

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE 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



DOMAINE : SCIENCES DE LA
NATURE ET DE LA VIE

FILIERE : BIOTECHNOLOGIE

OPTION : BIOTECHNOLOGIE VEGETALE

N° :

Mémoire présenté pour l'obtention
Du diplôme de Master Académique

Par : Oudina Meryem

Tahri Sahar Ghozlane

Tebani Saif EL Islam

Intitulé

Étude phytochimique et l'activité
biologique de la plante *Ruta chalepensis* L.

Soutenu devant le jury composé de :

BISKRI Mohamed

Président.

MAA Université de M'Sila

BELKASSAM Abdelouahab MCA

Rapporteur.

Université de M'Sila

Année universitaire : 2022 /2023

Remerciements

قبل كل شيء، الشكر لله الذي أمدنا بالإرادة والقوة لتحقيق هذا العمل المتواضع، فالحمد والشكر أولاً
وأخيراً على عونه وفضله لإتمام هذا العمل

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux pour son guide qui m'a donné la force et la patience d'accomplir ce travail.

*Nous remercions chaleureusement notre directeur de mémoire « **Dr. BELKASSAM Abdelouahab** » pour son encadrement son assistance et à l'intérêt qu'il nous apporté quant à la réalisation de ce travail qui ne serait pas réalisé sans aide.*

Nous remercions tous les membres de jury qui ont accepté de juger ce travail.

*Nous tenons à remercier « **Dr BISKRI Mohammed** » nous avoir fait l'honneur de présider le jury de notre soutenance.*

*Nos remerciements s'adressent aussi à « **Dr HADJI Abbas** » d'avoir accepté d'examiner notre travail.*

*Un merci spécial à notre chef département **Bounar rabah** et nos enseignants **Dr Benderradji Laid, Dr Hamdi bendif, Mme Khalfa hanane, Dr Ghadbane mouloud, Dr Benmhaia redhouane.***

Nous remercions également les techniciens de laboratoire de Département de Science de la nature et de la vie

Leila, Fairouz et samiha.

Un remerciement particulier à tous ceux qui ont contribué à ce travail d'une manière ou d'une autre et à tous ceux qui ont participé à ses détails et à ses faux pas afin que la lumière montre merci beaucoup.

Merci à tous ceux qui nous ont donné de l'espoir et qui nous ont souri et à tous ceux qui sont en sécurité que nous arriverons.

Merci beaucoup.

Meryem, Sahar et Saif Elislam

Dédicace



*Je dédie ce modeste travail accompagnée d'un profond amour,
Quels que soient les termes embrassés, je n'arriverais jamais à leur exprimer
mon amour sincère.*

*A la femme qui m'arrosée de tendresse et d'espoirs, à la source d'amour incessible,
à la mère des sentiments fragiles qui m'a bénie par ces prières...*

Mon adorable mère wanassa

*A l'homme de ma vie, mon support qui m'a appris, m'a supporté et m'a dirigé vers
la gloire...*

Mon cher père Abderrahmane

*A mon âme sœur, mon adorale petite sœur, qui est toujours à mes cotés que je lui
souhaite de réussir son baccalauréat*

Ilham

Un merci spécial à mon oncle pour son encouragement et son soutien

Dr Oudina fateh

*Sans oublier mon directeur **monsieur Laboukhi abderrhmane** qui m'a donné la
force et le courage pour compléter ce travail*

*A mes meilleurs copines du cœurs : **lynda, rima, asma et zahra***

A toute les membres de la famille merci pour leur amour et leur encouragements

*Je tiens avec un grand respect et grand plaisir de remercier et à témoigner toute
ma reconnaissance à mes enseignants pour leur encouragements et leur soutiens
durant ces deux ans...*

**Chef Département Dr Bounar rabah , Dr Belkassam Abdelouahab, Dr
bendarradji laid, Dr Hamdi bendif, Mme Khalfa hanane, Mme Adoui nabila, Dr
Ghadbane mouloud, Dr Benmhaia redhouane.**

Oudina Meryem



Dédicace



Je dédie ce modeste travail avec mes chaleureux sentiments

*A mes chers parents pour leur amour, leur tendresse,
leur soutien et leurs prières. Leur confiance en moi a été une
source de motivation pour atteindre mes objectifs*

A ma sœur et ma moitié « Irifane »

A toutes mes amies sans exception

Merci d'être toujours là pour moi

Tahri Ghozlane

Dédicace

Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut...

Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude,

L'amour, le respect, la reconnaissance.

Je dédie ce modeste travail au Dieu le tout puissant, qui m'a tracé le chemin de vie, et qui m'a donné la force pour réaliser ce travail

A qui sa supplication a été le secret de ma réussite, et par sa présence j'ai connu le sens de la vie. Au symbole de l'amour et de la tendresse, ma
cher

Mère

A celui dont je porte le nom avec fierté, mon cher

Père

A mon lien après dieu et mes âmes sœurs avec qui j'ai vécu les plus beaux souvenirs mes frères

(Ridha, direr, boutheina, marwa, amira)

A mon amie (**allae eddine**) qui m'ont toujours soutenu et encouragé

A ceux qui me connaissent de près ou de loin a tous ceux qui m'ont vraiment aimé et ont pris pour moi succès

Saif el islam T

TABLE DES MATIERES

Remercîments

Dédicace

Tableau des matières

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction 01

Partie 01 : Étude bibliographique

Chapitre 01 : Présentation de la plante étudiée

I. La famille Rutacées04

I.1. Généralité04

I.2. Description botanique de la famille des Rutacées04

I.3. Habitat et Distribution de la famille Rutacées.....04

I.4. Phytothérapie de Rutacées.....05

II. Le genre *Ruta*.....05

II.1. L'espèce *Ruta chalepensis* L06

II.1.1. Nomenclature de la plante07

II.1.2. Position systématique de L'espèce *Ruta chalepensis* L07

II.1.3. Utilisation de la plante.....08

II.1.4. Composition chimique de *Ruta chalepensis* L09

Chapitre 02 : Métabolisme secondaire

I. Métabolisme.....11

I.1. Métabolisme secondaire11

I.1.1 Les principales fonctions des métabolites secondaires.....11

I.1.2 Classification des métabolites secondaires.....11

a. Les alcaloïdes.....12

b. Les composés phénoliques12

c. Les composés terpéniques18

Chapitre 03 : Activité biologique

I. Activité antioxydant.....	22
I.1. Les radicaux libres.....	22
I.1.1. Types des radicaux libres.....	22
I.1.2. Rôles des radicaux libres	22
I.2. Le stress oxydatif	22
I.3. Les antioxydants.....	22
I.3.1. Types des antioxydants	23
II. Activité antibactérienne	23
II.1. Définition des bactéries.....	23
II.2. Les antibiotiques	23
II.3. Description des souches bactériennes utilisée	23

Partie 02 : Partie expérimentale

Chapitre 01 : Matériels Et Méthodes

I. Matériel végétal.....	28
II. Caractérisation quantitatives des extraits	29
II.1 Principe de macération.....	29
II.2 Extraction type solide/liquide	29
II.3 Extraction type liquide-liquide (ELL).....	31
II.4 Calcul du rendement des extraits.....	33
III. Extraction de l'huile essentielle de <i>Ruta chalepensis</i> L.....	33
III.1 Procédé d'extraction.....	33
III.2 Conservation de l'huile essentielle de la plante <i>Ruta chalepensis</i> L.....	36
IV. Caractérisation qualitatives de <i>Ruta chalepensis</i> L.....	36
V. Activité antioxydants.....	38
VI. Évaluation de l'activité antibactérienne de <i>Ruta chalepensis</i> L.....	40

Chapitre 02 : Résultats et Discussions

I. Évaluation des techniques d'extraction.....	43
I.1 Rendements d'extraits de la plante <i>Ruta chalepensis</i> L.....	43

II. Analyse qualitatives des extraits de la plante <i>Ruta chalepensis</i> L.....	44
II.1. Chromatographie sur CCM	44
III.. Résultats d'activité biologiques de la plante <i>Ruta chalepensis</i> L	48
III.1. Activité antioxydant	48
III.2. Activité antibactérienne.....	49
Conclusion.....	50
Références bibliographiques	52
Annexe	
Résumé	

Liste des abréviations

CCM : Chromatographie sur couche mince.

DPPH : 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl.

DMSO : Diméthyle sulfoxyde.

EAcOEt : L'extrait d'acétate d'éthyle.

EBrt : L'extrait brut.

En-BuOH : L'extrait butanolique.

Me OH : Méthanol.

ERO : espèces réactive d'oxygène.

HE : Huile essentiel.

IC₅₀ : Concentration inhibitrice de 50 %.

I (%) : Pourcentage d'inhibition.

OMS: organisation mondiale de la santé

P : Poids.

p/p : Poids sur poids.

R (%) : Le rendement en %.

µl : Microlitre.

µm: Micromètre

mm : Millimètre

mg/ml : Milligramme par millilitre.

R_f : Rapport frontal.

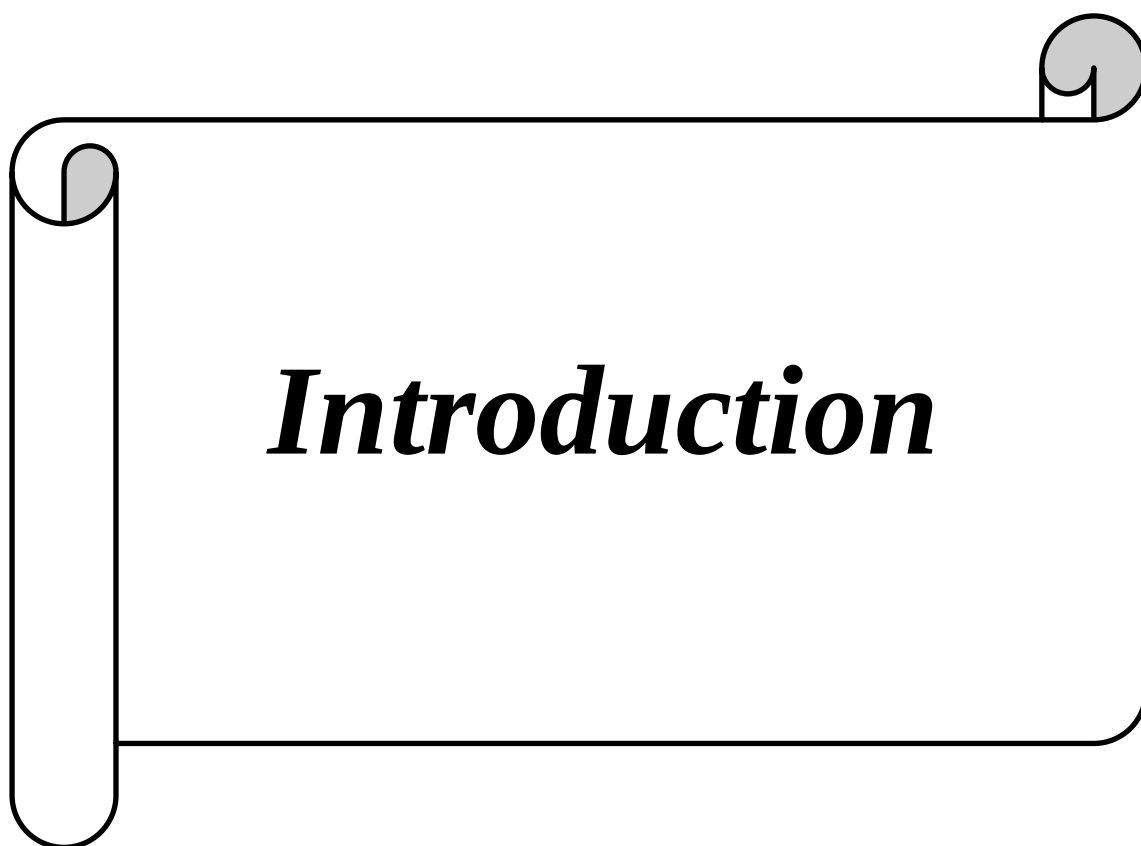
MH : Muller Hinton.

Liste des tableaux

Tableau 1 : Principales classes des flavonoïdes.....	18
Tableau 2 : Les différents Systèmes utilisés pour la CCM de gel de silice	37
Tableau 3 : Les souches bactériennes utilisées	40
Tableau 4 : Les rapports frontaux et les couleurs des spots obtenus dans 4 systèmes par CCM dans l'extrait brut de la plante <i>Ruta chalepensis</i> L	45
Tableau 5: Les rapports frontaux et les couleurs des spots obtenus dans 4 systèmes par CCM dans l'extrait d'acétate d'éthyle de la plante <i>Ruta chalepensis</i> L.....	46
Tableau 6 : Les rapports frontaux et les couleurs des spots obtenus dans 4 systèmes par CCM dans l'extrait de n-butanol de la plante <i>Ruta chalepensis</i> L.....	47
Tableau 7: Diamètre de zone d'inhibition de différente concentration de l'extrait brut de la plante <i>Ruta chalepensis</i> L sur la croissance de 3 Souche bactériennes	49

Liste des figures

Figure 1 : Répartition géographique de la famille de Rutacées.....	05
Figure 2 : La plante <i>Ruta chalepensis</i> L.....	06
Figure 3 : structure de : a) nicotine, b) coniine, c) mescaline.....	12
Figure 4 : Classification des composés phénoliques	14
Figure 5 : Structure d'une molécule de coumarine.....	15
Figure 6 : Structure et numération des atomes de carbone des lignines.....	16
Figure 7 : Structure de base des flavonoïdes	16
Figure 8 : L'espèce bactérienne <i>Escherichia coli</i>	24
Figure 9 : L'espèce bactérienne <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	25
Figure 10 : L'espèce bactérienne <i>Staphylococcus aureus</i>	25
Figure 11 : Photographie de la plante <i>Ruta chalepensis</i> L.....	28
Figure 12 : carte géographique de la wilaya de Bordj Bou Arreridj.....	28
Figure 13 : étapes d'extraction par macération	30
Figure 14: protocole préparation des extraits	31
Figure 15 : Extraction liquide-liquide par l'acétate d'éthyle.....	32
Figure 16 : Extraction liquide-liquide par n-butanol.....	32
Figure 17 : photo originale de (100g) de matière végétale sèche	34
Figure 18 : photo originale de l'appareil d'hydrodistillation (clevenger)	34
Figure 19 : Méthode d'extraction des flavonoïdes	35
Figure 20 : Appareil de l'Ultra-violet pour l'observation des couleurs de la séparation.....	37
Figure 21 : Mécanisme de réduction du radical libre DPPH par un antioxydant.....	39
Figure 22: photo originale d'appareil Spectrophotométrie	40
Figure 23 : Rendement des différents extraits de l'espèce <i>Ruta chalepensis</i> L	43
Figure 24 : Révélation de plaque CCM de gel de silice de EBrt, EAcOEt et EnBuOH de <i>Ruta chalepensis</i> sous lampe UV365 nm de S1, S2, S3, S4.....	44



Introduction

Introduction

Ces dernières années, plusieurs raisons ont conduit à une restauration de l'usage des plantes médicinales. Ce qui a des avantages thérapeutiques extraordinaires, car elles sont utilisées dans le traitement de nombreuses maladies chez les êtres vivants, en particulier les humains. Ces plantes sont consommées pour leurs propriétés médicinales et nutritionnelles et utilisées comme produits naturels et matières premières pour divers secteurs tels que : secteur cosmétique, pharmaceutique, agro-alimentaire, le phytosanitaire et l'industrie **(Dufaut et Véronique, 2001)**.

L'Algérie par son climat très varié sa situation géographique particulière bénéficie d'une flore très riche et diversifiée répartie sur tout le territoire algérien on y trouve plus de 3000 espèces végétales. Parmi ces ressources naturelles les plantes aromatiques et médicinales qui occupent une large place et jouent un grand rôle important dans l'économie nationale **(Bouhekrit, 2018)**.

Les plantes ont été employées pendant des siècles comme remèdes pour les maladies humaines grâce à leurs richesses en composants des valeurs thérapeutiques. Le pouvoir de guérison des plantes provient des effets de leurs métabolites secondaires. Ces métabolites interviennent dans la défense contre les parasites pathogènes. On distingue plusieurs groupes de métabolites notamment les phénols (simples phénols, acides phénoliques, flavonoïdes, tanins et coumarines) **(Khadhri, 2013)**.

Parmi ces plantes médicinales, on trouve *Ruta chalepensis* qui est une plante aromatique, appartenant à la famille des *rutaceae*, appelée communément par la population locale « Fidjel » est une plante aromatique et médicinale largement utilisée dans la médecine traditionnelle dans de nombreux pays **(Merghache et al, 2009)**.

La plante *Ruta chalepensis* est connue pour sa richesse en huiles essentielles, en alcaloïdes et en composés phénoliques qui existent dans les différentes parties de la plante **(Baba Aissa, 1999)**.

Dans ce contexte se présente notre travail dont l'objectif est d'extraire les huiles essentielles de la plante médicinale *Ruta Chalepensis* collectée et d'évaluer leur activité antioxydante et antibactérienne .

Notre manuscrit est divisé en deux parties :

- ✓ La partie bibliographique comporte trois chapitres :
 - Le premier chapitre : une présentation du plante étudiée « *Ruta chalepensis* L ».
 - Le deuxième chapitre: le métabolisme secondaire.
 - Le troisième chapitre : les activités biologiques (antioxydant et antimicrobienne),.
- ✓ La partie expérimentale est divisée en deux chapitres :
 - Le premier présent matériel et méthodes et le deuxième expose les résultats et discussion. Enfin une conclusion générale comporte les principaux résultats obtenus.

Partie 01 :
Étude bibliographique

Chapitre 01 :
Présentation de la
plante étudiée

I. La famille Rutacées

I.1. Généralité

Les Rutacées (latin *Rutaceae*) sont une famille de plantes angiospermes dicotylédones regroupant 1500 espèces de répartition cosmopolite, mais néanmoins essentiellement tropicales et subtropicales. Celles-ci sont regroupées en 155 genres, dont les plus importants sont: *Zanthoxylum*, *Melicope*, *Agathosma*, *Boronia*, *Citrus*, *Ruta* appartenant à l'ordre des Sapindales (**Bottineau, 2010**).

