



République Algérienne Démocratique Et Populaire
Ministère De L'Enseignement Supérieur
Et De La Recherche Scientifique
Université Abbes Laghrou – Khenchela
Faculté Des Sciences De La Nature Et De La Vie
Département De Biologie Moléculaire Et Cellulaire



Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme : **Master Académique**

Filière : Sciences biologiques

Option : Biochimie Appliquée

Thème

**Etude phytochimique d'une plante médicinale
(*Ruta montana*) et dosage des polyphénols et
flavonoïdes**

Présenter par :

GHODBANE Ferial

DJARMOUNE Abir

Devant les membres de jury :

Présidente: DJEMIL Randa MCA Université Abbes Laghrou _Khenchela

Promotrice: MESSAI Alima MAA Université Abbes Laghrou _Khenchela

Examinatrice :NADJI Hamida MAA Université Abbes Laghrou _Khenchela

Année Universitaire

2021/2022

Remerciements

Nous remercions tout d'abord ALLAH le tout puissant de nous avoir données la santé, la patience, la puissance et la volonté pour réaliser ce modeste travail.

Nous tenons particulièrement à remercier, Dr MESSAI Alima d'avoir accepté de nous encadrer , nous la remercions pour sa disponibilité, ses pertinents conseils sa patience et pour les efforts qu'elle a consenti durant la réalisation de ce mémoire

Un grand remerciement à Dr. DJEMIL Randa d'avoir accepté de présider le jury de notre mémoire.

Un grand remerciement également à Dr. HADJI Hamida d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Nous adressons, notre profonde gratitude et tout notre amour à nos parents, nos sœurs et frères, qui ont su nous faire confiance et nous soutenir en toutes circonstances

Liste des tableaux

Tableau 1: classification des terpènes	13
Tableau 2: les tests phytochimiques.....	27
Tableau 3: Résultats de screening phytochimique de <i>Ruta montana</i>	30

Liste des figures

Figure 1: Structure de quelques composés phénoliques	4
Figure 2: Quelques structures des acides phénoliques..	5
Figure 3: Structure des acides hydroxybenzoïques et hydroxycinnamiques.	5
Figure 4: Structure générale des flavonoïdes	6
Figure 5: Quelques structures des flavonoïdes	7
Figure 6: Structure de base des tanins hydrolysables.....	8
Figure 7: Structures de bases des tanins condensés.	8
Figure 8: la voie de shikimate.....	9
Figure 9 :Biosynthèse des polyphénols par la voie d'acétate	10
Figure 10: La voie de biosynthèse des flavonoïdes.....	11
Figure 11: Formule développée de l'isoprène.....	12
Figure 12: Structure de l'isoprène (A) et de quelques monoterpènes cyclique (B) ou à chaîne ouverte (C).....	13
Figure 13: Principales étapes de biosynthèse du diphosphate d'isopentényle à partir de l'acétyl CoA.....	14
Figure 14: Structures moléculaires de quelques alcaloïdes vrais	15
Figure 15: Structures moléculaires de quelques pseudo-alcaloïdes	16
Figure 16 :Structures moléculaires de quelques proto-alcaloïdes	16
Figure 17: synthèse de la coniine ;	17
Figure 18: Synthèse de l'hordénine	17
Figure 19: Synthèse de la mescaline.	17
Figure 20: Synthèse de l'éphédrine	18
Figure 21: Plante <i>Ruta Montana</i>	21
Figure 22: quelque photo détaillés de <i>R.montana</i>	21
Figure 23: Répartition géographique de la famille de Rutacées.	22
Figure 24:les fleurs de <i>Ruta mmontana</i> forme séchée et broyée.....	24
Figure 25:les branches de <i>Ruta montana</i> forme séchée et broyée	25
Figure 26:les racines de <i>Ruta montana</i> forme séchée	25
Figure 27:les étapes de technique d'extraction et de quantification.....	26
Figure 28: les étapes du dosage des polyphénols totaux	28
Figure 29:les étapes du dosage des flavonoïdes totaux	29

Figure 30: Test de présence des flavonoïdes -----	31
Figure 31: Test de présence des tannins-----	32
Figure 32: Test de présence des saponines-----	33
Figure 33: Concentration moyenne en phénols totaux(en mg EAG/g) des différents organes de la plante-----	35
Figure 34: Droite d'étalonnage des phénols totaux réalisée par l'acide gallique-----	35
Figure 35: Concentration moyenne en flavonoïdes des différents organes de la plante-----	36
Figure 36: Droite d'étalonnage des flavonoïdes réalisée par la catéchine-----	37

Liste des abréviations

- **CPT : Composes phénoliques totaux**
- **EMRM :Extrait méthanolique de *Ruta montana***
- **GAP : Pycraldehyde-3-phosphate**
- **OMP :Organisation Mondial de Commerce**
- **EAG :Energic AG**
- **MEP :2-C- Méthyl -D- érythritol-4 Phosphate**

Table de matières

Remerciements

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction 1

Etude bibliographique

Chapitre 1:les métabolites secondaires

1	Generalités sur les métabolites.....	3
2	Les métabolites primaires	3
3	Les métabolites secondaires.....	3
4	Classification des métabolites secondaires	3
5	Les composés phénoliques.....	4
5.1	Acides phénoliques.....	4
5.2	Les flavonoïdes.....	5
5.2.1	Structure	6
5.3	Les tanins.....	7
5.3.1	Les tanins hydrolysables	7
5.3.2	Les tanins condensés	8
5.4	Biosynthèse des composés phénoliques	8
5.4.1	Voie de l'acide shikimique.....	9
5.4.2	Voie de l'acétate.....	9
5.4.3	La voie de biosynthèse des flavonoïdes	11
6	Les terpènes	12
6.1.1	Classification et structure	12
6.1.2	Biosynthese des terpènes.....	13
7	Les alcaloïdes.....	14
7.1	Sources d'alcaloïdes.....	14

7.2	Classification et structures	15
7.2.1	Les alcaloïdes vrais	15
7.2.2	Les pseudos alcaloïdes	15
7.2.3	Les proto-alcaloïdes	16
7.3	Biosynthèse des alcaloïdes	16
7.3.1	Synthèse d'un pseudo alcaloïde	16
7.3.2	Les protoalcaloïdes.....	17
7.4	Rôle des alcaloïdes	18

Chapitre 2:la plante médicinale Ruta montana

1.	Introduction	19
2.	Classification systématique :.....	20
3 .	Description botanique	20
4.	Habitat et Distributions géographique.....	22
5.	Utilisation du Ruta montana en médecine traditionnelle	22

Etude Expérimentale

Chapitre 1: Matériel et méthodes

1	Présentation du lieu de l'étude expérimentale	24
2	Matériel végétal:	24
3	Méthodes expérimentale	26
3.1	Technique d'extraction et de quantification	26
3.2	Les tests phytochimique	27
3.3	Dosage des phénols totaux par spectrophotométrie	28
3.4	Dosage des flavonoïdes totaux	29

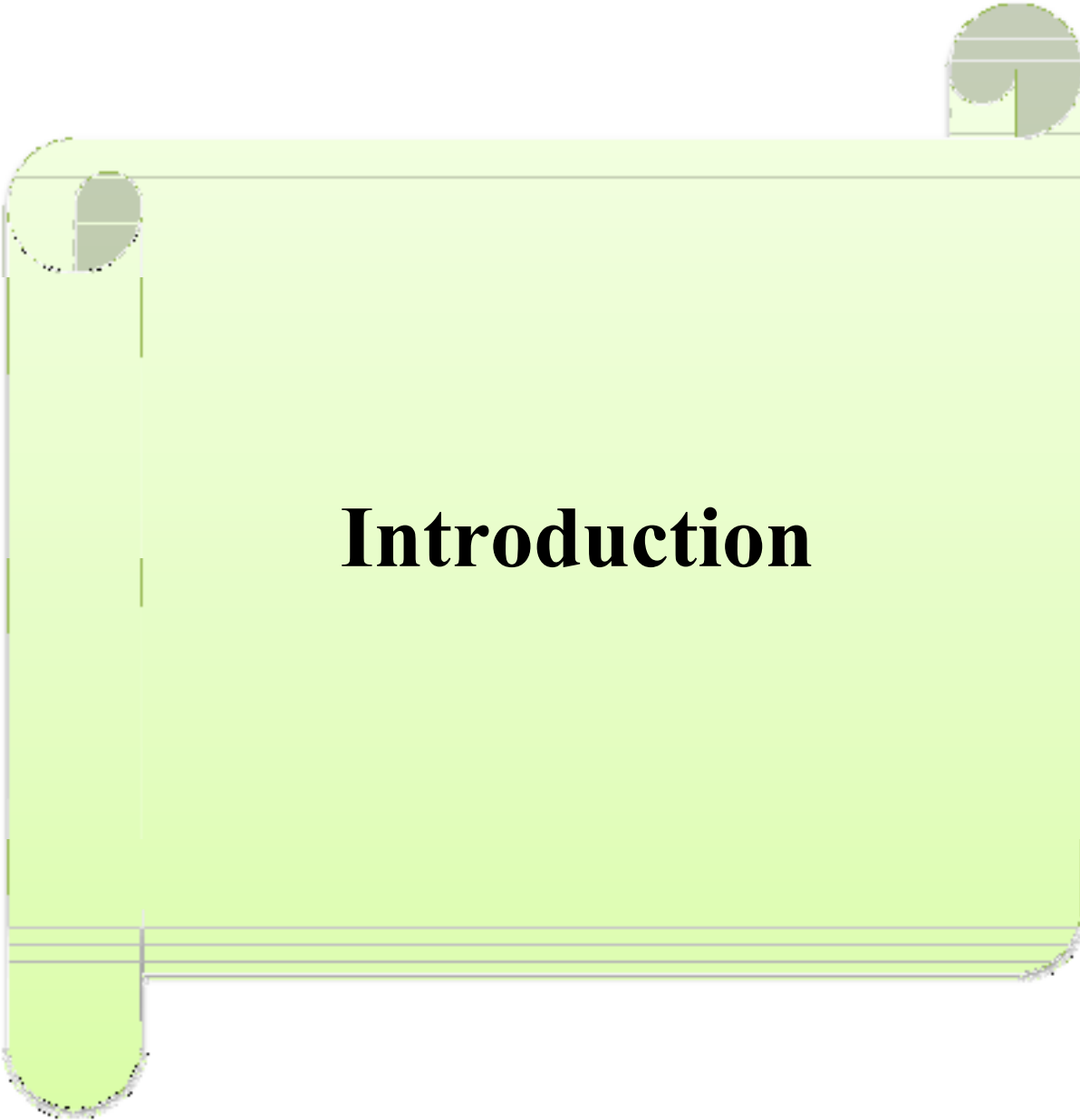
chapitre 2:Résultats et discussion

1	Les tests phytochimiques	30
2	Dosage des phénols totaux.....	35
3	Dosage des flavonoïdes.....	36
	Conclusion.....	38
	Références bibliographiques	29

RESUME EN FRANÇAIS

RESUME EN ANGLAIS

RESUME EN ARABE



Introduction

Introduction

Introduction

Les êtres humains utilisent diverses plantes trouvées dans leur environnement depuis des milliers d'années pour ses besoins de bases comme la nourriture, les vêtements et pour traiter et soigner diverses maladie, ces plantes représente une source naturelle importante de métabolites secondaires **(Chevallier, 2001)**. Dans les pays en développement Les plantes médicinales sont toujours une source de soins médicaux malgré les grandes avancées de la science et de la médecine Selon les données de l'OMS, 80 % des populations rurales des pays en développement utilisent les plantes médicinales comme principal traitement **(MA et al., 1997)**.

Il est nécessaire d'étudier ces plantes médicinales car sont peu toxiques et douces par rapport aux médicament pharmaceutique et Pratiquement sont utilisées par plus de 90% de la population dans l'usage thérapeutique dans plusieurs régions en Afrique **(Sofowora et al., 2013)**. Chez diverses cultures Plus de 13000 d'espèces de plantes sont utilisées comme traitement traditionnel de plusieurs maladies

Aujourd'hui dans la recherche pharmacologique les plantes médicinales sont présentes comme matière première dans la fabrication des médicaments, pas uniquement comme agent thérapeutique **(Bencharif, 2014)**. Les plantes médicinales sont utilisées à traiter de plusieurs maladies humaines et animales à cause de leurs composés phytochimiques .

L'Algérie, pays connu par son potentiel floristique constitué de plantes médicinales, environ 3000 espèces de plantes dont 15% sont endémiques **(Quezel et Santa, 1963)**. Ce potentiel de plantes médicinales présente une source de recherche scientifique dans le domaine des substances naturelles **(Bencharif, 2014)**.

L'objectif de notre travail est l'étude phytochimique de la plante médicinale *Ruta montana* et une étude comparative des polyphénols et des flavonoïdes des différentes parties de la plante. Notre travaille est divisé en deux parties:

- La première partie (bibliographique) contient deux chapitres :
Le premier chapitre est consacré à une étude bibliographique sur les métabolites secondaires, le deuxième chapitre est consacré à l'étude de la plante utilisée dans ce travaille *Ruta montana*.
- La seconde partie (expérimentale) reforme deux chapitres:

Introduction

Dans le premier chapitre nous a permet à illustrer le matériel et les méthodes utilisées dans ce travail et le deuxième chapitre consiste les résultats obtenus et leurs discussions.

Enfin, nous terminons par une conclusion générale.



Etude bibliographique



Chapitre 1:

Les métabolites secondaires

Chapitre 1: les métabolites secondaires

1 Généralités sur les métabolites

Les plantes participent à la survie de l'homme et des différents écosystèmes, elle comportent des composés importants qui interviennent dans des réactions biochimiques et enzymatiques dans l'organisme on distingue deux groupes de métabolites : les métabolites primaires et les métabolites secondaires (**Hartmann, 2007**).

2 Les métabolites primaires

les métabolites primaires C'est l'un des types de métabolites directs car ils sont considérés comme un métabolite de base, se trouvent dans toutes les cellules de l'organisme d'une plante et il travaille à développer le processus de croissance, d'hydratation et de reproduction naturelle d'un organisme ou d'une cellule Ils constituent un groupe de produits naturels qu'il convient d'explorer pour des propriétés antioxydantes, antimicrobiennes, anti-inflammatoires et **anticancéreuses (Epifano et al.,2007)**.

Ils sont également considérés comme l'un des composés qui ont généralement une fonction physiologique dans un organisme qui participe à sa croissance, et sa fonction est considérée comme une fonction essentielle, et ils comprennent également des récepteurs primaires.

