

**République Algérienne Démocratique et Populaire Ministère de
l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Blida 1**



**Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biologie des Populations et des Organismes**

**Mémoire de Fin d'études en vue de l'obtention du Diplôme de
Master en Science de la Nature et de la Vie
Option : Biodiversité et physiologie végétale**

**Etude de la variabilité anatomique et phytochimique
des extraits aqueux de Romarin (*Rosmarinus officinalis L.*)
originaires de différentes régions d'Algérie**

Présenté par

Melle ZEHANI Roumaissa

Date de soutenance

22 /09/2020

Membre de jury

Mme MITIDJI H

Maitre conférence B

UBD1

Présidente

Mme TAKARLI S

Maitre assistante A

UBD1

Examinatrice

Mme BENASSEL N

Maitre assistante A

UBD1

Promotrice

Sommaire

Remerciements

Résumé

Abstract

ملخص

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

I. Introduction

Chapitre I : Généralités

I.1. Généralités sur le romarin.....	16
I.1.1. Histoire en bref du romarin.....	16
I.1.2. Description botanique de l'espèce <i>Rosmarinus officinalis</i> L.....	16
I.1.2.1. Appareil végétatif.....	17
I.1.2.2. Appareil reproducteur.....	18
I.1.3. Systématique.....	18
I.1.4. Répartition géographique.....	19
I.1.5. Usage et intérêt	20
I.1.6. Composition chimique.....	21
I.2. Généralités sur les métabolites secondaires.....	22
I.2.1. Les composés phénoliques.....	22
I.2.1.1. Les flavonoïdes	23
I.2.1.2. Les tannins.....	23
I.2.1.3. Les lignines	23
I.2.1.4. L'acide salicylique.....	23
I.2.2. Les composés terpéniques.....	24
I.2.2.1. L'isoprène.....	24
I.2.2.2. Monotérpénoïdes et de sesquitérpenoïdes	24

I.2.2.3. Ditérpenoïdes	24
I.2.3. Les alcaloïdes.....	24
I.3. Généralités sur les tissus des végétaux.....	25
I.3.1. Tissus primaires	25
I.3.2. Tissus secondaires.....	26

Chapitre II : Matériel et méthodes

II.1. Matériel végétal.....	28
II.2. Méthodes	29
II.2.1. Technique d'étude histologique	29
II.2.2. Caractérisation phytochimique des extraits aqueux de la plante	30
II.2.2.1. Préparation d'extraits éthanoliques des trois écotypes.....	30
II.2.2.2. Dosage des composés phénoliques des extraits de romarin.....	31

Chapitre III : Résultats et discussion

III.1. Résultats de l'étude histologique	33
III.2. Résultats de la caractérisation phytochimique des extraits aqueux de la plante...35	
Conclusion.....	43

Références bibliographiques

Annexes

Dédicace

*C'est avec toute l'ardeur de mes sentiments
que je dédie ce modeste travail qui est le fruit de
ma profonde reconnaissance à :*

Mes parents, que dieu les garde et les protège.

*Mes chers frères : Islam; Mohamed Reda et
Salah eddine .*

*A mon fiancé Mohamed ilyes
Mes belles sœurs : Sarah et Nesrine.*

*Ma nièce Ritadj et mon neveu Iyad .
A toute la famille Zehani et la famille Hamana
Ma copine : Idina sabrine*

*A mes chère(s) cousins et cousines :
Chouaib ;zahra ;sihem et amel.
A mes amies Hind,Chourouk,Menel et lydia
Mes enseignants et mes camarades.*

Remerciements

Il est primordial de remercier « ALLAH » le Tout-Puissant de tout ce qu'il nous apporte dans la vie et de nous avoir donné la force et le courage pour réaliser ce travail.

*Nous tenons tout d'abord à exprimer notre profonde gratitude et nos sincères remerciements à notre encadreur, Mme **BENASEL N**, pour son savoir-faire, ses conseils, sa compétence, sa patience, son enthousiasme et l'attention particulière avec laquelle elle a suivie et dirigé ce travail.*

*Nos respects et notre reconnaissance vont à Mme **MITIDJI H**, pour avoir accepté de présider ce jury ainsi que sa disponibilité, qu'elle trouve ici le témoignage de notre profonde considération.*

*Nous tenons à remercier Mme **TAKARLI S**, d'avoir accepté d'examiner ce mémoire, mais également pour sa précieuse aide ainsi que sa disponibilité à notre égard.*

Un grand merci pour tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire, qu'ils trouvent ici l'expression de toute ma gratitude en particulier.

Résumé

La présente étude est basée sur les travaux de recherches antérieures. Elle a pour objectif d'évaluer la variabilité histologique, phytochimique des extraits aqueux de *Rosmarinus officinalis L.*, issus de trois régions d'Algérie (Alger, Tablat, Beni Yenni).

Les résultats de l'analyse des coupes histologiques réalisées au niveau des feuilles et des tiges de *Rosmarinus officinalis L.* des trois régions montrent la présence de 3 types de poils ; les poils técteurs, sécréteurs et glandulaires

Cependant les résultats de l'étude phytochimique de ces mêmes régions ont mis en évidence que le rendement en extrait du romarin de l'ENSA (école national des sciences agronomiques) enregistre le plus fort rendement (39,6%). Les résultats du dosage des phénols totaux ont permis d'enregistrer de fortes teneurs pour l'ensemble des extraits étudiés, avec cependant des différences notables. Ainsi l'extrait du romarin de l'ENSA se distingue par la plus forte teneur en phénols totaux (462,7 mg eq.ag /g d'extrait) suivi par celui du romarin de Beni Yenni (408,62 mg eq.ag /g d'extrait) et le romarin de Tablat (372,73 mg eq.ag /g d'extrait).

