, 2015).

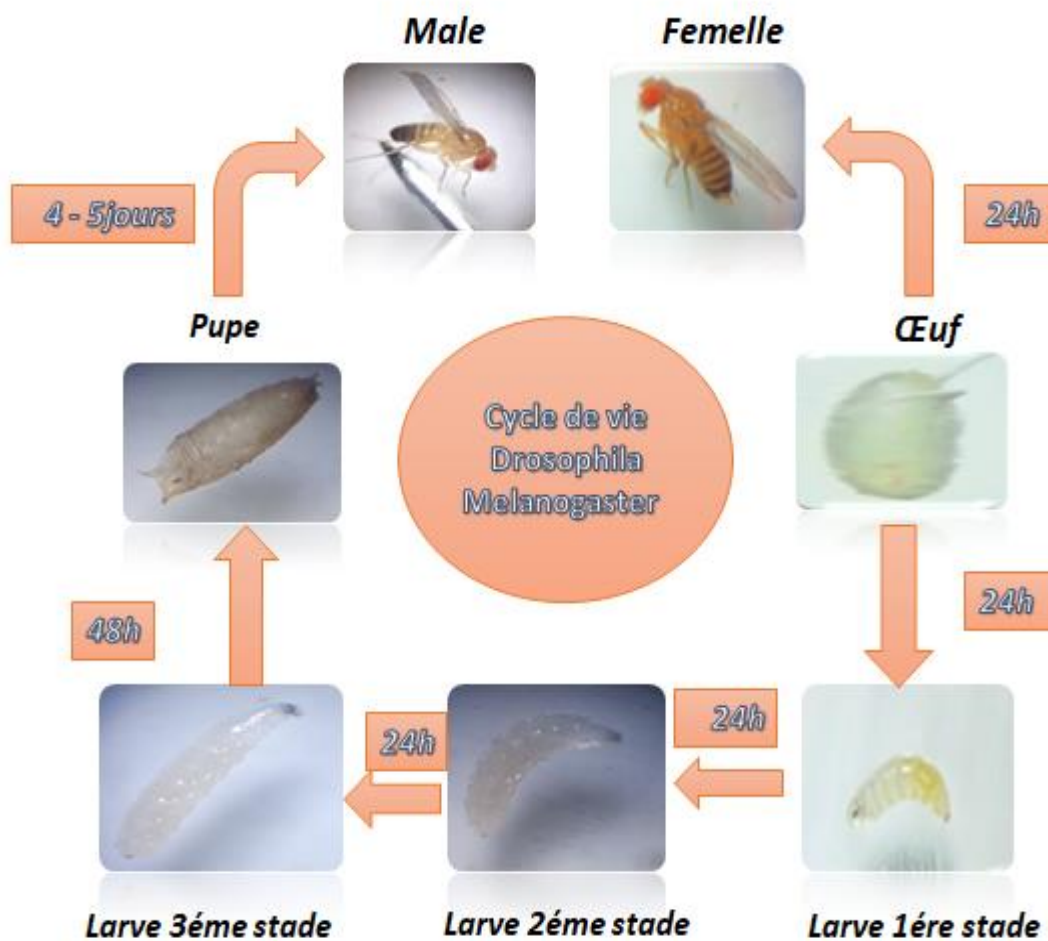


Figure 04. Le cycle de vie de *D. melanogaster* (Photo originale, 2022).



Figure 05. Flacons d'élevage (Photo original, 2022).

2.1.6 Technique d'élevage :

Les drosophiles sont élevées sur un milieu de culture standard contenant de la farine de maïs, de la levure, un fongicide et de l'eau. Maintenu à 25 ± 2 ° C et une humidité relative de $65 \pm 5\%$ sous une photopériode de 12 h de lumière: 12 h d'obscurité. Elles sont élevées dans des tubes en verres et des flacons. Environ 80 adultes pondeurs sont transférés tous les 3 à 4 j sur un nouveau milieu et renouvelés tous les 15 ou 21 j (Samah. & Chourouk, 2021).

2.2 Donnée botanique et pharmacologique de l'espèce étudié *Ruta montana*

2.2.1 Généralité :

Depuis très longtemps, les plantes médicinales jouent un rôle déterminant dans la conservation de la santé des hommes et la survie de l'humanité. Ils sont utilisés pour leurs propriétés particulières bénéfiques pour la santé humaine.

En effet, elles sont utilisées de différentes manières, consommé, extrait et infusion. Une ou plusieurs de leurs parties peuvent être utilisées, racine, feuille, fleur (**Delattre, 2011**).

Nous avons décidé de parler d'une plante plutôt connue qu'on trouve dans nos sols «*Ruta montana*».

2.2.2 Présentation de la famille des rutacées :

Le genre *Ruta* appartient à la sous famille des Rutoïdées. *Ruta* vient du grec 'rhyté' qui signifie sauvé, prévenir (**Doerper, 2008**).

En Algérie, il existe 4 espèces qui se différencient entre elles par l'allure des feuilles, la grappe fructifère, la bractée et les sépales :

- *Ruta Montana*
- *Ruta chalepensis*
- *Ruta. Tuberculata*
- *Ruta. Latifolia*(**brassard, 1981**).

Les espèces diffèrent entre elles par l'allure des feuilles, de la grappe fructifère, des bractées et des sépales (**Belazizia & Askri, 2019**).

La famille des rutacées se compose d'environ 150 genres et plus de 1500 espèces. Ces plantes se distribuent dans les régions tropicales et tempérées, et particulièrement en Australie et en Afrique du Sud. Pratiquement 25 genres et plus de 80 espèces de cette famille ont été jusqu'ici rapportés d'Inde (**Sharma, 1993**).

2.2.3 Classification systématique :

- **Nom scientifique :** *Ruta Montana*

- **Le nom commun :**

Arabe : *Fidjel, Fidjela el djebeli.*

Français : *Rue des montagne.*

Anglais : *Mountain Rue.*

Espagnole : *Ruda de muntanya, Rudamontesina.*

Italien : *Ruta montana.*

Allemand : *Bergraute*

- **Systématique:** voilà la systématique de la plante médicinale *Ruta montana* selon (Takhtajan, 2009)

Règne : *Plantae* (végétale).

Sous règne : Tracheobionta (plantes vasculaires).

Super division : *Spermatophyta* (plantes à graine).

Division : *Magnoliophyta*.

Sous division : *Angiospe*.

Classe : *Magnoliopsida* (dicotylédons).

Sous classe : *Rosid*.

Ordre : *Sapindales*.

Famille : *Rutacée*.

Genre : *Ruta*.

Espèce : *Ruta montana*.

2.2.4 Description botanique de *Rutamontana* :

Appelée communément rue des montagnes est un arbrisseau de la famille des Rutacée, du genre *Ruta*.

C'est une plante méditerranéenne semi arbustive, de 40 cm à un mètre de haut environ, très ramifiée et ligneuse à la base (Allouni, 2018).

- **La partie aérienne :**

Tiges : Droites, cylindriques, très rameuses, glabres et glauques de 2 à 5 pieds de hauteurs.

Feuilles : Pétiolées, alternes, éparses, composées, d'un vert glauque, à folioles ovales obtuses, épaisses, légèrement dentées sur les bords ou entières.

Fleurs : Jaunes, à cinq pétales concaves qui renferment dix étamines bien plus longues que les pétales et terminées par des anthères presque ronds, pédonculées en corymbe terminal.

Fruits : Des capsules globuleuses à lobes arrondies et pédoncule court (4 mm) et se terminent par 4 ou 5 lobes arrondis, apparents; libérant à maturité de petites graines noirâtres.

Semences : Réniformes, à embryon renfermé dans un albumen charnu.

Odeur : nauséabonde et saveur chaude et amère.

- **Partie souterraines :**

Racines : Blanches, fibreuses et à nombreuses racicules.



Figure 06. Fleur et Feuilles de *Ruta montana* (Allouni, 2018).

2.2.5 Répartition géographique en Algérie:

La Rue pousse spontanément dans les rochers, les lieux arides, vieux murs, collines sèches et elle est abondante dans les terrains calcaires des régions méditerranéennes. Elle est présente dans les Rocailles, pâturages et pelouses du Tell, communément retrouvée dans les zones montagneuses de l'intérieure jusqu'à l'Atlas saharien (Allon. k. 2013).



Figure 07. Site de répartition du *Ruta montana* en Algérie (Djallabi & Sedairia, 2020).

2.2.6 Usage de la médecine traditionnelle :

En règle générale, les différentes parties de la plante sont utilisées fréquemment comme abortif, emménagogue, antirhumatismal, antispasmodique, antiparasitaire et antalgique. Dioscoride déclare que *Ruta* a les propriétés suivantes : Les graines et les feuilles sont antidote général aux poisons, y compris les morsures de serpent. Extraits utiles pour le traitement des infections et des infections internes (telles que la bronchite), des ulcères Externe et eczéma.

Est employée en collyre contre les ulcérations de la cornée, en gouttes auriculaires pour les otites et les bourdonnements d'oreilles, en gouttes nasales pour traiter l'ozène ainsi que les fièvres et les vomissements du nourrisson et de l'enfant (Allouni, 2018).