Ils sont classés en quatre grandes catégories :

- ✚ les glucides, source d'énergie ,paroi cellulaire
- ✚ les lipides, source d'énergie ,membrane cellulaire
- ✚ les acides aminés ,source primaire de construction des protéines
- ✚ les acides nucléiques

3 Les métabolites secondaires

les métabolites secondaires sont des molécules organiques complexes synthétisées qui ne sont pas directement impliqués dans la croissance de la plante , et ils ont des rôles très variés. Ils peuvent servir de défense (sécrétions amères ou toxiques pour les prédateurs) ou au contraire, attirer certaines espèces ayant des rôles bénéfiques (pollinisateurs) **.(Herms et Mattson, 1992)** . jouent un rôle dans l'adaptation des plantes, ils ont des propriétés spécifiques chez l'homme comme la caféine ,la nicotine, la morphine, la cocaïne (**Primose, 2004**).

4 Classification des métabolites secondaires

Les métabolites secondaires chez les végétaux sont classés en trois grands groupes:

- les composés phénoliques

Chapitre 1: les métabolites secondaires

- les terpènes
- les alcaloïdes.

Chacune de ces classes renferme une très grande diversité de composés qui possèdent une très large gamme d'activité en biologie humaine (Krief, 2003) .

5 Les composés phénoliques

Les polyphénols sont présents dans toutes les parties de la plante chez les végétaux comme des métabolites secondaires (Lugasi et al., 2003). Regroupes nombreuse classes de composés chimiques Avec plus de 8000 structures phénoliques connus (Urquiaga et Leighton, 2000). possédant au moins un cycle aromatique à 6 atome de carbones et un hydroxyle phénolique comme une molécule simple (Croteau et al., 2000).

ils sont classés principalement:

acide phénolique , flavonoïdes ,tanins , coumarines (King et Young, 1999).

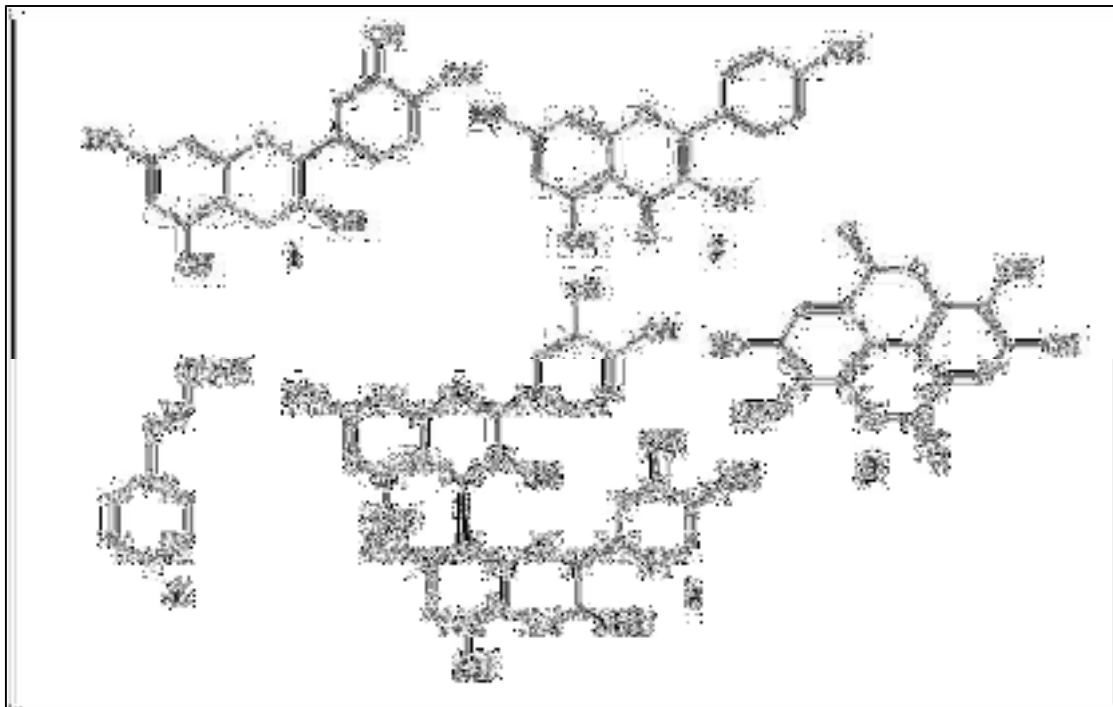


Figure 1: Structure de quelques composés phénoliques (Lugasi et al.,2003)

5.1 Acides phénoliques

Ce sont des composés phénoliques présentant des cycles aromatiques le plus souvent soluble dans l'eau et présent sous forme de glycoconjugués (Gavot, 2009).

Chapitre 1: les métabolites secondaires

Ils sont représentés par deux sous classes:

- Acides hydroxybenzoïques
- Acides hydroxycinnamiques

Parmi les acides phénoliques on cite : acide chlorogénique, acide caféique, acide protocatéchique, acide vanillique et acide gallique (Djenidi, 2012).

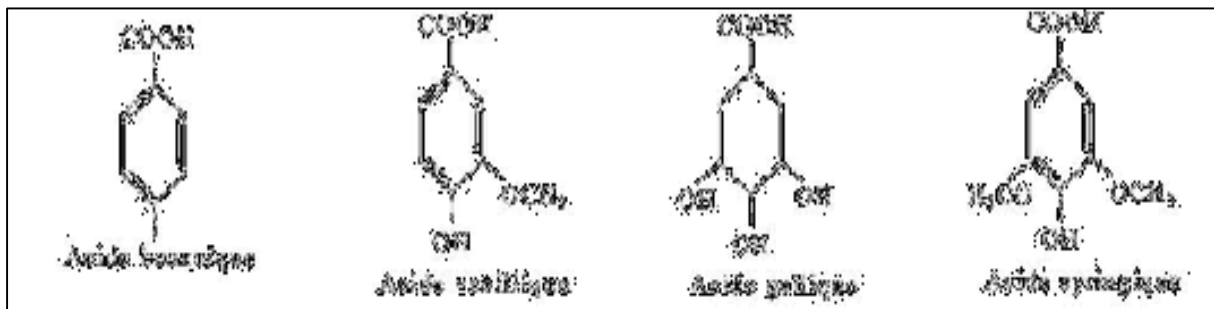


Figure 2: Quelques structures des acides phénoliques. (Djenidi, 2012).

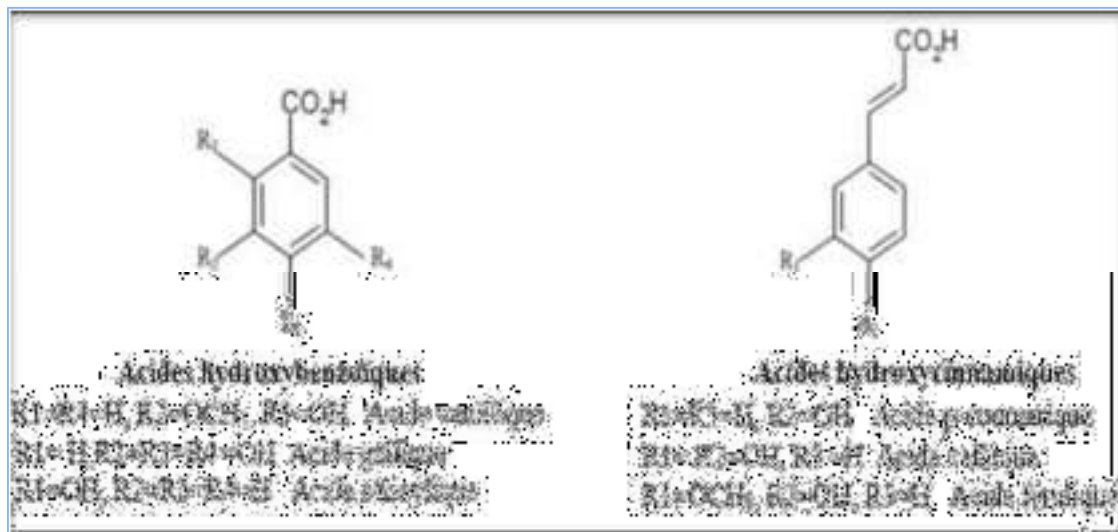


Figure 3: Structure des acides hydroxybenzoïques et hydroxycinnamiques. (Macheix et al., 2005)

5.2 Les flavonoïdes

les flavonoïdes sont le groupe le plus représentatifs des composés phénoliques avec de 4000 composés connus (Edenharder et Grünhage,2003). ont des structures chimiques variées et des caractéristiques .qui peuvent participer dans les processus photosynthétiques comme des pigments (Mukohata et al. 1978).

5.2.1 Structure

La structure de base des flavonoïdes comporte deux cycles aromatiques à 6 carbones joints par un hétérocycle à oxygène (Yao et al, 2004).

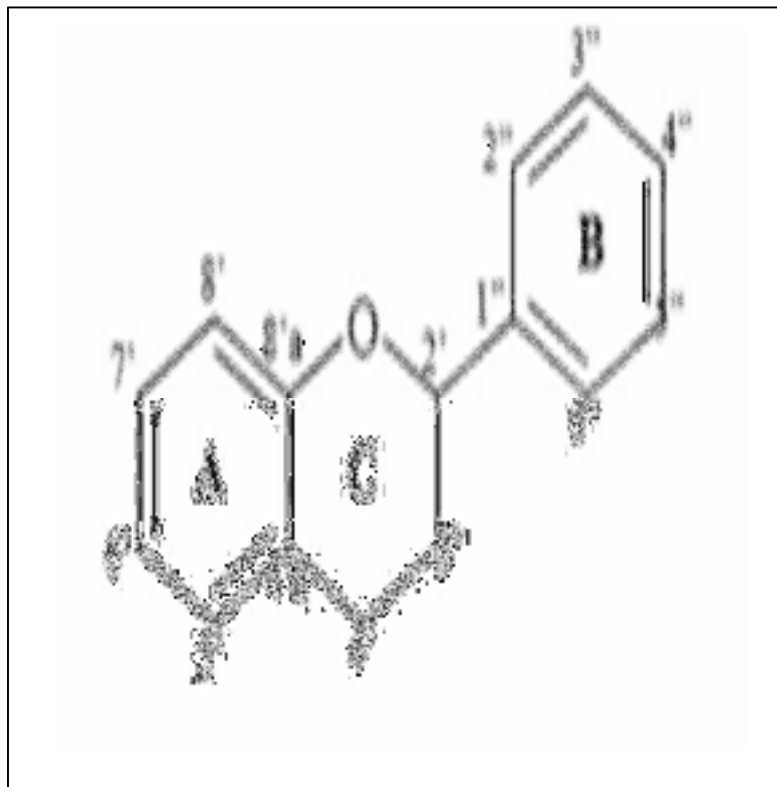


Figure 4: Structure générale des flavonoïdes(Lugasi et al.,2003)

Ces composés regroupent strict (flavones, flavonols, flavanones, flavanonols, flavanes, flavan-3-ols, flavylum, chalcones, auronnes) et les isoflavonoïdes (Cseke, Setzer et al., 2006).

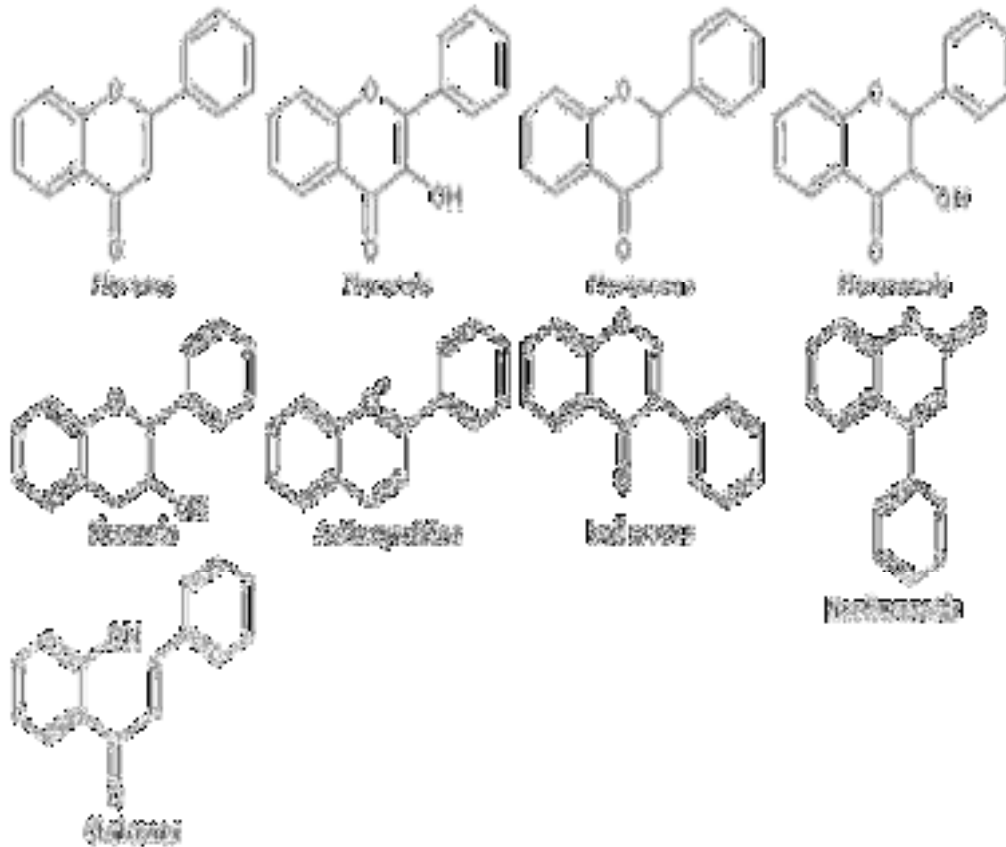


Figure 5: Quelques structures des flavonoïdes (Gavot, 2009).

5.3 Les tanins

Les tanins sont des substances phénoliques polymériques, d'origine végétale (Berthod et al, 1999). Ils se retrouvent presque dans toutes les parties du végétal (Scalbert, 1991). On observe surtout dans les écorcées âgées et les tissus. Leurs poids moléculaires s'étendent de 5000 à 3000 Da (Cowan, 1999). Les tanins sont chez les conifères, les fagacées, les rosacées, présentent dans les plantes utilisées dans l'alimentation comme les céréales et les légumineuses.

Selon leur structure, on distingue deux groupes différents :

- les tanins hydrolysables
- les tanins condensés

5.3.1 Les tanins hydrolysables

Les tanins hydrolysables sont des polyesters de glucides et acides phénols. Selon la nature de l'acide phénol, on distingue l'acide gallique dans le cas des gallotannins ou l'acide ellagique dans le cas des tannins (Bruneton, 1993 ; Cowan, 1999).