Les résultats du dosage des flavonoïdes des trois extraits étudiés révèlent de fortes teneurs en flavonoïdes avec une même hiérarchisation des teneurs que celles obtenues pour les phénols totaux (54,75mg eq. qr /g d'extrait pour le romarin de l'ENSA, 45,17 mg eq. qr /g d'extrait pour le romarin de Beni Yenni et 38,14 mg eq. qr /g d'extrait pour le romarin de Tablat.

Mots clés : *Rosmarinus officinalis L.*, coupe histologique, étude phytochimique, phénols totaux.

Abstract

This study is based on the work of previous research. It aims to assess the histological and phytochemical variability of aqueous extracts of *Rosmarinus officinalis* L., from three regions of Algeria (Algiers, Tablat, Beni Yenni).

The results of the analysis of histological sections made in the leaves and stems of *Rosmarinus officinalis* L. from the three regions show the presence of 3 types of hairs; tectoric, secretory and glandular hairs

However, the results of the phytochemical study of these same regions have shown that the yield of rosemary extract from ENSA records the highest yield (39.6%).

The results of the determination of total phenols made it possible to record high levels for all the extracts studied, however, with notable differences. Thus the rosemary extract from ENSA is distinguished by the highest content of total phenols (462.7 mg eq.ag / g of extract) followed by that of rosemary from Beni Yenni (408.62 mg eq.ag / g of extract) and rosemary from Tablat (372.73 mg eq.ag / g of extract).

The results of the flavonoid assay of the three extracts studied reveal high flavonoid contents with the same hierarchy of contents as those obtained for total phenols (54.75 mg eq. Qr / g of extract for rosemary from ENSA, 45, 17 mg eq. Qr / g of extract for rosemary from Beni Yenni and 38.14 mg eq. Qr / g of extract for rosemary from Tablat.

Key words: *Rosmarinus officinalis* L., histological section, phytochemical study, total phenols.

ملخص

تعتمد هذه الدراسة على أعمال لأبحاث سابقة. ويهدف إلى تقييم التباين النسيجي والكيميائي النباتي للمستخلصات المائية لنبات *Rosmarinus officinalis L.* في ثلاث مناطق في الجزائر (الجزائر العاصمة ، تيبلات ، بني بني).

أظهرت نتائج تحليل المقاطع النسيجية لأوراق وسيقان *Rosmarinus officinalis L.* في المناطق الثلاث وجود 3 أنواع من الشعيرات. الشعيرات التكتورية و الإفرازية و الغذائية

ومع ذلك، فقد أظهرت نتائج الدراسة الكيميائية النباتية لهذه المناطق نفسها أن محصول مستخلص إكليل الجبل من ENSA يسجل أعلى محصول (39.6%).

أتاحت نتائج تقدير إجمالي الفينولات إمكانية تسجيل مستويات عالية لجميع المستخلصات التي تمت دراستها ، مع وجود اختلافات ملحوظة. وبالتالي فإن مستخلص إكليل الجبل من ENSA يتميز بأعلى محتوى من إجمالي الفينولات (462.7 ملغ مكافئ /ag جرام من المستخلص) يليه مستخلص إكليل الجبل من بني بني (408.62 م ل غ مكافئ /ag جرام من المستخلص) وإكليل الجبل من تيبلات(372.73ملغ مكافئ /ag جرام من المستخلص)

أظهرت نتائج اختبار الفلافونويد للمستخلصات الثلاثة المدروسة محتويات عالية من الفلافونويد مع نفس التسلسل الهرمي للمحتويات مثل تلك التي تم الحصول عليها من إجمالي الفينولات (54.75 ملغ مكافئ /qr جم من مستخلص إكليل الجبل من ENSA، 45.17 ملغ مكافئ /qr جرام من مستخلص إكليل الجبل من بني بني و 38.14 ملغ مكافئ /qr جرام من مستخلص إكليل الجبل من تيبلات.

الكلمات المفتاحية: *Rosmarinus officinalis L.* ، القسم النسيجي ، دراسة الكيمياء النباتية ، مجموع الفينولات.

Liste des Tableaux

Tableau 1: les principales localisations du <i>Rosmarinus officinalis L.</i> en Algérie.....	19
Tableau 2: composition chimique de <i>Rosmarinus officinalis L.</i>	49
Tableau 3: caractéristique de chaque région.....	28
Tableau 4: Rendement en extrait de romarin des trois régions étudiés.....	35
Tableau 5: teneurs en phénols totaux des différents extraits.....	37
Tableau 6: Teneur en flavonoïdes des différents extraits de romarin.....	40

Liste des figures

Figure 1: <i>Rosmarinus officinalis L</i>	16
Figure 2: Racines de <i>Rosmarinus officinalis L</i>	17
Figure 3: feuilles de <i>Rosmarinus officinalis L</i>	17
Figure 4: les principales voies de la biosynthèse des métabolites secondaires.....	22
Figure 5 : acide salicylique.....	23
Figure 6 : acide acétylsalicylique.....	23
Figure 7: structure de base d'isoprène.....	24
Figure 8 : Quelques alcaloïdes physiologiquement actifs.....	25
Figure 9: localisation des trois régions de récolte.....	29
Figure10: coupe transversale de la feuille de romarin mettant en évidence la présence de poils sécréteurs (PS) et tecteurs (PT) observée au microscope photonique (Gr. :×160).....	33
Figure 11: schéma d'un poil sécréteur et tecteur.....	33
Figure 12: coupe transversale de la feuille de romarin mettant en évidence la présence d'un poil glandulaire(PG) observée au microscope photonique (Gr. :×160).....	33
Figure 13: Schéma d'un poil glandulaire.....	33
Figure 14: coupe transversale de la tige de romarin mettant en évidence la présence d'un poil tecteur, sécréteur et glandulaire observée au microscope photonique (Gr. X 80).....	34
Figure 15: poils tecteurs A , poils sécréteurs capités C et poils peltés B des feuilles de <i>Rosmarinus officinalis L</i> . Observés au microscope à fluorescence.....	35
Figure 16: le rendement en extraits de <i>Rosmarinus officinalis L</i> des trois régions.....	36
Figure 17 : courbe d'étalonnage de l'acide gallique.....	37
Figure 18: Teneur en phénol totaux.....	38
Figure 19: Courbe d'étalonnage de la quercétine.....	39
Figure20: teneur en flavonoïdes des extraits.....	40