Les *Rutaceae* se présentent sous forme d'arbres, d'arbustes parfois de lianes ligneuses ou de plantes herbacées. Elles possèdent fréquemment des aiguillons sur le tronc, les rameaux et sur les limbes de feuilles avec des poches schizolysigènes situées dans différentes parties de la plante (**Spichiger, 1987**).

Le plus caractéristique est la présence de glandes à huiles essentielles visibles sur les feuilles sous la forme de points translucides (**Guy, 1979**).

I.2. Description botanique de la famille des Rutacées

Les feuilles sont généralement alternes, composées ou imparipennées ou digitées ou simples. Les inflorescences sont très variées : cymes, racèmes, corymbes, panicules ou rarement, fleurs isolées. Les rutacées sont majoritairement hermaphrodites, quelquefois mais rarement dioïques. Leurs fleurs sont actinomorphes, plus rarement zygomorphes (mais très légèrement), tétramères ou pentamères. Elles sont constituées d'un calice de forme campanulée à 4 ou sépales le plus souvent imbriqués, libres ou diversement soudés, de 4 ou 5 pétales le plus souvent imbriqués, libres ou plus rarement connés et de 4 à 20 étamines ou plus (jusqu'à 60), parfois entremêlées de staminodes. Le pistil, formé de 4, 5 ou plusieurs carpelles soudés, abrite un ovaire supère ou semi-infère à 4, 5 ou plusieurs loges. Leurs fruits, quelquefois schizocarpes, sont des capsules, des drupes, des samares ou des baies (**Engler, 1931**).

I.3. Habitat et Distribution de la famille Rutacées

La famille des Rutacées a une origine les régions tropicales et tempérées notamment Afrique du sud et Australie (**Gaussen et al, 1982**). (**Figure 01**) La répartition géographique caractérise assez bien celles-ci : Les Rutacées, *Ruta*, *Dictamnus* sont propres à nos régions tempérées et manquent sous les tropiques ; Alors que les diosméées sont localisées dans les régions désertiques de l'Afrique australe et possèdent le port éricoïde des plantes de cette zone ; les Boroniées sont Australiennes et ont les feuilles à limbe verticale qui caractérisent beaucoup de plantes de ce continent (**Guy, 1979**).

Les *Rutaceae* sont presque cosmopolites mais surtout tropicales et subtropicales (**Judd et al, 2002**).



Figure 01 : Répartition géographique de la famille de Rutacées (Gaussen et al, 1982)

I.4. Phytothérapie de Rutacées

Les plantes de famille Rutacées sont utilisées pour favoriser la menstruation, comme contraceptif, contre l'hypertension, pour traiter l'hystérie, soulager les symptômes de Hangover, contre les maux d'oreille et maux de tête, un antiseptique pour la peau et produits antimoustiques, appliqué extérieurement en cataplasme contre les douleurs rhumatismales. La rutine, un composé isolé de la rue, est un flavonoïde, qui a été suggéré avoir les propriétés antioxydants et à réduire les niveaux de triacylglycérol. Aussi les plantes de ce genre ont des propriétés antifongiques et insecticides, et contiennent des flavonoïdes qui possèdent une activité antibactérienne et des effets cytotoxiques (Armando, 2005).

II. Le genre *Ruta*

Le genre *Ruta* appartient à la famille des *Rutaceae*. Ce genre a été découvert par C. Von Linné. Le *Ruta* est aussi connu par son nom français rue ou grec « Ρύτη » dont la signification fait allusion à ses vertus emménagogues (François et Niestlé, 2000).

Ce genre est constitué d'environ 60 espèces d'arbustes, de sous arbrisseaux et de vivaces herbacées à souche ligneuse caducs ou persistants, vivants dans les lieux secs et rocaillieux, de la région méditerranéenne, et du nord-est de l'Afrique jusqu'au sud-ouest de l'Asie (Al Sagair, 2004). Les fleurs et le feuillage aromatiques, sont le principal attrait des rues. Les feuilles sont alternes, parfois opposées, ovales, larges, arrondies et pennatiséquées ou pennées. Les fleurs, jaunes, fimbriées ou dentées, à quatre ou cinq pétales, s'épanouissent en cymes terminales (Mioulane, 2004).

Elles sont représentées en Algérie par ces espèces : *R. montana* L, *R. chalepensis*, *R. angustifolia*, *R. latifolia*, *R. graveolens* (Quezel et Santa, 1963) et *R. tuberculata* (Ozenda, 1991).

Ces espèces sont des arbustes caractérisés par des feuilles vertes grisâtre, une forte odeur et un gout amer (Tounsi et al, 2011). Les espèces du genre *Ruta* ne sont pas toujours définies de manière uniforme et les limites entre les espèces sont donc floues (Lièvre, 2004).



Figure 02 : La plante *Ruta chalepensis* L (Djaffar et Zenati, 2019).

II.1. L'espèce *Ruta chalepensis*

Cette plante s'appelle par le mot "ruta", c'est un mot grec qui signifie "la libère" ainsi *Ruta chalepensis*, appelée Rue de Chalep, est une espèce de plantes à fleurs de la famille des Rutaceae. *Ruta chalepensis* est une plante herbacée vivace largement diffuse dans le bassin méditerranéen, relativement commune dans tout l'Algérie septentrionale. Poussant généralement sur des terrains rocheux pentes (Baba aïssa, 1999).

Ruta Chalepensis est utilisé dans la médecine traditionnelle de nombreux pays pour le traitement des une variété de maladies comme les maladies culturelles appelées « empacho » (sorte d'indigestion), et pour les « purifications spirituelles ». Le plante est souvent utilisée pour des conditions aussi variées que l'hystérie, l'épilepsie, vertiges, coliques, vers intestinaux, empoisonnements, maux de tête, anxiété et problèmes oculaires. Les feuilles de cette plante infusée au vinaigre sont administrées aux enfants pour le traitement des convulsions et d'autres troubles nerveux. Une décoction aqueuse de feuilles est utilisée pour le traitement de la fièvre en Afrique (**Mansour et al, 1990**).

Plusieurs appellations ont été attribuées à *Ruta chalepensis*, dépendant du pays et de la langue, elle est appelée communément Rue ou Ruda. En Algérie, elle est appelée « Fijel » ou « Fidjel » en arabe (**Djaffar et Zenati, 2019**).

II.1.1. Nomenclature de la plante

En arabe : فيجلة أو فيجلة الجبل (**Baba aissa, 1999**), en français : Rue, en anglais : Rue, en allemand : Raute, en italien : Ruta (**Bonnier, 1999**).

En espagnol : Ruda (**Duke et al, 2008**).

II.1.2. Position systématique de L'espèce *Ruta chalepensis*

Taxonomique de *Ruta chalepensis* (**Bourouis et Merazka, 2018**) :

Règne : Plantae

Sous règne : Tracheobionta (plantes vasculaires)

Super division : *Spermatophyta* (plantes à graine)

Division : *Magnoliophyta* (plantes à fleurs)

Sous division : *Angiospermae*

Classe : *Magnoliopsida* (dicotylédones= *Dicotylédonae*)

Sous classe : *Rosidae*

Super ordre : *Rutanae*

Ordre : *Sapindales*

Famille : *Rutaceae*

Genre : *Ruta*

Espèce : *Ruta chalepensis*

II.1.3. Utilisation de la plante

➤ Médicinale

Ruta chalepensis est une plante médicinale encore utilisée dans la médecine traditionnelle de nombreux pays comme laxatif, anti inflammatoire, analgésique, antispasmodique, abortif, antiépileptique, emménagogue et pour le traitement de pathologies cutanées (**Merghache et al, 2009**). Le jus de la plante traite les maux d'estomac. La décoction de feuilles dans une infusion se prend en cas de maux de tête, de fièvre ou de simple rhume. En Afrique australe, on se frictionne le corps avec l'huile obtenue à partir des parties aériennes en cas de douleurs d'estomac, de coliques, d'hystérie, d'épilepsie, et on l'administre par voie orale comme anthelminthique (**Khadhri et al, 2017**).

➤ Culinaire

Ruta chalepensis sont traditionnellement employés depuis des siècles en tant que condiment dans l'alimentation et les boissons alcoolisées en méditerranée, mais c'est leur amertume et les risques de toxicité qui est à l'origine de leur déclin. Les feuilles fraîches ou séchées peuvent être utilisées en petites quantité entrent également dans la composition de la sauce "berbère" épicée au piment et les plats de viande. Une fois lavées les feuilles sont ajoutées au lait aigre pour fabriquer un fromage local (**Bilderback, 2007**).

➤ Vétérinaire

Les feuilles séchées et écrasées constituent un insectifuge efficace, utilisé dans le traitement de la fièvre, bovine et des parasites intestinaux, la morve des cheveux, dans la prévention de la rage, aidée à la délivrance contre météorisation chez les bovins, caprins (**Duval, 1992**).

➤ Cosmétique

La *Ruta Chalepensis* était utilisé dans le domaine de la parfumerie pour son arôme puissant. L'huile est utilisée comme substance aromatisant dans les parfums et les savons parfumés. Les huiles, riches en méthyl-nonyl- cétone, servent à la préparation du méthyl-n-nonyl-acétylaldéhyde qui est généralement employé comme parfum de synthèse (**Baba Aissa, 1999**).

II.1.4. Composition chimique de *Ruta chalepensis*

Ruta chalepensis est connue pour sa richesse en substances pharmacologiques en teneur très élevé telle que les huiles essentielles, alcaloïdes, flavonoïdes, coumarines, phénols, tanins et saponines, qui sont présentes dans les feuilles et les jeunes tiges (**Trujano et al, 2006**).

➤ Les huiles essentielles

Les fleurs, les feuilles et les tiges ont été analysées par GC et GC-MS. Cinquante-trois composants ont été identifiés dans une huile chaque membre. Les constituants volatils des

différentes parties de la plante montrent que les fleurs possèdent un seul constituant majoritaire : Le 2-undécanone (68.95%) et que les feuilles et les tiges sont riches en 2-undécanone, 2-nonanone et le 1-décanol (**Merghache et al, 2009**).

➤ Les Alcaloïdes

- Les parties aériennes de *Ruta chalepensis* ont donné les alcaloïdes (0.4-1.4%) kokusaginine, skimmianine, arborinine, γ -fagarine, graveoline et le nouvel alcaloïde 3'-hydroxygraveoline (**Ulubelen et al, 1986**).
- Furoquinoline alcaloïdes : skimmianine, gamma-fagarine, dictamnine, kokusaginine, pteleine.
- Acridine alkaloids: arborinine- 2-arylquinoline, rutacridone, Gravacridiol, choloridone [4, 5-dioxymethylene-11-methylfuro (2, 3-c) acridin-6 (11H)-on] (**Ulubelen et Terem, 1988**).
- Quinazoline alcaloïdes : comme l'arborine.
- Quinoline alcaloïdes : parmi eux : graveoline, graveolineine (**Waterman, 1975**).

➤ Flavonoïdes

On trouve des flavonoïdes glycosylés appartenant en particulier aux groupes des flavones comme la Rutine qui est largement répandue chez *Ruta chalepensis* (**Fleming et al, 2000**) (**Bonnier, 1999**).

➤ Les Coumarines

- Hydroxy-coumarines : umbelliferone, herniarin, gravelliferon, rutacultin.
- Furo-coumarines : bergapten, psoralen, xanthotoxin, chalepensin, isopimpinellin, isoimperatorin, rutarin, rutaretine (**Charif et Allou, 2015**).

➤ Les lignans : Savinine, helioxanthine (**Fleming et al, 2000**).

Chapitre 02 :
Métabolisme
secondaire

I. Métabolisme

Le métabolisme est défini comme l'ensemble des réactions chimiques au sein d'un organisme. Ces réactions permettent la dégradation et la synthèse de molécules appartenant aux trois lignées glucidique, lipidique et protidique ainsi que l'extraction et l'utilisation d'énergie à partir de celles-ci (**Alliot & Dal Gobbo, 2020**).

I.1. Métabolisme secondaire

Métabolisme secondaire, qui produit des métabolites secondaires qui sont des composés phytochimiques non directement impliqués dans les processus vitaux de bases (croissance, la division cellulaire, la respiration, la photosynthèse, reproduction) (**Labbani, 2021**).

Les métabolites secondaires existent chez tous les végétaux, mais leur nature chimique diffère selon le taxon on estime que chaque végétal produit au moins une centaine de ces molécules (**Meyer et al, 2004**).

I.1.1 Les principales fonctions des métabolites secondaires

Les métabolites secondaires sont impliqués dans le processus de survie de l'espèce végétale :

- La protection des plantes contre ravageurs et pathogènes.
- La symbiose plante-microbe au niveau des nodules racinaires.
- Dans une stratégie de protection contre les prédateurs, par exemple des odeurs qui repoussent les herbivores, par une toxicité que les animaux reconnaissent et les dissuade...
- Dans une forte attirance des insectes pollinisateurs : certaines plantes (orchidées par exemple) synthétisent des phéromones sexuelles, substances émises pour attirer les insectes mâles et permettre plus facilement la fécondation des fleurs par le transport des pollens...
- Dans une action d'inhibition de la croissance d'autres plantes... Cette science, appelée allélopathie, permet de comprendre par exemple le cas du noyer qui produit de la juglone, une substance qui inhibe la croissance des autres plantes dans un rayon de plusieurs mètres autour du tronc (**Labbani, 2021**).

I.1.2 Classification des métabolites secondaires

On distingue classiquement trois grandes catégories de métabolites secondaires chez les végétaux :

- a. Les alcaloïdes
- b. Les composés phénolique ou polyphénols
- c. Les composés terpéniques (Terpénoïdes) (**Gravot, 2008**).

a. Les alcaloïdes

Les alcaloïdes font partie des métabolites secondaires, sont des substances organiques, basiques, azotées, généralement hétérocycliques, d'origine végétale, douée de propriétés physiologiques remarquables (toxiques ou thérapeutiques), telle que la morphine, la nicotine, la cocaïne et la quinine (Benslama, 2016).

➤ Classification des alcaloïdes

On distingue généralement trois types d'alcaloïdes : les alcaloïdes vrais, les pseudo-alcaloïdes et les proto-alcaloïdes.

- Alcaloïdes vrais : leur biosynthèse implique à l'origine un ou plusieurs acides aminés. Ils comportent au moins un atome d'azote hétérocyclique, ils présentent une activité biologique même à faible dose (Ex : nicotine du tabac).
- Pseudo-alcaloïdes : présentant les mêmes caractéristiques que les alcaloïdes vrais, ils ne dérivent toutefois pas des acides aminés, ils dérivent plutôt d'isoterpénoïdes ou de la voie des acétates (Ex : coniine de la ciguë).
- Proto-alcaloïdes : ceux-là sont des amines simples, dont l'azote n'est pas inclus dans le système hétérocyclique. De caractère basique, ils sont élaborés in-vivo à partir d'acides aminés (Ex : mescaline de peyotl) (Jaber, 2017).

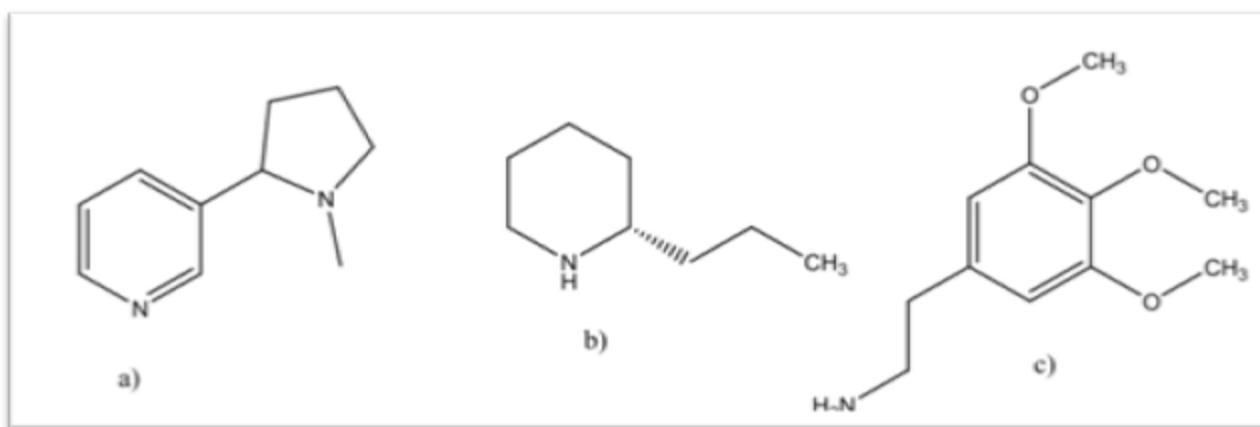


Figure 3 : Structure de : a) nicotine, b) coniine, c) mescaline (Jaber, 2017).

➤ Rôle écologique des alcaloïdes

Les alcaloïdes agissent comme des poisons ou des répulsifs vis-à-vis les prédateurs, parasites et concurrents. On peut citer à titre exemples :

- La nicotine et la ryanodine exercent un effet insecticide.
- Les alcaloïdes stéroïdiens de la pomme de terre sont répulsifs contre les coléoptères.
- Les alcaloïdes du *Cactus senita* sont toxiques pour la plupart des espèces de drosophile (Aniswevski, 2015).

b. Les composés phénoliques

➤ Généralités

Les composés phénoliques ou polyphénols forment une famille très diversifiée de composés allant des simples acides phénoliques aux grands polymères complexes tels que les tanins et les lignines (**Hopkins, 2003**).

L'élément structurel de base qui les caractérise est la présence d'au moins un cycle benzénique directement lié à au moins un groupement hydroxyle, libre ou participant à une autre fonction : éther, ester, hétéroglycoside (**Bruneton, 1999**).

On les trouve dans presque toutes les plantes et on sait qu'elles s'accumulent dans toutes les parties du corps (racines, tiges, feuilles, fleurs et fruits). Bien qu'il s'agisse du groupe de métabolites secondaires le plus étudié, les fonctions de nombreux composés phénoliques restent inconnues (**Raven et al, 2014**).