Chapitre 1: les métabolites secondaires

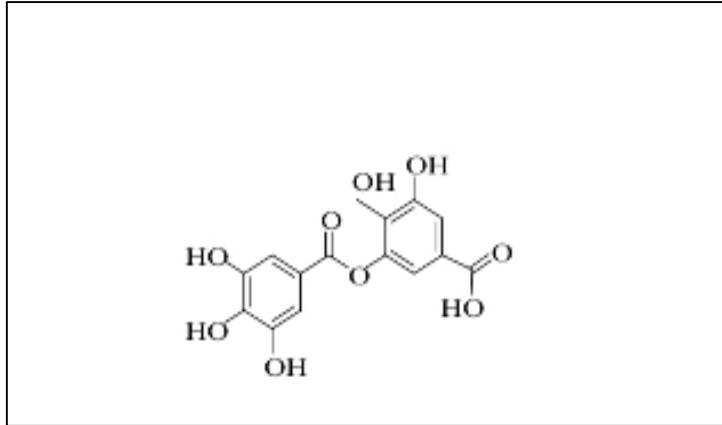


Figure 6: Structure de base des tanins hydrolysables(Scalbert, 1991).

5.3.2 Les tanins condensés

Les tanins condensés sont des polymères formés dans les vacuoles des solutions pseudo-colloïdales et peuvent aussi se fixer au niveau des lignines, Ils sont formés de 2 à plusieurs unités de flavan-3-ols ou de flavan-3,4-diols liés entre elles par des liaisons C-C, le plus souvent C4-C8 ou rarement C4-C6. (Bruyne et al. 1999).

Ils diffèrent des tanins hydrolysables, leurs molécules ne possèdent pas de partie osidique et Non hydrolysables (Paris et hurabiellem, 1981).

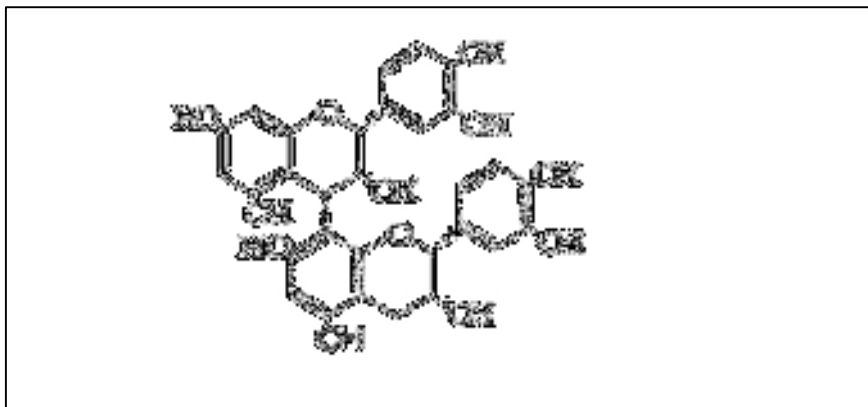


Figure 7: Structures de bases des tainins condensés(Scalbert, 1991).

5.4 Biosynthèse des composés phénoliques

Les composés phénoliques constituent un groupe important de métabolites secondaires. La plupart des molécules phénoliques sont formées à partir de deux acides aminés aromatiques,(Macheix et al., 2005).

Chapitre 1: les métabolites secondaires

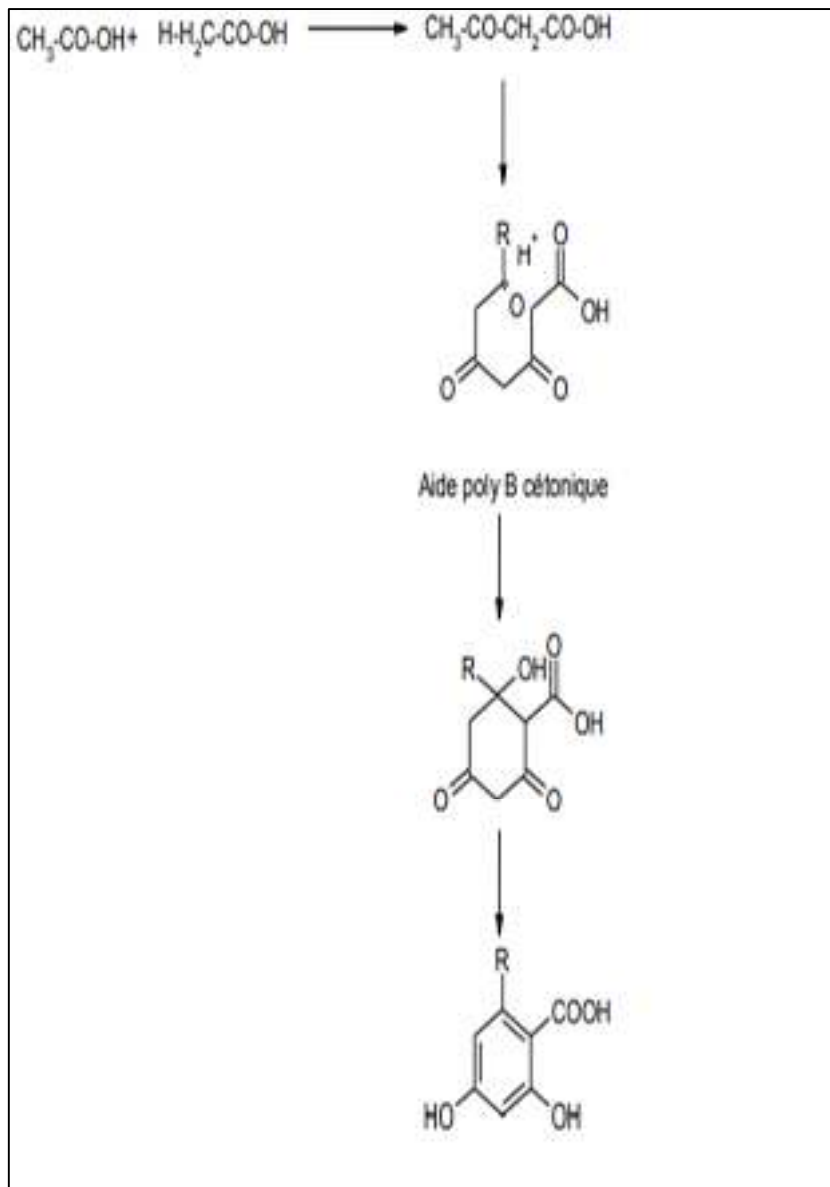


Figure 9: Biosynthèse des polyphénols par la voie d'acétate(Bruneton, 1999).

5.4.3 La voie de biosynthèse des flavonoïdes

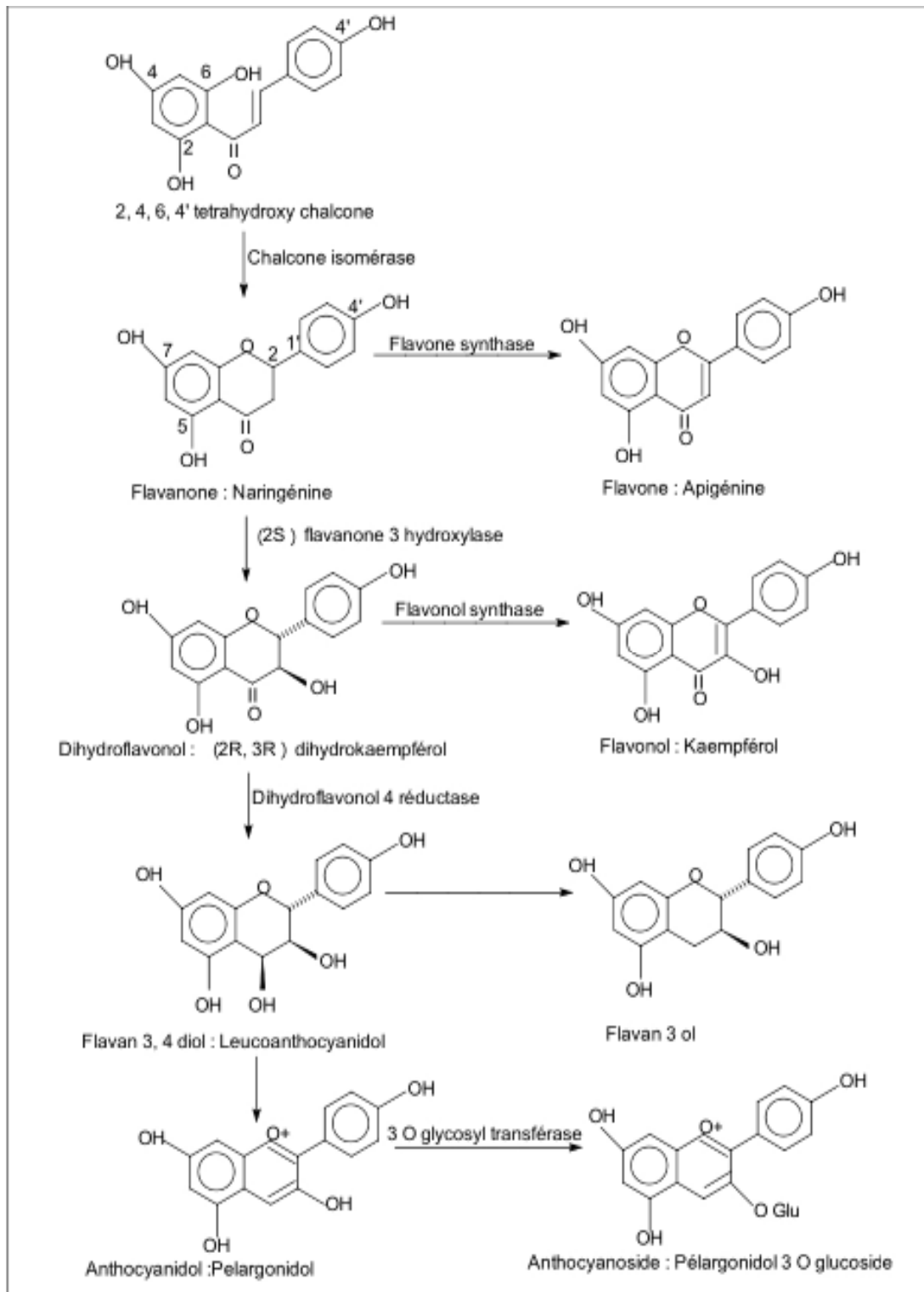


Figure 10: La voie de biosynthèse des flavonoïdes (Winkel–Shirley, 2001; Subsamanian et al,2007).

6 Les terpènes

Les terpènes sont une classe d'hydrocarbures cycliques ou à chaînes ouvertes. Ce sont des produits naturels largement répandus dans le règne végétal. Synthétisés par les plantes, les organismes marins, les animaux et même les champignons (Benaissa, 2011). Formée par assemblage de deux ou plusieurs unités isopréniques ce sont des polymères de l'isoprène de formule brute $(C_5H_8)_n$ (Paris et Moxse, 1965). Ils ont des propriétés anti oxydantes, antifongiques et une activité antimicrobienne (laib, 2011).

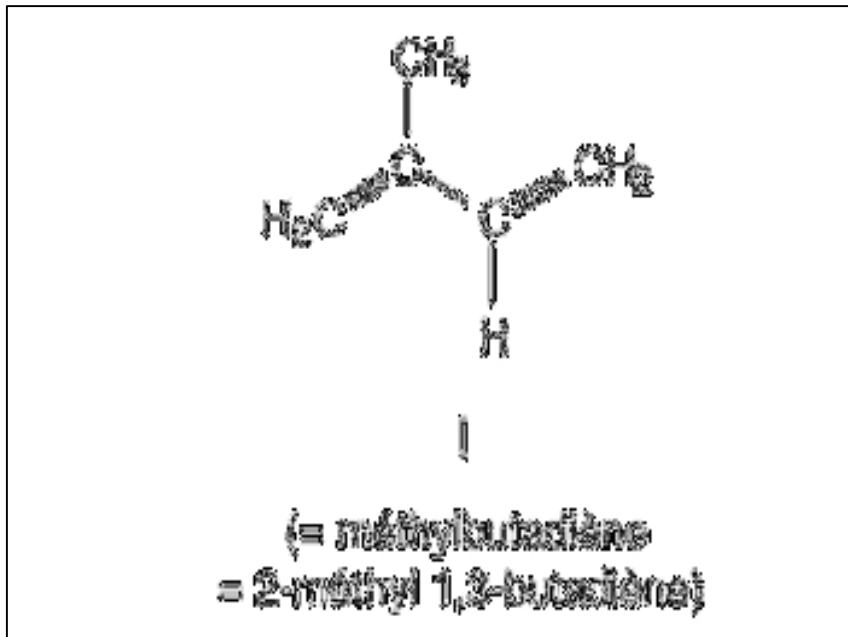


Figure 11: Formule développée de l'isoprène(Paris et Moxse , 1965).

6.1.1 Classification et structure

La classification des terpènes est basée sur le nombre d'unités isopréniques qu'ils contiennent : donnant des hémiterpènes (C₅), monoterpènes (C₁₀), sesquiterpènes (C₁₅), diterpènes (C₂₀), sesterpènes (C₂₅), triterpènes (C₃₀), tetraterpènes (C₄₀) et polyterpènes (Belbache, 2003).

Chapitre 1: les métabolites secondaires

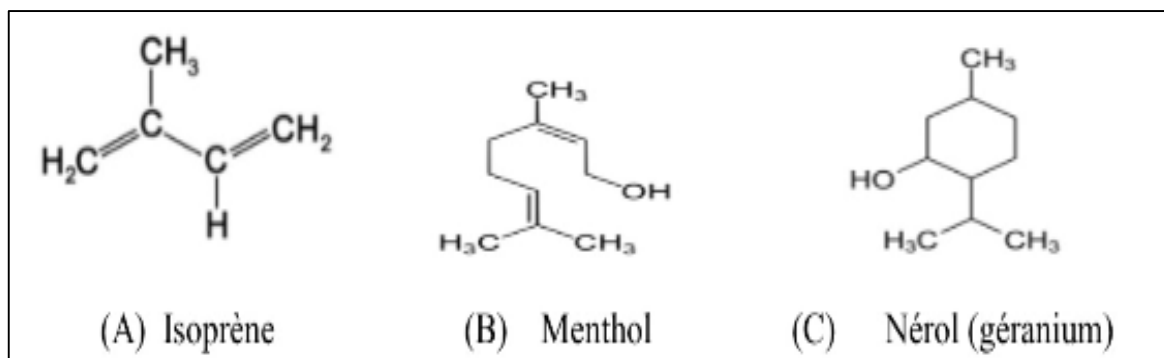


Figure 12: Structure de l'isoprène (A) et de quelques monoterpènes cyclique (B) ou à chaîne ouverte (C) (Belbache, 2003; Khenaka, 2011).

Tableau 1: classification des terpènes

Nom	N° unité 5 x C	Exemple de molécule
Emiterpènes	1	Isoprène
Monoterpènes	2	Aromes volatiles, parfums
Sesquiterpènes	3	Phytoalexines
Diterpènes	4	Phytol, gibberellines, phytoalexines
Triterpènes	6	Brassinostéroïdes, stéroïdes de membranes, certaines toxines
Tétraterpènes	8	Caroténoïdes
Polyterpènes	>8	Plastoquinones, ubiquinones, polymère (latex)

6.1.2 Biosynthèse des terpènes

Voie du glycéraldéhyde 3-phosphate (GAP) ou voie du 2-C-méthyl-D-érythritol 4-phosphate (MEP)

La biosynthèse végétale des terpènes prend son origine au niveau de l'acétyl coenzyme A (CH₃COSCoA), produit de la glycolyse (catabolisme des sucres). Cette voie constitue de ce fait une voie spécifique des végétaux et de certains procaryotes, elle se déroule dans le chloroplaste. Elle est à l'origine de la majorité des terpènes végétaux: caroténoïdes des chloroplastes, des chromoplastes, phytol de la chlorophylle, chaîne des plastoquinones, mais aussi monoterpènes, sesquiterpènes, diterpènes, et polyterpènes (Guignard, 2000).