Liste des abréviations

°C : Degré Celsius

APG: Angiosperm Phylogeny Group

eq : Equivalent

Gr : Grossissement

ha: Hectares

m : Mètre

mg : Milligramme

ml: Millilitre

mn: Minute

nm : Nanomètre

Introduction

Introduction

L'Algérie recèle d'un patrimoine végétal important par sa richesse et sa diversité dans les régions côtières, les massifs montagneux, les hauts-plateaux, la steppe et les oasis sahariennes: on y trouve plus de 3000 espèces végétales. Parmi ces ressources naturelles les plantes aromatiques et médicinales occupent une large place et jouent un grand rôle dans l'économie nationale. Elles sont utilisées dans différents domaines : industrie alimentaire, conserverie, pharmaceutique, et phytothérapie. (**Duraffourd et al., 1997**)

La biodiversité est un concept complexe, englobant à la fois la variabilité génétique des populations, la diversité spécifique et fonctionnelle des communautés, la diversité des écosystèmes et les interactions entre ces différents niveaux organisationnels. (**Balmford et al., 2010**).

Cette biodiversité, est sous la dépendance des facteurs écologiques biotiques et abiotiques. Cependant, deux plantes appartenant à la même espèce vivant dans deux biotopes différents, peuvent présenter des différences morphologiques, anatomiques, phytochimique etc.

A cet effet, nous nous sommes intéressés l'espèce *Rosmarinus officinalis*, une Lamiaceae très répandu en Algérie.

Le but initial de la réalisation de ce travail, est de chercher une éventuelle variabilité anatomique et phytochimique de cette plante afin de connaître l'influence du biotope sur la plante.

Vu la situation actuelle et les difficultés rencontrées pour réaliser l'étude expérimentale, nous avons orienté notre travail vers une étude théorique. Nous nous sommes basées sur des travaux de recherche qui vont dans le sens de notre objectif. Nous nous sommes donc inspirées des travaux réalisés par **Outaleb (2010)** sur le romarin collecté de 3 régions d'Algérie à savoir ENSA Tablat (Médéa) et Beni yenni (Tizi Ouzou),

Afin d'atteindre notre objectif, nous avons reparti notre travail en trois chapitres ;

Introduction

Le premier porte sur des généralités concernant l'espèce *Rosmarinus officinalis L.*, description botanique, systématique, répartition géographique dans le monde et son utilisation. Sa composition chimique, et en fin les généralités sur les tissus des végétaux.

Le deuxième est consacré aux matériel et méthodes d'étude : histologique, et caractérisation phytochimique des extraits aqueux de la plante.

En fin le troisième aborde les résultats et discussions, des études antérieures menées par divers chercheurs réalisées sur l'espèce *Rosmarinus officinalis L.*

Chapitre I :

Généralités

I.1. Généralités sur le romarin.

I.1.1. Histoire en bref du romarin.

Rosmarinus officinalis linnaeus (**figure1**) qui signifie « rose de la mer » est appelé aussi

« Herbe aux couronnes » ou « Herbe aux troubadours ». Il était déjà employé dans l’Egypte ancienne puis il est parvenu en Europe Centrale au IXe siècle par l’intermédiaire des moines bénédictins. Le romarin acquit surtout sa célébrité parce qu’il entra dans la composition de l’eau de la reine de Hongrie. En effet, âgée de soixante-douze ans, infirme et goutteuse; elle aurait retrouvé vigueur et beauté par une cure de cette eau magique. (**Teuscher et Lobstein, 2005**)



Figure 2: *Rosmarinus officinalis* L.(Originale)

I.1.2. Description botanique.

Rosmarinus officinalis L. est une plante aromatique de la famille des Lamiaceae, originaire de la région méditerranéenne. Elle est également cultivée en Asie centrale, en Inde, en Asie du Sud-est, en Afrique du Sud, en Australie, aux États-Unis et au Brésil. Aujourd'hui, il est

Chapitre I : Généralités

cultivé dans de nombreuses régions du monde et est communément appelé romarin. La plante est un buisson qui atteint de 0,50 à 1,50 m de hauteur, avec des feuilles à l'arôme très piquant et des fleurs bleues, violettes et blanches. (Rodriguez Salazar *et al.*, 2019)

I.1.2.1.Appareil végétatif.

- ❖ **Racine:** est profonde et pivotante (**figure2**).
- ❖ **Tige :** est quadrangulaire (souvent renflée aux nœuds), recouverte d'une cuticule relativement épaisse, assez imperméable à l'eau et aux gaz permettant de limiter la perte d'eau via la transpiration.
- ❖ **Feuilles:** sont sessiles, coriaces, simples la plupart du temps, et presque toujours opposées décussées, L'épiderme inférieur des feuilles est muni de stomates localisés dans des creux et cryptes protégés par de nombreux poils técteurs pluricellulaires ramifiés à limbe enroulé par-dessous (**figure3**). (Leplat, 2017)



Figure2: Racines de *Rosmarinus officinalis* L.
(Originale)



Figure3: feuilles de *Rosmarinus officinalis* L.
(Originale)

Chapitre I : Généralités

I.1.2.2. Appareil reproducteur.