Cette plante est largement utilisée soit dans un but culinaire soit thérapeutique. En effet, la mélange de la plante dans l'eau donne une solution, appelée «eau Fidjel» et est utilisée dans diverses préparations alimentaires comme un aromatique. (Mohammedi, 2012).

Les parties aériennes de la plante sont utilisées comme antispasmodique, rubéfiant et comme poudre écharrotique. Elle est utilisée également contre les affections respiratoires sévères, les gastralgies, les troubles intestinaux, les spasmes, les œdèmes, l'épilepsie et les troubles nerveux (Forment & Roques, 1941).

La décoction dans l'huile soulage, en friction, les rhumatismes, les courbatures et pour combattre toutes les douleurs articulaires, le remède de choix est une pâte préparée à partir des feuilles pilées, destinée à enduire tout le corps (Hammiche & Azouz, 2013).

Le genre de *R. montana* était très prisée dans l'industrie es parfums synthétiques (Denoël, 1958)

Tableau01 : quelques usages traductionnels de *R. montana*(Alloun,2013).

Espèce	Pays	Partie utilisée	Voie	Usage
<i>Ruta montana</i>	Espagne	Plante entière	Orale	-fièvre-éménagogue-abortive- antispasmodique Contre les vers intestinaux.
	Algérie	Partie aérienne		-éménagogue-antispasmodique- rubéfiant-poudre-écharrotique.

Culinaire :

Dans les sauces, les œufs brouillés ou les omelettes, les fromages blancs et les beurres aux herbes, en utilisées en petites quantités des feuilles fraîches ou séchées de *R. montana* est utilisé pour parfumer les boissons et est populaire parmi les Anglo-Saxons.

Il complète le parfum de la bière et du vin blanc. En conséquence, Assaisonner les sauces et les repas avec des feuilles fraîches. viande, mais seulement en petites quantités parce que le goût dur et le risque de toxicité (**Eberhard et al., 2005**).

Médicale :

Peau : La rue a deux types d'effets sur la peau. D'une part, la rue, comme d'autres rutacées et ombellifères, a des produits chimiques qui peuvent causer la dermatite lorsqu'ils sont exposés à la lumière du soleil. D'autre part, il est connu depuis longtemps.

Les piqûres de serpent, les piqûres d'insectes et les réactions allergiques aux plantes sont toutes possibles si le jus de feuille ou la sève de la rue agit comme antidote. Elle a le potentiel de traiter le psoriasis, l'eczéma et d'autres affections cutanées. (**Duval, 1992**).

Système nerveux : la rue est antispasmodique. Les Arabes en mâchant les feuilles, ce qui est sensé à calmer tout trouble d'origine nerveuse. Les feuilles fraîches écrasées en application externe soulagent la sciatique. Traditionnellement, la rue était utilisée dans les cas d'épilepsie. Les victimes de la maladie portaient des feuilles de rue au cou pour prévenir les crises (**Ait, 2006**).

2.2.7 Composition chimique de *R.montana* :

La rue est une plante médicinale qui contient plus de 120 composé chimique tels que les alcaloïdes, coumarines, huiles essentielles, flavonoïde, glucide furoquinolines et un peu de tanin repartis sur différentes parties du plant (les racines, les feuilles et les fleurs), beaucoup de ces composés à une activité biologique, par exemple l' huilles essentielles à effet répulsif des insectes et les alcaloïdes, coumarines à des propriétés bactéricide(**hamdani ,2011**).

2.3 Huiles essentielles :

2.3.1 Définition :

HEs est un extrait naturel et parfait provenant de plantes aromatique. Elle concentre l'essence de la plante, autrement dit son parfum. Il s'agit de substances odorantes, volatiles, de consistance (**Lakhdar, 2015**).

Selon l'AFNOR (l'Association Française de Normalisation), ce sont des produits généralement odorants, obtenus soit par entraînement à la vapeur d'eau, de végétaux ou de parties de végétaux, soit par expression du péricarpe frais de certaines citrus. Cette définition excluant les essences obtenues par d'autres procédés d'extraction huileuse, très concentrées, offrant une forte concentration en principes actifs (**Lakhdar, 2015**).

2.3.2 Biosynthèse des HE:

Sont des mélanges complexes dont les constituants appartiennent à deux grandes familles: les composés terpéniques qui sont majoritaires et les composés aromatiques dérivés du phénylpropane (**Michaël, 2016**).

Les végétaux par leur pouvoir autotrophe sont capables de synthétiser leurs propres matières organiques à partir de l'énergie lumineuse, de l'eau et des minéraux présents dans le sol. Les photons lumineux sont captés par la chlorophylle puis emmagasinés, par la transformation d'ADP en ATP, au sein de liaisons phosphores riches en énergie. Le reste de l'énergie lumineuse permet la dissociation de l'eau en hydrogène et oxygène. L'oxygène est libéré dans l'atmosphère ; en échange, la plante capte le dioxyde de carbone. Ce dernier couplé à l'hydrogène, sous forme de protons réactifs, permet la formation de sucres simples, trioses puis hexoses (**Franchommeet al., 1990**).

2.3.3 Localisation des HE dans la plante :

Sont présentes dans tout le règne végétal, mais elles sont particulièrement abondantes dans certaines familles : conifères, myrtacées, ombellifères, labiacées, graminées, rutacées. (**Bruneton, 1999**).

Tous les organes peuvent en renfermer ; dans les sommités fleuries de la lavande, dans les racines du vétiver, les rhizomes du gingembre, les fruits du vanillier et l'anis, les feuilles de la citronnelle et l'eucalyptus, les écorces du cannelier, le bois du camphrier et les graines de la muscade (**Bendif, 2017**).

Dans les organes de la plante, les types peuvent être localisés dans des cellules sécrétrices isolées (cas des lauracées et magnoliacées), mais on les trouve le plus souvent dans des organes sécréteurs spécialement différenciés et variables suivant les familles botaniques. On peut nommer par exemple les poils sécréteurs externes des labiacées, les poches sécrétrices schizolysigènes des Rutacées ou bien les canaux sécréteurs des Ombellifères et conifères. Les canaux sécréteurs peuvent être externes comme dans bon nombre de labiacées ou bien internes comme c'est le cas pour les différents Eucalyptus (myrtacées) (**Mohammedi ,2012**).

2.3.4 Les compositions chimiques des HE :

Les HEs sont des mélanges complexes et éminemment variables des constituants qui appartiennent de façon quasi exclusive, à deux groupe caractérisés par des biogénétiques distincts ; les groupes des terpénoïdes, d'une part et le groupe des origines composés aromatiques dérivés du phénylpropane, beaucoup moins fréquents. D'autre part elles peuvent également renfermer divers produits issus de processus dégradai mettant en jeu des constituants (**Bruneton, 1999**).

La structure des composés des huiles essentielles est constituée d'un squelette hydrocarboné, constituant une chaîne plus ou moins longue. Sur ce squelette de base est souvent présenté un ou plusieurs sites fonctionnels semblables ou différents : terpènes (ex : limonène, camphre), alcools (ex : linalol, géraniol), cétone (thyone, caryone) phénol (ex : thymol, carvacrol), aldéhydes (ex : aldéhyde cinnamique), éthers (ex eucalyptol)

(Degryse, 2008)

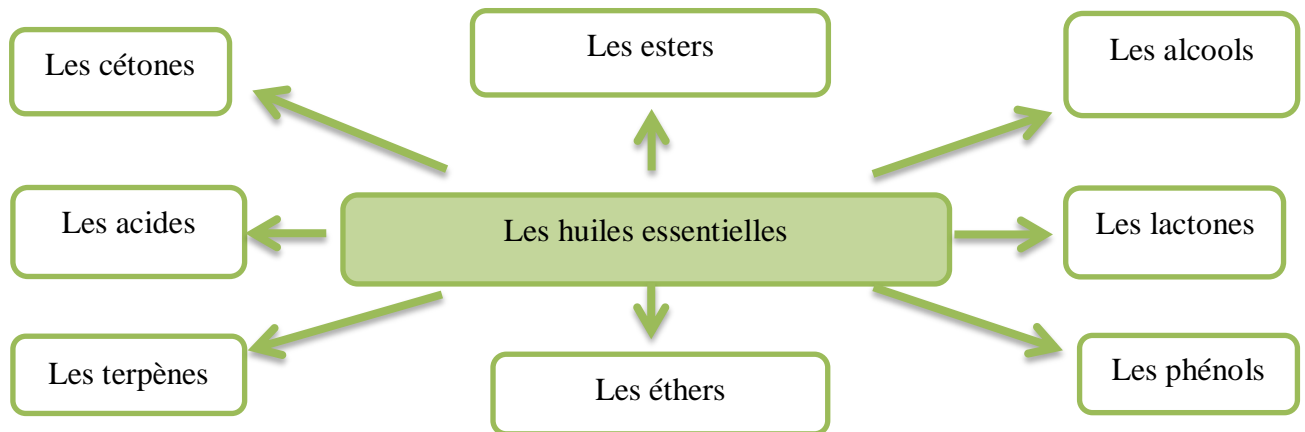


Figure 08. Les composés chimiques présents dans diverses HEs (Mukhopadyay, 2009).