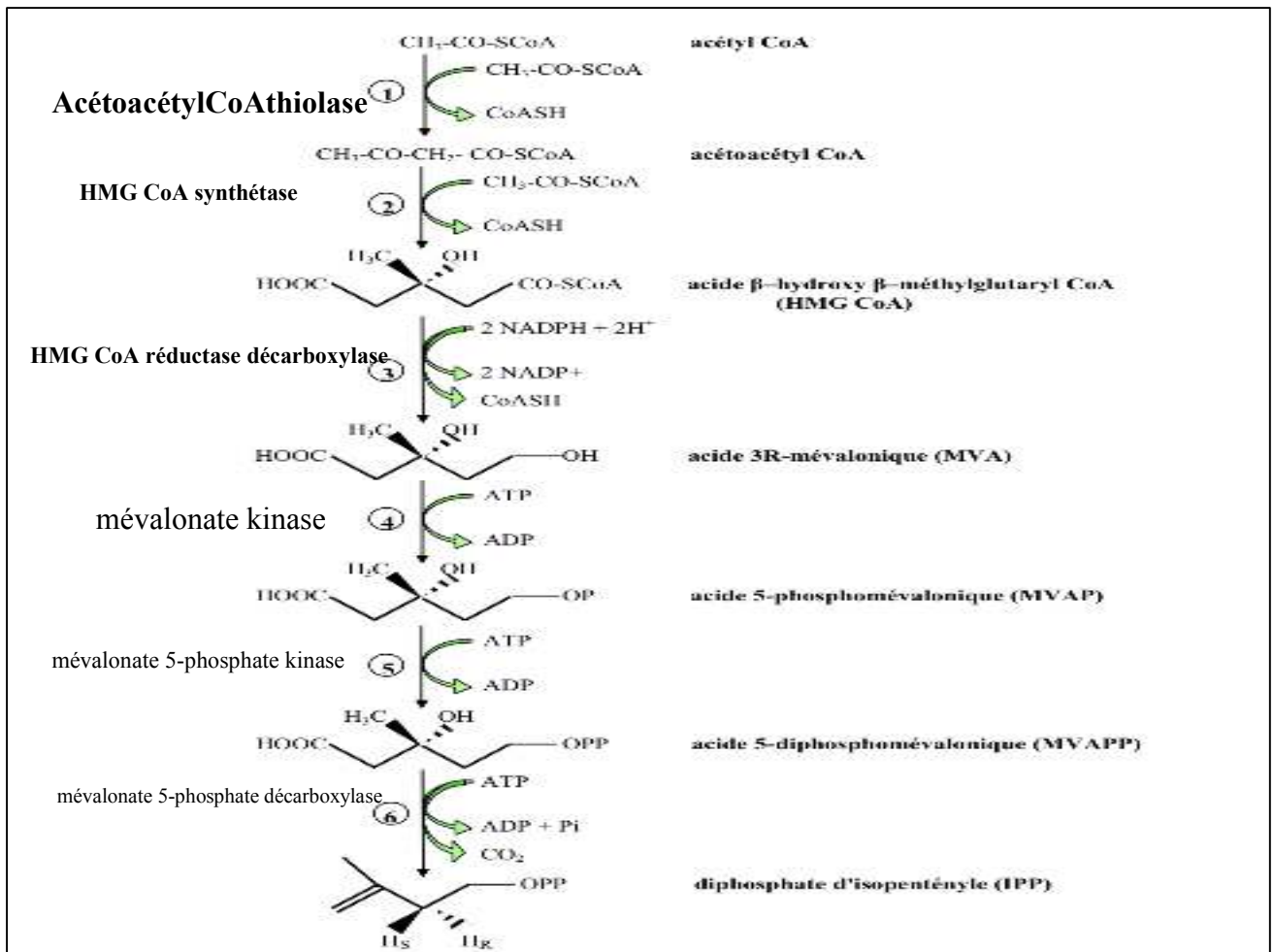


Figure 13: Principales étapes de biosynthèse du diphosphate d'isopentényle à partir de l'acétyl CoA (Croteau, 1990).

7 Les alcaloïdes

Un alcaloïde est un composé organique naturel (le plus souvent d'origine végétale), hétérocyclique avec l'azote comme hétéroatome, de structure moléculaire complexe plus ou moins basique et doué de propriétés physiologiques prononcées même à faible dose (Bruneton, 1999 ; Zenk, Juenger, 2007).

7.1 Sources d'alcaloïdes

Les plantes sont la principale source d'alcaloïdes, car elles sont regroupées en près de 300 familles de plantes, dont les plus importantes sont la famille des morelles, la famille du pavot, la famille des lys, la famille des légumineuses, la famille des lauriers roses. La base de la synthèse des alcaloïdes est les racines, puis ils se déplacent vers le reste des parties de la plante à travers les vaisseaux du phloème et s'accumulent dans les tissus sous forme de sels

Chapitre 1: les métabolites secondaires

d'acides organiques tels que l'acide tartrique, l'acide citrique, ou ils sont associés avec des dragons.

7.2 Classification et structures

Selon l'origine biosynthétique, on distingue trois types d'alcaloïdes

7.2.1 Les alcaloïdes vrais

Les alcaloïdes vrais dérivent d'acides aminés et comportent un atome d'azote dans un système hétérocyclique. Ce sont des substances douées d'une grande activité biologique, même à faibles doses. Ils apparaissent dans les plantes soit sous forme libre soit sous forme d'un sel. Comme exemples, nous pouvons citer L'atropine, L'atropine, la cocaïne et la morphine (Mamadou, 2011).



Figure 14: Structures moléculaires de quelques alcaloïdes vrais(Mamadou, 2011).

7.2.2 Les pseudos alcaloïdes

Les pseudo-alcaloïdes ne sont pas dérivés d'acides aminés. Ils peuvent cependant être indirectement liés à la voie des acides aminés par l'intermédiaire d'un de leurs précurseurs, ou d'un de leurs postcurseurs. Nous pouvons : la Coniine, l'Éphédrine et la Solanidine (Mamadou, 2011).

Chapitre 1: les métabolites secondaires

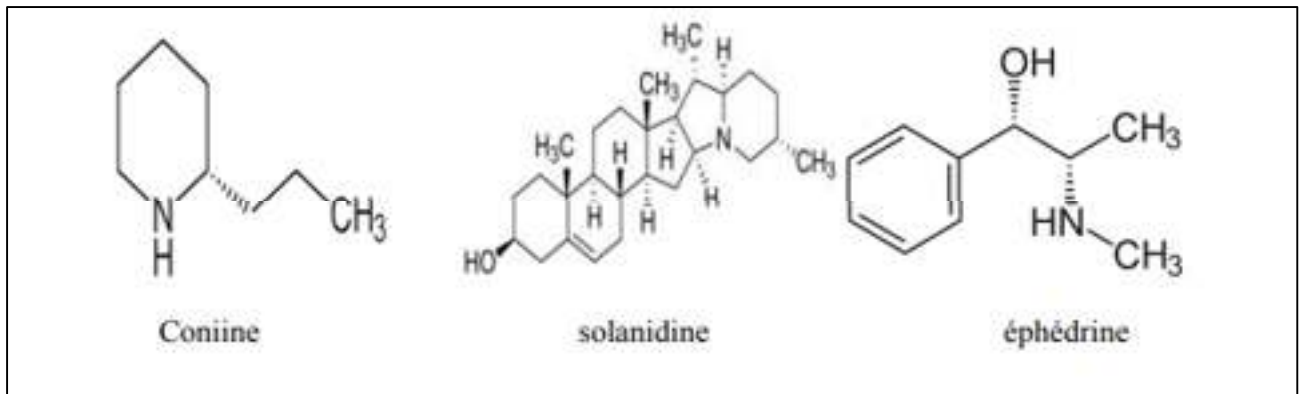


Figure 15: Structures moléculaires de quelques pseudo-alcaloïdes(Mamadou, 2011) .

7.2.3 Les proto-alcaloïdes

Les proto-alcaloïdes sont des amines simples, dont l'azote n'est pas inclus dans un hétérocycle. Ils dérivent aussi d'acides aminés. Quelques exemples sont l'adrénaline, la dopamine la mescaline (Mamadou, 2011).

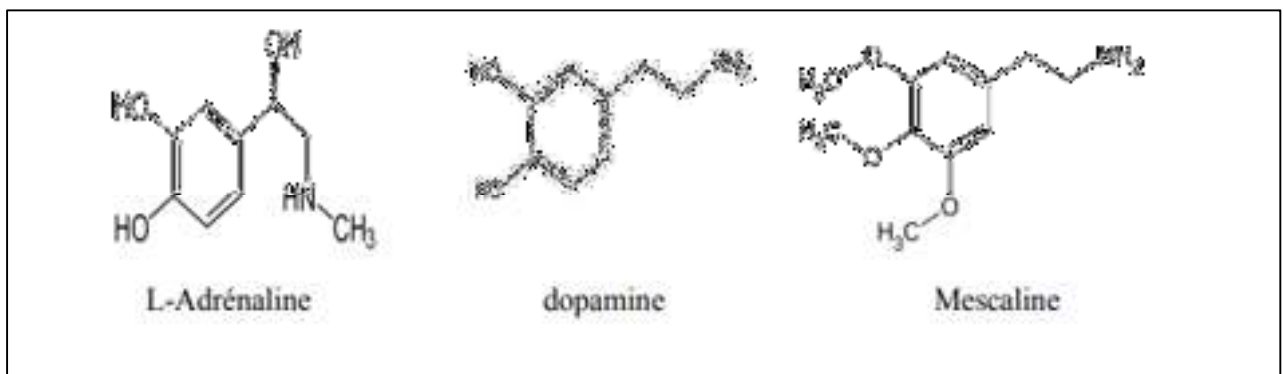


Figure 16: Structures moléculaires de quelques proto-alcaloïdes(Mamadou, 2011) .

7.3 Biosynthèse des alcaloïdes

7.3.1 Synthèse d'un pseudo alcaloïde

La coniine dont le squelette carboné résultant de la condensation de 4 unités acétiques (4 malonyl CoA)

Chapitre 1: les métabolites secondaires

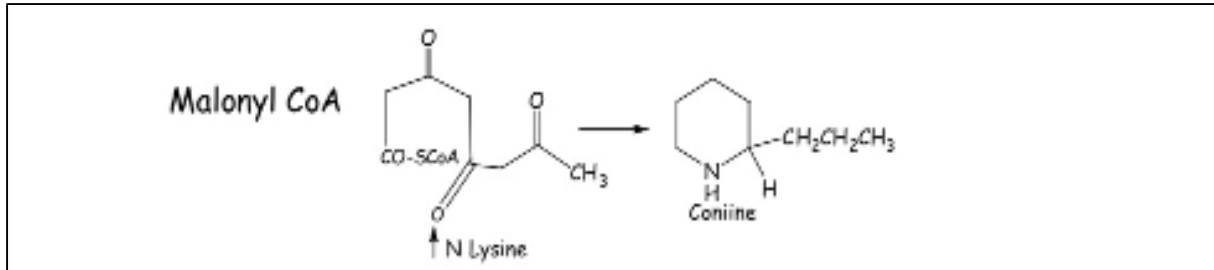


Figure 17: synthèse de la coniine (Dih et Belguendouz, 2017) .

7.3.2 Les protoalcaloïdes

▪ Synthèse de l'hordénine

La réaction de la tyrosine est particulièrement Facile. Le groupe méthyle est généralement fourni par la méthionine

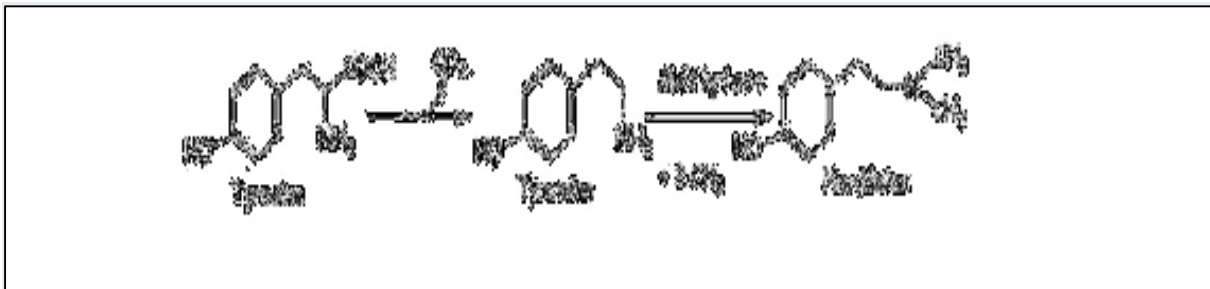


Figure 18: Synthèse de l'hordénine (Dih et Belguendouz, 2017) .

▪ Synthèse de la mescaline

Le point de départ est la tyrosine.

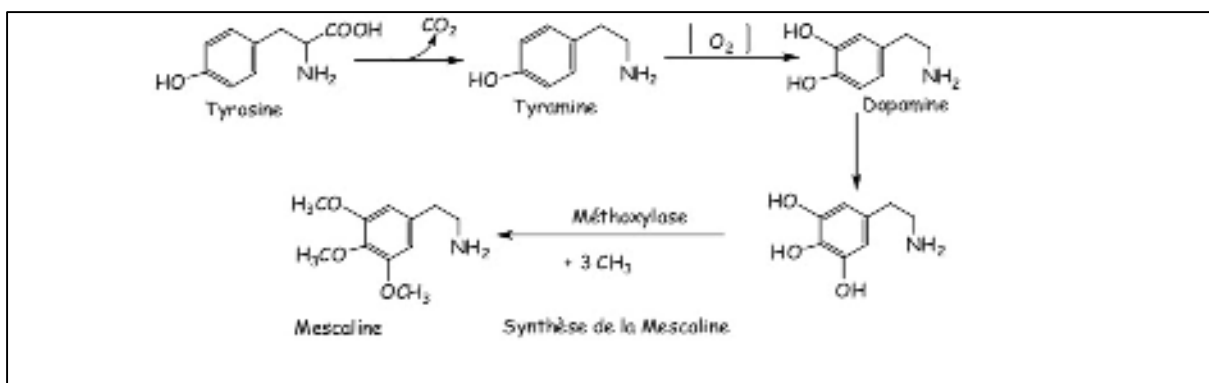


Figure 19: Synthèse de la mescaline (Dih et Belguendouz, 2017) .