➤ Principales classes des composés phénoliques

Les composés phénoliques sont classés selon le nombre d'atome de carbone dans le squelette de base, ces structures peuvent être sous forme libres ou liées à l'ester ou hétérosides (**Bruneton, 1999**).

Les polyphénols peuvent être divisés en différentes classes selon leur structure chimique de base. Peuvent s'étendre de molécules simples, tels que les acides phénoliques, les coumarines aux composés fortement polymérisés, tels que des tannins et les lignines (**Kerbouche, 2010**).

b.1. Composés phénoliques simples

b.1.1. Les acides phénoliques

➤ Définition

Le terme d'acide –phénol peut s'appliquer à tous les composés organiques possédant au moins une fonction carboxylique et hydroxyle phénolique (**Bruneton, 1999**).

➤ Propriétés physico-chimiques

- Les phénols sont en principe solubles dans les solvants organiques polaires
- Ils sont solubles dans les solutions de sodium et de carbonate sodium
- Les acides –phénols sont solubilisés par les hydrogénocarbonates
- Ils sont extractibles par les solvants organiques en milieu légèrement acide (**Bruneton, 1999**).

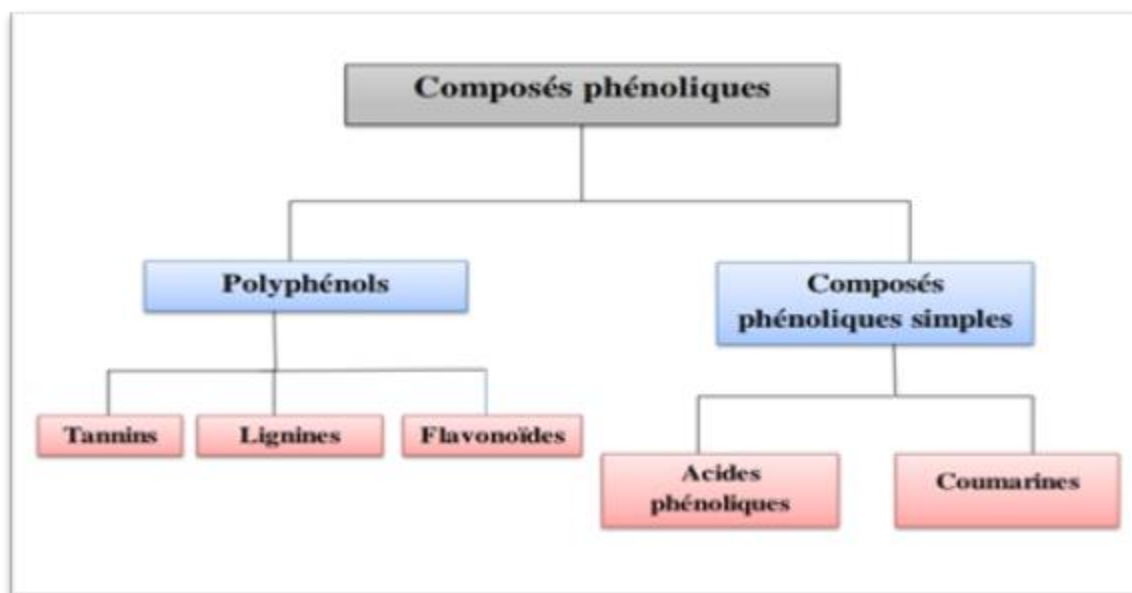


Figure 4 : Classification des composés phénoliques (Laguna, 2019).

b.1.2. Les coumarines

➤ Définition

La coumarine tire son nom de "coumarine", le nom vernaculaire de la fève tonka (*Dipterix odorata* Wild, Fabaceae), à partir de laquelle la coumarine a été isolée en 1820 (Bruneton, 1999). Ce sont des dérivés d'acides hydroxycinnamiques et sont le point de départ d'une série de composés formés par substitution aux positions 6, 7 et 8 sur le cycle aromatique (Marouf et Reynaud, 2007).

La coumarine est un groupe lactone omniprésent produit par fermeture de cycle avec de l'acide hydroxycinnamique (Hopkins, 2003).

➤ Propriétés des coumarines

- Les coumarines libres sont solubles dans les alcools et dans des solvants organiques
- Les coumarines ont un spectre UV caractéristique, fortement influencé par la nature et la position des substituant (Bruneton, 1999).

➤ Structure des coumarines

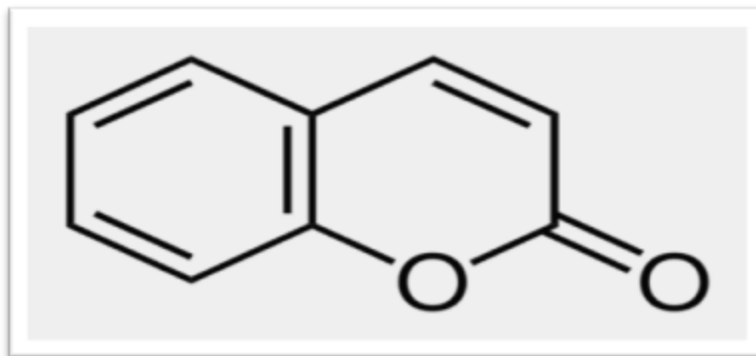


Figure 5 : Structure d'une molécule de coumarine (Cowan, 1999).

b.2. Polyphénols

b.2.1. Les tanins

➤ Définition

Le terme tanin vient de l'ancienne pratique consistant à utiliser des extraits de plantes pour tanner les peaux d'animaux, en d'autres termes, transformer les peaux brutes en cuir (Hopkins, 2003). Les composés phénoliques sont relativement élevés dans les feuilles de nombreuses plantes ligneuses. Les tanins sont séquestrés dans des vacuoles (Raven et al, 2014). Les composés phénoliques hydrosolubles d'un poids moléculaire compris entre 500 et 3000, outre les réactions classiques des phénols, présentent également la propriété de précipiter les alcaloïdes, la gélatine et d'autres protéines (Bruneton, 1999).

➤ Classification des tanins

On distingue habituellement, chez les végétaux supérieurs, deux groupes de tanins différents par leur structure aussi bien que par leur origine biogénétique :

- Les Tanins hydrolysables ;
- Les Tanins condensés (Bruneton, 1999).

b.2.2. Les lignines

➤ Définition

La lignine est un polymère très complexe présent dans toutes les plantes vasculaires (fougères, angiospermes et gymnospermes). Il confère aux parois des cellules végétales rigidité et imperméabilité aux tissus conducteurs (Hoffman, 2003).

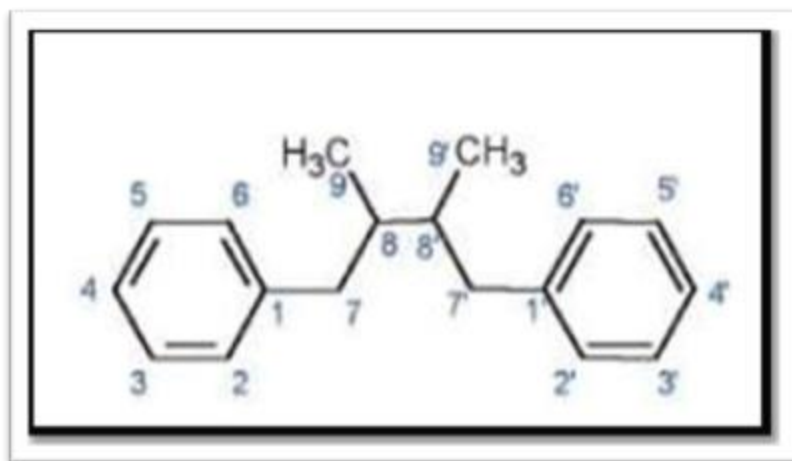


Figure 6 : Structure et numération des atomes de carbone des lignines (Beddou et al, 2015).

b.2.3. Les flavonoïdes

➤ Définition

Les flavonoïdes représentent une classe de métabolites secondaires largement répandus dans le règne végétal. Ce sont des pigments quasiment universels des végétaux qui sont en partie responsables de la coloration des fleurs, des fruits et parfois des feuilles (Evans et Packer, 1998).

Les flavonoïdes sont des pigments incolores ou colorés. Ce sont des composés polyphénoliques, largement répandus dans le règne végétal, avec plus de 4000 structures décrites (Marouf et Reynaud, 2007).

C'est la coloration chatoyante des pétales de fleurs, des fruits des bractées ou éventuellement des feuilles qui attire surtout l'homme et une foule d'animaux vers les plantes (Hopkins, 2003).

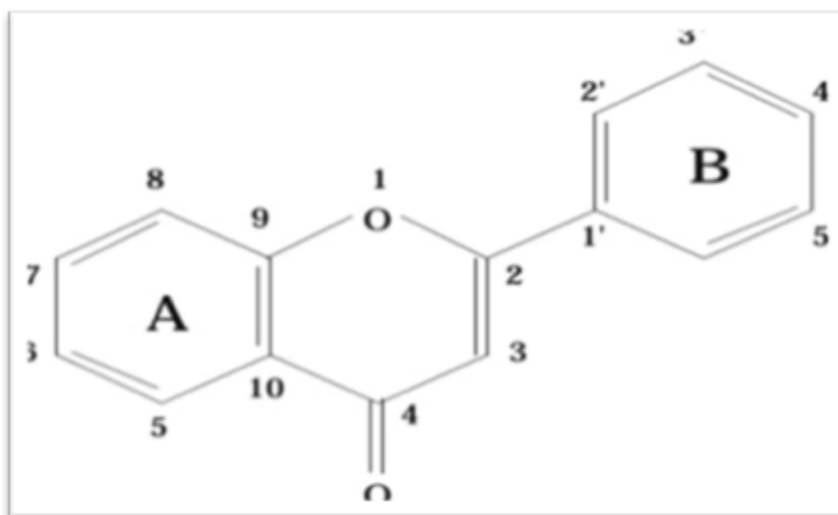


Figure 7 : Structure des flavonoïdes (Cowan, 1999).

➤ Localisation des flavonoïdes

Les flavonoïdes sont particulièrement abondants et diversifiés chez les végétaux supérieurs, notamment dans certaines familles : Apiacées, Astéracées, Fabacées, Polygonacées et Rutacées. Ils existent dans tous les organes aériens, le contenu du métabolisme secondaire étant maximal dans les organes jeunes (**Marouf et Reynaud, 2007**). Les formes hétérosidiques des flavonoïdes, hydrosolubles, s'accumulent dans les vacuoles, selon les espèces principalement concentrées dans l'épiderme des feuilles ou réparties entre l'épiderme et le mésophylle. Dans le cas des fleurs, elles sont concentrées dans les cellules épidermiques (**Bruneton, 1999**). Les flavonoïdes (du latin flavus, jaune) sont rarement présents dans les algues, ils sont présents dans les mousses. Chez les fougères et les conifères, leur diversité structurale reste faible (**Guignard, 2000**).

➤ Propriétés biologiques des flavonoïdes :

La propriété fondamentale des flavonoïdes est que leurs propriétés antioxydantes fournissent des fonctions biochimiques d'intérêt particulier pour notre santé. Les flavonoïdes ont la capacité de piéger les radicaux libres, tels que les superoxydes, les radicaux peroxydes ou les radicaux hydroxyles, produits par transfert d'hydrogène, sont transportés par notre corps à travers répondre aux agressions de notre environnement (cigarettes, polluants, infections...) et favorise le vieillissement cellulaire. Ces composés renforcent nos défenses naturelles en protégeant les composants tissulaires (**Zekri, 2017**).

➤ Classification des flavonoïdes

Tableau1 : Principales classes des flavonoïdes (Berregioua, 2016).

Classe	Structure chimique	R ₃ '	R ₄ '	R ₅ '	Exemple
Flavones		H	OH	H	Apigénine
		OH	OH	H	Lutéoline
		OH	OCH ₃	H	Diosmétine
Flavonols		H	OH	H	Kaempférol
		OH	OH	H	Quercétine
		OH	OH	OH	Myrecétine
Flavanones		H	OH	H	Naringénine
		OH	OH	H	Eriodictyol
Flavanes (Flavanol)		OH	OH	H	Catéchine
		OH	OH	OH	Galocatéchine
Anthocyanes		H	OH	OH	Pelargonidine
		OH	OH	H	Cyanidine
		OH	OH	OH	Delphénidine
Chalcones		R ₃ '	R ₄ '	R ₅ '	Exemple
		OH	H	OH	3',5',5,7-tetrahydroxy chalcone
Isoflavones (isoflavonoïde)		R ₅	R ₇	R ₄ '	Exemple
		OH	OH	OH	Genistéine
		H	OH	OH	Daïdezine

c. Les composés terpéniques

Les terpénoïdes et les stéroïdes sont sans doute le groupe les plus importants métabolites végétaux secondaires connus et mécanismes constituant les odeurs usine (Bruneton, 1999).

Les stéroïdes sont des triterpènes tétracycliques contenant moins de 30 Atomes de carbone, synthétisés à partir de triterpènes acycliques. Ces molécules forment les huiles

essentielles ; arômes et saveurs botaniques, pigmentés (carotène), hormones et stérols (**Hopkins, 2003**).

c.1. Huiles essentielles

➤ Définition

Les huiles essentielles (=essences =huiles volatiles) sont des produits de composition généralement assez complexe renfermant les principes volatils contenus dans les végétaux et plus ou moins modifiés au cours de la préparation (**Bruneton, 1999**). On a trouvé des huiles essentielles en quantité appréciable chez environ 2000 espèces de plantes, réparties dans 60 familles (**Marouf & Reynaud, 2007**).

➤ Localisation

Les huiles essentielles sont produites dans le protoplasme cellulaire des plantes, les parfums représentent également des métabolites cellulaires dits « secondaires ». La synthèse et l'accumulation de ces métabolites dans les organes sont liées à la structure histologique particulière de l'espèce végétale, il peut y avoir des cellules sécrétions, poches, poils ou conduits (**Dorosso, 2002**).

➤ Composition chimique

Les huiles essentielles sont des mélanges complexes et très variables. Les composants appartiennent presque exclusivement à deux groupes caractérisés par des origines différentes. Une biogénétique unique : des terpénoïdes d'un côté, des groupes composés de l'autre. Hydrocarbures aromatiques dérivés du phénylpropane (**Bruneton, 1999**).

➤ Propriétés physiques des huiles essentielles

- Ils sont solubles dans l'éthanol, l'éther, le chloroforme, les huiles fixes, émulsifié dans la plupart des solvants organiques, difficilement soluble dans l'eau à une certaine température, Cependant, ils transmettent leur parfum.
- Leurs points d'ébullition varient entre 160° et 240°C.
- Ils sont généralement moins denses que l'eau, de 0,75 à 0,99 sauf (les huiles essentielles de saffron, de clou de girofle ou de cannelle).
- Ils ont un indice de réfraction élevé.
- Ils sont dextrogyres ou lévogyres et sont rarement inactives en lumière polarisée.
- Ils dissolvent les graisses, l'iode, le soufre, le phosphore et réduisent certains sels.
- Ce sont des parfums et ont une durée de conservation limitée.
- Volatils et sensibles à l'oxydation (mais ne se détériorent pas).
- Ce sont des substances de consistance huileuse, plus ou moins liquide, voire acide rétinique, très aromatique et volatil.
- A température ambiante, ils sont généralement liquides, incolores ou jaune pâle, Cependant, il existe quelques exceptions, telles que : les huiles essentielles contenant de la camomille Coloration bleue.

- Ce sont des produits stimulants, utilisés aussi bien in vivo qu'in vitro, parfois purs, généralement dissous dans l'alcool ou un solvant approprié (**Abdelouahid et al, 2010**).

➤ **Activités biologiques des huiles essentielles**

Les bienfaits des huiles essentielles sont connus et utilisés depuis longtemps, mais cette utilisation repose sur des pratiques et des applications traditionnelles sans base scientifique précise. Aujourd'hui, leur emploi se fait sur des bases scientifiquement solides, car beaucoup d'efforts de recherche se sont concentrés sur des activités antibactériennes et antioxydantes des huiles essentielles végétales aromatiques (**Bouguerra, 2012**).

Chapitre 03 :
Activité biologique

I. Activité antioxydante

I.1. Les radicaux libres

Un radical libre est une entité chimique qui peut être soit un atome ou une molécule ayant un ou plusieurs électrons célibataires sur leur couche externe, et capable de s'attaquer aux autres molécules en vue de se stabiliser entraînant ainsi des dommages moléculaires et cellulaires (Fontaine, 2007).

I.1.1. Types des radicaux libres

Parmi toutes les espèces radicalaires susceptibles de se former dans les cellules, il convient de distinguer un ensemble restreint de composés radicalaires qui jouent un rôle particulier en physiologie et que nous appellerons radicaux primaires. Les autres radicaux libres, dits radicaux secondaires, se forment par réaction de ces radicaux primaires sur les composés biochimiques de la cellule. Ces radicaux primaires dérivent de l'oxygène par des réductions à un électron tels l'anion superoxyde et le radical hydroxyle ou de l'azote tel le monoxyde. L'ensemble des radicaux libres est souvent appelé espèces réactives d'oxygène (ERO) (Favier, 2003).

I.1.2. Rôles des radicaux libres

Le paradoxe des radicaux libres réside dans le fait que ce sont des molécules très réactives et dommageables tout en étant indispensables pour différents mécanismes cellulaires. En effet, en réponse à divers stimuli, les organismes aérobiques produisent constamment une petite quantité de radicaux libres et ce faible niveau intervient dans différentes fonctions essentielles. Par exemple, les ERO participent à la transduction de signaux cellulaires, au fonctionnement de certaines enzymes, à la défense immunitaire, à la destruction par apoptose de cellules tumorales, au cycle cellulaire, à la vasodilatation des vaisseaux et à la différenciation cellulaire (Caranage, 2010).

I.2. Le stress oxydatif

Le stress oxydatif est défini comme l'incapacité de l'organisme à se défendre contre l'agression des espèces oxygénées activées (ERO), suite à un déséquilibre lié, soit à une production accrue d'ERO (espèce réactive d'oxygène), soit à une diminution de la capacité de défense antioxydant (Fetoni et al, 2019).

Le stress oxydant est défini comme étant le résultat d'un déséquilibre entre la production de composés pro-oxydants et leur élimination (Zerargui, 2015).