2.3.5 Rôle physiologique des HE :

Les HEs auraient un rôle de mobilisateur d'énergie lumineuse et de régulateur thermique au profit de la plante.

Elles réguleraient la transpiration diurne en absorbant les rayons ultraviolets par leurs constituants insaturés (Lograda, 2010).

Ils conservent l'humidité des plantes dans les climats désertiques et pour repousser ou attirer les insectes (favoriser la pollinisation) (Bouhddouda, 2016).

- **En pharmacie :** Les HEs sont anti-catarrhales contre l'inflammation des muqueuses se traduisant par une hypersécrétion (Nouioua, 2012).

Ils ont effet irritant et anesthésiant utilisé contre les douleurs rhumatismales et action sur le système nerveux central, en exerçant des effets sédatif ou Narcotique, relaxant et déstressant (Attou, 2011).

- **En industrie :** Pour leur saveur et odeur utilisé en l'industrie des produits qui donnent aux condiments (poivre, gingembre, ...) et aux aromates (menthe, anis,...). De même la vanille sert à aromatiser les biscuits, les chocolats, les glaces (Labioud, 2016).

Par ailleurs, le pouvoir antioxydant de certaines essences permet la conservation des aliments en évitant les moisissures (Kebisi, 2011).

Ils rentrent dans la fabrication des savons de toilette, des aérosols, des lotions désodorisantes, les rouges à lèvres, les shampoings, les dentifrices, se sont surtout les HEs de lavande, de citron, de citronnelle (**Aissani, 2015**).

2.3.6 Procédés d'obtention des HE :

A l'intérieure de leurs cellules, les végétaux renferment des essences, c'est-à-dire des sécrétions naturelles que l'on extrait pour obtenir les HEs (**Moro Buronzo, 2008**).

De ce fait, Il existe plusieurs méthodes d'extraction, dont nous citons les plus importantes qui sont les suivants :

a. Extraction aux solvants volatils :

Elle se fait à l'aide de solvants organiques volatils dans des appareils appelés extracteur de Soxhiet. On obtient des huiles concrètes avec des solvants volatils tels que l'hexane qui est le plus utilisé actuellement, auparavant ont utilisé le benzène, mais par raison de toxicité il à été interdit. Ce procédé consiste à épuiser la matière végétale de ses constituants odorants au moyen d'un solvant, puis le séparer de l'extrait par un séparateur (Rotavapor) ceci est lié à la propriété des HEs d'être solubles dans la plupart des solvants organiques particulièrement les hydrocarbures aliphatiques (hexane, éther de pétrole,...) qui sont les plus utilisés (**Mohamed, 1997**).

Le principe d'extraction par solvant volatil est représenté par une extraction solide liquide qui est une opération de transfert au d'échange de matière entre une phase solide, la matière à extraire, et une phase liquide qui est le solvant d'extraction (**Richard & Multon, 1992**).

En effet, le choix de solvant d'extraction est un paramètre important, car si l'extraction par solvants volatiles est une méthode de plus en plus utilisée de nos jours, il n'en demeure pas moins que le choix de solvant approprié est souvent délicat et pose des problèmes vu les critères auxquels il doit répondre (**Naves, 1974**).

b. Extraction par expression à froid :

Cette technique s'applique uniquement aux HEs d'agrumes (hespéridés) - telles que citron, orange douce et amère etc.... En effet, ces HEs ne supportent pas le traitement à chaud. Leur extraction de péricarpe frais des agrumes s'effectue par différents modes d'expression. Généralement c'est le procédé de qualification mécanique est entraînement de huile essentielles par un courant d'eau qui est utilisé dans l'industrie. L'essence est ensuite séparée par décantation (**Bernard & Coli, 1988**).

Minimum du fait que le temps d'extraction y'est réduit. Toutefois, cette technique d'extraction présente un inconvénient la basse polarité du dioxyde de carbone supercritique

qui le solvant d'extraction le plus employé. Au-delà du point critique ($P = 73.8$ bars, $T^{\circ} = 31.3$ C°). Le CO₂ possède les propriétés intermédiaires entre celles des liquides et celles des gaz. Ce qui lui confère un bon pouvoir d'extraction (**Poichon, 2008**).

c. Extraction par micro-ondes :

Dans ce procédé, la matrice végétale est chauffée par micro-ondes dans une enceinte close dans laquelle la pression est réduite de manière séquentielle. Ce procédé livre un produit souvent de qualité supérieure par rapport à celui obtenu par hydrodistillation (**Mengel et al., 1993**).

Les composés volatils sont entraînés par la vapeur d'eau formée à partir de l'eau propre à la plante. Ils sont ensuite récupérés à l'aide des procédés classiques de condensation, refroidissement et décantation. L'extraction par micro-ondes fait aujourd'hui l'objet de beaucoup d'études et ne cesse d'être améliorée (**Lucchesi et al., 2007**).

d. Extraction par Distillation :

C'est la méthode d'extraction des huiles essentielle la plus utilisée et la plus répandue. Ce procédé est basé sur le fait que la plupart des composés odorants volatils (en particulier les HEs) contenus dans le végétal sont susceptibles d'être entraînés par la vapeur d'eau du fait de leur point d'ébullition relativement bas et de leur caractère hydrophobe. Ils ne sont donc ni retenus, ni solubilisés dans l'eau. Il en existe deux types :

e. Entraînement à la vapeur d'eau :

C'est le plus ancien des procédés d'extraction des HEs à partir des végétaux. Il est basé sur le fait que la plus part des composés odorant volatiles sont susceptible d'être entraîné par des aérosols de vapeur d'eau du fait de leur point d'ébullition relativement bas et de leur caractère hydrophobe.

L'entraînement d'huile essentielle par la vapeur d'eau est en réalité un processus de transfert des matières beaucoup plus complexe. Cette complexité est dû au fait que les dépôts des huiles essentielles des végétaux sont différents de par la nature et de leur localisation et dont la plus part des cas le contacte entre la vapeur et l'huile est empêché (**Gueorguiev, 1988**).

f. Hydrodistillation :

L'hydrodistillation simple consiste à immerger directement le matériel végétal à traiter dans un ballon rempli d'eau qu'est ensuite portée à ébullition . Les vapeurs hétérogènes sont condensées sur une surface froide et l'huile essentielle se sépare par différence de densité. Dans une variante du procédé le matériel végétale est broyé in situ (turbo-extracteur) (**Bruneton, 1999**).

Nous sommes au niveau de l'Université Chikh Larbi Tébessi –Tébessi. L'institut de Biologie en utilisant technique d'hydrodistillation.

• **Mode opératoire :**

Le matériel végétal, pesé et lavé, est mis dans un ballon de 2L puis recouvert d'eau, il est ensuite porté à ébullition, les vapeurs d'eau entraînent l'huile essentielle qui est condensée sur une surface froide. Nous avons recueilli le distillat (HE + eau) dans une ampoule à décanter. A la fin de chaque expérience, HEs obtenue par décantation, est récupérée, HEs obtenue de couleur jaune et à odeur très agréable.

Il est placé dans une petite bouteille en verre hermétiquement fermée recouverte d'une feuille d'aluminium pour la protéger de la lumière, puis conservée à 4 °.