Chapitre 1: les métabolites secondaires

▪ Synthèse de l'éphédrine

le précurseur est La phénylalanine

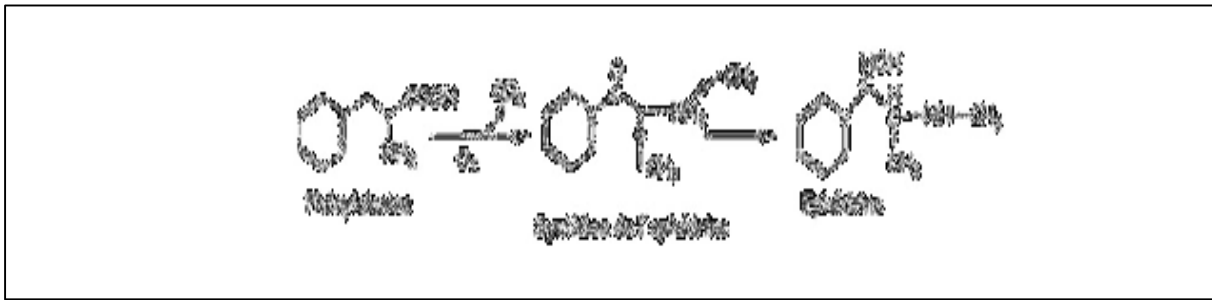


Figure 20: Synthèse de l'éphédrine (Dih et Belguendouz, 2017) .


7.4 Rôle des alcaloïdes

Les alcaloïdes ont un rôle très important dans le végétal comme l'odeur, la couleur le goût et surtout la protection et la défense contre les agressions externes, ils sont aussi considérés comme une forme de réserve d'azote (Santavy, 1970).

D'après (Aniszewski2015), les alcaloïdes font partie du mécanisme d'adaptation d'un organisme à son milieu de vie. Ces substances ne sont pas toxiques lorsqu'elles sont stockées, mais elles le deviennent suite à un changement de pH cellulaire. Les réponses des animaux aux alcaloïdes sont très diverses. Certaines d'entre eux les tolèrent, tandis que d'autres sont lésés ou même empoisonnés.

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 plus part des espèces de drosophile
- Les alcaloïdes de Veratrum inhibent la croissance de l'avoine et du seigle



Chapitre 2:
la plante médicinale *Ruta*
montana

Chapitre 2: la plante médicinale *ruta montana*

1. Introduction

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, tannins et coumarines) **(Khadhri, 2013)**.

Les plantes médicinales et aromatiques demeurent une source inépuisable de substances biologiquement actives. Ces plantes constituent une composante fondamentale dans les secteurs de santé et d'agro-alimentaire. Face aux limites thérapeutiques des médicaments chimiques, le développement de la recherche sur les plantes médicinales a été orienté vers l'obtention de phyto médicaments présentes sous diverses formes galéniques simples répondant à une réglementation précise en matière d'évaluation portant sur l'innocuité, l'efficacité thérapeutique et la stabilité. Ainsi, les huiles essentielles commencent à avoir beaucoup d'intérêt comme source potentielle des molécules naturelles bioactives **(Chikhoun, 2007)**

Nous nous sommes intéressés dans notre travail à la plante médicinale *Ruta montana*, qui appartient à la famille des rutacées, appelée communément par la population locale «Fidjel». Elle est spontanée, largement répandue en Afrique du nord, particulièrement en Algérie. Cette plante est connue pour sa richesse en produits des métabolites secondaires et par les alcaloïdes **(Baba aissa, 1999)**.

Chapitre 2: la plante médicinale ruta montana

2. Classification systématique :

selon (Rodolphe et al., 2004)

Règne : Végétale

Sous Règne : tracheobionta :(plante vasculaires)

Embranchement : Spermaphyte

Sous embranchement : Angiosperme

Classe : Dicotylédones

Sous classe : Dialypétale

Ordre : Rutale

Sous ordre : rutineae

Famille : Rutacées

Sous famille : rutoidées

Genre : Ruta

Espèce : *Ruta montana L*

3. Description botanique

La rue appelée populairement « fidjel » est une plante annuelle de la famille des rutacées, utilisée depuis longtemps pour des usages thérapeutiques et culinaires. C'est une plante aromatique de la région méditerranéenne (Quezel, P & Santa., 1963). Il s'agit d'un sous-arbrisseau vivace de 30 à 60 cm d'hauteur à tige rameuse dans sa partie supérieure, semi-ligneuse. Les feuilles, glauques finement découpées en segments linéaires, lancéolées ou souvent très allongées, enroulées en dessous par leur bord, leurs faces supérieures sont couvertes de pustules sécrétant une essence extrêmement malodorante. Les fleurs, petites de 4 à 5 mm, de couleur jaune, sont groupées par 5 à 6 en cyme composée ordinairement de 4 divisions, pétales concaves, denticulés sur les marges, calice persistant. Elles comportent 4 à 5 carpelles libres, multiovulés, à style soudé. A maturité, fruits aigus acuminés de 6 à 9 mm en grappes fructifères étalées, leur saveur est amère, herbacée, âcre (Allon. , 2013) Le fruit est une capsule globuleuse, s'ouvrant en deux valves et laissant apparaître une graine globuleuse, noire et brillante. La plante est originaire de l'Europe méridionale et occidentale et de l'Afrique du sud (Benkiki. N., 2006). La période de floraison durant le mois d'avril mai (Daoudi et al., 2016).

➤ La partie aérienne

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

Chapitre 2: la plante médicinale ruta montana

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

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

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

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

- **Odeur** : nauséabonde et saveur chaude et amère.

➤ **Partie souterraines** :

- **Racines** : Blanches, fibreuses et à nombreuses radicules



Figure 21: Plante Ruta Montana (Franck Le Driant ;Florealpes.Com)



Figure 22: quelque photo détaillés de *R.montana*(Franck Le Driant ;Florealpes.Com)

4. Habitat et Distributions géographique

La famille des Rutacées a une origine les régions tropicales et tempérées notamment Afrique du sud et Australie (Gausсен et al., 1982).



Figure 23: Répartition géographique de la famille de Rutacées (Gausсен et al., 1982).

Ruta montana est une espèce se trouve spontanément dans les rochers, les lieux arides, vieux murs, collines sèches de la région méditerranéenne (Doerper, 2008),

En Algérie, elle est présente dans les zones montagneuses de l'intérieur sur l'Atlas Saharien et les pelouses arides (Clevely et Richmond, 1997).

5. Utilisation du *Ruta montana* en médecine traditionnelle

Ruta montana est utilisée de diverses sortes dans le domaine de la médecine traditionnelle, en Afrique et sur d'autres continents, et elle est utilisée dans la préparation de diverses préparations médicinales utilisées en médecine traditionnelle, elle est considérée parmi les matières premières et les matières générales, ses parties sont utilisées en médecine traditionnelle comme les feuilles, les racines, il est utilisé comme anti-plaie, antifatigue, antispasmodique, antiparasitaire et analgésique (Daoudi et al., 2015).

L'utilisation traditionnelle de cette plante s'est répandue dans de nombreux pays :

Chapitre 2: la plante médicinale ruta montana

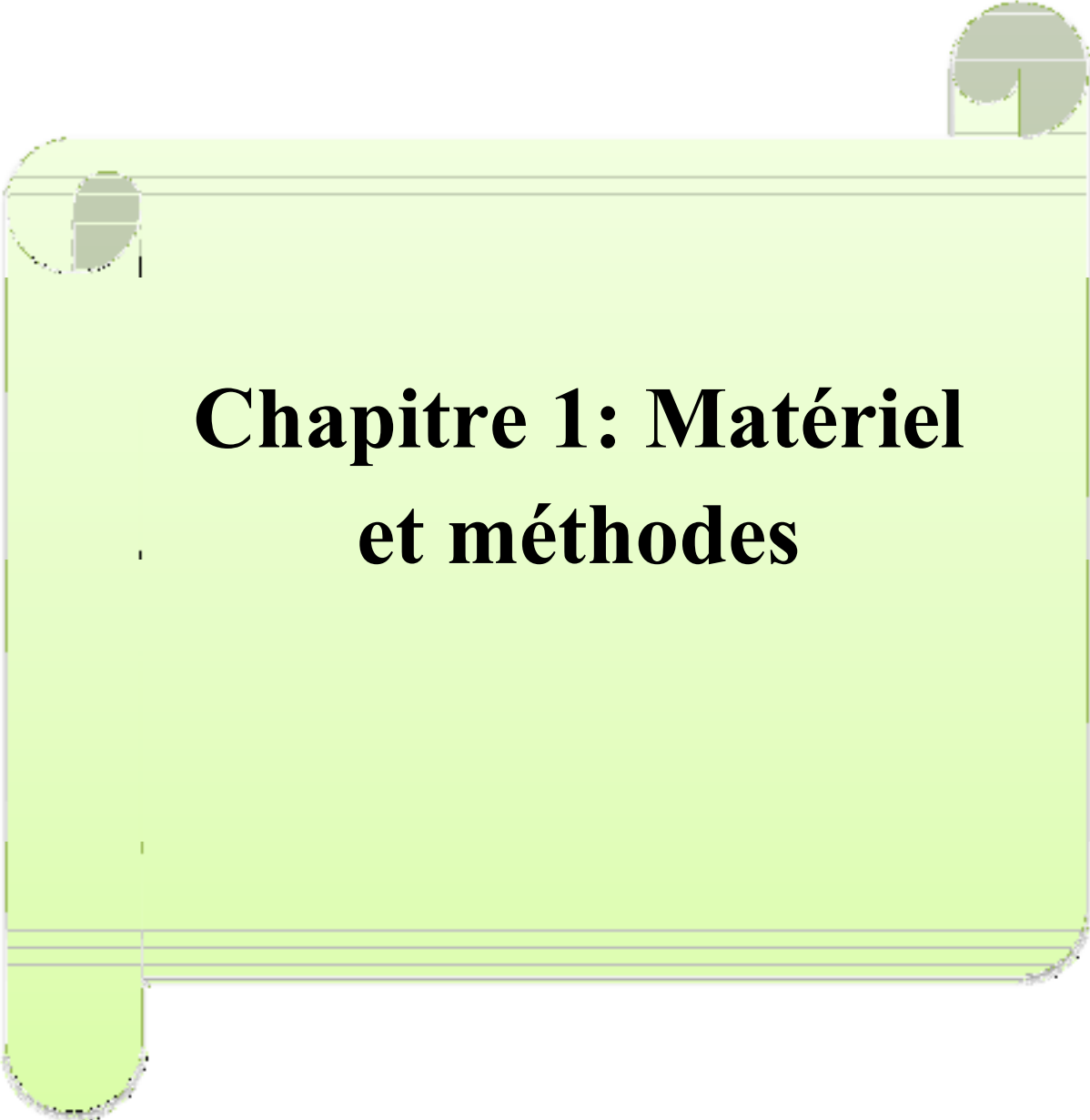
En Tunisie ses Feuilles sont utilisées comme traitement de la gastrite et de l'hypertension artérielle, Céphalées Rhinites ,Rhumatisme et pour la fièvre **(Benkiki,2006)**.

En Maroc la Plante entière est utilisée contre la Fièvre et les affections de l'appareil respiratoire et les maladies du foie **(Benchaâbane et Abbad, 1997)**.comme Emménagogue, répulsif ,elle utilise contre la goutte, l'épilepsie, les Troubles nerveux . **(Hammiche et Azzouz, 2013)**.

En Algérie comme emménagogue, les Parties aériennes sont utilisées comme poudre écharrotique aussi contre les vers et les troubles intestinaux **(Benkiki,2006)** ses feuilles sont préparés comme une pâte pour combattre toutes les douleurs articulaires **(Hammiche et Azzouz,2013)** .



Etude Expérimentale



Chapitre 1: Matériel et méthodes

1 Présentation du lieu de l'étude expérimentale

Notre travail a été réalisé au laboratoire pédagogique de l'université Abbes Laghrour à khenchela Pendant le mois de mai 2022.

2 Matériel végétal:

Notre travail a été effectué sur les deux parties de *Ruta montana* aérienne et souterraine La plante *Ruta montana* a été récolté la période du mois de mai 2022 du Tamza la wilaya de khenchela ,la plante à été lavée à l'eau courante puis a été laissée à sécher dans un endroit sec et aéré Après une dizaine de jours, chaque partie végétale l'aide d'un moulin électrique en poudre fine et conservées .(Figure 25) (Figure 26)(Figure27) .



Figure 24:les fleurs de *Ruta mmontana* forme séchée et broyée

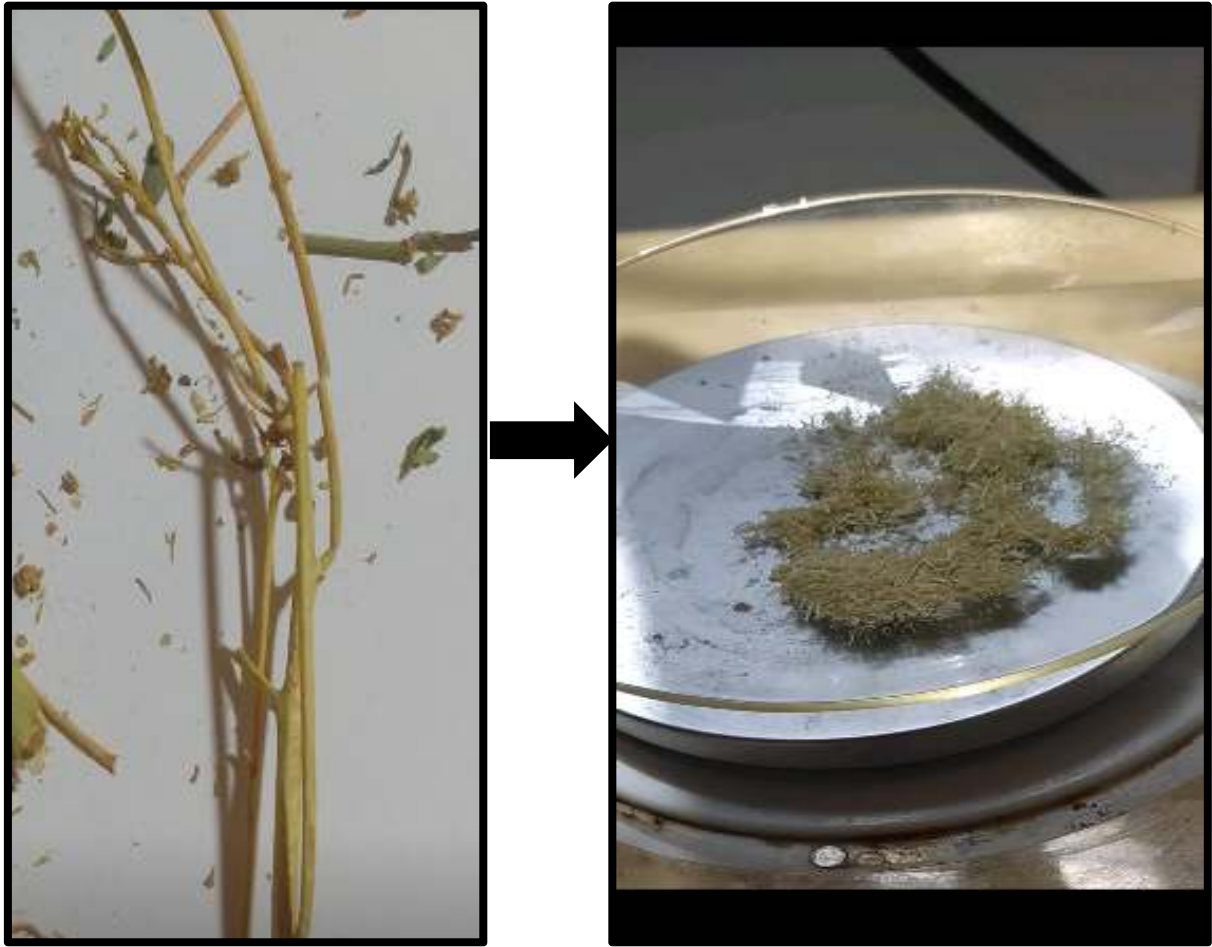


Figure 25:les branches de *Ruta montana* forme séchée et broyée



Figure 26:les racines de *Ruta montana* forme séchée

3 Méthodes expérimentale

3.1 Technique d'extraction et de quantification

0,2 g de chaque partie végétale a été broyé dans un mortier contenant 10 ml de méthanol 80%. Après agitation au vortex, le mélange a été centrifugé par une centrifugeuse² à une vitesse de 4000 tr /min pendant une durée de 10 min et le premier surnageant (Su 1) est ainsi récupéré (Mole S, Waterman PG, 1987).