Inflorescences : sont de type cyme bipares puis unipares et sont situées à l'aisselle des feuilles supérieures. Elles sont le plus fréquemment condensées en glomérules et simulent souvent un verticille de fleurs autour de la tige.

Fleur : possède un plan de symétrie vertical car la corolle est zygomorphe et l'étamine supérieure est absente. Elle est le plus souvent hermaphrodite.

- Le calice est plus ou moins bilabié persistant est parfois accrescent autour du fruit.
- la corolle bilabiée, longuement tubuleuse, parfois à 4-5 lobes subégaux ou à une seule lèvre inférieure trilobée, la supérieure est bilobée.
- L'androcée est didyname formé de 4 étamines, la cinquième étant très réduite, parfois 2 étamines et 2 staminodes.
- Le Gynécée forme 2 carpelles biovulés subdivisés chacun par une fausse cloison en 2 logettes uniovulées.

Fruit : constitué par 3 akènes plus ou moins soudées par leur face interne. La graine est exalbuminée. (Leplat, 2017)

I.1.3. Systématique.

Selon APGIII (2009) (**Haston et al., 2009**), le romarin est classé comme suit ;

Règne : Plantae

Embranchement : Spermaphytes

Sous embranchement : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Ordre : Tubiflorales

Sous ordre : Lamiales

Familles : Lamiaceae

Genre : Rosmarinus

Espèce : *Rosmarinus officinalis L.*

Chapitre I : Généralités

I.1.4. Répartition géographique.

Dans le monde, le romarin pousse dans de nombreux pays d'Europe et d'Asie notamment en Espagne, Italie, Grèce, sud de la France, nord de l'Afrique (du Maroc à la Tunisie), Inde, les Philippines, les Antilles, l'Australie, les Etats-Unis et le Mexique. (**Pelikan, 1986 ; Teuscher et al., 2005**)

En Algérie le romarin s'étale sur une superficie excédant 100 000 hectares et les principales localisations sont reportées dans le **tableau 1. (Bensebia et al., 2009)**

Tableau 1: les principales localisations du *Rosmarinus officinalis L.* en Algérie

Wilaya	Superficie approximative
Biskra	1500ha
Khenchela	5000ha
Bouira	ND
Ain-Temouchent	800ha
Naâma	500ha
El-bayadh	ND
Mila	4000ha
Mascara	1500ha
Médéa	ND
M'sila	4500ha
Sétif	3500ha
Souk ahras	4410ha
Béjaya	500ha
Sidi bel abbes	429,5ha
Oran	2570ha
Mostaganem	400ha

ND : non déterminé

Chapitre I : Généralités

I.1.5. Usage et intérêt.

L'utilisation des plantes est aussi ancienne que l'humanité. Les produits naturels sont bon marché et prétendument sûrs. Le romarin (*Rosmarinus officinalis L.*) est utilisé dans plusieurs domaines :

En Médecine

- ✓ antispasmodique dans les coliques rénales et la dysménorrhée .
- ✓ traitement ou prévention de l'asthme bronchique, des troubles spasmogènes, de l'ulcère gastroduodéal, des maladies inflammatoires, de l'hépatotoxicité, de l'athérosclérose, cardiopathie ischémique, cataracte, cancer et mauvaise motilité des spermatozoïdes.
- ✓ pour soulager les troubles respiratoires.
- ✓ Extrait du romarin détend les muscles lisses de la trachée et de l'intestin et a une activité cholérétique, hépatoprotectrice et antitumérogène.
- ✓ L'extrait hydro alcoolique est utilisé pour le traitement d'un large éventail de maladies, y compris la dépression. (**Machado et al.,2012**)
- ✓ L'huile essentielle présente aussi une activité antimicrobienne contre *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli* et *Pseudomonas aeruginosa*. (**Mouas et al., 2017**)

En agronomie

- ✓ anti acaricide efficace contre la *Varroa destructor*, un parasite de l'abeille locale (**Harouz-cherifi et Habbi-cherifi, 2015**).
- ✓ L'huile essentielle du *Rosmarinus officinalis L.* utilisée comme bio insecticide pour la lutte antivectorielle (*Aedes aegypti*), vecteur principale de la dengue. (**Duarte et al., 2015**)

En cosmétique

- ✓ Des Shampoings à base d'huile essentielle du romarin traitant contre le cuir chevelu gras. (Soizic, 2016)
- ✓ L'extrait de feuille de *Rosmarinus officinalis* améliore la repousse des cheveux. (**Kazuya et al., 2012**)

En industrie

- ✓ Antioxydant dans la fabrication des produits à base de viande. (Zoubiri, 2000)

I.1.6. Composition chimique.

La composition chimique de la plante dans son ensemble dépend du lieu de croissance et de récolte ainsi que du moment de la récolte dans le cycle végétatif (idéal quand le végétal à le maximum d'essence). (Staub et Bayer, 2013)

Afin de déterminer la composition chimique des feuilles et sommités fleuries de Romarin, **Leplat (2017)** a effectué un relevé à partir de plusieurs études qui ont été regroupé dans le **tableau2** (annexe A). Il a pu ainsi calculer des valeurs moyennes pour les molécules les plus souvent citées.

❖ acides phénols.

- acide rosmarinique : 1,7-2,83% en moyenne
- acide caféique : cité (= aucune valeur précisée) associé avec l'acide chlorogénique

❖ diterpènes phénoliques tricycliques .

- acide carnos(ol)ique $\approx 0,35\%$
- carnosol = picrosalvine : cité (valeur variable, jusqu'à 4,6% ou majoritaire)
- rosmanol : cité
- rosmadial : cité

❖ Triterpènes.

- acide ursolique : 2-4% en moyenne et 5% de dérivés de l'acide ursolique
- acide oléanolique : $\approx 10\%$
- α - et β -amyrines : citées

❖ flavones méthylées.