I.3. Les antioxydants

Les antioxydants sont des substances capables de neutraliser ou de réduire les dommages causés par les radicaux libres dans l'organisme et permettent de maintenir au niveau de la cellule des concentrations non cytotoxiques de ROS. Notre organisme réagit donc de façon constante à cette production permanente de radicaux libres et on distingue au niveau des cellules deux lignes de défense inégalement puissantes pour détoxifier la cellule (Favier, 2003).

I.3.1. Types des antioxydants

Il existe deux types d'antioxydants :

- **Les antioxydants endogènes (enzymatiques)**

La cellule est pourvue d'enzymes antioxydantes qui sont des systèmes de défense très efficaces. Cette ligne de défense est constituée de superoxyde dismutase (SOD), de catalase et de peroxydase (glutathion et ascorbate). Ces enzymes antioxydantes permettent l'élimination des radicaux libres primaires **(Harrar, 2012)**.

- **Les antioxydants exogènes (non enzymatiques)**

Ce sont des molécules exogènes. Contrairement aux enzymes antioxydantes, une molécule d'antioxydant piège un seul radical libre. Pour pouvoir fonctionner à nouveau, cette molécule d'antioxydant doit donc être régénérée par d'autres systèmes **(Dacosta, 2003)**.

II. Activité antibactérienne

II.1. Définition des bactéries

La cellule bactérienne est un microorganisme unicellulaire simple, qui se caractérise par :

- L'absence de noyau : l'ADN est libre dans le cytoplasme.
- Sa taille : qui varie de 1 à 10 μm .
- La présence d'un seul chromosome circulaire.
- L'absence de mitochondries.
- Son mode de reproduction : par scissiparité : donc il n'y a ni mitose, ni méiose **(Hamadouche, 2019)**.

II.2. Les antibiotiques

Le terme d'antibiotique dérive de celui d'antibiose (du grec anti « Contre » et bios «la vie »), il désigne une molécule qui détruit ou bloque la croissance des bactéries **(Torche et Bensegueni, 2019)**.

Un antibiotique est une substance antibactérienne produite par des micro-organismes (champignons et bactéries) ou de synthèse chimique capable d'inhiber la multiplication ou détruire les microorganismes **(Ben Abdallah, 2019)**.

II.3. Description des souches bactériennes utilisées

➤ *Escherichia coli*

Est un bacille à Gram négatif aérobie-anaérobie facultatif appartenant à la famille des entérobactéries (Enterobacteriaceae) qui colonisent le tube digestif de l'homme et des animaux **(Bidet, 2019)**.

Bacille à coloration de Gram négative, oxydase négative, mesurant de 2 à 4 μm de long et d'un diamètre d'environ 0,6 μm , généralement mobile grâce aux flagelles (Anses, 2019).



Figure 8 : L'espèce bactérienne *Escherichia coli* (Anses, 2019).

➤ *Pseudomonas aeruginosa*

Pseudomonas aeruginosa est une bactérie de la famille des *Pseudomonadaceae* en forme de bâtonnet, aérobie stricte, Gram négatif, cytochrome-oxydase positive, mobile par cils polaires produisant les pigments de fluorescéine et de pyocyanine. Les cellules de *P. aeruginosa* mesurent de 0,5 – 1 μm $\times$ 1,5 – 4 μm . Cette bactérie métabolise une grande variété de composés organiques et est résistante à plusieurs antibiotiques et désinfectants. *P. aeruginosa* est une bactérie pathogène opportuniste qui est très répandue dans l'environnement. On la retrouve dans les eaux, la végétation et le sol (OMS, 2006).



Figure 9 : L'espèce bactérienne *Pseudomonas aeruginosa* (OMS, 2006).

➤ *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus est un coccus à coloration de Gram positive. Il mesure de 0,5 à 1 μm de diamètre, ne sporule pas, est immobile, aéro-anaérobie facultatif et possède une catalase et une coagulase. *S. aureus*, espèce type du genre *Staphylococcus*, parfois appelée staphylocoque doré, produit de nombreuses toxines. Et qui sont responsables d'épidémies liées à cette bactérie (Anses, 2011).

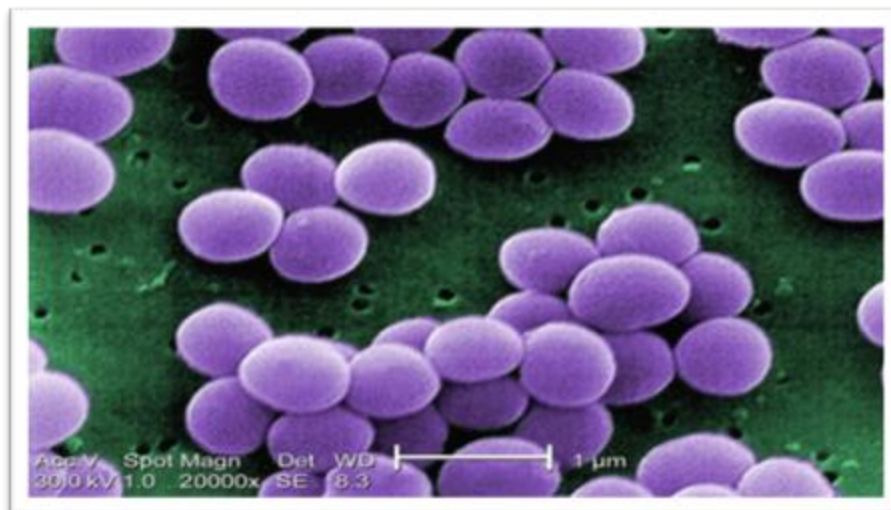


Figure 10: L'espèce bactérienne *Staphylococcus aureus* (Anses, 2011).

***Partie 02 : Partie
expérimentale***

***Chapitre 01 : Matériels
Et Méthodes***

I. Matériel végétal

➤ Identification de la plante

Notre identification végétale a été réalisée au Laboratoire de Biologie Végétale, Faculté des Sciences Naturelles et de la Vie, Université de Mohamed Boudiaf à M'sila. Le matériel végétal utilisé dans cette étude expérimentale est la partie aérienne (feuilles et tiges) de la plante *Ruta chalepensis* L récoltée le 15 février 2023 dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj.



Figure 31 : Photo originale de la plante *Ruta chalepensis*



Figure 14 : carte géographique de la wilaya de Bordj Bou Arreridj (DSA, 2021).

➤ But de travail

Les buts de notre étude sont :

- ✓ Extraction des substances bioactives de l'espèce *Ruta chalepensis* par macération
- ✓ Etudes phytochimiques à la recherche de certains composés actifs, en particulier les flavonoïdes et les huiles essentielles ;
- ✓ Activités biologiques (antioxydant et antimicrobienne).

➤ Récolte de la plante

La plante *Ruta chalepensis* a été récolté à partir de novembre à février, dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj par monsieur « Belkassam Abdelouahab » Docteur à l'université de Mohamed Boudiaf à M'sila.

Le matériel végétal (feuilles et tiges) à sécher dans l'obscurité un endroit bien aéré, à température ambiante. Le temps de séchage moyen est de 7 jours pour les différentes plantes, ensuite les conserver dans des sacs en papier.

➤ Broyage des parties sèches

Les organes de la plante sélectionnée à étudier sont broyés à l'aide d'un mortier pour obtenir une poudre végétale très fine prête à l'emploi

II. Caractérisation quantitatives des extraits

La méthode d'extraction par macération dans le méthanol aqueux permet d'extraire des composés phénoliques à partir des feuilles et tiges de la plante *Ruta chalepensis*.

II.1 Principe de macération

La macération est un procédé qui consiste à laisser séjourner un solide dans un liquide froid pour en extraire les composés solubles, ou bien pour qu'il absorbe ce liquide afin d'en obtenir le parfum ou la saveur, pour le conserver ou pour qu'il s'y décompose. Les solvants alcooliques sont capables d'augmenter la perméabilité des parois cellulaires en facilitant l'extraction d'un plus grand nombre de molécules polaires, de moyenne et de faible polarité (Dahmani & Dahmani, 2018).

II.2 Extraction type solide/liquide (Extraction par macération dans le méthanol aqueux) :

➤ Préparation des extraits

Après le broyage des parties sèches une quantité de 50g de poudre des parties aériennes de la plante est macéré dans une solution qui contient 80% de méthanol et 20% d'eau distillée pendant 28 à 48 heures. Cette opération est répétée trois fois successive à température ambiante. L'extrait est ensuite filtré par papier filtre puis, évaporé sous pression réduite à sec, ($T = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$) par un évaporateur rotatif (BÜCHI - R -120). Le résidu sec est repris par quelques millilitres de méthanol et conservé à $+ 4\text{ }^{\circ}\text{C}$, à fin de cette méthode on obtenait donc l'extrait hydrométhanolique brut de la plante (les parties aériennes) (EBr.pln.) (Benattia & Hellali, 2019).



Figure 13 : étapes d'extraction par macération

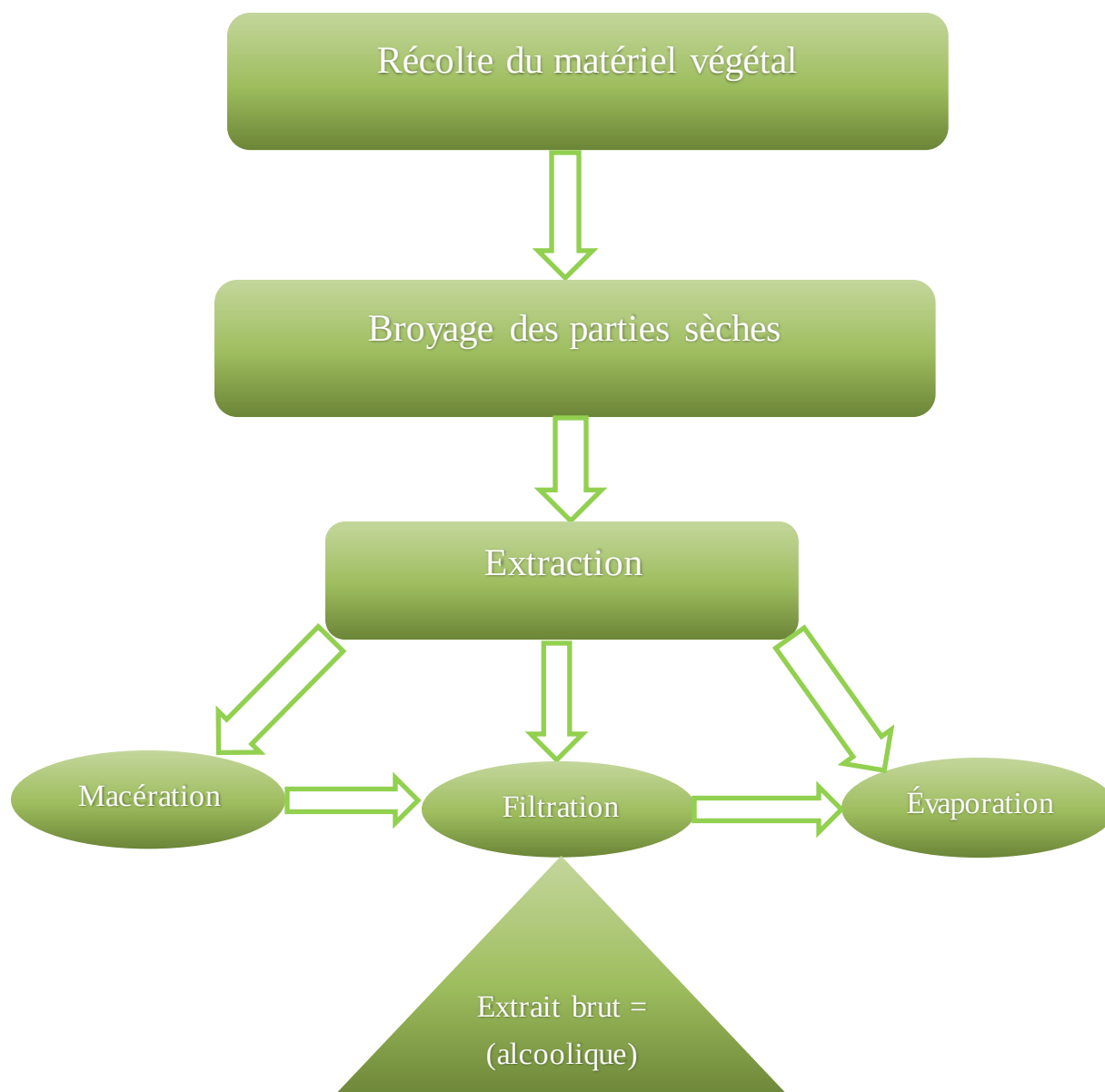


Figure 14 : protocole de préparation des extraits

II.3 Extraction type liquide-liquide (ELL)

Cette extraction est basée sur le fait de la séparation d'un mélange liquide constitué de plusieurs composants en le traitant avec un autre liquide qu'on appelle dissolvant.

Cette étape permet d'identifier les flavonoïdes présents dans l'extrait alcoolique afin de déterminer la richesse de la plante en ces composés. L'extrait alcoolique sec de la plante est utilisé à une autre extraction dans les mêmes conditions mais avec d'autre solvant de polarité croissant, il utilise de l'acétate d'éthyle et n-butanol. Les deux solvants organiques sont spécifiques des composés phénoliques et des flavonoïdes.

- Mettre l'extrait brut de la plante dans un bécher et ajouter 80 ml d'eau distillé chaude et bien mélanger.
- Dans une ampoule à décanter placer l'extrait brut avec l'acétate d'éthyle (30 ml) et bien agiter et laisser reposer le mélange jusqu' à la séparation et l'obtention de deux phases, une phase supérieure (phase organique) et une phase inférieure (phase aqueuse).
- Récupérer la phase organique dans un bécher.
- Répéter la procédure trois fois successive.

Pour le solvant n-butanol en suit les mêmes étapes que l'acétate d'éthyle. A la fin de cette extraction on obtient deux extraits organiques qui sont :

- L'extrait d'acétate d'éthyle de la plante *Ruta chalepensis*
- L'extrait n-butanol de la plante *Ruta chalepensis*

Les extraits obtenus sont ensuite stockés à une température ambiante jusqu'à leur utilisation.

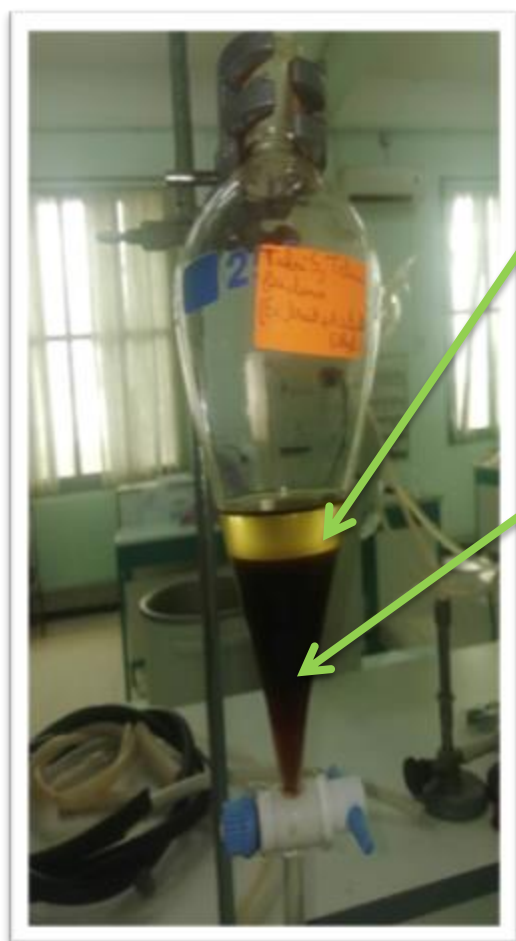


Figure 15: Extraction liquide-liquide par l'acétate d'éthyle



Figure 16 : Extraction liquide-liquide par n-butanol

II.4 Calcul du rendement des extraits

Le rendement en pourcentage (%), est défini comme étant le rapport entre la masse d'extrait brut et celle de la plante sèche en poudre. Il est calculé par la formule suivante :

$$R (\%) = 100M/M0$$

R : est le Rendement en pourcentage (%).

M : est la masse de l'extrait brut.

M0 : est la masse de la plante sèche en poudre.