Cette opération est répétée 2 fois pour épuiser le contenu en composés phénoliques solubles de l'échantillon. Les trois surnageants (Su 1, Su 2 et Su 3) sont regroupés et constituent l'extrait hydroalcoolique qui a été conservé à -20°C jusqu'aux analyses.

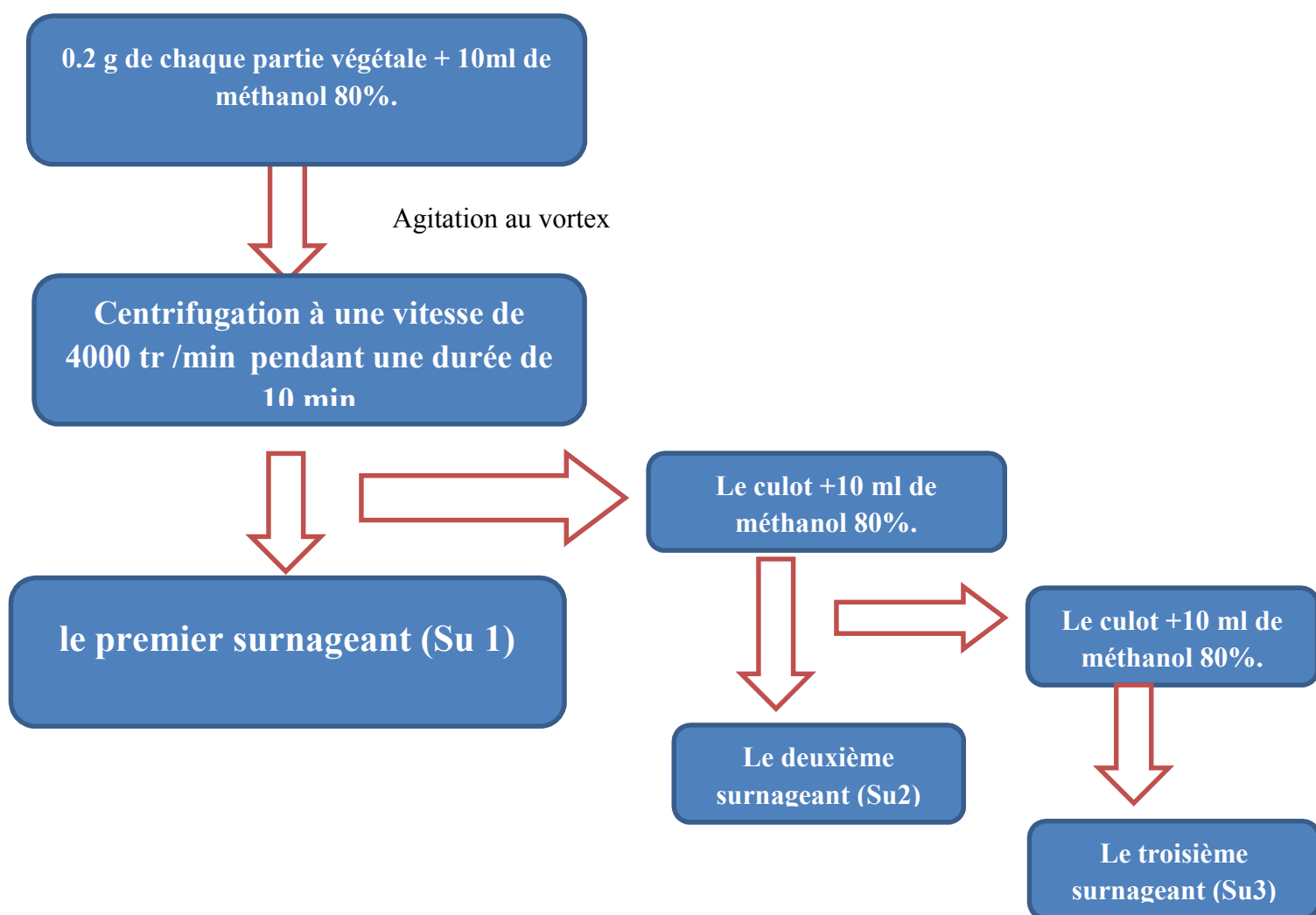


Figure 27: les étapes de technique d'extraction et de quantification

Chapitre 1: Matériel et Méthodes

Cette opération est répétée 2 fois pour épuiser le contenu en composés phénoliques solubles de l'échantillon. Les trois surnageants (Su 1, Su 2 et Su 3) sont regroupés et constituent l'extrait hydroalcoolique qui a été conservé à -20°C jusqu'aux analyses.

3.2 Les tests phytochimique

De la plante médicinale *R. montana* sont réalisés sur l'extrait brut

Tableau 2:les tests phytochimiques

Recherche des flavonoïdes	5 ml de l'extrait méthanolique sont traités avec quelques gouttes d'AlCl ₃ (1%). La présence des flavonoïdes est confirmée par l'apparition d'une couleur jaune (Edeaga et al., 2005).
Recherche des saponosides	5 ml de l'extrait brut méthanolique sont mélangés avec 10 ml d'eau distillée pendant 2 min. La formation d'une mousse persistante après 15 min confirme la présence des saponosides (Karumi et al., 2004).
Recherche des tanins	2 à 3 gouttes de la solution de FeCl ₃ à 2%, sont ajoutées à 2 mL de l'extrait brut méthanolique. dans chaque partie pour les branches et les racines et les fleurs La solution obtenue est reposée pendant quelques minutes Le test est considéré positif s'il ya l'apparition d'une coloration blue-noire et un précipité (Karumi et al., 2004).

Chapitre 1: Matériel et Méthodes

3.3 Dosage des phénols totaux par spectrophotométrie

Le dosage des phénols totaux est effectué par la comparaison de l'absorbance observée à celle obtenue par un étalon d'acide gallique de concentration connue.

Une prise d'essai de 50 μl d'extrait hydroalcoolique est diluée dans 2,5 ml de l'eau distillée, nous y ajoutons 250 μl de réactif de Folin-Ciocalteu, le mélange est soumis à une agitation au vortex puis nous le laissons reposer 5 min à température ambiante. Après agitation, 500 μl de carbonate de sodium 20% (20 g de carbonate de sodium dans 100 ml d'eau distillée) sont ajoutés. Les tubes sont ensuite bien agités puis incubés à une température de 40°C pendant 30 min. Le mélange est gardé à température ambiante et à l'obscurité pendant 60 min, l'absorbance est lue au spectrophotomètre UV (de type TECHCOMP VIS 7200) à une longueur d'onde(λ) de 765 nm.

Nous réalisons une gamme étalon en milieu aqueux (6 points de concentration de 0 à 500 mg/l) avec un polyphénol témoin de l'acide gallique. À 50 μl d'acide gallique à différentes concentrations (0-100-200-300-400-500 mg/l)

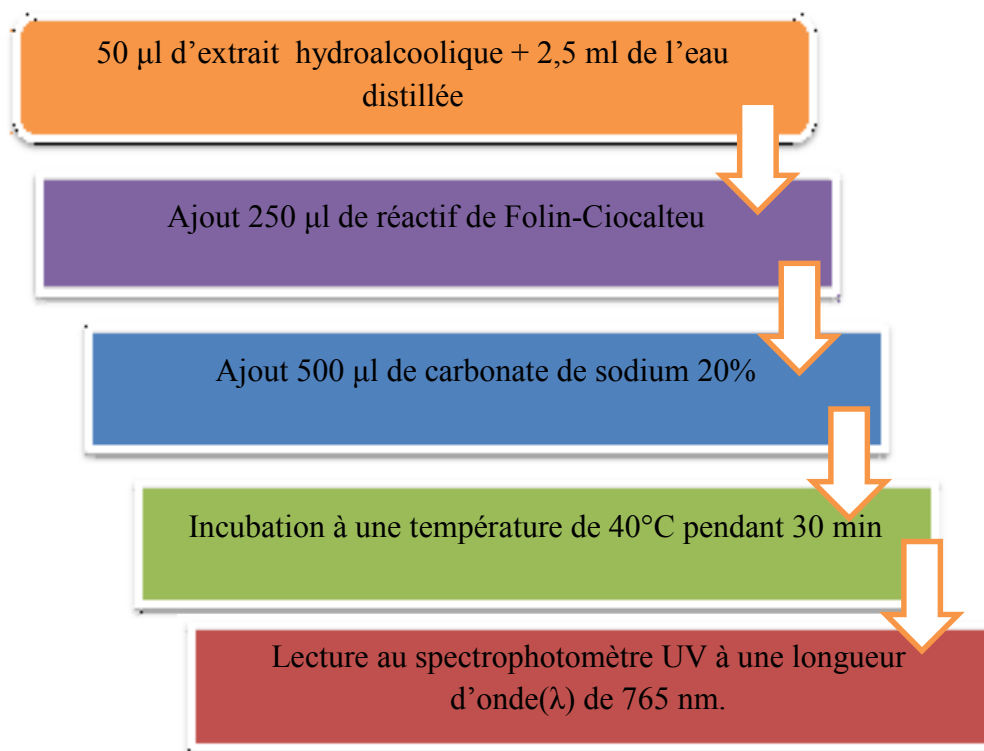


Figure 28: les étapes du dosage des polyphénols totaux

Chapitre 1: Matériel et Méthodes

3.4 Dosage des flavonoïdes totaux

Le dosage des flavonoïdes s'effectue par la méthode suivante: 500 μ l d'extrait hydroalcoolique sont mélangés avec 1500 μ l d'eau distillée et 150 μ l de nitrate de sodium à 5%, nous laissons reposer le mélange 5 min à température ambiante et à l'obscurité. Ce mélange est ensuite additionné à 150 μ l de trichlorure d'aluminium 10% (10 g d' AlCl_3 dans 100 ml eau distillée); après un repos de 11 min à l'obscurité ; 500 μ l de soude à 1 M est ajouté. Le mélange est soumis à une agitation au vortex, la densité optique est lue au spectrophotomètre UV à une longueur d'onde (λ) de 510 nm.

Une courbe d'étalonnage réalisée par un standard étalon (la catéchine) à différentes concentrations (0-10-20-30-40-50 mg/l) et pratiquée dans les mêmes conditions opératoires que celles des échantillons servira à la quantification des flavonoïdes.

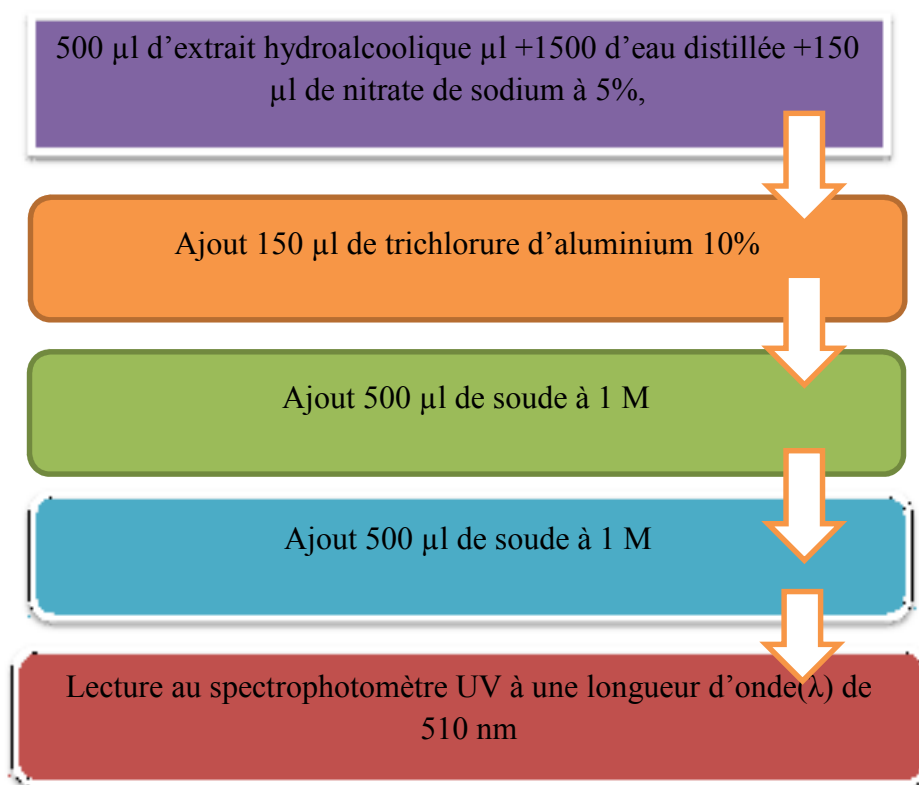


Figure 29: les étapes du dosage des flavonoïdes totaux



Chapitre 2: Résultats et discussion

1 Les tests phytochimiques

nous avons effectué un screening phytochimique par la mise en place d'un ensemble des réactions de caractérisation des différentes classes des métabolites secondaires dans les différents organes de la plante *Ruta montana*.

ces tests en relation avec l'intensité du précipité ou de turbidité ou la coloration est proportionnelle à la quantité des substances recherchées

une réaction très positive est représentée par +

l'absence de la substance est représentée par –

les résultats sont présentés dans le tableau 2

Tableau 3: Résultats de screening phytochimique de *Ruta montana*

Extrait	Les fleurs	Les branches	Les racines
Flavonoïdes	+	+	+
Saponines	-	-	-
Tanins	+	+	+