- lutéoline : citée
- genkwanine : citée

❖ huile essentielle (monoterpènes).

- α -pinène : 3,48-27,1% en moyenne
- 1,8-cinéole : 12,84-42,9% en moyenne
- camphre : 10,22-31,4% en moyenne
- bornéol libre et estérifié : cités
- camphène : 3,53-9,8% en moyenne

I.2. Généralités sur les métabolites secondaires.

Les métabolites secondaires ne sont pas également répartis au sein de la plante. Ils sont typiquement produits dans un organe, tissu ou type cellulaire spécifique à des stades particuliers du développement (par exemple durant le développement de la fleur, du fruit, de la graine ou de la plantule).

Les métabolites secondaires (**figure4**) sont produits à différents endroits de la cellule, mais ils sont emmagasinés surtout dans les vacuoles. En outre, leur concentration dans la plante varie souvent dans de grandes proportions au cours d'une période de 24 h. Les trois classes principales de métabolites secondaires chez les plantes sont les alcaloïdes, les terpénoïdes et les substances phénoliques. (Susan *et al.*, 2014)

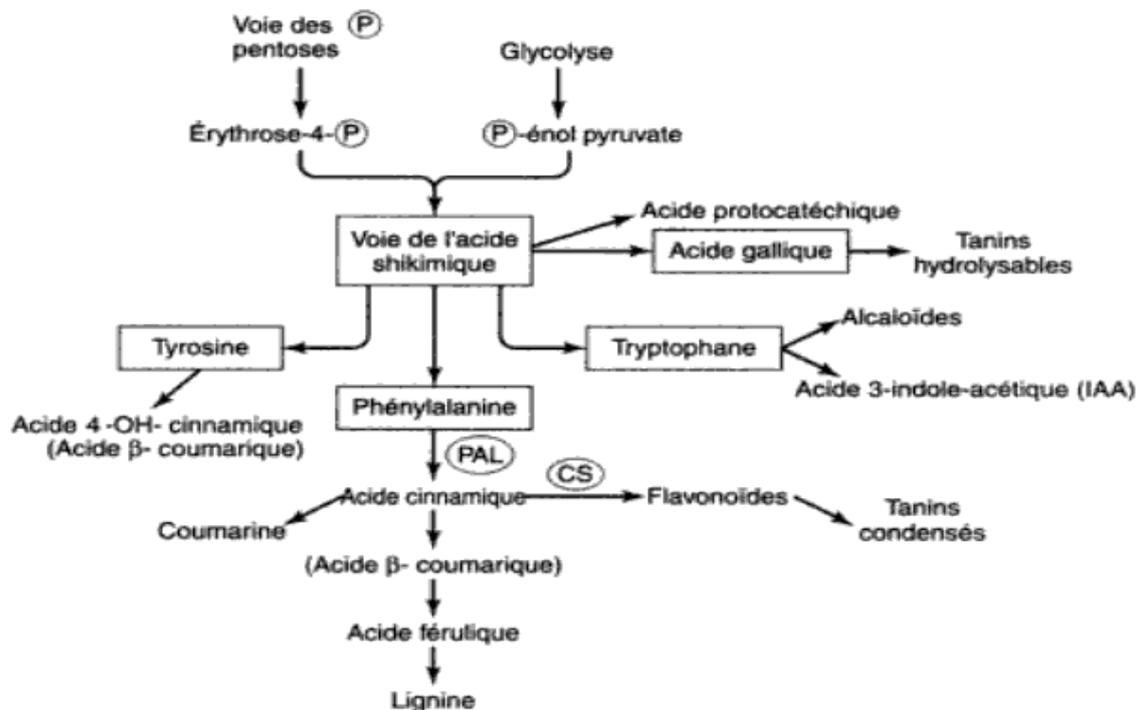


Figure 4: les principales voies de la biosynthèse des métabolites secondaires (Hopkins, 2003)

I.2.1. Les composés phénoliques.

Les substances phénoliques englobent une vaste gamme de composés possédant tous un groupement hydroxyle (—OH) attaché à un cycle aromatique (un anneau de six carbones avec trois doubles liaisons). Elles sont présentes dans presque toutes les plantes et l'on sait qu'elles s'accumulent dans toutes les parties de l'organisme (racines, tiges, feuilles, fleurs et fruits).

Bien qu'il soit le groupe le plus étudié de métabolites secondaires, la fonction de beaucoup de produits phénoliques reste encore inconnue. (Susan *et al.*, 2014)

I.2.1.1. Les flavonoïdes.

Sont des pigments solubles dans l'eau, présents dans les vacuoles ; ils constituent le plus grand groupe de composés phénoliques chez les plantes). Les flavonoïdes sont très répandus et repartis en plusieurs classes, comme les anthocyanes, les flavones et les flavonoïdes. (Susan *et al.*, 2014).

I.2.1.2. Les tannins.

Composés phénoliques présents à des concentrations relativement élevées dans les feuilles de plantes ligneuses très diverses. Les tannins sont isolés dans les vacuoles, les autres composants de la cellule étant ainsi protégés. (Susan *et al.*, 2014)

I.2.1.3. Les lignines.

Contrairement aux autres composés phénoliques, les lignines se déposent dans la paroi cellulaire et non dans la vacuole. Après la cellulose, les lignines constituent le composé organique le plus abondant sur terre ; ce sont des polymères formés de trois types de monomères : le *p*-coumaryle, le coniferyle et les alcools sinapiques. La lignine est surtout importante pour la résistance à la compression et la rigidité qu'elle confère à la paroi cellulaire. (Susan *et al.*, 2014)

I.2.1.4. L'acide salicylique.