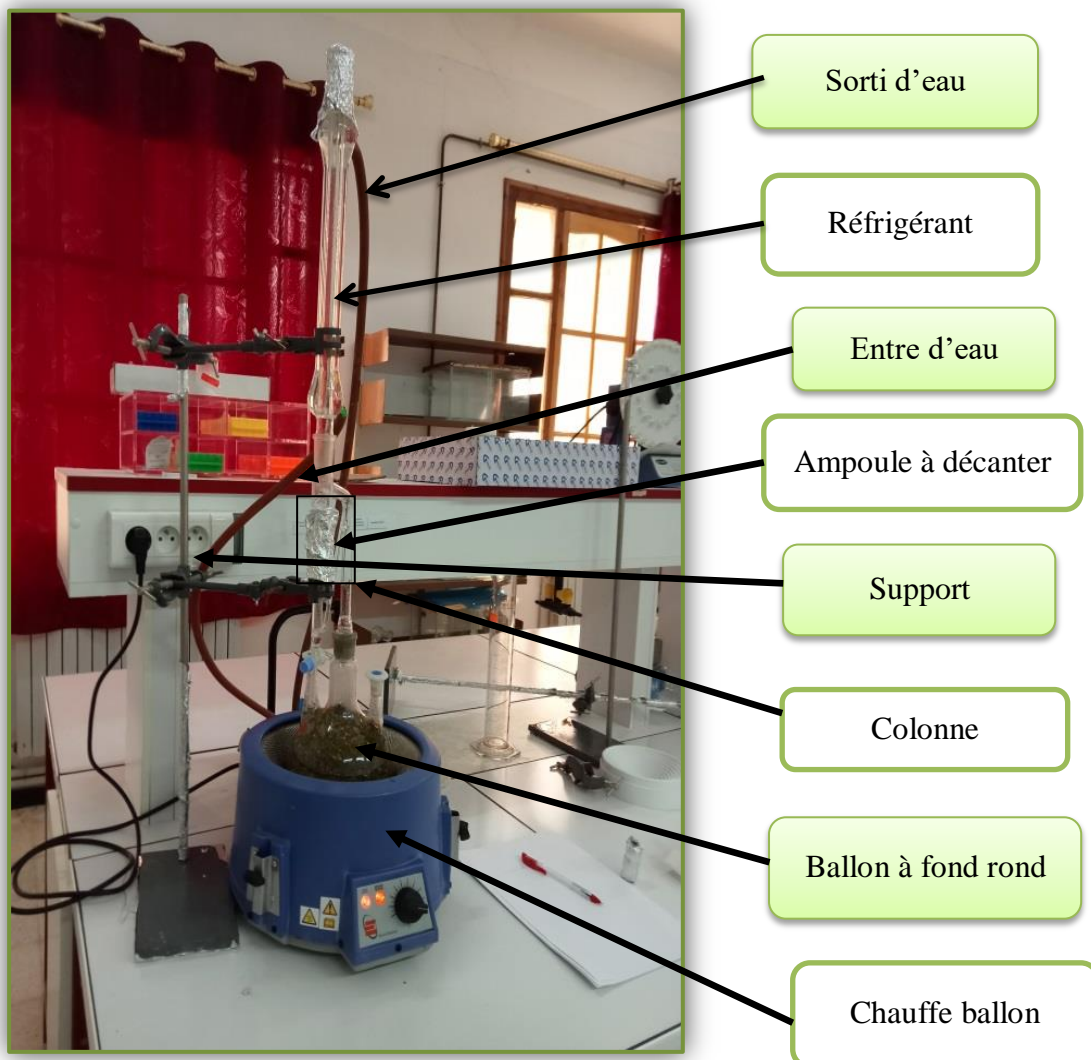


Figure 09. Montage de l'hydrodistillation de type Clevenger (**photo originale**).

2.3.7 Rendement en HE :

- **Calcul du rendement :** Le rendement en *huile essentielle* est le rapport entre le poids de l'huile extraite et le poids de la matière sèche de la plante (Afnor, 1986)

Le rendement, exprimé en pourcentage est calculé par :

- **La formule suivante :** $R = (PB / PA) \times 100$ ou $R = [\Sigma PB / \Sigma PA] \times 100$

R : Rendement en huile en % PB : Poids de l'huile en g

PA : Poids de la matière sèche de la plante en g



Figure 10. Huile essentielle de *R. montana* (Photo originale, 2022).

2.3.8 Test de réduction du radical stable, DPPH :

Le 2,2-diphényl-1-picryl-hydrazyl (DPPH•) est un radical organique stable, coloré et centré sur l'azote. Le maximum de son absorbance se situe à 517 nm dans le méthanol et l'éthanol. Les antioxydants donneurs d'atome H (RH) sont capables de réduire DPPH•, ce qui conduit au 1,1-diphényl-2-picrylhydrazyl (DPPH-H) et au radical R•. Le DPPH• a une couleur violette ou rouge pourpre mais cette couleur disparaît lorsqu'il est réduit par un capteur de radicaux (Bouguerra, 2012).

a. Principe de la méthode:

L'addition d'un antioxydant dans une solution de DPPH conduit à une décoloration de ce dernier qui est directement proportionnelle à la capacité antioxydante du produit ajouté. Cette décoloration peut être suivie par spectrophotométrie en mesurant la diminution de l'absorbance à 517 nm (**Figure 12**). Elle fournit donc un moyen pratique de mesurer l'activité antioxydante de notre huile essentielle méthanolique et aqueux. (**Bouguerra, 2012**).

- Lorsqu'on ajoute un antioxydant au DPPH, la réaction sera comme suit:

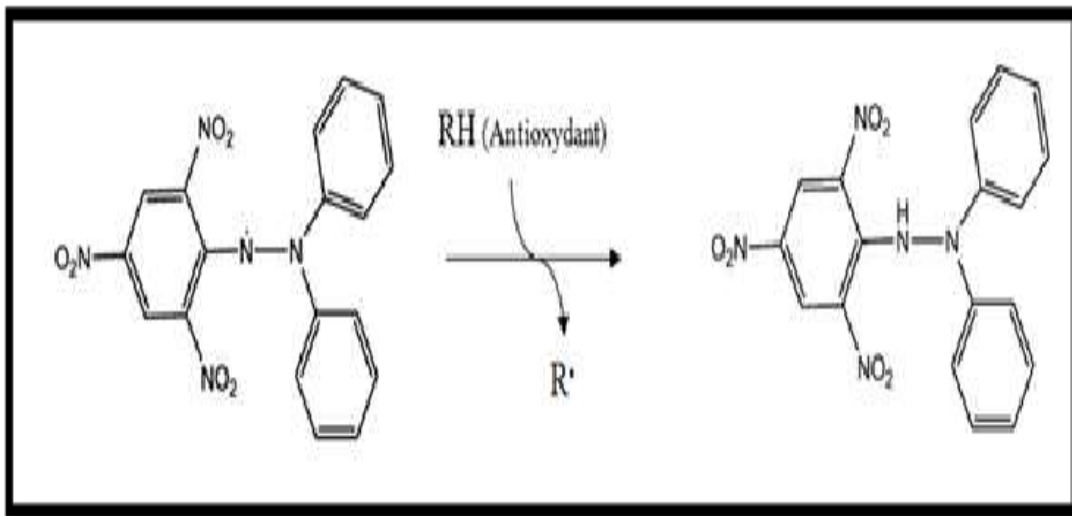


Figure 11. Réaction du DPPH avec un antioxydant (**Bouguerra, 2012**).

Les résultats peuvent être exprimés en pourcentage de réduction de DPPH, pour une concentration en huile essentielle méthanolique et aqueux connue. Le test de réduction du DPPH permet aussi de déterminer la concentration en huile essentielle méthanolique et aqueux qui cause la réduction de 50% du DPPH (IC₅₀). (**Bouguerra, 2012**).

b. Mode opératoire :

- La figure suivant indique le matériel et les réactifs utilisés :

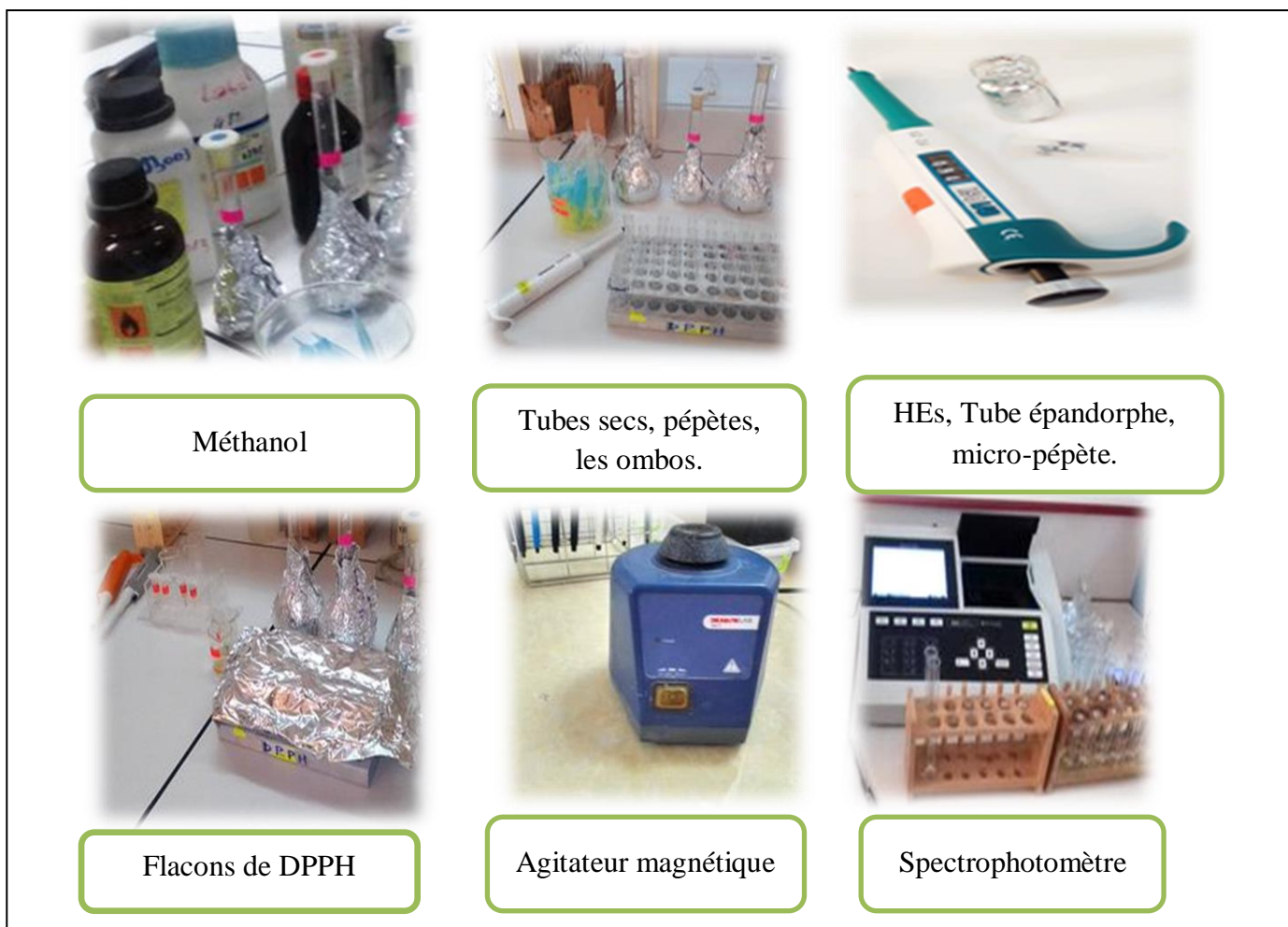


Figure12.Matériel et réactifs pour le test au DPPH(Photo original, 2022).