Ce screening phytochimique indique la présence de deux groupes des métabolites secondaires:

- les flavonoïdes (l'apparition d'une couleur jaune) dans les trois extraits (**Figure 31**).
- les tanins (Apparition d'une coloration bleue noire et un précipité après 3min) dans les trois extraits (**Figure 32**)
- l'absence des saponines dans les trois extraits (non -formation d'une mousse persistante après 15 min). (**Figure 33**)



Figure 30: Test de présence des flavonoïdes



Figure 31: Test de présence des tannins

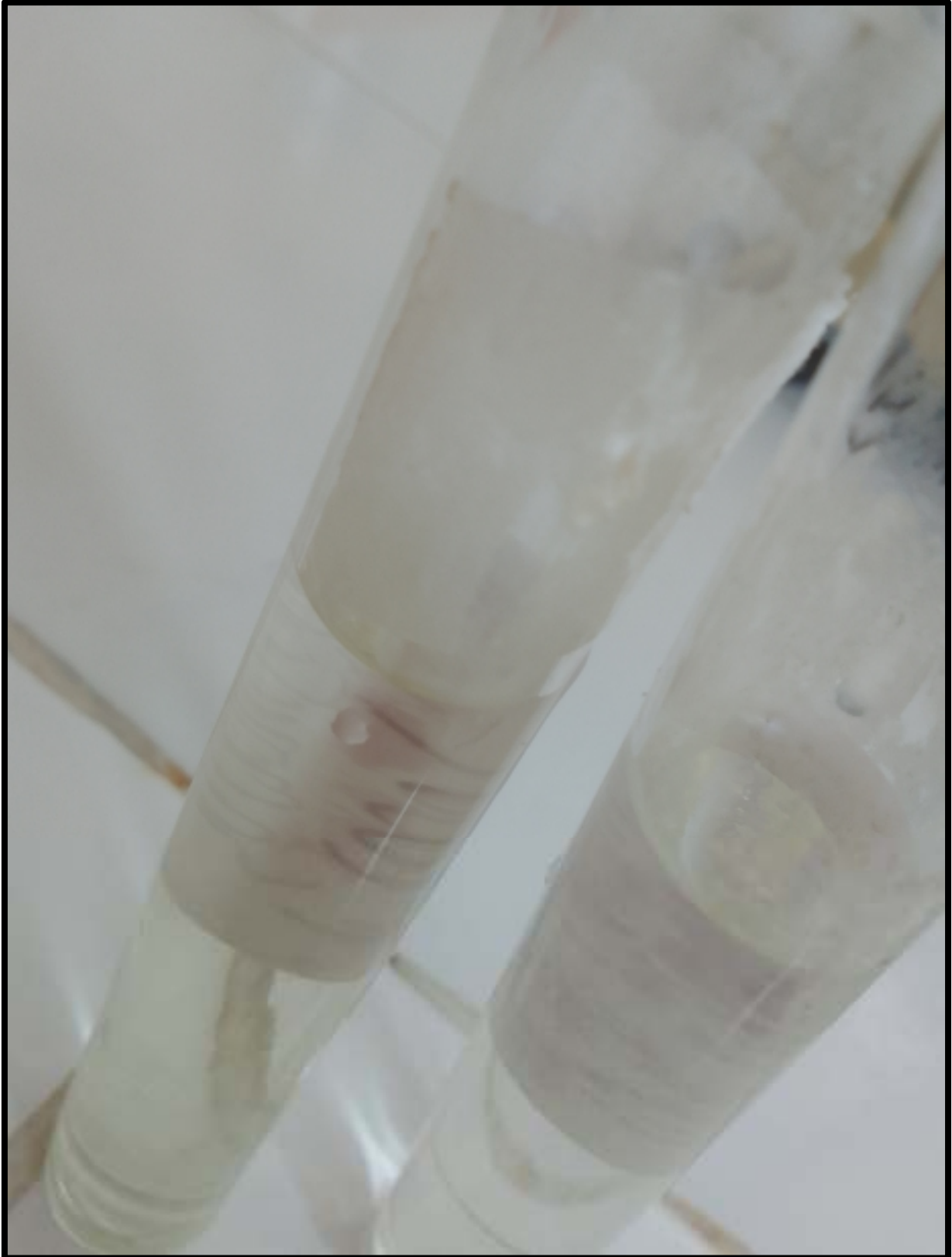


Figure 32: Test de présence des saponines

Chapitre 2 : Résultats et Discussion

Les essais phytochimiques effectués sur l'EMRM ont relevé la présence des flavonoïdes et les tanins dans toutes les parties de la plante et l'absence des saponines ce qui accord avec les travaux de **(Daoudi,2016)** qui a été relevé la présence des flavonoïdes et des tannins

Nos résultats sont comparables à ceux de **(Kara Ali,2018)** sur la partie aérienne de la plante dans la région de Constantine sauf que l'absence des saponines et concordant avec les travaux de **(kara Ali ;2017)**

2 Dosage des phénols totaux

Les concentrations moyennes en phénols totaux caractérisant les extraits (**Fig .34**) obtenus à partir des différents organes de la plante ont été évaluées à partir de l'équation de régression de la gamme d'étalonnage établie avec l'acide gallique (**Fig . 35**) .

D'après les résultats de la figure 34 ,Nous remarquons que les fleurs et les racines contiennent une quantité importante ($235,80 \pm 12,43$; $180,11 \pm 47,84$) , les branches contiennent une quantité moyenne ($132,85 \pm 21,79$) nous pouvons procéder au classement décroissant des différents organes de la plante selon leurs concentrations en phénols totaux comme suit : fleur > racine > branche

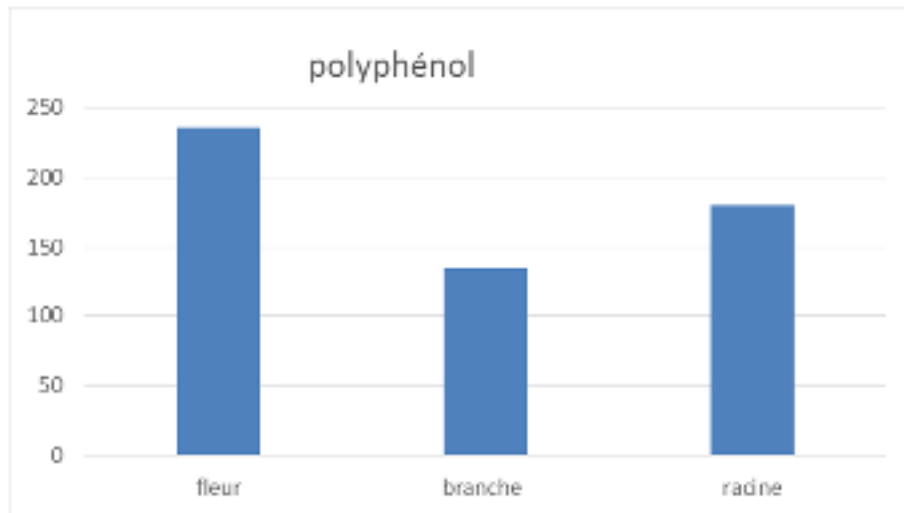


Figure 33: Concentration moyenne en phénols totaux(en mg EAG/g) des différents organes de la plante

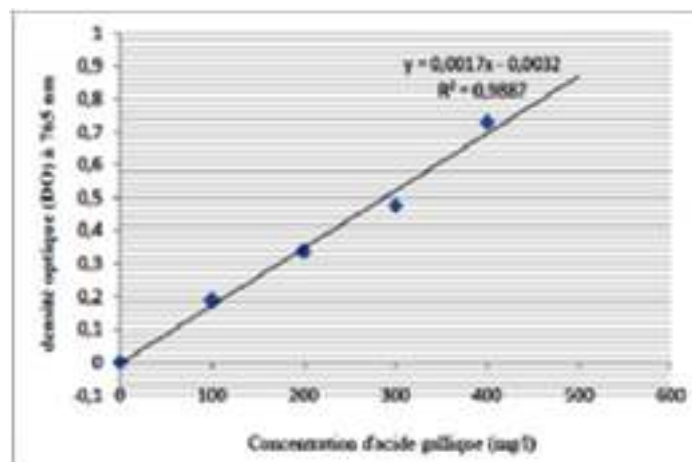


Figure 34: Droite d'étalonnage des phénols totaux réalisée par l'acide gallique

Chapitre 2 : Résultats et Discussion

Les quantités des phénols totaux dans l'extrait sec ont été évaluées à partir de l'équation de régression de la gamme d'étalonnage établie avec l'acide gallique (en mg EAG/g). Les teneurs des polyphénols totaux ont été déterminées selon l'équation de régression de la gamme d'étalonnage $Y=0.0017X-0.0032$ avec $R=0.9887$ (CPT_{fleurs} = 235,80 mg EAG/g), (CPT_{racines} = 180,11 mg EAG/g), (CPT_{branches} = 132,85 mg EAG/g) confirme la présence d'une quantité plus importante des phénols dans notre extrait.

On peut constater d'après les résultats la richesse de la plante *Ruta montana* en polyphénols, ce qui correspond avec les résultats de **Kara Ali en 2017** dans la région de Mila qui a trouvé une quantité importante des phénols dans la même plante avec (CPT = 687.5 mg EAG/g MS) et avec les résultats de **Zaidi et Zougari en 2018** à Oum EL Bouaghi avec une richesse de (CPT = 917.72 mg EAG/g).

3 Dosage des flavonoïdes

Les concentrations moyennes en flavonoïdes totaux caractérisant les extraits (**Fig. 36**) obtenus à partir des différents organes de la plante ont été évaluées à partir de l'équation de régression de la gamme d'étalonnage établie à partir de solutions de différentes concentrations de catéchine (**Fig. 37**).

Dans la figure 36 les résultats montrent que les fleurs et les racines contiennent des concentrations importantes en flavonoïdes ($311,96 \pm 12,50$; $296,42 \pm 5,30$) tandis que les branches contiennent des faibles concentrations ($43,32 \pm 7,28$)

nous pouvons classer selon un ordre décroissant les différents organes de la plante quant à leur concentration moyenne en flavonoïdes comme suit : fleur > racine > branche

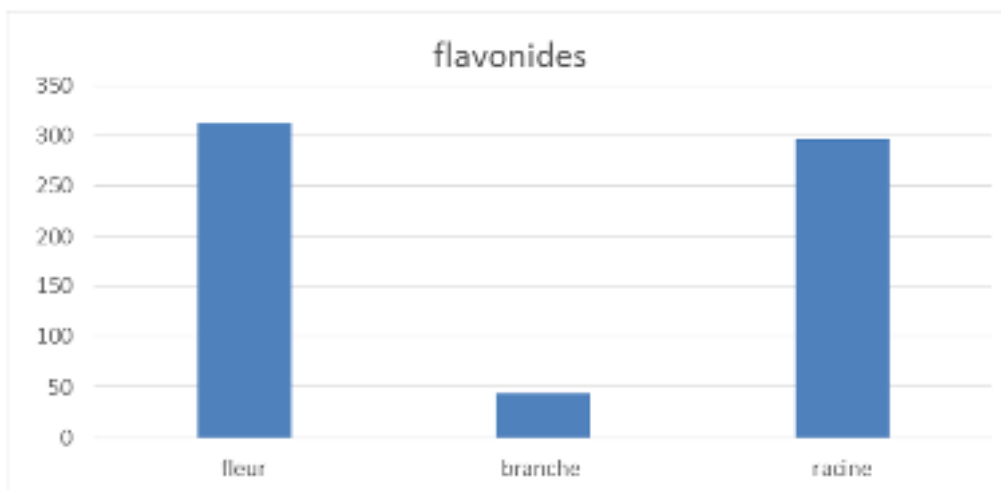


Figure 35: Concentration moyenne en flavonoïdes des différents organes de la plante

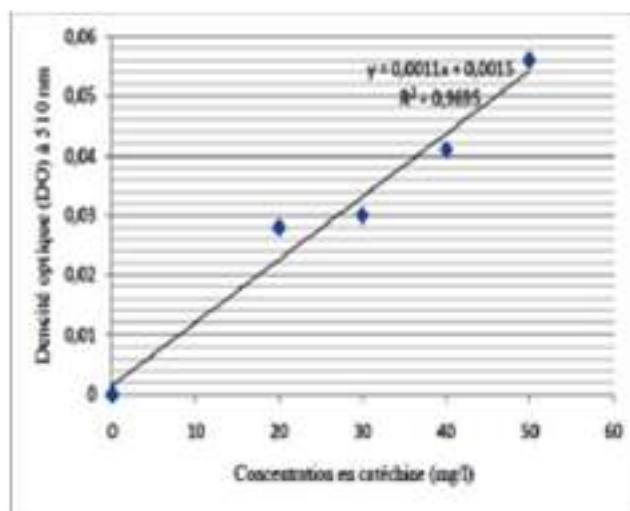


Figure 36: Droite d'étalonnage des flavonoïdes réalisée par la catéchine

Les quantités des flavonoïdes dans l'extrait brut ont été évaluées à partir de l'équation de régression de la gamme d'étalonnage établie avec la catéchine (en mg EAG/g MS). Les teneurs des flavonoïdes ont été déterminées selon l'équation de régression de la gamme d'étalonnage $Y=0,0011X-0,0015$ avec $R=0,9695$ (CPTfleurs = 311,96 mg EAG/g), (CPTracines= 296,42 mg EAG/g), (CPTbranches=43,32 mg EAG/g) confirme ceux qui sont rapportés dans les résultats des tests photochimiques.

Les résultats de l'étude quantitative montrent que les quantités des polyphénols sont supérieures à celles des flavonoïdes, ceci suggère que les polyphénols présents ne sont pas tous des flavonoïdes, il y a d'autres composés phénoliques tels que les tanins qui ont été mis en évidence dans le Tableau 2: résultats de screening phytochimique de *Ruta montana*.



Conclusion

Conclusion

Conclusion

La médecine traditionnelle est basée essentiellement sur l'utilisation des plantes médicinales qui occupent une place importante dans cette approche. Jusqu'à aujourd'hui, les plantes médicinales sont utilisées dans la médecine. La médecine moderne a pour objectif de développer les médicaments, parfois ces médicaments sont de base des plantes médicinales. Dans Le cadre de savoir l'intérêt pharmacologique de ces plantes médicinale, nous avons choisi d'étudier une plante qui est *Ruta montana*. *Ruta montana* est une plante à effet thérapeutique, des feuilles aux fleurs à tige, qui lui confèrent toutes les propriétés pharmacologiques qui date de l'ère hippocratique. A cette époque déjà elle était utilisée comme abortif, emménagogue et contre des maladies pulmonaires, soit par administration interne par tremper de la plante dans le vin, le miel ou ses dérivés, soit par voie externe, ce qui est le plus utilise actuellement, à cause de sa toxicité.