Principe actif de l'aspirine (figure 5) et (figure 6), s'est d'abord fait connaître par ses propriétés analgésiques, qui calmaient la douleur en utilisant une infusion d'écorce de saule (*Salix alba*). (Susan *et al.*, 2014)

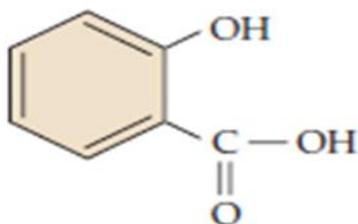


Figure 5 : acide salicylique
(Susan *et al.*, 2014)

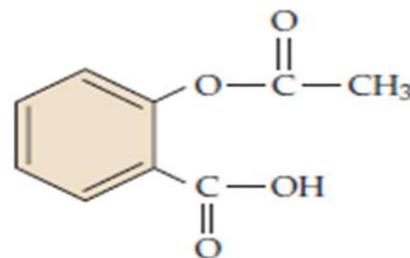


Figure 6 : acide acétylsalicylique
(aspirine) (Susan *et al.*, 2014)

I.2.2. Les composés terpéniques.

Les **terpénoïdes**, appelés aussi terpènes, existent chez toutes les plantes et représentent de loin la plus vaste catégorie de métabolites secondaires. Le terpénoïde le plus simple est un hydrocarbure, l'isoprène (C_5H_8). On peut classer tous les terpénoïdes en fonction du nombre de leurs unités isoprène. Les Monotérpénoïdes, avec deux unités isoprène, les sesquitérpenoïdes (trois unités) et les Ditérpenoïdes (quatre unités terpène) sont des catégories usuelles. Une même plante peut synthétiser beaucoup de terpénoïdes différents à différents endroits de l'organisme, dans des buts différents et à des stades différents de son développement. (Susan *et al.*, 2014)

I.2.2.1. L'isoprène.

Lui-même est émis en quantités importantes par les feuilles de beaucoup d'espèces végétales. L'isoprène (**figure 7**), qui n'est émis qu'à la lumière, est synthétisé dans les chloroplastes à partir du dioxyde de carbone peu après la conversion de celui-ci en composés organiques par la photosynthèse. (Susan *et al.*, 2014)

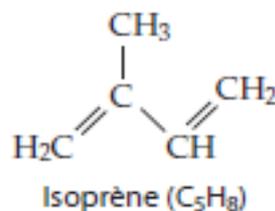


Figure 7: structure de base d'isoprène (Susan *et al.*, 2014)

I.2.2.2. Monotérpénoïdes et de sesquitérpenoïdes.

Sont appelés **huiles essentielles** produites par les feuilles de certaines plantes éloignent les herbivores ; certaines les protègent des attaques par les champignons parasites et les bactéries; on sait que d'autres sont allelopathiques. Les terpénoïdes des parfums floraux attirent les insectes pollinisateurs vers les fleurs. (Susan *et al.*, 2014)

I.2.2.3. Ditérpenoïdes.

Le **taxol** est un Ditérpenoïde très intéressant en raison de ses propriétés anticancéreuses. On a montré qu'il réduit les cancers de l'ovaire et du sein. (Susan *et al.*, 2014)

I.2.3. Les alcaloïdes.

Sont des composés azotés alcalins (**figure 8**), parmi lesquels la morphine, la cocaïne, la caféine, la nicotine et l'atropine. Les alcaloïdes figurent parmi les substances les plus

Chapitre I : Généralités

importantes pour leurs propriétés pharmacologiques et médicinales. L'intérêt qu'on leur a porté reposait traditionnellement sur leur action physiologique et psychologique particulièrement violente chez l'homme. (Susan *et al.*,2014)

Le premier alcaloïde identifié-en 1806 fut la morphine, qui provient du pavot (*Papaver somniferum*). Il est actuellement utilisé en médecine comme analgésique (pour calmer la douleur) et pour contrôler la toux. (Leplat, 2017)

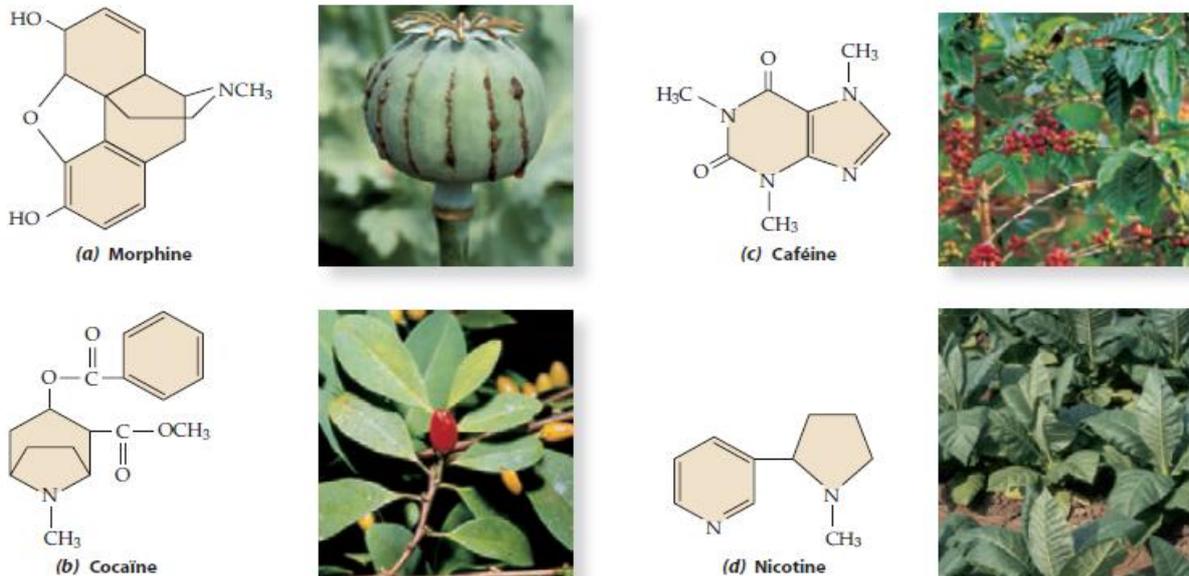


Figure 8 : Quelques alcaloïdes physiologiquement actifs. (Susan *et al.*,2014)

I.3. Généralités sur les tissus des végétaux.