c. Protocole expérimental pour le test au DPPH :

Utilisant des tubes secs pour préparer de 7 dilutions d'huile essentiel méthanolique et aqueux et de la solution de DPPH dans l'éthanol absolu :

- ✓ 1 mL de chaque concentration (huile essentielle /methanol) et aqueux va être mélangé avecun de 0,1 mM de DPPH après agitation par un vortex.
- ✓ La lecture est effectuée par la mesure de L'absorbance à l'aide d'un spectrophotomètre UV-VIS à une longueur d'ondeégaleà 517nm.
- ✓ Le contrôle négatif est composé de 1ml d'éthanol pur et de 1ml de la solution deDPPH.

✓ Toutes les opérations sont réalisées en triplicata.

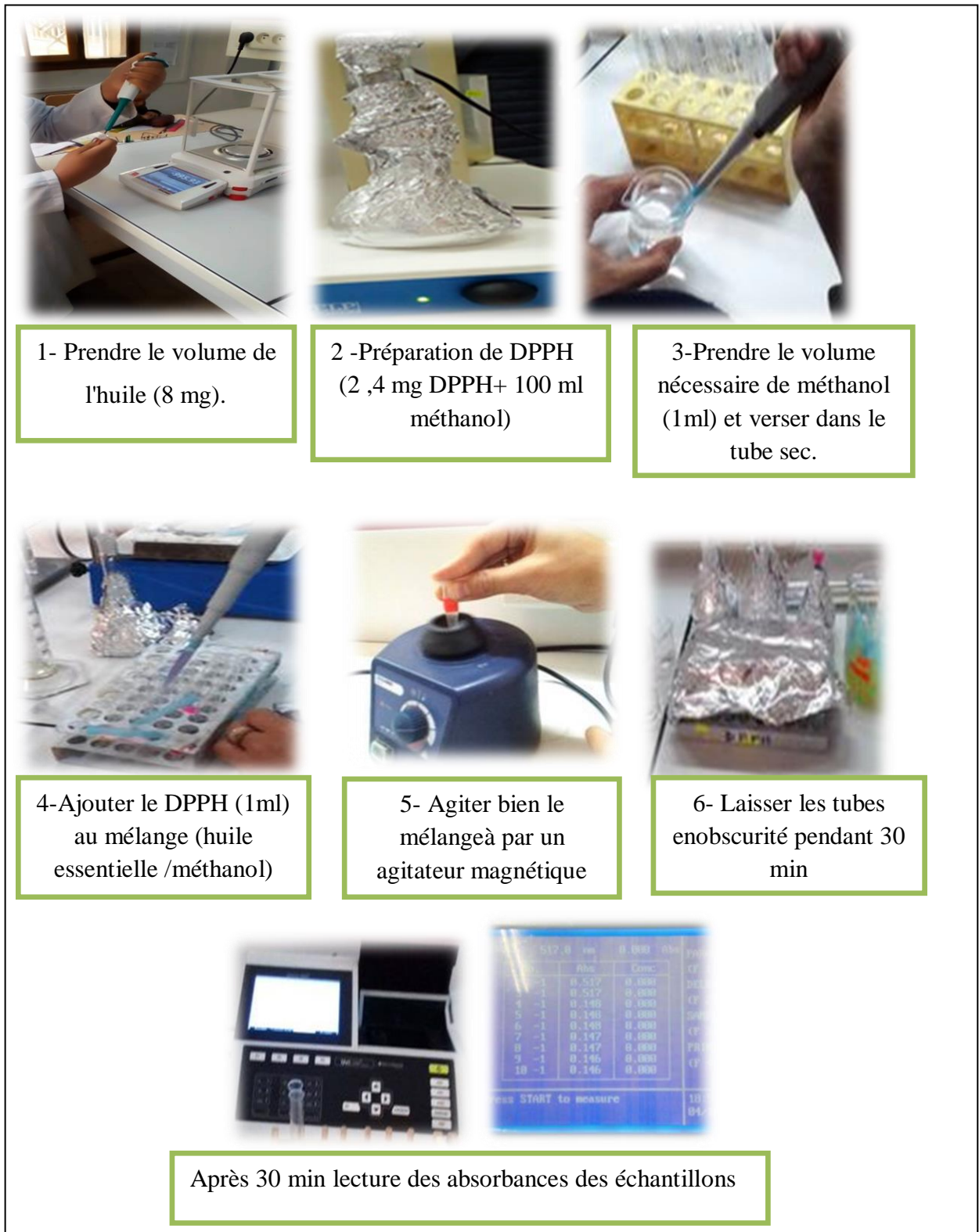


Figure 13. Test de piégeage DPPH(Photo original, 2022).

2.3.9 Test de toxicité :

Nous avons préparé des concentrations (0,1 μ L),(0,2 μ L), (0,3 μ L) de l'HE de *R.montana* diluée dans le méthanol (50 μ L) seront utilisées dans les essais toxicologiques par l'application sur papier watman à l'égard des adultes de *D. melanogaster* dans des flacons de 250m et contenant 50 mg de milieu de culture.

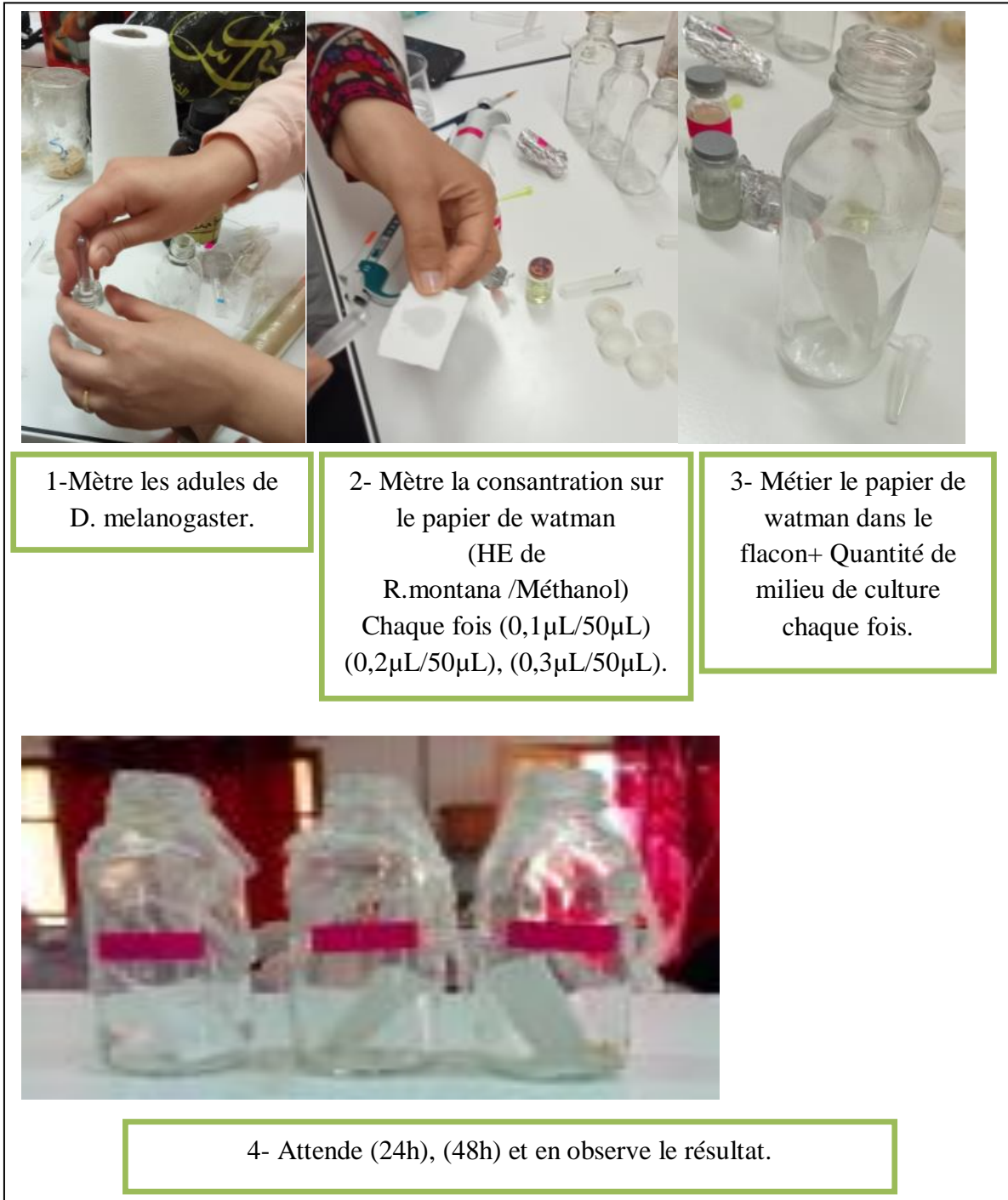


Figure14. Le protocole de test de toxicité (Photo original, 2022).