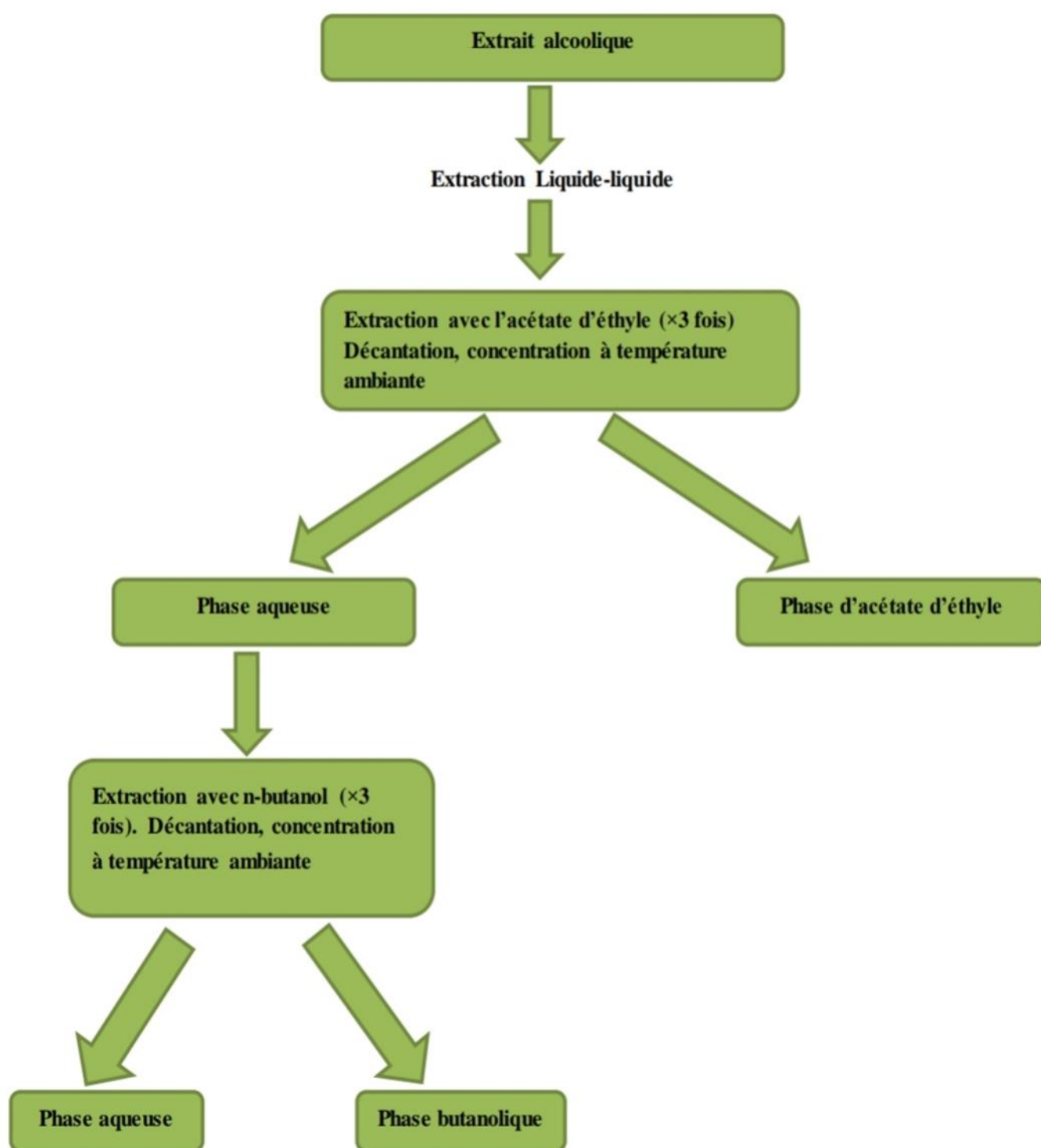


Figure 17 : Méthode d'extraction des flavonoïdes (Ciuel, 1983).

III. Extraction de l'huile essentielle de *Ruta chalepensis*

L'extraction des huiles essentielles se faisait par l'utilisation de la méthode appelée 'hydrodistillation' et ceci par l'utilisation d'un appareil de type Clevenger. Il est essentiel au départ de procéder à la récolte du matériel végétal et ensuite collecter juste les parties aériennes de cette plante et les nettoyer de la terre et de toutes autres herbes contaminantes.

III.1 Procédé d'extraction

Avant d'employer l'appareil, il faut le nettoyer par l'acétone puis l'eau distillée afin d'éviter toute contamination.

Un échantillon de cent grammes (100g) des parties aériennes (feuilles et tiges) est mis dans une fiole de 1000 ml remplie avec 1 litre d'eau distillée et ajoutée la fiole avec son contenu a été mise sur le chauffe-ballon. L'ensemble est porté à ébullition jusqu'à 3h.

L'huile essentielle est alors entraînée par la vapeur d'eau. Elle est ensuite condensée par le biais du condenseur. Le liquide recueilli résulte en un distillat avec une couche d'huile mince à la surface qui sera par la suite séparée, et ceci après repos du liquide (**Dahmani & Dahmani, 2018**).



Figure 18 : photo originale de (100g) de matière végétale sèche



Figure 19 : photo originale de l'appareil d'hydrodistillation (clevenger)

III.2 Conservation de l'huile essentielle de la plante *Ruta chalepensis*

Les huiles essentielles sont conservées à une température avoisinant les 4C°, dans un flacon en verre hermétique bien fermé et bien enveloppé d'un papier aluminium et ceci pour la préserver de l'air et de la lumière (Bouchelaleg & Mechiche, 2018).

➤ Calcul du rendement de l'huile essentielle

Selon (Naouel, et al., 2012), le rendement d'huile essentielle est le rapport entre le poids de l'huile extraite et le poids de la plante à traiter. Le rendement exprimé en pourcentage est calculé par la formule suivante :

$$RHM = \frac{P_x}{P_y} \cdot 100$$

RHM : Rendement de l'huile en pourcentage.

P_x: Poids de l'huile essentielle en gramme (g).

P_y: Poids de la matière végétale sèche en gramme (g).

IV. Caractérisation qualitatives de *Ruta chalepensis***➤ Chromatographie sur couche mince**

La chromatographie est une méthode biochimique très utilisé en biologie notamment dans la séparation et la mise en évidence des constituants d'un mélange. Le principe de cette méthode est basé sur la répartition sélective des constituants à séparer entre deux phases, la phase mobile et la phase stationnaire (Males & Medic-Saric, 2001).

La chromatographie sur couche mince repose sur des phénomènes d'adsorption et la répartition des constituants dans ce cas est en fonction :

- de la nature de la phase mobile,
- de la nature de la phase stationnaire,

Dans ce travail, la CCM a été utilisée pour la séparation et la mise en évidence des composés phénoliques présents dans l'extraits obtenus afin de vérifier s'il y a une déférence d'efficacité entre les différentes méthodes d'extraction.

➤ Principe

La chromatographie sur couche mince repose sur les phénomènes d'adsorption, d'interactions et de polarité. Un mélange de composés est placé sur un support solide (phase stationnaire) plongé dans un solvant (phase mobile) qui se déplace par capillarité le long de la

phase stationnaire. La phase mobile va entraîner les composés qui migreront à une hauteur variante en fonction de leur affinité pour la phase stationnaire et la phase mobile. On peut ainsi caractériser les composés selon leur rapport frontal R_f (Abedini, 2013).

❖ **Mise en œuvre pratique**

➤ **Préparation des plaques CCM**

Les plaques utilisées sont des plaques en gel de silice de de type Kieselgel 60F254 de 0.25 mm d'épaisseur, déposées sur feuille d'aluminium. Ces plaques sont découpées selon les dimensions : 2.5 cm de large, et 10 cm de long.

La phase mobile est constituée par un mélange de solvants organiques, quatre systèmes ont été essayés pour les meilleures séparations des extraits de la plante *Ruta chalepensis*.

Tableau 2 : les différents Systèmes utilisés pour la CCM de gel de silice (Belkassam, 2009).

Systèmes solvants	N°	Proportion	Référence
Méthanol/eau distillé	01	(9;1.v;v)	(Belkassam, 2009)
Chloroforme/acétate d'éthyle	02	(8;2.v;v)	
Chloroforme/méthanol	03	(3;1.v;v)	
Chloroforme/méthanol	04	(1;1.v;v)	



Figure 20 : Appareil de l'Ultra-violet pour l'observation des couleurs de la séparation.

➤ **Le dépôt**

Les extraits de la plante sont solubilisés dans le chloroforme ensuite, le dépôt est effectué sur la plaque à l'aide d'une pipette pasteur à des points repères situés à 1 cm du bord inférieur de la plaque, on peut effectuer plusieurs dépôts successifs du même analyte en même endroit, cette pratique permet de concentrer l'analyte (Dahmani & Dahmani, 2018).

➤ **Développement des plaques**

Chaque plaque est déposée en position verticale ou légèrement inclinée dans le bécher préalablement saturé par les vapeurs du système solvant approprié, l'échantillon à étudier sera plus ou moins entraîné par la progression par capillarité de la phase mobile vers le haut de la plaque (Dahmani & Dahmani, 2018).

➤ **Révélation**

Une fois le développement du chromatogramme est effectué, la plaque est séchée à température ambiante puis examinée à l'UV à la longueur d'onde 366 nm. Le comportement d'une molécule particulière dans un système donné est exprimé par son rapport frontal R_f , calculé par la formule suivante (Aichaoui & Abeoube, 2019):

$$R_f = \frac{d}{D}$$

d : la distance parcourue par la molécule ;

D : la distance parcourue par la phase mobile (front du solvant).

V. Activité antioxydante

Beaucoup de tests sont utilisés pour évaluer l'activité antioxydante des extraits. La plupart de ces tests sont basés sur la coloration ou la décoloration d'un réactif dans le milieu réactionnel. Dans notre étude nous avons utilisé : Le test DPPH.

➤ **Test de radical libre DPPH (2,2-diphényl 1-1-picrylhydrazyl)**

L'activité antioxydante des extraits a été mesurée *in vitro* par le 2,2.-Diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH), dont le DPPH est un radical libre stable de couleur violacée photométrable à 517 nm. La réduction du radical par un donneur d'atome hydrogène conduit à la formation de 2,2-diphényl-1-picrylhydrazine DPPH de coloration jaune-verte. L'intensité de la couleur est proportionnelle à la capacité des antioxydants présents dans le milieu à donner des protons (Sánchez-Moreno, 2002).

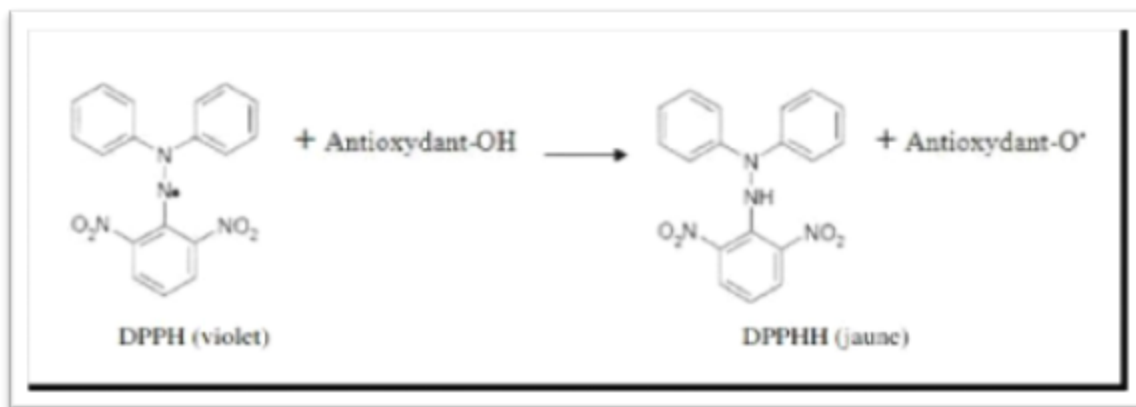


Figure 21 : Mécanisme de réduction du radical libre DPPH par un antioxydant (Molyneux, 2004).

➤ **Mise en œuvre pratique**

- Le DPPH est solubilisé dans l'éthanol pour avoir une solution (4mg de DPPH avec 100ml d'éthanol), et mélangée avec différents concentration des extraits de *Ruta chalepensis*. (10, 25, 50,100 µg/ml) ;
- Le mélange est agité, puis les sont incubés à température ambiante et à l'obscurité pendant 30 minutes ;
- La réduction du DPPH s'accompagne par le passage de la couleur violette à couleur jaune de la solution. Toutes les lectures sont effectuées à 517nm par une spectrophotométrie.

$$\% \text{ Inhibition} = (\text{Abs control} - \text{Abs test}) \times 100 / \text{Abs control}$$

Tels que :

Abs control : Absorbance du control négatif à la longueur d'onde 517 nm ;

Abs test : Absorbance de l'échantillon à la longueur d'onde 517 nm.

➤ **Calcul des concentrations inhibitrices à 50 % " IC 50"**

Selon (TORRES, et *al.*, 2006) IC₅₀ (Concentration inhibitrice de 50 %), aussi appelée EC₅₀ (Concentration efficace 50), est la concentration de l'échantillon testé nécessaire pour réduire 50% de radical DPPH. Les IC₅₀ sont calculées graphiquement par des pourcentages d'inhibition en fonction de différentes concentrations des extraits testées.



Figure 22 : photo originale de l'appareil Spectrophotométrie

VI. Évaluation de l'activité antibactérienne de *Ruta chalepensis*

➤ Principe

Le principe de cette méthode se résume en un disque de papier imprégné de l'extrait brut à différentes concentrations, déposé directement sur la gélose, uniformément ensemencée avec le germe à tester. La croissance du germe est inhibée à une distance du disque par rapport à sa sensibilité à l'extrait diffusé. La limite de la zone d'inhibition est détectée à l'œil nu et s'accorde à l'endroit où la croissance bactérienne commence (Massiaen & Cassini, 1981).

➤ Préparation de milieu de culture

Le milieu de culture approprié à cette étude est le milieu : **Muller-Hinton**. Dans un bain marie, il faut faire bouillir la gélose jusqu'à dissolution totale. Enfin couler le milieu dans les boîtes de pétri et laisser refroidir (Benlahrache & Boukerzaza, 2022).

➤ Préparation des dilutions d'extrait de la plante *Ruta chalepensis*

Les extraits obtenus de la plante *Ruta chalepensis* ont été dissouts dans le diméthyle sulfoxyde (DMSO), pour obtenir deux concentrations : C1=4, C2=8.

➤ Préparation des disques

On utilise dans cette méthode, le papier filtre découpé sous forme de disques circulaires environ de 6 mm de diamètre, afin d'obtenir une zone d'inhibition facile à mesurer (Benlahrache & Boukerzaza, 2022).

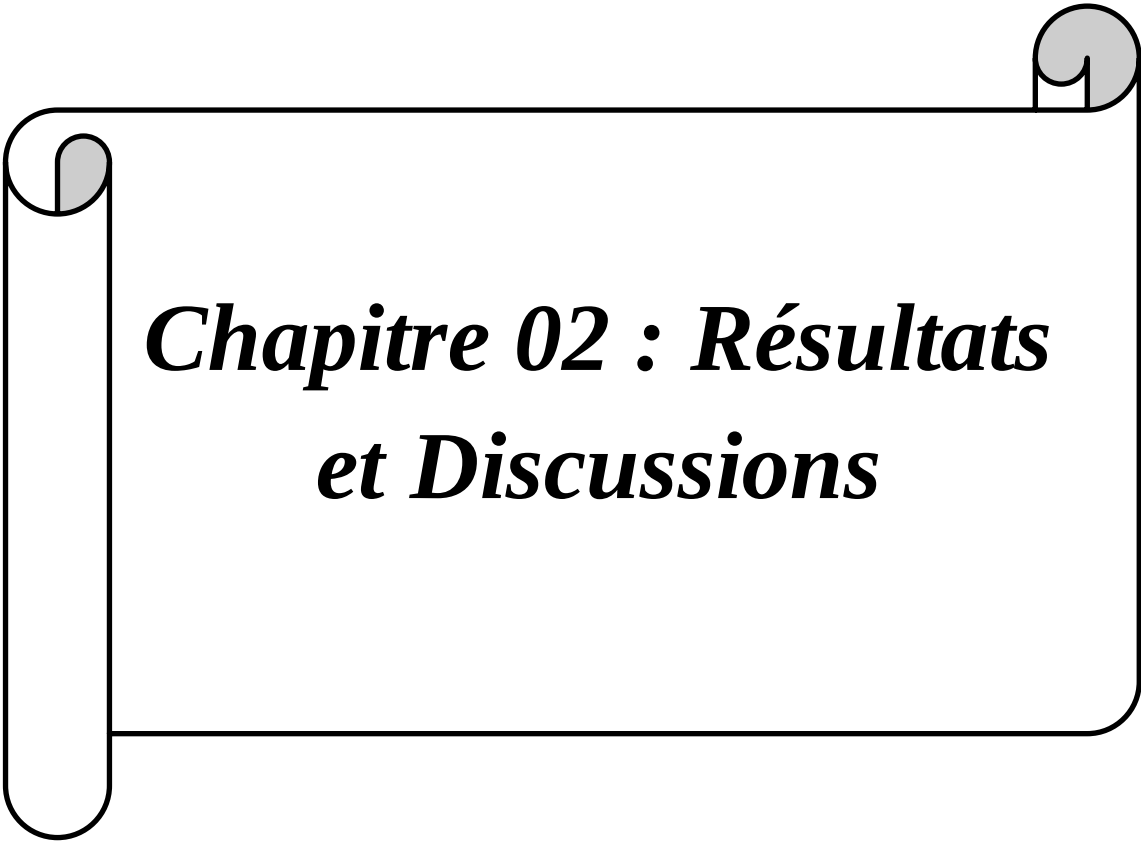
Tableau 3 : Les souches bactériennes utilisées

Nom de souche et Code référence	Gram
<i>Escherichia coli</i> ATCC 8739	Gram négatif
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853	Gram négatif
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	Gram positive

➤ Lecture des résultats

La lecture se fait par la mesure du diamètre de la zone d'inhibition autour de chaque disque à l'aide d'une règle en (mm). Les résultats sont exprimés par le diamètre de la zone d'inhibition et peut être symbolisé par des signes d'après la sensibilité des souches

- **Non sensible (-)** ou résistante : diamètre < 8mm
- **Sensible (+)** : diamètre compris entre 9 à 14 mm
- **Très sensible (++)** : diamètre compris entre 15 à 19 mm
- **Extrêmement sensible (+++)** : diamètre > 20 mm (**Ponce, 2003**).



Chapitre 02 : Résultats et Discussions

I. Evaluation des techniques d'extraction

Les tests phytochimiques ont été réalisés sur différents extraits préparés à partir des parties aériennes de la plante *Ruta chalepensis* par la mise en place d'un ensemble de réactions de caractérisation de différents composés chimiques. En utilisant des différents solvants à polarité différente pour permettre de séparer des composés selon leur degré de solubilité dans le solvant d'extraction.

La détection de ces composés chimiques par étude qualitative et quantitative (flavonoïdes totaux, CCM) et en utilisant le spectrophotomètre UV ainsi que différentes techniques d'analyse.

VI.1 Rendements d'extraits de la plante *Ruta chalepensis*

La méthode d'extraction par macération des différentes parties de *Ruta chalepensis* (Feuilles, tiges) a été réalisée par les solvants suivants : Méthanol, acétate d'éthyle, n-butanol. Cette méthode a permis d'obtenir des extraits de chaque partie : l'extrait brut (EBrt), l'extrait d'acétate d'éthyle (EAcOEt.), l'extrait de n-butanol (En-BuOH.R) et les huiles essentielles.