Il existe deux types de tissus, les tissus primaires et secondaires.

I.3.1. Tissus primaires.

Ils sont issus du méristème primaire, généralement localisés dans le bourgeon apical de la plante. On peut distinguer :

- **Parenchymes** : relativement peu structurés et simples du point de vue cytologique, ils n'en assurent pas moins des fonctions essentielles à la vie de la plante telles que la photosynthèse et le stockage des réserves. Deux types de parenchymes existent :
 - Les parenchymes chlorophylliens se trouvent dans les organes aériens – surtout dans le limbe des feuilles.

Chapitre I : Généralités

-Les parenchymes de réserve sont généralement abondants dans les organes souterrains (racine, rhizome).

- **Épiderme** : L'épiderme est une assise continue de cellules qui recouvre les rameaux feuillés (tiges et feuilles) et fournit une protection contre la dessiccation et les agressions extérieures de toutes sortes. Il comporte des cellules épidermiques et les cellules stomatiques.
- **Collenchyme** : C'est le tissu de soutien des organes jeunes et en croissance. Il se forme très précocement en position périphérique, généralement par cloisonnements périclinales de cellules sous-épidermiques, il est en même temps extensible et permet l'élongation de l'organe.
- **Sclérenchyme** : c'est un ensemble assez divers de cellules de soutien ou sclérocytes ayant en commun la propriété d'élaborer un type particulier de paroi qui leur confère une grande dureté.
- **Tissus conducteurs** : Le xylème et le phloème sont étroitement associés du point de vue ontogénique, anatomique et physiologique ; ils forment le système vasculaire qui assure les corrélations entre les différentes parties de la plante.

- Le xylème assure le transport de la sève minérale ou sève brute.

-Le phloème permet le déplacement de la sève élaborée. (**Ronald et al., 2008**)

I.3.2 Tissus secondaires.

Ils sont issues de 2 types de méristèmes secondaires le cambium et le phellogène.

- **Cambium** : Il produit des tissus conducteurs secondaires qui s'ajoutent directement aux éléments primaires : le liber ou phloème secondaire vers l'extérieur, et le bois ou xylème secondaire vers l'intérieur.
- **Le phellogène** ou zone génératrice subéro-phellogénique adapte la structure de l'écorce à cet accroissement interne. Il produit du suber, ou liège, vers l'extérieur et du phellogénoderme vers l'intérieur.

Ces deux tissus constituent un revêtement d'origine secondaire ou périderme. (**Ronald et al., 2008**)

Chapitre II :

Matériel et

méthodes

Chapitre II : Matériel et Méthodes

La présente étude est basée sur les travaux de recherche réalisés par **Outaleb (2010)** sur l'espèce *Rosmarinus officinalis L.* Elle a pour objectif d'évaluer la variabilité histologique, phytochimique des extraits aqueux de *Rosmarinus officinalis L.*, issus de trois régions d'Algérie.

II.1. Matériel végétal.

Le romarin (*Rosmarinus officinalis*), de plusieurs régions du monde a montré de multiples propriétés bioactives qui seraient intéressantes de comparer à celles du romarin d'Algérie.

Le matériel végétal qui a fait l'objet de cette étude constitué de trois écotypes de romarin (*Rosmarinus officinalis*), collectés au mois de Mars de différentes régions (**tableau 3 et figure 9**) qui sont :

♣Ecole Nationale Supérieure Agronomique ENSA (Alger).

♣Tablat (Médéa), poussant à l'état spontané.

♣Beni yenni (Tizi Ouzou), poussant à l'état spontané.

Tableau 3:caractéristique de chaque région

Région	Altitude (m)	Latitude Nord	Longitude Est	Etage bioclimatique	Type de sol
ENSA (Alger)	48	36°, 43'	3°, 08'	Subhumide à hiver tempéré	Sol limono-argileux avec un faible taux de calcaire et riche en matière organique
Tablat (Médéa)	450	36°,24'	3°,19'	Subhumide à hiver tempéré	Sol pauvre insaturé à teneur faible en calcaire et moyennement riche en matière organique en surface
Beni yenni (Tizi Ouzou)	835	36°,39'	4°,24'	Subhumide à hiver tempéré	Sol essentiellement calcaire recouvert d'une mince couche d'argile et d'humus