2.3.10 Analyses statistiques :

Les analyses statistiques sont présentées sous forme de moyenne±écart type. Les données ont été analysées à l'aide des statistiques PAD GRAPH PRISM 7. Le test t de Student et l'analyse de la variance ont été utilisés et $p < 0,05$ a été considéré comme une différence statistiquement significative



Résultats

3 Résultats

3.1 Rendement d'huile essentielle de *Ruta montana*:

L'huile essentielle de *Ruta montana* obtenue par un hydro distillateur de type Clevenger est de couleur jaune, claire avec une odeur agréable et avec un rendement de $1.495 \pm 0.273\%$ de la matière sèche de la partie aérienne de la plante.

3.2 Activité antioxydant :

De point de vue méthodologique, le test du radical libre DPPH est recommandé pour des composés contenant SH, NH et OH. Il s'effectue à température ambiante, ceci permettant d'éliminer tout risque de dégradation thermique des molécules thermolabiles. Le test est largement utilisé au niveau de l'évolution des extraits hydrophiles très riches en composés phénoliques.

L'activité anti radicalaire des différents extraits à tester a été déterminée selon méthode décrite par (Mansouri *et al.*2005). Qui utilise le DPPH comme un radical libre relativement stable qui absorbe dans le visible à la longueur d'onde λ de 517 nm.

La technique consiste à mettre le radical libre DPPH (de couleur violette), en présence de l'antioxydant (extrait brut méthanolique, extrait alcaloïdique) va être réduit et vire vers le jaune. Ce changement se traduit par une diminution de l'absorbance. (Allouni Rima,2018)

Le DPPH est un radical stable dû à la stabilisation par délocalisation sur les cycles aromatiques. Le DPPH peut facilement piéger d'autres radicaux mais ne se dimérise pas. Parce qu'une forte bande d'absorption est centrée à environ 515 nm, la solution de radical DPPH se forme en violet foncé et devient incolore à jaune pâle lorsqu'elle est réduite lors de la réaction avec le donneur d'hydrogène. La diminution de l'absorbance dépend linéairement de la concentration antioxydant. (Gupta, 2015).

L'activité de piégeage du DPPH a été évaluée selon la méthode de Blois (1958). En bref, 160 μ l de solution de DPPH (0,04mg/ml) ont été ajoutés à 40 μ l de différentes dilutions d'huile essentielle de *Ruta montana* ou standards (BHT, BHA). Le mélange a été incubé pendant 30 min dans l'obscurité et l'absorbance de chaque solution a été lue à 517 nm à l'aide d'un lecteur de microplaques. Le pourcentage d'inhibition a été calculé comme suit :

$$I (\%) = (A_b - A_s / A_b) \times 100$$

Où : A_b est l'absorbance de la réaction témoin/ A_s est l'absorbance du composé testé

Tableau 02: Pourcentage d'inhibition de l'HE de *R. montana*

Concentration (mg/ml)	0,2	0,4	0,8	1,6	3,2
Pourcentage d'inhibition (%)	10,34±2,07	13,23±0,46	18,67±0,55	26,45±1,29	42,89±5,67

3.3 Essais d'insecticide d'huile essentielle de *R.montana* sur les adultes de *D. melanogaster* :

Les études toxicologiques ont permis de déterminer l'efficacité d'huile essentielle de *ruta montana* sur les adultes de *D. melanogaster* évaluée à partir de la mortalité enregistrée chez les individus cibles avec un effet direct.

Les tests de toxicité sont appliqués sur des adulte nouvellement exuvies de *Drosophila* avec des différentes concentrations d'huile essentielles de *ruta montana* 0,1 ; 0,2 ; 0,3 ($\mu\text{L}/\text{mL}$) pendant 24h et 48h, La mortalité observée est corrigée à partir d'une mortalité naturelle. Elle est mentionnée dans le (Tableau 03) avec des taux variant de 67 à la dose (0,1 $\mu\text{L}/\text{mL}$) jusqu'à 100 % à la plus forte dose (0,3 $\mu\text{L}/\text{mL}$) avec une relation dose-réponse (**figure15**) et (**figure16**). Après une transformation angulaire des pourcentages de mortalités,

Tableau 03 : Effet d'huile essentielle de *Ruta montana*($\mu\text{l}/\text{ml}$) appliquées sur les adulte de *Drosophila melanogaster* (24 h) et (48 h): Mortalité %

Concentration ($\mu\text{L}/\text{mL}$)	0,1	0,2	0,3
m%	66,6	100	100

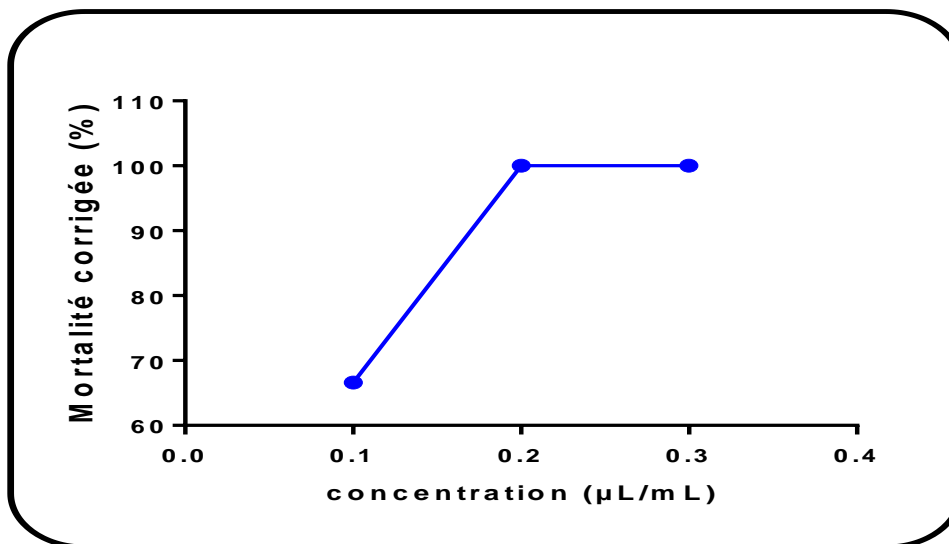


Figure 15. Effet d'huile essentielle de *R. montana*(µl) appliquées sur les larves de *D. melanogaster* (24h et 48h): Mortalité%

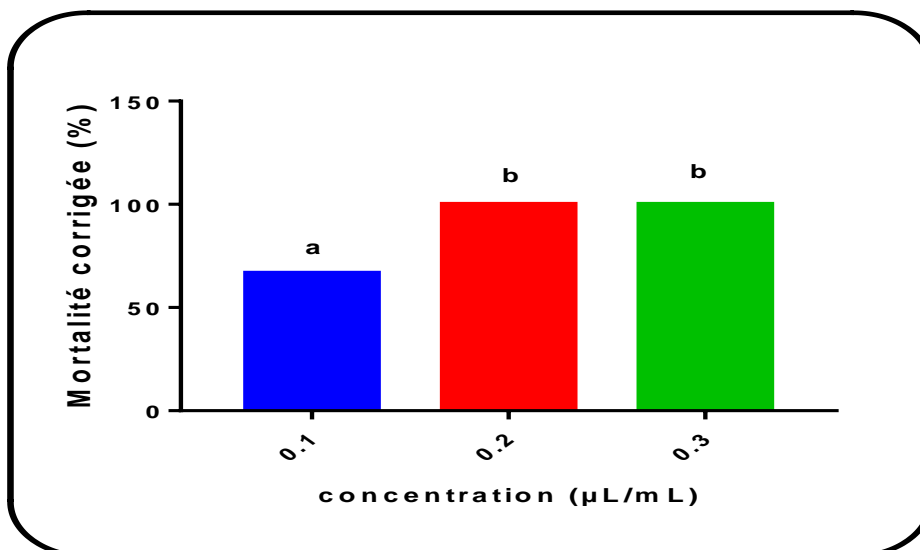


Figure 16. Effet d'huile essentielle de *R. montana*(µl) appliquées sur les adultes de *D. melanogaster* : Mortalité



Discussion

4 Discussion

4.1 Rendement en huiles essentielles :

Les huiles essentielles peuvent être stockées dans tous les organes végétaux: feuilles, fleurs, écorces, racines, rhizomes, fruits et graines (**Hernandez Ochoa, 2005**). Le rendement en huile essentielle extraite de *Ruta montana* est $1.495 \pm 0.273\%$ de la matière sèche de la partie aérienne de la plante.