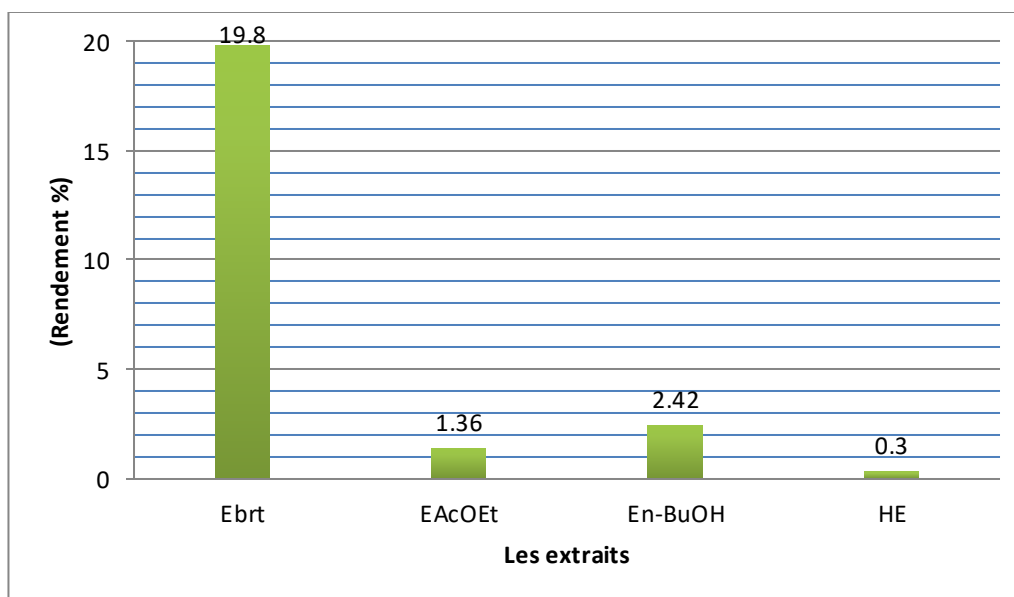


Figure 23 : Rendement des différents extraits de l'espèce *Ruta chalepensis*

Le rendement est calculé par rapport au poids de la matière sèche de *Ruta chalepensis* rendu en poudre, les résultats ont été exprimés en pourcentage.

D'après les résultats, (**figure 25**) les rendements sont variables selon le type d'extrait. Où le rendement d'extraction des huiles essentielles le faible rendement (0.3%), l'extrait d'acétate d'éthyle représente (1.36%) et l'extrait butanolique (1.36%). On note aussi que le rendement de l'extrait brut alcoolique représente le rendement le plus élevé (19.8%).

D'une étude entreprise par **Daoudi et al., (2016)** un rendement de (1%) des huiles essentielles a été obtenu à partir de la partie aérienne de la plante *Ruta chalepensis*, C'est un pourcentage nettement supérieur à celui obtenu dans notre cas (0.3%).

Selon une étude mener par **Mansour et al., (1990)** sur la même espèce *Ruta chalepensis*, où ont réalisé l'extraction alcoolique de la partie aérienne de la plante par soxhlet, le rendement en extrait brut est de (3.75%), rendement inférieur à celui obtenu dans notre cas (19.8%).

Il est important de souligner que la méthode utilisée (le choix des solvants) affecte le rendement des extraits ainsi que les conditions dans lesquelles l'extraction est effectuée affectent tous le contenu total en flavonoïdes et par conséquent affecte les activités biologiques médiées par ces métabolites (**Lee et al., 2003**).

II. Analyse qualitatives des extraits de la plante *Ruta chalepensis*

VI.2 Chromatographie sur CCM

Pour un essai d'analyse qualitative du contenu phénolique de nos différents extrait- (EAcOEt, EnBuOH, EBrT) à partir de la partie aérienne de la plante *Ruta chalepensis* à l'utilisation de la chromatographie sur couche mince (CCM) puisqu'elle est l'une des méthodes habituelles pour la séparation et la purification des différents constituants d'un extrait végétal et qui est plutôt simple à mettre en œuvre.

➤ Révélation (visualisation des tâches)

Dans notre étude, nous avons réalisé la séparation des extraits, en utilisant quatre systèmes solvants moyennement polaires. Sous lumière UV, les différentes taches des produits qui se présentent sur les chromatogrammes ont été délimitées. Les couleurs des spots et leurs Rf observés sous UV suite à une analyse par chromatographie sur couche mince. Les résultats représentés dans les figures et les tableaux.

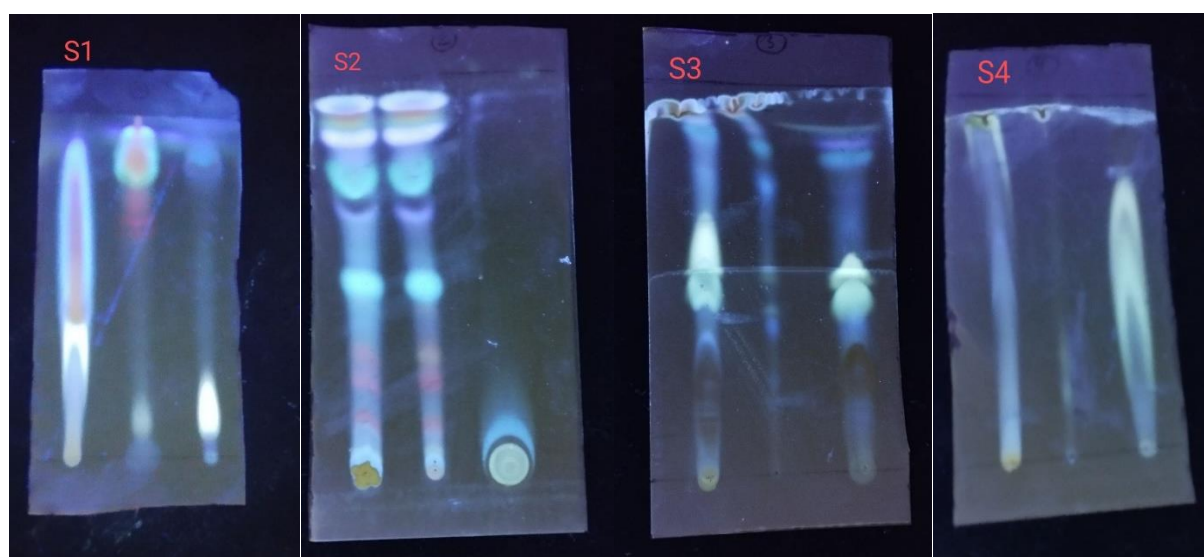


Figure 24 : Révélation de plaque CCM de gel de silice de EBrT, EAcOEt et EnBuOH de *Ruta chalepensis* sous lampe UV365 nm de S1, S2, S3, S4.

Tableau 1 : les rapports frontaux(Rf) et les couleurs des spots obtenus dans 4 systèmes par CCM dans l'extrait brut de la plante *Ruta chalepensis*

N° des systèmes de solvants	Extrait brut		
	<i>Ruta chalepensis</i>		
	N° des Spots	Couleur des spots	Rf (cm)
1	1	Gris	0.12
	2	Blanc	0.4
	3	Marron	0.46
	4	Rouge	0.512
	5	vert	0.85
2	1	Bleu	0.06
	2	Rouge	0.22
	3	Vert	0.47
	4	Mauve	0.62
	5	Vert	0.66
	6	Gris	0.87
	7	Vert	0.88
	8	Rouge	0.9
	9	Gris	0.93
3	1	Bleu	0.38
	2	Vert	0.5
	3	Blanc	0.625
	4	bleu	0.93
4	1	Bleu	0.11
	2	Mauve	0.61
	3	Gris	0.86

Tableau 2 : les rapports frontaux (Rf) et les couleurs des spots obtenus dans 4 systèmes par CCM dans l'extrait d'acétate d'éthyle de la plante *Ruta chalepensis*

N° des systèmes de solvants	Extrait d'acétate d'éthyle		
	<i>Ruta chalepensis</i>		
	N° des Spots	Couleur des spots	Rf (cm)
1	1	Blanc	0.12
	2	Rouge	0.78
	3	Vert	0.85
	4	Jaune	0.88
	5	Vert	0.93
	6	rouge	0.97
2	1	Bleu	0.06
	2	Rouge	0.23
	3	Vert	0.47
	4	Mauve	0.62
	5	Vert	0.66
	6	Gris	0.87
	7	Vert	0.88
	8	Rouge	0.9
	9	gris	0.93
3	1	Bleu	0.37
	2	Vert	0.43
	3	Bleu	0.75
	4	Bleu	0.85
	5	mauve	0.93
4	1	Marron	0.11
	2	Vert	0.18
	3	Marron	0.31
	4	bleu	0.92

Tableau 3: les rapports frontaux (Rf) et les couleurs des spots obtenus dans 4 systèmes par CCM dans l'extrait de n-butanol de la plante *Ruta chalepensis*.

N° des systèmes de solvants	Extrait de n-butanol		
	<i>Ruta chalepensis</i>		
	N° des Spots	Couleur des spots	Rf (cm)
1	1	Blanc	0.18
	2	Mauve	0.81
	3	bleu	0.88
2	1	Bleu	0.125
	2	Mauve	0.91
3	1	Bleu	0.37
	2	Vert	0.45
	3	Blanc	0.52
	4	Bleu	0.81
	5	Mauve	0.85
4	1	Bleu	0.15
	2	Blanc	0.5
	3	Mauve	0.73
	4	Mauve	0.92

À partir de ces résultats présents dans les tableaux nous avons observé plusieurs taches avec différent coloration dans les 4 systèmes solvants :

Dans le système de solvants N°01 : l'eau /Méthanol (9/1), le nombre des spots dans la fraction d'acétate d'éthyle sont presque semblables à la fraction d'extrait brut mais un peu différent d'extrait n-butanol avec variabilité des Rf et différents couleurs.

Dans le système de solvants N°02 : chloroforme/ acétate d'éthyle (8/2), le nombre des spots dans la fraction d'acétate d'éthyle sont égales à la fraction d'extrait brut mais la fraction d'extrait n-butanol ne contienne que deux spots avec variabilité des Rf et différents couleurs.

Dans le système de solvants N°03 : chloroforme /Méthanol (3/1), le nombre des spots dans la fraction d'acétate d'éthyle sont égales à la fraction d'extrait n-butanol mais la fraction d'extrait brut est un peu différent avec variabilité des Rf et différents couleurs.

Dans le système de solvants N°04 : chloroforme /Méthanol (1/1), le nombre des spots dans la fraction d'acétate d'éthyle sont égales à la fraction d'extrait brut mais la fraction d'extrait n-butanol ne contienne que trois spots avec variabilité des Rf et différents couleurs.

Dans le système de solvant N°01 : Méthanol/ l' eau, l'extrait d'acétate d'éthyle donne une meilleure séparation des composés phénoliques où le nombre des spots est supérieur (6 spots) par contre dans l'extrait brut le nombre des spots est (5) mais l'extrait n-butanol donne que trois spots qui présentent les couleurs : gris, blanc et le mauve qui ne sont pas présents dans les autres extraits avec variabilité des Rf.

Dans le système de solvant N°02 : chloroforme/acétate d'éthyle (8/2) donne une meilleure séparation des composés phénoliques, où le nombre des spots est supérieur (9 spots) dans l'extrait brut et l'acétate d'éthyle par contre dans l'extrait n-butanol donne que deux spots avec variabilité des Rf et de différentes couleurs. Nous avons trouvé dans ce système plusieurs couleurs dans la partie aérienne un mélange entre les couleurs suivantes : bleu, rouge, vert, mauve, gris et la distance de migration confinée entre un RF très petit chez le bleu avec un RF=0,06 et un RF très grand (la distance de migration est plus grande) chez le gris avec un RF=0,93.

L'analyse qualitative après CCM, révélation chimique et visualisation sous UV à 365 nm, a permis de mettre en évidence de nombreuses taches (spots) colorées surtout en bleu, rouge, jaune, vert et marron (colorations diverses) confirment la présence des composés phénoliques et des flavonoïdes (**Mamyrbekova-Bekro et al., 2012 ; Dohou et al., 2003**)

Selon **Markham (1982)** la couleur mauve indique la présence de chalcones, isoflavones, dihydroflavonol, Les stérols sont révélés par la coloration jaune et jaune-vert et les terpènes sont mis en évidence en rouge par le réactif de liebermann-burchard (**Kabran et al., 2011 ; Benamar et al., 2010**).

D'après ces résultats on peut noter les remarques suivantes : Le nombre de taches indique que la quantité des composés phénoliques et des flavonoïdes est la plus élevée.

VII. Résultats activité biologiques de la plante *Ruta chalepensis*

VII.1 Activité antioxydant

➤ Détermination de l'activité anti-radicalaire des extraits de *Ruta chalepensis*

L'activité anti-radicalaire des différents extraits de la plante *Ruta chalepensis* a été testée par la méthode du radical libre DPPH. Pour chaque extrait et pour chaque concentration.

Ce radical libre possède une coloration violet foncé, lorsqu'il est réduit, la coloration devient jaune pâle (**Mohammedi & Atik, 2011**). C'est la manière la plus facile et la plus rapide pour déterminer des antioxydants par la spectrométrie. La détermination graphique d'IC₅₀ se fait à partir de la courbe, qui constitue l'activité antioxydant d'extrait brut (alcoolique) de *Ruta chalepensis*.

➤ Calcul de IC₅₀

Il faut savoir aussi que l'IC₅₀ est la concentration nécessaire pour éliminer 50% des radicaux libres, c'est le paramètre utilisé pour mesurer l'activité de l'extrait à piéger le radical libre (**Cuvelier, et al., 1992**), il est inversement lié à la capacité antioxydant d'un composé car une faible valeur d'IC₅₀ indique une forte efficacité antioxydant de l'extrait (**Babovic, et al., 2010**).

Les résultats obtenus lors du test de mesure de la réduction du radical DPPH sont représentés dans **Figure (annexe)** illustrent respectivement l'efficacité de l'extrait brut (alcoolique).

L'analyse des résultats de IC₅₀ de notre extrait brut (alcoolique) de la partie aérienne (feuilles et tiges) présent une meilleure activité antioxydant est (IC₅₀=58.618 µg/ml).

L'étude de (ATTOU, 2011 ; Khadhri et al., 2016) montre que l'extrait brut (alcoolique) possédé une activité antioxydant supérieure et plus importante de IC₅₀ = 12 µg/ml que le résultat de notre travail (IC₅₀ =58.618 µg/ml).

D'après une autre étude de Gali et Bedjou, (2018), montre que l'extrait brut (alcoolique) possède une activité antioxydant inférieure de IC₅₀=79.56 µg/ml que le résultat de notre travail (IC₅₀ =58.618 µg/ml). En général, l'activité antioxydant totale de cette espèce est intéressante.

VII.2 Activité antibactérienne

Lors de cette étude, nous avons testé l'action de l'extrait brut des parties aérienne de la plante *Ruta chalepensis* avec trois souches bactériennes par la méthode de diffusion des disques sur un milieu gélosés solide MH.

L'activité antimicrobienne des extraits de plantes médicinales testées in vitro vis-à-vis Des micro-organismes a été qualitativement et quantitativement évaluée par la présence ou l'absence des zones d'inhibition (Hayouni et al., 2007).

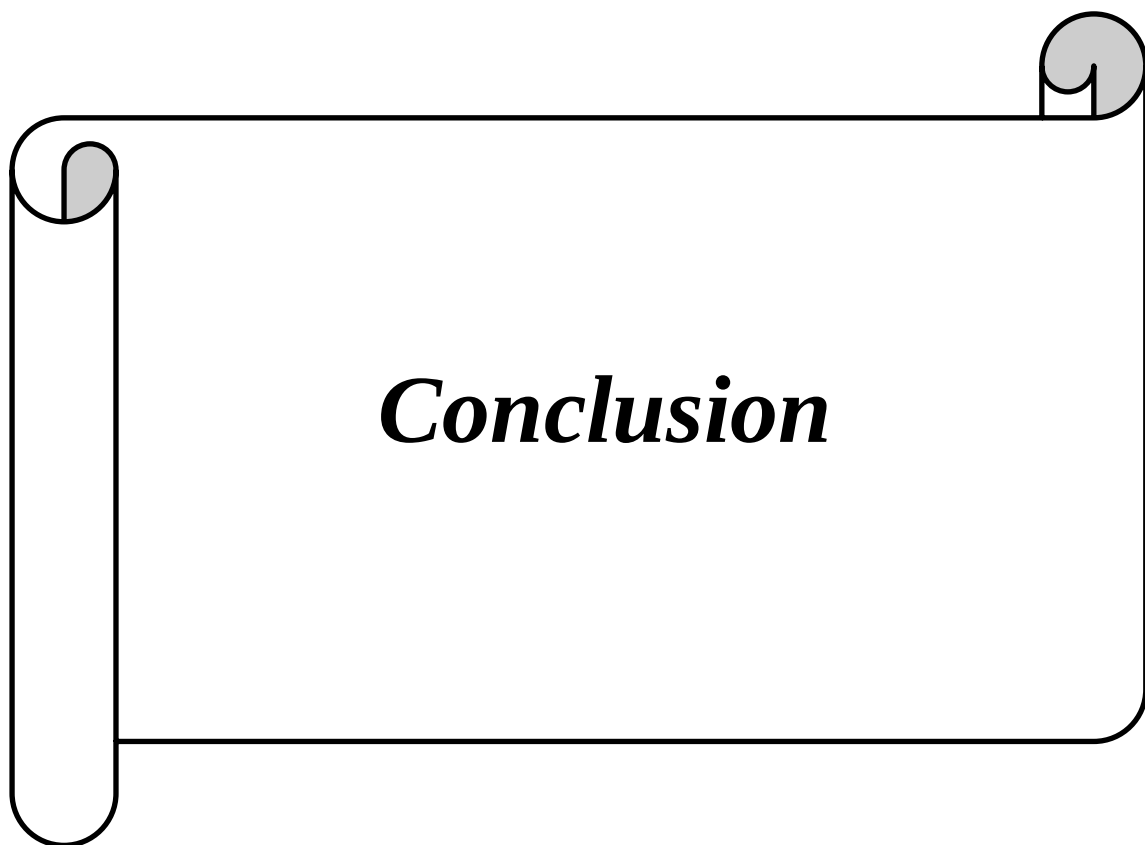
Tableau 5 : Diamètre de zone d'inhibition de différente concentration de l'extrait brut de la plante *Ruta chalepensis* sur la croissance de 3 Souche bactériennes

		Concentration d'extrait brut		
Souche bactérienne	Extrait	40mg/ml	80mg/ml	Sensibilité
Diamètre de zone d'inhibition en mm				
<i>E.coli</i>	Ebrt	6	6	-
<i>Staphylococcus aureus</i>	Ebrt	8	9	+
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Ebrt	9	8	+

Les résultats dans le tableau au-dessous montrent que Les souches bactériennes *Staphylococcus aureus* et *Pseudomonas aeruginosa* présentent une sensibilité vis-à-vis l'extrait brut de la plante *Ruta chalepensis* avec un diamètre de zone d'inhibition (9mm), alors que la souche *Escherichia coli* présente une résistance (non sensible) à l'extrait brut (6mm).