Le screening phytochimique réalisé, a révèle la richesse de notre plante en métabolites secondaires, les essais phytochimiques effectués sur *Ruta montana* ont relevés la présence des flavonoïdes, phénols et les tanins dans toutes les parties de la plante et l'absence des saponines. Le dosage a montré que la concentration de phénols dans les fleurs, racines et branche totaux étaient de $235,80 \pm 12,43$; $180,11 \pm 47,84$ et $132,85 \pm 21,79$ respectivement, tandis que la concentration des flavonoides dans fleurs, racines et branche étaient $311,96 \pm 12,50$; $296,42 \pm 5,30$ et $43,32 \pm 7,28$ respectivement, ces résultats indique que les fleurs, racines contiennent la quantité la plus élevés en phénols et flavonoïdes.

Perspectives

Les perspectives de ce travail sont nombreuses ,les résultats que nous avons obtenus à travers cette plantes encourageant la poursuivre des études phytochimiques et évaluations biologiques telles que les activités antimicrobiennes, antioxydantes et antiprolifératives



**Références
bibliographiques**

Références bibliographiques

- **Allon, M. (2013).** Evidence-based cardiology in hemodialysis patients. *Journal of the American Society of Nephrology*, 24(12), 1934-1943.
- **Aniszewski, T. (2015).** Alkaloid chemistry. Alkaloids; chemistry, biology, ecology, and applications, 2nd edn. Elsevier BV, Netherlands, 99-193.
- **Baba Aissa, F. (2000).** Encyclopédie des plantes utiles, flore d'Algérie et du Maghreb, substances végétales d'Afrique, d'Orient et d'Occident. Ed Librairie moderne Rouiba, 46.
- **Belbache, H. (2003).** Investigation phytochimique de l'extrait chloroforme de *Centaurea Parviflora* Desf, mémoire de magister en chimie organique, université Mentouri Constantine. Université Mentouri Costantine.
- **Bellakhdar, J. (1997).** Pharmacopée marocaine traditionnelle. Ibis press.
- **Benaissa, O. (2011).** Etude des métabolismes terpénique et flavonique d'espèces de la famille des composées, genres *Chrysanthemum* et *Rhantherium*. *Activité Biologique*, Thèse Doctorat .
- **Benchaâbane, A et Abbad, A. (1997).** Les plantes médicinales commercialisées à Marrakech ed. Info, Marrakech, pp 74
- **Bencharif, S. (2014).** Isolement et caractérisation de saponosides extraits de deux plantes médicinales: *Cyclamen africanum*, *Zygophyllum cornutum* et évaluation de leur activité anti-inflammatoire (Doctoral dissertation, Université de Bourgogne; Université Mentouri-Constantine).
- **Benkiki, N.(2006).** Etude phytochimique des plantes médicinales algériennes : *Rutamontana**Matricariapubescens* et *Hypericumperfoliatum*. Thèse doctorat. Université,EL-Hadj Lakhdar Batna.P25; 59."
- **Berthod A, Billardello B et Geoffroy S. (1999).** Polyphenols in counter current chromatography. An exemplr of large scale separational.analysis.EDP sciences, Wiley-VCH;/27, 750-757."
- **Bruneton ,J.(1993).** Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes médicinales, (3èmeéd.).Lavoisier Techniques & Documentation. Paris, 369-388.
- **Bruneton, (1999) ; Zenk,Juenger, 2007).** Evolution and current status of the phytochemistry ofnitrogenous compounds. *PhytochemistryReview* 68, 2757 – 2772"
- **Bruyne, M., Clyne, P. J., & Carlson, J. R. (1999).** Odor coding in a model olfactory organ: TheDrosophila maxillary palp. *Journal of Neuroscience*, 19(11), 4520-4532
- **Chevallier, M.(2001)** *Encyclopedia des plantes médicinales*. Edit.Larousse,Paris, pp16, 293, 295.

Références bibliographiques


- **Chikhoune, A. (2007).** Huiles essentielles de thym et d'Origan étude de composition, de l'activité antioxydant antimicrobienne, mémoire de magister. Institut nationale agronomique El Harrach-Alger
- **Clevely, A et Richmond, K. (1997).** Plantes et herbes aromatiques, connaître et préparer, Larousse Paris.
- **Cowan, (1999).** Plant products as antimicrobial agents. *Clinical microbiology reviews.*, 12(4):564-570.
- **Croteau R., Kutchan T.M., Lewis N.G. (2000).** Natural products (Secondary metabolites). *Biochemistry and Molecular Biology of Plants*, 24, 1250-1251.
- **Cseke, L. J., Setzer, W. N., Vogler, B., Kirakosyan, A., & Kaufman, P. B. (2006).** Traditional, analytical and preparative separations of natural products. *Natural products from plants*, 2, 263-317
- **Daoudi, A. Najem, M. Bachir, L. Ibijbijen, J. et Nassiri, L. (2015).** *Journal of Animal & Plant Sciences (J. Anim. Plant Sci. ISSN 2071-7024)*. 40(3). P- 6712, 6 730.
- del'huile essentielle et de la rutine. Activité antioxydant de la plante. Thèse de Magister
- **DIH et BELGUENDOZ, (2017)** .Contribution à l'étude phytochimique et évaluation du pouvoir antioxydant des alcaloïdes extraits d'*Osyris alba* L,
- **Djenidi, H. (2012).** Etude du pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.): essais de germination, extraction des polyphénols et activité antimicrobienne (Doctoral dissertation, Université Mohamed Khider-Biskra
- **Doerper, S. (2008.)** Thèse Doctorat « Modification de la synthèse des furocoumarines chez *Rutagraveolens* L. par une approche de génie métabolique », p : 39-41.
- Edenharter, R., & Grünhage, D. (2003). Free radical scavenging abilities of flavonoids as mechanism of protection against mutagenicity induced by tert-butyl hydroperoxide or cumenehydroperoxide in *Salmonella typhimurium* TA102. *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, 540(1), 1-18.
- **Edeoga, H. O., Okwu, D. E., & Mbaebie, B. O. (2005).** Phytochemical constituents of some Nigerian medicinal plants. *African journal of biotechnology*, 4(7), 685-688.
- en Chimie Organique ; Université D'oran ES-SENIA, p 41.
- **Epifano, F., Genovese, S., Menghini, L., Curini, M., (2007).** Chemistry and pharmacology of oxyprenylated secondary plant metabolites, *Review. Phytochemistry* 68, 939- 953-137
- **Gavot A, (2009).** Support des cours sur les métabolites secondaires. université de Rennes 1-L2.U2PHR
- **Gausson H. Ozenda P. Leroy J.F. (1982).** Précis de botanique, végétaux supérieurs, France : édition Elsevier Masson, Tome II, 600.
- **Hammiche, V et Azzouz, M. (2013).** Les rues « ethnobotanique, phytopharmacologie et toxicité », *phytothérapie* 11 : 22-30.
- **Hartmann T., (2007).** From waste products to ecochemicals: Fifty years research of plant secondary metabolism. *Phytochemistry* 68: 2831 - 2846.
- **Herms, D. A., Mattson, W. J., (1992).** "The dilemma of plants: to grow or defend". *The quarterly Review of Biology.* 67(3): 283-335"

Références bibliographiques

- **Kara Ali Wahiba , (2017/2018).** Effet des extraits de la plante médicinale *Ruta montana* (الفيجل) sur la cardiotoxicité induite par la doxorubicine et sur la multi-drug résistances (MDR) des cellules cancéreuses ovarien
- **Khadhri, (2013).** composés phénoliques et activités antioxydantes de deux extraits de chardon à glu: *Atractylis gummifera*. *Revue Social Science National*, 39 : 44-52
- **Khenaka, K. (2011).** Effet de diverses plantes médicinales et de leurs huiles essentielles sur la méthanogénèse ruminale chez l'ovin., Diplôme de Magister En Microbiologie Appliquée.
- **King A., et Young G.(1999).** characteristics and occurrence of phenolic phytochemicals. *Journal of the American dietetic association*. 99:213-218.
- **Krief, S. (2003).** Métabolites secondaires des plantes et comportement animal, thèse doctorat, muséum national d'histoire naturelle. 32p.
- **Laib, I. (2011).** Etude des activités antioxydante et antifongique de l'huile essentielle des fleurs sèches de *Lavandula officinalis* sur les moisissures des légumes secs, diplôme de Magister en Sciences Alimentaires, université Mentouri Constantine. p23, 25- 27.
- **Lugasi, A ;Hovari, J ; Sagi, K.V ; et Biro, L.(2003)** - The role of antioxidant phytonutrients in the prevention of diseases. *Acta Biologica Szeged* 2003, 1-4: 119-125"
- **MA B., Hieter P. et Boeke JD. (1997)** . Petits cadres de lecture ouverts: de belles aiguilles dans la palette de foin. *Genome Res* 7 (8): 768-71
- **Macheix, J. J. ; Fleuriet, (2005).** ; Jay-Allemand, C. Les composés phénoliques des végétaux. Un exemple de métabolites secondaires d'importance économique pp.ix + 192 pp.
- **Mamadou, B. (2011).** Etude Ethnobotanique, phytochimique et activités biologiques de *Nauclea latifolia* Smith une plante médicinale africaine récoltée au mali. Thèse pour l'obtention du grade de Docteur d'université. Université Blaise Pascal de Clermont. Ferrand. 137 p.
- medicinal plants. *African journal of biotechnology*, 4 (7):685-688.
- **Mole S, Waterman PG (1987).** A critical analysis of techniques for measuring tanins in ecological studies II, Techniques for biochemically defining tanins. *Oecologia* 72:148-56
- **Mukohata, Y., Nakabayashi, S., & Higashida, M. (1978).** Quercetin, an energy transfer inhibitor in photophosphorylation. *FEBS letters*, 85(2), 215-218
- **Paris M et Hurabielle. (1981).** Abrégé de matière médicale. Pharmacognosie. Tome 1. Ed Masson. Paris. pp: 102-103-104-107.
- **Paris R., Moxse H., (1965).** précis de matière médicale, Tome 1, MASSON et Cie, Editeur.
- **Primose, S. (2004).** Principes de génie génétique. 6ème édition. Deboeck. Bruxelles. p :223.
- **Quezel, P. and Santa, S. (1963)** Nouvelle Flore d'Algérie et des Régions Désertiques Méridionales. 2 Tomes, Editions CNRS, Paris, 1170

Références bibliographiques

- **Rodolphe-Edouard Spichigervincent, V. SavolainenmurielleFigeat Daniel Jeanmonod. (2004).** Botanique systématique des plantes à fleurs CD-Rom INCLUS (3ème édition revue et corrigée), presse polytechniques et universitaire Romandes. P.104-272.
- **Scalbert, A. (1991).** Antimicrobial properties of tannins. *Phytochemistry*, 30(12), 3875-3883.
- **Sofowora, A., Ogunbodede, E., & Onayade, A. (2013).** The role and place of medicinal plants in the strategies for disease prevention. *African journal of traditional, complementary and alternative medicines*, 10(5), 210-229
- **Subsamanian S., Stacey G. et Yu O. (2007).** Distinct crucial roles of flavonoids during legume nodulation. *Trends in plant science.*, 12 (7) : 282-283.
- **Urquiaga I. et Leighton F. (2000).** Plant polyphenol antioxidants and oxidative stress. *Biological Research.*, 33 (2) : 55-64.
- **Yao, L. H., Jiang, Y. M., Shi, J., Tomas-Barberan, F. A., Datta, N., Singanusong, R., & Chen, S. S. (2004).** Flavonoids in food and their health benefits. *Plant foods for human nutrition*, 59(3), 113-122.
- **Winkel-Shirley B. (2001).** Flavonoid biosynthesis. A colorful model for genetics, biochemistry, cell biology, and biotechnology. *Plant Physiology.*, 126 : 485-493
- **Zenk, M. H., & Juenger, M. (2007).** Evolution and current status of the phytochemistry of nitrogenous compounds. *Phytochemistry*, 68(22-24), 2757-2772.



Résumé

Résumé

Résumé

Ruta montana est une espèce végétale largement utilisée dans la médecine traditionnelle nord-africaine en raison de son immense potentiel bioactif. L'objectif de notre étude était de chercher la présence de différents composés chimiques dans l'extrait méthanolique dans les trois parties de *Ruta montana* (feuille, branche et racine) et dosage des phénols et flavonoïdes. L'extraction a été faite par le méthanol 80% suivi par le screening phytochimique qui montre la présence des flavonoïdes, les tanins et l'absence des saponines. La teneur phénolique totale a été analysée à l'aide du réactif de Folin-Ciocalteu, tandis que les concentrations totales de flavonoïdes ont été détectées à l'aide de chlorure d'aluminium à 10 %. Les résultats ont montré que les extraits de fleurs et racines de *Ruta montana* obtenus par 80% de méthanol présentaient les teneurs les plus élevées en composés phénoliques et en flavonoïdes.

Mots clés : *Ruta montana* ; flavonoïdes ; métabolites secondaires ; composés phénoliques

Abstract

Abstract

Ruta montana is a plant species widely used in traditional North African medicine due to its immense bioactive potential. The objective of our study was to look for the presence of different chemical compounds in the methanolic extract in the three parts of *Ruta montana* (leaf, branch and root) and dosage of phenols and flavonoids. The extraction was made by 80% methanol followed by phytochemical screening which shows the presence of flavonoids, tannins and the absence of saponins. Total phenolic content was analyzed using Folin-Ciocalteu's reagent, while total flavonoid concentrations were detected using 10% aluminum chloride. The results showed that the flower and root extracts of *Ruta montana* obtained by 80% methanol had the highest contents of phenolic compounds and flavonoids.

Keywords: *Ruta montana*; flavonoids; secondary metabolites; phenolic compounds

Ruta Montana هو نوع من النباتات يستخدم على نطاق واسع في الطب التقليدي في شمال إفريقيا بسبب إمكاناته الحيوية الهائلة. كان الهدف من دراستنا هو البحث عن وجود مركبات كيميائية مختلفة في المستخلص الميثانولي في الأجزاء الثلاثة من *Ruta montana* (الأوراق ، الفرع والجذر) وجرعة الفينولات والفلافونويد. تم الاستخلاص بنسبة 80% من الميثانول تلاه فحص كيميائي نباتي يظهر وجود مركبات الفلافونويد والعفص وغياب الصابونين. تم تحليل المحتوى الفينولي الكلي باستخدام كاشف Folin-Ciocalteu ، بينما تم الكشف عن تركيزات الفلافونويد الكلية باستخدام 10% كلوريد الألومنيوم. أظهرت النتائج أن مستخلص الأزهار والجذور لعطر *Ruta montana* الذي تم الحصول عليه بنسبة 80% من الميثانول كان يحتوي على أعلى محتوى من المركبات الفينولية والفلافونويد.

كلمات مفتاحية: روتا مونتانا الفلافونويد. المستقلبات الثانوية؛ مركبات فينولية