En comparaison nos résultats avec d'autres travaux sur la même espèce et qui ont utilisé la même méthode d'extraction,; notre rendement est inférieure à rendement celle trouvée de Oum el bougi (**4,5%**), et rendement de Oran (**1,6%**), et supérieure à rendement celle trouvée de Mila (**1,0%**),

(**Kambouche et al., 2008**), et supérieure à rendement qui trouvée en Tunisie en binzert (**0,66%**) (**Ayda Khadhri et al., 2014**).

En générale, les différences rendements obtenus peuvent être liés à la méthode et les conditions d'extraction au laboratoire et sont dues à plusieurs facteurs : l'origine géographique, les facteurs écologiques notamment climatiques (la température et l'humidité), l'espèce végétale elle-même, l'organe végétal, le stade de la croissance, la période de cueillette, la conservation du matériel végétal et la méthode d'extraction (**Lagseier & Nadir, 2020**) et (**Toure, 2015**), le temps, la température de séchage (**Ghasemian, 2019**). Sont des facteurs parmi d'autres qui peuvent aussi avoir un impact direct sur les rendements en huile essentielle (**Fadil, 2015**)

4.2 Activité antioxydant de *R. montana* :

L'activité antioxydante par la Méthode DPPH* rapportent les résultats au pouvoir antioxydant évalué par la Méthode de piégeage des radicaux libres DPPH*. Et l'HE testée a entraîné une diminution significative d'absorbance à 517 nm. A titre comparatif, l'antioxydant standard utilisé est l'acide ascorbique. Selon l'étude de (**Fekhar et al 2017**) L'acide ascorbique a montré une puissante activité antiradicalaire avec une IC50 de $53,35 \pm 2,67 \mu\text{g/ml}$. L'HE de *R. montana* a montré une activité antiradicalaire très puissante par rapport à l'hydro méthanolique l'extracteur IC50 est $548.5 \pm 27.43 \mu\text{g/ml}$ et le macérat hydro méthanolique, leur IC50 est $1097.2 \pm 54,86 \mu\text{g/ml}$ et $1332,8 \pm 66,64 \mu\text{g/ml}$ respectivement. Molécules antioxydantes présentées dans l'acide ascorbique, les flavonoïdes et les tanins réduisent et décolorent DPPH en raison de leur capacité à libérer de l'hydrogène 60 au radical DPPH et aux polyphénols contenus dans les extraits de *R. montana* sont probablement responsables de l'activité antioxydante de ces extraits fixes (HME et HMM) et volatils. Cet est cohérent avec d'autres travaux réalisés sur la même espèce. Grâce à la recherche documentaire, très de

grandes différences de résultats sont notées à ce sujet corrélation. Certains travaux ont montré une bonne corrélation entre IC50 et le contenu de polyphénols et flavonoïdes.

4.3 Activité insecticide d'huile essentielle de *R. montana* :

Les HEs végétales sont connues pour avoir des propriétés insecticides et ont été employées dans les exploitations agricoles respectueuses de l'environnement, y compris le contrôle des insectes nuisibles de produits agricoles stockés. Les huiles essentielles de Ruta ne font pas exception et ont fait leurs preuves possèdent une activité insecticide contre diverses espèces d'insectes comme le *D. melanogaster* , Notre étude a montré que l'HE de *R. montana* a un effet très fort sur les adultes de *D. melanogaster*, avec taux de mortalité (100 %) avec un faible dose (0,2 µL/mL) après 24h. Les témoins positifs n'ont montré aucun effet de solvant méthanol contre les adultes de *D. melanogaster*. Et L'une des premières études de (**Boutoumi et al. , 2009**) à Tipaza, Algérie sur l'évaluation des propriétés insecticides d'HE de *R. montana*, obtenue à partir de ses parties aériennes fraîches récoltées , et une nette activité insecticide dose-dépendante contre les blattes (*Blattella germanica*) a été signalée. L'impact le plus élevé (100 %) a été observé avec une concentration en HE de 1, 6 µL/mL. Et autre étude de (**Boutoumi et al., 2009**) explore Cette huile s'est également avérée efficace pour tuer moustiques *Culex pipiens* avec 99% d'effet insecticide à 0, 6 µL/mL de concentration d'huile essentielle après 30 min.

Et selon (**Fekhar et al., 2017**) dans l'étude de L'impact de la thionation de l'HE de *R. montana* sur les propriétés insecticides l'activité a été explorée par en utilisant le test de toxicité par fumigation utilisant Adultes de *Sitophilus oryzae*. L'HE de *R. montana* pourrait tuer 13% des insectes dans les 24 h suivant l'exposition.

et selon autre étude de (**Mendesil et al., 2012**) d'HE des parties aériennes de *R. chalepensis* a présente d'importantes propriétés insecticides, activité contre trois ravageurs majeurs, la pyrale du caféier (également connue sous le nom de scolyte du caféier; *Hypothenemus hampei*; 82,5 % de mortalité en 24 h), punaise antestia (*Antestiopsis* sp. ; 87,5 % en 24 h), et charançon du maïs (*Sitophilus zeamais* ; 73,5 % en 24 h) .



Conclusion

5 Conclusion

Au cours des dernières années, la législation est devenue plus étroite lorsqu'on applique des pesticides synthétiques, La recherche sur les pesticides végétaux est l'une des stratégies qui peuvent satisfaire tant les besoins des consommateurs que les besoins des consommateurs qui les entourent.

Ce modeste travail de recherche vise à promouvoir les plantes aromatiques utilisé dans les médicaments algériens.

L'HE de *R. montana* présente un rendement de $1.495 \pm 0.273\%$ de la matière sèche de la partie aérienne.

Cette HE est été testé sur les adultes de *D. melanogaster*. Leur action est été évaluée sur plusieurs aspects : Toxicologique, activité antioxydant.

L'estimation de l'activité antioxydante par la DPPH rapporte les résultats des extraits bruts au pouvoir antioxydant évalué par la Méthode de piégeage des radicaux libres DPPH. En général, les extraits testés à l'HE ont provoqué une diminution significative de l'absorbance à 517 nm en fonction de leurs concentrations.

Les essais toxicologiques ont permis de déterminer la concentration létale (CL50) de l'huile extraite de *R. montana* sur les adultes de *D. melanogaster* pendant trois périodes testées (24h, 48h).

Les résultats ont montré que l'huile de *R. montana* a une toxicité très efficace pour les adultes des mouches des fruits, et il existe une relation directe entre la concentration de l'huile et le taux de mortalité, car plus la concentration est élevée, plus le taux de mortalité est élevé.



*Références
bibliographique*

Références bibliographiques

- *A* -

Ait My, (2006). Plantes médicinales de Kabylie. Ed. Ibispress. Paris.

Alloun Kahina, (2013). Composition chimique et activités antyoxydante et antimicrobienne des huiles essentielles de l'aneth (*Anethum graveolens* L), de la sauge (*Salvia officinalis* L), et de la rue des montagnes (*Ruta montan* L). Thèse présentée pour l'obtention du diplôme de magister en Agronomie, Alger.

Attou, A. (2011). Contribution à l'étude phytochimique et activités biologiques des extraits de la plante *Ruta chalepensis* (Fidjel) de la région d'Ain Témouchent [En ligne].

Mémoire de Magister en biologie, option de Produits naturels: Activités biologiques et synthèses. Université de Abou Beker Belkaid Tlemcen.

Abolaji, A. O., Kamdem, J. P., Farombi, E. O. & Rocha J. B. T. (2013). *Drosophila melanogaster* as a Promising Model Organism in Toxicological Studies. *Arch. Bas. App. Med* [En ligne]. 33 - 38.

Allocca, M., Zola, S. & Bellosta, P. (2018). The Fruit Fly, *Drosophila melanogaster*: The Making of a Model (Part I). Intechopen [En ligne]. 72832.113-130. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen>.

Ayda Khadhri et al., (2014). Chemical Variabilité of Two Essential Oil of Tunisian Rue: *Ruta montana* and *Ruta chalepensis*. Journal of Essentiel oil Bearing Plants: <http://www.tandfonlin.com/loi/teop20>.

- *B* -

Boutoumi, H.; Moulay, S.; Khodja, M. (2009). Essential oil from *Ruta montana* L. (Rutaceae): Chemical composition, insecticidal and larvicidal activities. *J. Essent. Oil Bear. Plants* 2009, 12, 714–721. [En ligne]

Bassarde R., cuissance, p. Arbres et arbustes d'ornement des régions tempérées et méditerranéennes .paris. 1981

Bendif, H. (2017). Caractérisation phytochimique et détermination des activités biologiques in vitro des extraits actifs de quelques Lamiaceae: Ajugaiva (L.) Schreb., Teucriumpolium L., Thymus munbyanussubsp. Coloratus (Boiss. &Reut.) Greuter&Burdet et Rosmarinus ericalyx Jord &Fourr., thèse de doctorat, l'école normale supérieure de KOUBA-Alger, département des sciences naturelles, biotechnologie végétale,

Bernard T. et Colt. (1988). Extraction des huiles essentielles chimie et technologie. Information Chimie. 4 (1): 107-110.

Bezanger B.L., Pinkas M., Torck M., (1986) .Les plantes dans la Thérapeutique Moderne.