Les résultats de Attou (2011), montrent que la plante *Ruta chalepensis* exerce une bonne activité antibactérienne vis-à-vis de *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Escherichia coli*.

La résistance de la souche *Escherichia coli* dans notre cas peut être attribuée à la concentration faible qui n'exerce pas un pouvoir positif sur la souche.



Conclusion

Conclusion

A L'issue de la présente recherche qui représente une contribution à l'étude phytochimique des plantes médicinales de genre *Ruta* de la flore Algérienne représentée par l'espèce *Ruta chalepensis*.

Le screening phytochimique réalisé, a révélé la richesse de notre plante en métabolites secondaires, Cette identification tend à répondre à deux objectifs : D'une part étude phytochimique des composés de type des huiles essentielles, alcaloïdes, les composés phénolique, et d'autre part mettre en évidence l'activité biologique des principes actifs isolés et la capacité antibactérienne et antioxydante.

Nous obtenons de l'huile essentielle d'un aspect huileux, une forte odeur propre matière première et un goût amer. Les huiles essentielles de cette plante présentent un rendement de 0.3% de la matière sèche de la partie aérienne de *Ruta chalepensis*. L'analyse physico-chimique effectuée sur les huiles essentielles a donné des résultats proches à celle des normes et de certains résultats de recherche.

Notre étude l'activité antioxydant DPPH des extraits de *Ruta chalepensis* montre qu'il y a un effet d'une inhibition de radicale DPPH, selon les résultats obtenus l'extrait présentent une activité antioxydant $IC_{50} = 58,618$ mg/ml qui montre que la partie aérienne de la plante est possède une bonne activité antioxydant.

L'évaluation de l'activité antibactérienne par la méthode de diffusion nous a permis de mettre en évidence le pouvoir antibactérien de différents extraits testés de *Ruta chalepensis* vis-à-vis de trois bactériennes pathogènes, Ce pouvoir est relativement faible avec des zones d'inhibition variant, selon les résultats obtenus l'extrait est inhiber la croissance bactérienne des souches *Staphylococcus aureus* et *Pseudomonas aeruginosa* et ne possède aucun effet inhibitrice sur la souche *E. coli*.

Enfin, Les résultats de ce travail peuvent être exploités pour diriger la production et l'exploitation des huiles essentielles de *Ruta chalepensis* en fonction des besoins des utilisateurs en produits bien déterminés à savoir l'industrie pharmaceutique.

Ces résultats restent préliminaires et peuvent fournir une base pour la recherche de nouveaux composés et d'autres études pour mieux évaluer la composition chimique et d'autres activités biologiques de cette espèce.

***Références
bibliographiques***

Références bibliographiques

- **Abedini, A. (2013).** Evaluation biologique et phytochimique des substances naturelles d'*Hyptis atrorubens* Poit. (Lamiaceae), sélectionnée par un criblage d'extraits de 42 plantes (Doctoral dissertation, Université du Droit et de la Santé-Lille II).
- **Aichaoui, s. & Abeoube, h. (2019).** Etude phytochimique et activité biologique des extraits de l'espèce *Lavandula angustifolia* Mill Dans la région Est d'Algérie (Batna). M" SILA: Université Mohamed Boudiaf.
- **Alain Favier. (2003).** Le stress oxydant. Mécanismes biochimiques.
- **Alliot, F., & Dal Gobbo, B. (2020).** Endobiogénie et plante médicinale : Du sens en physiologie à la pratique en phytothérapie. Elsevier Health Sciences.
- **Al-Sagair, O. (2004).** Experimentally Challenged Reactivity of the Pituitary Adrenal-Hematological Axis after *Ruta chalepensis* Administration. *Journal of Applied Research*.
- **Aniswewski, T. (2015).** alkaloides: chemostry,biology, ecology,and aplications. s.l:ELSEVIER.
- **Anses. (2011).** *Staphylococcus aureus* et entérotoxines staphylococciques. Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments ; p1.
- **Anses. (2019).** *Escherichia coli* entérohémorragiques. Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments, p1.
- **Armando, G.S. (2005).** Medicinal plants, the leaves and the flowers, México, 686-699.
- **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.
- **Ayda Khadhri, Intidhar Bouali, Samia Belkhir, Rabhi Mokded, Samira Smiti, Pedro Falé, Maria Eduarda M. Araújo & Maria Luisa M. Serralheiro (2016):** In vitro digestion, antioxidant and antiacetylcholinesterase activities of two species of *Ruta*: *Ruta chalepensis* and *Ruta montana*, *Pharmaceutical Biology*
- **Baba Aissa F. (1999) :** encyclopedie des plantes utiles : flore d'Algérie et du Maghreb ; ed : librairie moderne – Rouïba, 243 - 244.
- **Babovic, N., Djilas, S., Jadranin, M., Vajs, V., Ivanovic, J., Petrovic, S., & Zizovic, I. (2010).** Supercritical carbon dioxide extraction of antioxidant fractions from selected Lamiaceae herbs and their antioxidant capacity. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 11(1), 98-107.
- **Beddou, F. Bekhechi, C., Ksouri, R., Chabane Sari, D., & Atik Bekkara, F. (2015).** Potential assessment of *Rumex vesicarius* L. as a source of natural antioxidants and bioactive compounds. *Journal of food science and technology*, Volume 52, pp. 3549-3560.
- **Bekhechi, C., Boti, J. B., Bekkara, F. A., Abdelouahid, D. E., Casanova, J., & Tomi, F. (2010).** Isothymol in Ajowan essential oil. *Natural product communications*, 5(7),
- **Belkassam, A. (2009).** L'effet des facteurs climatiques de métabolismes secondaire dans une plante médicinale *Ruta montana* L. s.l : Université Oum El Bouaghi.
- **Benamar, H., Rached, W., Derdour, A., Marouf, A. (2010).** Screening of Algerian medicinal plants for acetylcholinesterase inhibitory activity. *J. Biol.Sci.*, 10, 1-9. France.

Références bibliographiques

- **Benattia, Z. & Hellali, A. (2019).** Evaluation de l'activité antioxydant et antimicrobienne des différents extraits de la plante *Juniperus phoenicea* L. Univeristé de M'sila Mohamed Boudiaf.
- **Benlahrache roumeissa, Boukerzaza Sami. (2022).** Evaluation de l'activité antibactérienne de deux extraits de la plante *Centaurea dimorpha*. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Université Frère Mentouri - Constantine 1.
- **Benslama, A. (2016).** Substances d'origine végétale. [En ligne].
- **Berregioua, A. (2016).** Investigation phytochimique sur des extraits bioactifs de deux brassicaceae médicinales du sud ALGERIEN *Moricandia arvensis* et *Zilla macroptera*. s.l. : <http://dspace.univ-tlemcen.dz/handle/112/9360>.
- **Bilderback L. (2007).** spices and herbs; ed: alpha books; p: 177-178.
- **Bonnier G. (1999).** La Grande Flore en Couleur, Ed : BELIN ; Tome 3 :205-206.
- **Bottineau, M. (2010).** Botanique, systématique et appliquée des plantes à fleurs, France : Lavoisier, 772-773.
- **Boucekrit, M. (2018).** Étude de la composition chimique et de l'activité biologique des huiles essentielles de deux apiaceae *Elaeoselinum asclepium* L Bertol. Et *Margotia gummifera* (Desf.) Lange (Doctoral dissertation).
- **Bouchelaleg, A. & Mechiche, A. (2018).** Evaluation de l'activité biologique des extraits et des huiles essentielles de la plante *Hedysarum spinosissimum ssp capitatum*. Université Mohamed boudiaf M'sila.
- **Bouguerra, A. (2012).** Etude des activités biologiques de l'huile essentielle extraite des graines de *Foeniculum vulgare* Mill. En vue de son utilisation comme conservateur alimentaire. Université Mentouri Constantine : Thèse de Magister.
- **Bourouis N et Merazka F. (2018).** Études des huiles essentielles de *Ruta chalepensis* et *Achillea ligustica* et évaluation de leur activité biologique. Université de Med. Seddik Benyahia Jijel p3-23.
- **Bruneton, J. (1999).** Pharmacognosie, phytochimie des plantes médicinales. 3^{ème} édition éd. Paris : s.n.
- **Charif N, et Allou H. (2015).** Contribution à l'étude photochimique et activités biologique d'extraits de la plante *Ruta chalepensis* de Bordj Bou Arreridj. Université Mohamed El Bachir El Ibrahim. B.B.A. P16.
- **Ciuel. N. (1983).** Methodology for analysis of vegetale drugs, Romania.
- **Cowan, M. (1999).** Plants products as antimicrobial agent. Clinical. Microbiology, 12(4), pp. 564-58.
- **Cuvelier, M. E., Richard, H., & Berset, C. (1992).** Comparison of the antioxidative activity of some acid-phenols: structure-activity relationship. Biosci. Biotechnol. Biochem, 56(2), 324-325.
- **Dacosta, E. (2003).** Les phytonutriments bioactifs. Yves Dacosta (éd). Paris, p317.
- **Dahmani, S. & Dahmani, F., (2018).** Evaluaton de l'activité biologique des différents extraits, des huiles essentielles de la plante : *Salvia officinalis* L. Université de M'sila Mohamed Boudiaf.

Références bibliographiques

- **Daoudi, A., Hrouk, H., Belaidi, R., Slimani, I., Ibijben, J., & Nassiri, L. (2016).** Valorisation de *Ruta montana* et *Ruta chalepensis*: étude ethnobotanique, screening phytochimique et pouvoir antibactérien. *Journal of Materials and Environmental Science*.
- **Djaffar k et Zenati A. (2019).** Étude bibliographique des activités biologique et composés chimique des trois plants médicinaux : *Ruta chalepensis*, *Syzygium Aromaticum* et *cupressus sempervirens* Université Abdelhamid Ibn Badis- Mostaganem p12-16
- **Dohou, N., Yamni, K., Gmira, N., Idrissi Hassani, L. M. (2003).** Screening phytochimique d'une endémique ibéro-marocaine *Thymelaealythroides*, Bull. Soc. Bordeaux. p142, 61-78.
- **Dorosso, S. (2002).** Composition chimique des huiles essentielles extraites de plantes aromatiques de la zone soudanienne du Burkina Faso : valorisation. s.l.: Université Ouagadougou, 12.
- **Dufaut Ch., Véronique L. (2001).** Encyclopédie des plantes médicinales, Larousse, VUEF édition.
- **Duke, J. A. (2008).** UKE'S HANDBOOK OF Medicinal Plants Bible.
- **Duval L. (1992).** La culture de la rue Agro-Bio, p :6-45.
- **Fetoni, A. R., Paciello, F., Rolesi, R., Paludetti, G., & Troiani, D. (2019).** Targeting dysregulation of redox homeostasis in noise-induced hearing loss: oxidative stress and ROS signaling. *Free Radical Biology and Medicine*.
- **Fleming, T. (2000).** PDR for herbal medicines. Medical Economics.
- **Fontaine E. (2007).** Radicaux libres ; in : « Traité De Nutrition Artificielle De L'adulte ». Springer-Verlag France. P 251-257.
- **François C. D et Niestlé S. A. (2000).** Dictionnaire Etymologique de Botanique.
- **Gali, L. & Bedjou, F., (2018).** Antioxidant and anticholinesterase effects of the ethanol extract, ethanol extract fractions and total alkaloids from the cultivated *Ruta chalepensis*. *South African Journal of Botany*, Volume 120, pp. 1-7.
- **Gaussen H. Ozenda P. Leroy J. F. (1982).** Précis de botanique, végétaux supérieurs, France : édition Elsevier Masson, Tome II, 600.
- **Gonzalez-Trujano, M. E., Carrera, D., Ventura-Martinez, R., Cedillo-Portugal, E., et Navarrete, A. (2006).** Neuropharmacological profile of an ethanol extract of *Ruta chalepensis* L. in mice. *Journal of ethnopharmacology*, 106(1), 129-135.
- **Gravot, A. (2008).** Introduction des métabolites secondaire chez les végétaux. **Équipe pédagogique physiologique végétale**, Volume 118.
- **Guignard, J. (2000).** Biochimie végétale. 2ème édition éd. Paris : DUNOD.
- **Guy Deysson. (1979).** Organisation et classification des plantes vasculaires. Tome (2), deuxième partie systématique ; SEDES. pp. 326-329-331.
- **Hamadouche H. (2019).** La cellule bactérienne. Cour de Cytologie de la première année de Médecine. Université Oran 1 Ahmed Benbella.
- **Harrar Abd El Nacer. (2012).** Activités antioxydante et antimicrobienne d'extraits de *Rhamnus alaternus* L. Département de Biochimie. Université Ferhat Abbas Sétif.
- **Hayouni, E. A., Abedrabba, M., Bouix, M., & Hamdi, M. (2007).** The effects of solvents and extraction method on the phenolic contents and biological activities in vitro of Tunisian *Quercus coccifera* L. and *Juniperus phoenicea* L. fruit extracts. *Food chemistry*, 105(3).

Références bibliographiques

- **Hoffman, L. (2003).** Étude du métabolisme des phénylpropanoïdes. strasbourg: s.n.
 - **Hopkins, W. (2003).** Physiologie végétale. 3ème édition éd. boeck, Université rue des Minimes: s.n.
 - **Jaber, A. (2017).** Étude des mécanismes fondamentaux et applications. france: s.n.
 - **Judd W.S., Cambeil C.S., Kellogg E.A. et Stevens P. (2002).** Botanique systématique une perspective phylogénétique, France : Ed De Boeck, 1ère édition, 540.
 - **Julie Carnage. (2010).** Comme exigence partielle de la maîtrise en biophysique et biologie cellulaires. Université de Québec.
 - **Kabran, G.R., Ambeu , N.C., Mamyrbékova-Békro ,J.A., Békro ,Y.A. (2011).** CCM d'extraits sélectifs de 10 plantes utilisées dans le traitement traditionnel du cancer du sein en Côte d'Ivoire. *European Journal of Scientific Research*, 63 (4) : 592-603.
 - **Khadhri, A., Bouali, I., Belkhir, S., Mokded, R., Smiti, S., Falé, P et Serralheiro, M. L. M. (2017).** In vitro digestion, antioxidant and antiacetylcholinesterase activities of two species of Ruta: *Ruta chalepensis* and *Ruta montana*. *Pharmaceutical biology*, 55(1), 101-107.
 - **Khadhri, A., ELMOKNI, R., et SMITI, S. (2013).** Composés phénoliques et activités antioxydantes de deux extraits de chardon à glu : *Atractylis gummifera*. *Revue Soc. Sci. Nat de Tunisie*, 39, 44-52.
- l'activité antibactérienne et antifongique de quatre espèces algales marines in vitro evaluation of the antibacterial and antifungal activities of marine algae. *journal del'information medical de sfax*, 38.
- **Lee, K. W., Kim, Y. J., Lee, H. J., & Lee, C. Y. (2003).** Cocoa has more phenolic phytochemicals and a higher antioxidant capacity than teas and red wine. *Journal of agricultural and food chemistry*.
 - **Lièvre, K. (2004).** Modification de la composition en molécules pharmaceutiques (furocoumarines) de la Rue officinale (*Ruta graveolens*) par transformation génétique (Doctoral dissertation).
 - **Males, Z. & Medic-Saric, M. (2001).** Optimization of TLC analysis of flavonoids and phenolic acids of *Helleborus atrorubens* Waldst et Kit. *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis*, 24(3), pp.53-359.
 - **Mamyrbekova, J.A., boua, B.B, KOUASSI, K., BÉKRO, Yves-Alain. (2012).** Sur l'analyse qualitative et pharmacologique de 2 plantes anti-hypertensives utilisées à N'gramanssabo en Côte d'Ivoire. *Nature & Technologie. Revue « Nature & Technologie »*. B- Sciences Agronomiques et Biologiques, 08 : 02- 12.
 - **Mansour Al-Said, Tariq, M., Al-Yahya, M. A., Rafatullah, S., Ginnawi, O. T., & Ageel, A. M. (1990).** Studies on *Ruta chalepensis*, an ancient medicinal herb still used in traditional medicine. *Journal of Ethnopharmacology*, 28(3).
 - **Mansour SS, Tarik MY, Rafatullah MAS, Ginnawi OT, Ageel AM. (1990).** Studies on *Ruta chalepensis*, an ancient medicinal herb still used in traditional medicine. *Journal of Ethnopharmacol.* 28:305–312.
 - **Markham,K.R.(1982).** **Techniques of Flavonoid Identification.** Academ
 - **Massiaen, C.M., Cassini, R., (1981).** Taxonomy of *Fusarium*. In "Fusarium; Disease , Biology and Taxonomy". Pennsylvania State University.

Références bibliographiques

- **Merghache, S., Hamza, M., & Tabti, B. (2009).** Etude physicochimique de l'huile essentielle de *Ruta chalepensis* L. de Tlemcen, Algérie. *Afrique Science : Revue Internationale des Sciences et Technologie*, 5(1).
- **Mille Spiga Nerdjes. (2016),** Effet in vitro de l'extrait méthanolique des feuilles et des tiges de *Ruta chalepensis*, *Ruta angustifolia* et *Applophyllum tuberculatum* vis-à-vis de *Fusarium oxysporum* f. sp. Université Abdelhamid IBN Badis Mostaganem p12.
- **Mioulane, P. (2004).** Encyclopédie Universelle des 15000 plantes et fleurs de jardins Larousse, p 7-50.
- **Mohammedi, Z., & Atik, F. (2011).** Antioxidant activity of four Algerian plants: *Cistus ladaniferus*, *Crataegus oxyacantha*, *Lavandula stoechas* and *Smyrniolus olusatrum*. *Asian Journal of Chemistry*, 23(2), 709-712.
- **Molyneux, P. (2004).** The use of the stable radical diphenylpicryl-hydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 26(2), pp. p211-219.
- **Naouel, K., Farida, S. & Abdelkader, B. (2012).** EFFET INHIBITEUR IN VITRO DE L'HUILE ESSENTIELLE D'*Artemisia herba alba* SUR DEUX SOUCHES DE *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*. *Algerian Journal of Arid And Environment (AJAE)*, 2(1).
- **Organisation mondiale de la santé (OMS). (2006).** Guidelines for safe recreational water environments. Volume 2, *Swimming pools and similar environments*.
- **Ozenda, P. (1991).** Flore et végétation du Sahara, France : édition Centre National de la Recherche Scientifique (C.N.R.S), 3^{ème} édition, 662.
- **Philippe Bidet. (2019).** *Escherichiacoli/Shigelle*, p2.
- **Ponce, A. G., Fritz, R., Del Valle, C., & Roura, S. I. (2003).** Antimicrobial activity of essential oils on the native microflora of organic Swiss chard. *LWT-Food Science and Technology*.
- **Quezel p, Santa S. (1963).** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques et méridionales, France : édition CNRS, Tome 2, 590-593.
- **Sánchez-Moreno, C. (2002).** Methods used to evaluate the free radical scavenging activity in foods and biological systems. *Food science and technology international*, 8(3), pp. 121-137.
- **Spichiger R., Stutz de Ortega L. (1987).** Flora de Paraguay: Rutaceae (Missouri botanical garden).
- **Torche S et Bensegueni L. (2019).** Les antibiotiques. Institut des sciences vétérinaires. Université des frères mentouri constantine.
- **TORRES, R., Faini, F., Modak, B., Urbina, F., Labbé, C., & Guerrero, J. (2006).** Antioxidant activity of coumarins and flavonols from the resinous exudate of *Haplopappus multifolius*. *Phytochemistry*, 67(10), pp. 984-987.
- **Tounsi, m. S., wannes, w. A., ouerghemmi, i., msaada, k., smaoui, a., et marzouk, b. (2011).** Variation in essential oil and fatty acid composition in different organs of cultivated and growing wild *Ruta chalepensis* L. *Industrial crops and products*, 33(3), 617-623.
- **Ulubelen A. et Teren B. (1988).** Alkaloids and coumarins from roots of *Ruta chalepensis* *Journals photochemistry* 27(2) 650-651.

Références bibliographiques

- **Ulubelen, A., Terem, B., Tuzlaci, E., Cheng, K. F., & Kong, Y. C. (1986).** Alkaloids and coumarins from *Ruta chalepensis*. *Phytochemistry*, 25(11), 2692-2693. Université de Chlef-Hassiba Benbouali.
- **Waterman P. G. (1975).** Alkaloids of the Rutaceae: their distribution and Systematic Significance, *Biochemical Systematic and Ecology* 3; Ed: Pergamon Press; p: 149- 180.
- **Zerargui F. (2015).** Activité antioxydant des extraits de racines *Tamus communis* L. et caractérisation des substances bioactives. Université Ferhat Abbas Sétif 1.

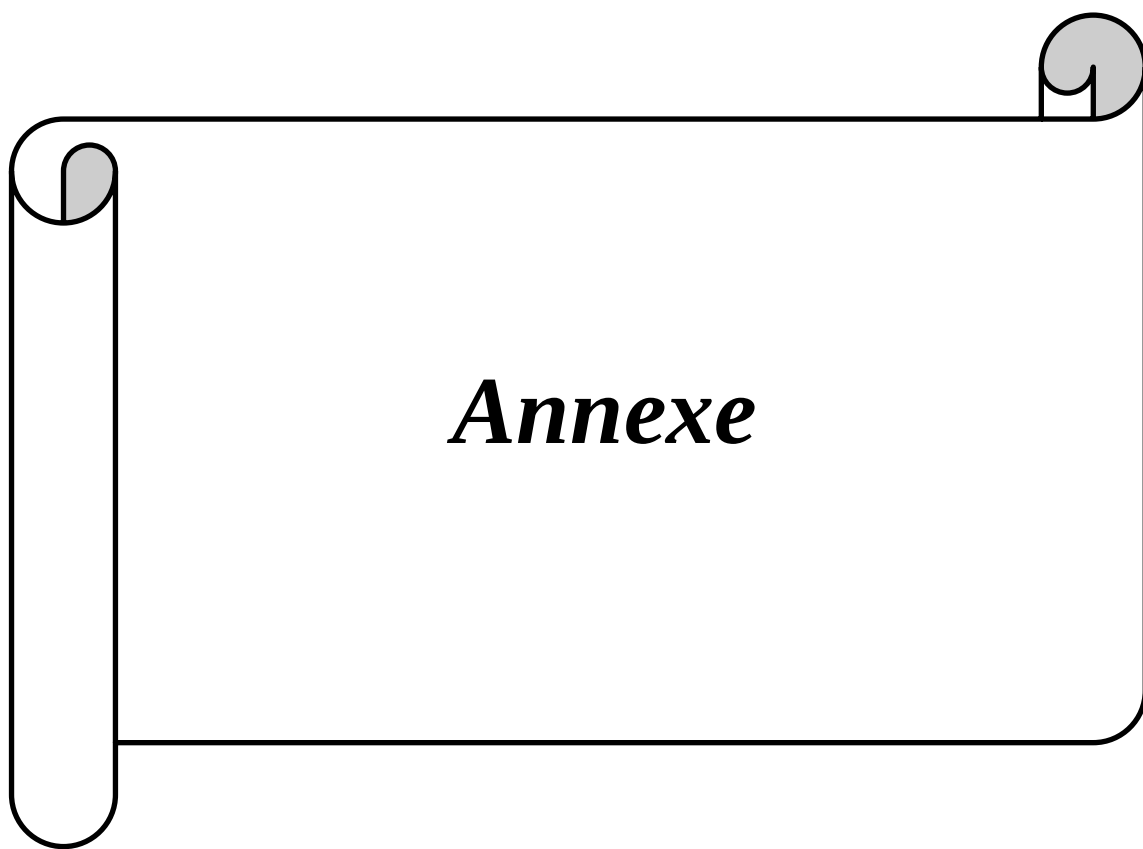




Figure * : photo originale de l'huile essentielle extraite

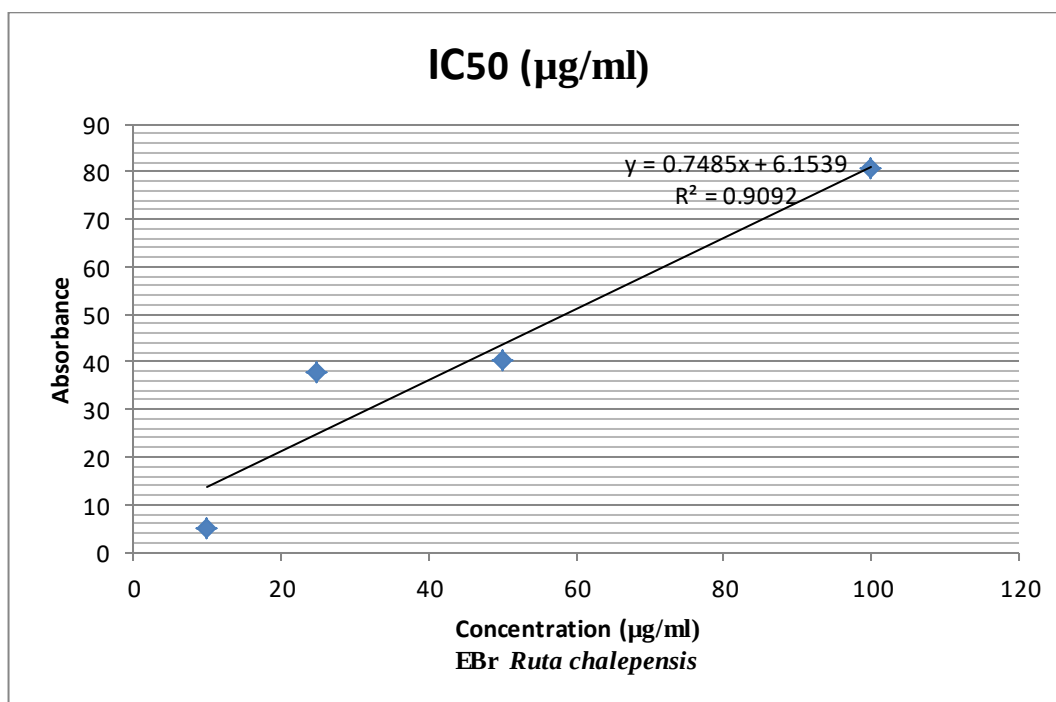


Figure ** : Représentation de l'inhibition du radical DPPH par l'estimation des valeurs d'IC50 des différents extraits de *Ruta chalepensis*

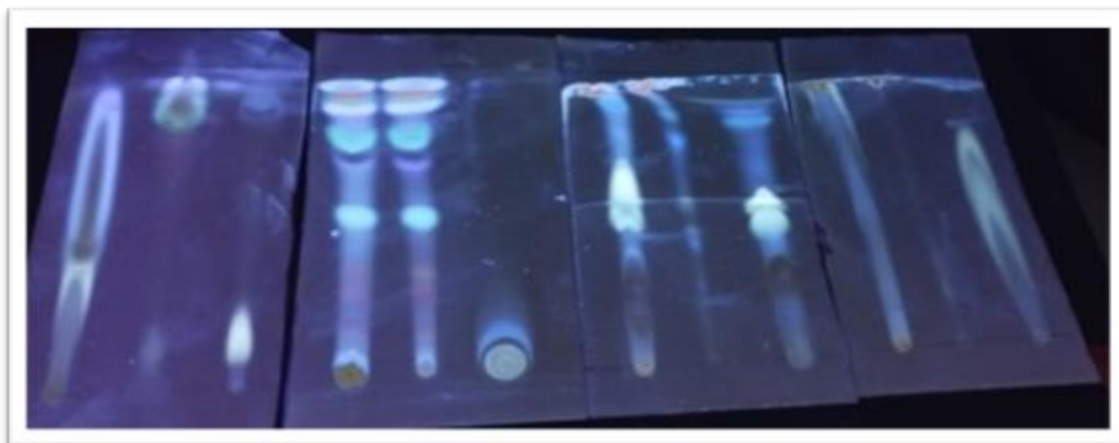


Figure *** Révélation de plaque CCM de gel de silice de EBrT, EAcOEt et EnBuOH de *Ruta chalepensis* sous lampe UV365 nm de S1, S2, S3, S4

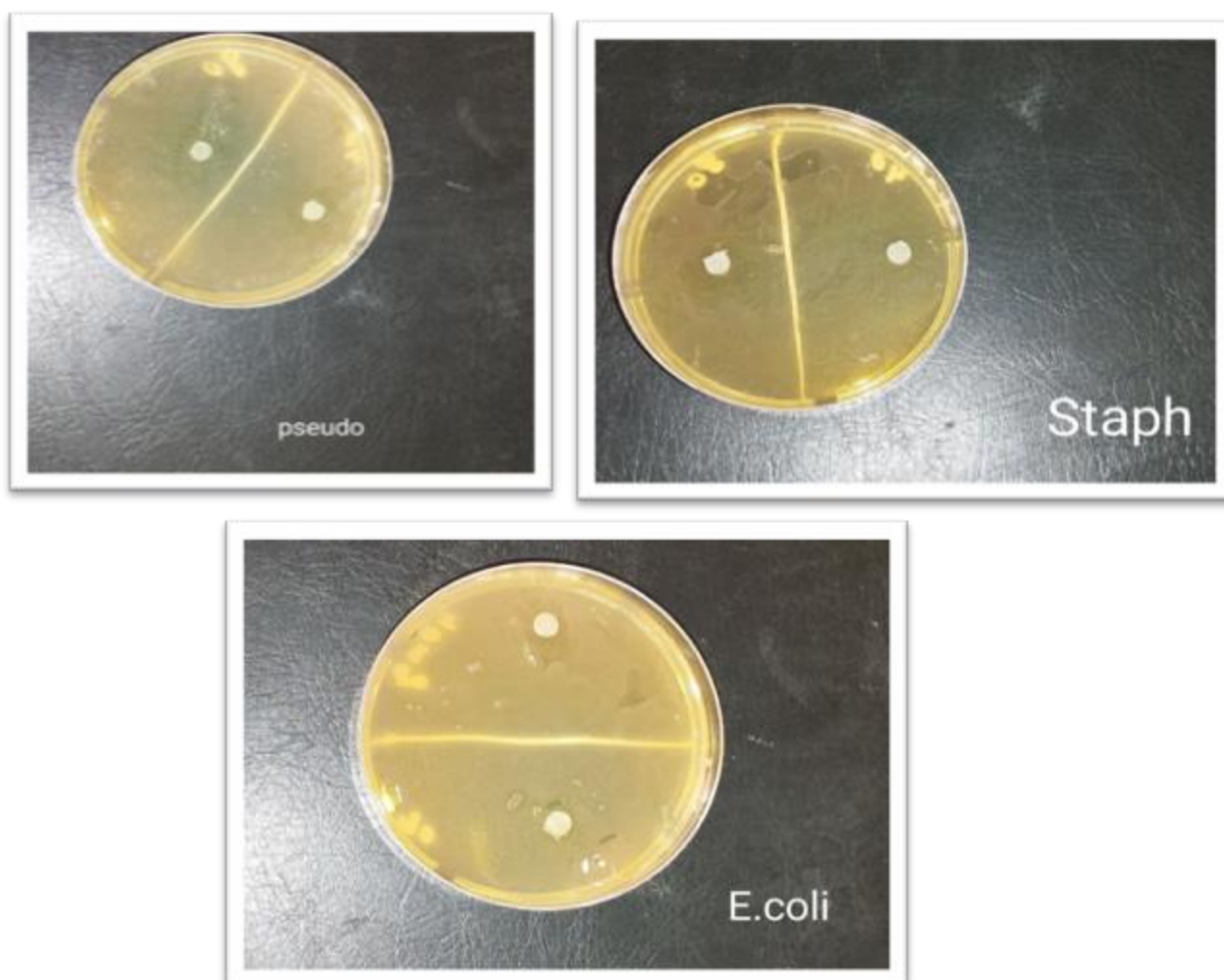


Figure **** : l'effet des extraits brut de la partie aérienne de la plante *Ruta chalepensis* sur des souches antibactériennes testé en présence des différentes concentrations d'extraits

الملخص

يُدرج عملنا ضمن دراسة النباتات الطبية حيث أجريت دراستنا على النوع التابع للعائلة Rutaceae وهو *Ruta chalepensis* استخلصت منه الزيوت الأساسية والمركبات الفينولية بتقنيات مختلفة حيث كان مردود الزيت 0.3% ومردود المستخلص الكحولي 19.8% وهو أكبر نسبة في المستخلصات، أشار التحليل بتقنية كروماتوغرافيا الطبقة الرقيقة CCM أن النبتة تحتوي على العديد من المركبات الفينولية والفلافونويدات، كما أظهر تقييم النشاط المضاد للأوكسدة للمستخلص الكحولي لهذه النبتة باستخدام جذر DPPH قدرته على الحد من الجذور الحرة مع $IC_{50} = 58,618 \mu g/ml$ كما تم اختبار النشاط المضاد للبكتيريا لمستخلص هذه النبتة مع 3 سلالات من البكتيريا

(*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*) ووفقا للنتائج التي تم الحصول عليها فإن المستخلص الكحولي لهذه النبتة له نشاط مضاد لبكتيريا *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* وليس له تأثير مثبط على سلالة *E. coli*.

الكلمات المفتاحية: *Ruta chalepensis*، Rutaceae، الزيوت الأساسية، النشاط المضاد للأوكسدة، النشاط المضاد للبكتيريا، تقنية CCM.

Résumé

Notre travail s'inscrit dans l'étude des plantes médicinales, où notre étude a été menée sur l'espèce de la famille des Rutaceae, *Ruta chalepensis* dont les huiles essentielles et les composés phénoliques ont été extraits avec différentes techniques, où le rendement en huile était de 0,3% et le rendement de l'extract alcoolique était de 19,8%, ce qui est le pourcentage le plus élevé dans les extraits L'analyse indiquée par chromatographie sur couche mince (CCM) La plante contient de nombreux composés phénoliques et flavonoïdes, et l'évaluation de l'activité antioxydant de l'extract alcoolique de cette plante à l'aide La racine de DPPH a montré sa capacité à réduire les radicaux libres avec $IC_{50} = 58,618 \mu g/ml$. L'activité antibactérienne de l'extract de cette plante a également été testée avec 3 souches de bactéries. (*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*) D'après les résultats obtenus, l'extract alcoolique de cette plante a une activité antibactérienne contre *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* et n'a pas d'effet inhibiteur sur la souche *Escherichia coli*.

Mots clés : *Ruta chalepensis*, activité antioxydant, activité antibactérienne, CCM.

Abstract

Our work is part of the study of medicinal plants, where our study was conducted on the species of the Rutaceae family, *Ruta chalepensis* whose essential oils and phenolic compounds were extracted with different techniques, where the yield in oil was 0.3% and the yield of alcoholic extract was 19.8%, which is the highest percentage in the extracts Analysis indicated by thin layer chromatography (TLC) The plant contains many phenolic and flavonoid compounds, and the evaluation of the antioxidant activity of the alcoholic extract of this plant using DPPH root showed its ability to reduce free radicals with $IC_{50} = 58.618 \mu g/ml$. The antibacterial activity of the extract of this plant was also tested with 3 strains of bacteria. (*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*) According to the results obtained, the alcoholic extract of this plant has antibacterial activity against *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* and has no inhibitory effect on the *Escherichia coli* strain.

Keys words: *Ruta chalepensis*, antioxidant activity, antibacterial activity, CCM.