Bruneton, J, (1999).pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 3ème Ed. Paris: Tec& Doc Lavoisier.

Bruneton, J, (1999).pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 3ème Ed. Paris: Tec& Doc Lavoisier.

Bouguerra, (2012). Composition chimique et activité antibactérienne de l'huile essentielle de Lavandula officinaliscultivées dans la région de Skikda- Algérien Bulletin de la Société Royale des Science de Liège p 86-88-95.

-C-

Creté P, (1965), Systématique Des Angiospermes, Masson Cie Editeurs, Paris VIe, France.

- D-

Degryse, A.C, (2008). Risques et bénéfices possibles des huiles essentiels .EHESP.France.

Delattre, J. Beaudoux J. L, et Bonnefont-Rousselot, D, (2005). Radicaux libres et stress oxydant (aspects biologiques et pathologiques). Médecine/sciences 2011; 27: 405-

Duval J. (1992). La culture de la rue. AGRO-BIO.3: 6-45.

- *E* -

Fekhar, N.; Moulay, S.; Asma, D.; Krea, M.; Boutoumi, H.; Benmaamar, Z. (2017). Thionation of essential oils from Algerian *Artemisia herba -alba L.* and *Ruta montana L.*: Impact on their antimicrobial and insecticidal activities. *Chem. J. Mold.* 2017, 12, 50–57. [En ligne]

Eberhard T. Robert A. et Annelise L. (2005). *Plantes aromatiques: épices, aromates, Condiment et leurs huiles essentielles.* Ed. Tee & Doc, Paris,

El haib, A. (2011). Valorisation de terpènes naturels issus de plantes marocaines par transformations catalytiques [En ligne]. Thèse de Doctorat, spécialité de Chimie organique et catalyse. Université Toulouse III - Paul Sabatier.

Esseid, E. R. C. (2018). Isolement et détermination structurale de métabolites secondaires de plantes sahariennes - activités biologiques [En ligne]. Thèse de Doctorat de troisième cycle (LMD), Spécialité de Chimie Organique, Option de Analyses Physicochimiques, Contrôle de la Qualité et Synthèse de Substances Bioactives. Université Frères Mentouri Constantine.

- *F* -

Fatima Zahra hamdani (2011), extraction et comparaison de l'activité bactéricide et insecticide d huilles essentielles de ruta montana. Mémoire en génie des procédés organiques .université Saad dahlep de blida.

FrontQuer P., 1962, *Plantes Médicales El Discorides Renovado*, Ed Hebon S.A Barcelona, 426.

Fouin-Fortunet, H. Tinel, M. ET Descatoire, V. (1990). Inactivation of cytochrome p450 by the drug methoxsalen. *J Pharmacol Exp Thmemoire PDF Final.* Pdf

- *G* -

Ghasemian A, Eslami M, Hasanvand et al. (2019). *Eucalyptus camaldulensis* properties for use in the eradication of infections.

Gueorguiev E. (1988).Technologie de production des huiles essentielles. Ed ISTA, France, 120p l'obtention du diplôme de magister en chimie. Université, des Sciences et de la Technologie Houari BOUMEDIENE.

- *H* -

Mendesil, E.; Tadesse, M.; Negash, M. (2012).Efficacy of plant essential oils against two major insect pests of coffee (coffee berry borere, *Hypothenemus hampei*, and antestia bug, *Antestiopsis intricata*) and maize weevil, *Sitophilus zeamais*. Arch. Phytopathol. Plant. Prot. 2012, 45, 366–372. [En ligne]

Hales, K. G., Korey, C. A., Larracuenta, A. M. & Roberts, D. M. (2015). Genetics on the Fly: Aprimeron the *Drosophila* Model System. Genetics [En ligne].Vol. 201, 815–842. Doi: 10.1534/genetics.115.183392. 816 p.

Hamliche, M. Azzouz, 2013, Les rues : ethnobotanique, phytopharmacologie et toxicité, Algérie, 11:22-30 , 2013 DOI 10.1007/s10298-013-0751-9

Hadjer, Djellabi, and Sedairia Zaineb. Rendement d'huile essentielle d'une plante médicinale *Ruta montana* et leur bio activité sur les moustiques du genre *Culex*. Diss. Université Larbi tébessi Tébessa, 2020.

- *K* -

Kambouche N ., merahB., bellahouel S., bouayda J., disko A ., derdourA., younos C ., soulimani R., Chemical composition and antioxydant potential of *ruta montana* L. essential oil frome algeria .journal of médicinal Food.

FEKHAR, Nassiba, 2017. Thionation of essential oils from Algerian *Artemisia herba-alba* L. and *Ruta montana* L.: Impact on their antimicrobial and insecticidal activities. Chemistry Journal of Moldova, 12.2. p 52 ,56.

- *L* -

Lagsier O et Nadir N ,2020.Evaluation du potentiel aphicide de " *Rosmarinus officinalis*" sur les pu-ceron des céréales *Rhopalosiphum Maidis*(en ligne) mémoire de Master : Biodiversité et Environnement. EL-OUED : Université Echahid Hamma Lakhdar 90p

(pages consulter le 7/10/2021)., <http://dspace.univ-eloued.dz/bitstream/123456789/7615/1/574.01.096.pdf>

Lucchesi, M.E.; Smadja, J.; Bradshaw, S.; Louw, W.; Chemat, F, (2007). Solvent free microwave extraction of *Elletaria cardamomum* L: A multivariate study of a new technique for the extraction of essential oil. *J. Food Engineer.* 79, 1079-1086.

Laturney, M. & Billeter, J. C,(2014). Neurogenetics of Female Reproductive Behaviors in *Drosophila melanogaster*. *Advances in Genetics* [En ligne]. Volume 85. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-800271-1.00001-9>

- *M* -

Mengel, P.; Beh, D.; Bellido, G.M.; Monpon, B,(1993). VFIMD: extraction d'huile essentielle par micro-ondes. *Parfums Cosmétiques Arômes* 114,66-67

Mohamed K, (1997). Extraction des huiles essentielles du romarin et du pin d'Alep. Mémoire Mag. Univ. Blida,

Mohammedi, h, (2012). Etude des extraits volatils de quelques plantes médicinales algériennes : *daucus carota* l. *Ruta montana* l. Et *rosa canina* l. Mémoire Présenté pour

MoroBuronzo E, (2005). Grande guide des huiles essentielles (santé, beauté, bien-être). Bd. Hachette pratique, Italie,

Mukhopadyay, A.K. (2009). Essential oils, naturel and synthetic. Amani international publishers. Germany

- *N* -

Naves Y.R,(1974). Les parfums naturels. Ed. Masson, Paris,

- *R* -

Richard H., Multon J.L, (1992). Les aromes alimentaires. Ed Lavoisier, Paris,

Michaël, M. (2016). Étude botanique, chimique et biologique de ses huiles essentielle. Thèse Doctorat en Pharmacie. Université, Lorraine

- O -

Oussou, Kouamé Raphaël, et al. "Activités antibactériennes des huiles essentielles de trois plantes aromatiques de Côte-d'Ivoire." *Comptes Rendus Chimie* 7.10-11 (2004): 1081-1086.

Ong .C, Yung.L, Cai.Y, Bay. B, and Baeg.G. 2015. *Drosophila melanogaster* sa model organism to studynanotoxicity Toxicity study in *Drosophila*. *Nanotoxicology*. [En ligne]. DOI: 10.3109/17435390.2014.940405. 397p

- P -

Poichon M,(2008).Etude des huiles essentielles d'espèces végétales de la flore Laurentienne: composition chimique, activités pharmacologiaues et hémi-synthèse. Mémoire, Université du Québec Chicoutimi, Canada

Perveen, F. K,(2018). Introduction to *Drosophila*. *Drosophila melanogaster* - Model for Recent Advances in Genetics and Therapeutics [En ligne].12. <http://dx.doi.org/10.5772/67731.04> - 06 p

- R -

Richard H., Multon J.L, (1992). Les aromes alimentaires. Ed Lavoisier, Paris,

Michaël, M. (2016). Étude botanique, chimique et biologique de ses huiles essentielle. Thèse Doctorat en Pharmacie. Université, Lorraine .

Rubin, Gerald. M, (1988). *Drosophila melanogaster* as an : Experimental Organique [En ligne]. ARTICLES, p 1453.

- T -

TOURE D .2015.etudes chimique et biologique des huiles essentielles de quatre plantes aromatiques médicinales de côte d'ivoire.(en ligne) thèse doctorat , spécialité : biochimie ,université Felix houphouet - boigny116 p disponible sur.

Listedesabréviations

Symboles	Leurs definitions
CL50	Concentration létale 50
<i>D. melanogaster</i>	<i>Drosophila melanogaster</i>
♀	Femelle
HM E	Hydro méthanolique l'extrait
HMM	Hydro méthanolique macérat
h	Heur
HE/HEs	Huile Essentielle / Huiles essentielles
g	Gramme
♂	Mâle
µl	Microlitre
mg	Milligramme
ml	Mili lilitre
min	Minute
+	Plus
±	Plus ou moins
%	Pourcentage
<i>R. montana</i>	<i>Ruta montana</i>
m%	taux de mortalité