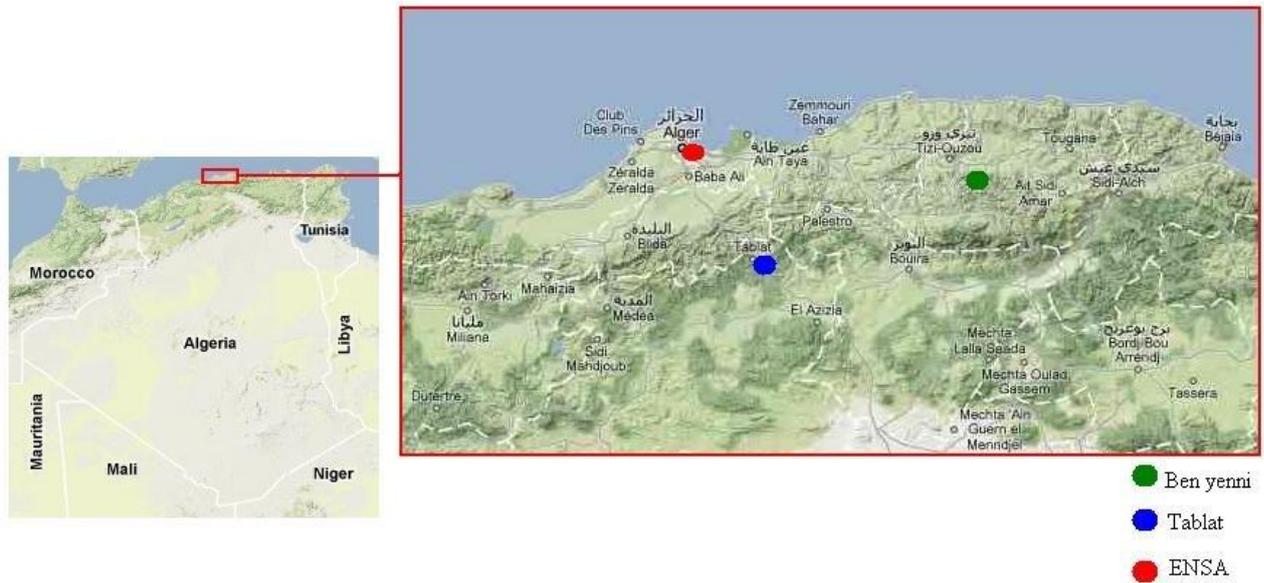


Figure 9:localisation des trois régions de récolte (Outaleb, 2010)

II.2. Méthodes.

II.2.1. Technique d'étude histologique.

Des coupes histologiques ont été effectuées sur les feuilles et les tiges de *Rosmarinus officinalis L.*, au niveau du département de Botanique de l'École Nationale Supérieure Agronomique d'Alger selon la méthode de **Deysson(1954)**.

Les coupes ont été réalisées sur la moelle de sureau à main levée dans le but d'avoir des coupes transversales très fines. Ces dernières sont ensuite passées dans une série de bains ayant des solutions différentes selon le protocole ci-dessous :

- ↪ Bain n°1 : solution d'hypochlorite de sodium à 12° pendant 20 mn, afin de vider les cellules de leur contenu et de garder ainsi que les parois.
- ↪ Bain n°2 : Eau distillée pendant 1 à 5 mn afin de stopper l'effet de l'hypochlorite de sodium.
- ↪ Bain n°3 : Acide acétique à 5% pendant 5mn, contribue aussi à stopper l'effet de l'hypochlorite de sodium et permet de préparer les coupes à la coloration.
- ↪ Bain n°4 : Eau distillée pendant 1 à 5mn afin de stopper l'effet de l'acide acétique.
- ↪ Bain n°5 : Coloration dans du carmino-vert pendant 1mn, ce qui donne un aspect rose pour les parois celluloses et une coloration verte pour les parties lignifiées.
- ↪ Bain n°6: Eau distillée.

Chapitre II : Matériel et Méthodes

Les coupes sont montées dans une goutte d'eau distillée entre lame et lamelle et observées immédiatement au microscope photonique de marque AUS JENA JENALUMAR doté d'un appareil photo.

Plusieurs coupes ont été observées et les plus intéressantes ont été photographiées.

II.2.2 Caractérisation phytochimique des extraits aqueux de la plante.

II.2.2.1. Préparation d'extraits éthanoliques des trois écotypes.

Les extraits éthanoliques ont été obtenus en utilisant la méthode de Soxhlet (l'extraction solide-liquide) au niveau du laboratoire de chimie de l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique.

Mode opératoire

- Les feuilles, fleurs et les tiges des échantillons étudiées ont été broyées et réduites en poudre fine.
- 20g de la poudre obtenue ont été placés dans une cartouche et ont été extraits avec 300 ml d'éthanol sous réfrigérant à reflux (pendant 6 heures). L'expérience est répétée jusqu'à ce que le solvant obtenu soit incolore.
- Après l'extraction, le solvant riche en substances extraites, a été récupéré dans un ballon et passé au rotavapor afin d'évaporer le solvant.
- L'extrait ainsi récupéré a été placé dans un dessiccateur, pesé et conservé à 4-6°C. Le rendement en extrait éthanolique est calculé selon la formule suivante :

Taux de la matière extraite (%) = $[(P1-P0)/E]*100$

Avec : P1 .Poids du ballon après évaporation du solvant (g)

P0. Poids du ballon vide (g)

E. Poids de l'échantillon (poudre) (g).

Chapitre II : Matériel et Méthodes

II.2.2.2 Dosage des composés phénoliques des extraits de romarin.

❖ Dosage des polyphénols.

La teneur en composés phénoliques est évaluée selon la méthode Folin-ciocalteu décrite par **Singleton *et al.* (1999)** utilisant l'acide gallique comme standard.

Mode opératoire

Un volume de 0,25ml d'extrait dilué est mélangé à 1,25 ml de réactif de Folin-ciocalteu. Après 3 minutes de temps de réaction du mélange, 1ml de la solution de carbonate de sodium (Na_2CO_3) à une concentration de 75g/l est ajouté. Après 30 minutes à l'abri de la lumière et à Température ambiante, l'absorbance est lue à 765 nm. L'expérience est répétée trois fois pour chaque concentration d'extrait.

❖ Dosage des flavonoïdes.

La teneur en flavonoïdes est estimée selon la méthode au trichlorure d'aluminium (AlCl_3) modifiée **Lamaison et Carnet (1990)**.

La même procédure est appliquée au standard d'acide gallique. Ainsi la concentration en composés phénoliques totaux est déterminée en se référant à la courbe d'étalonnage de l'acide gallique et sera exprimée en mg équivalent d'acide gallique par gramme d'extrait.

Mode opératoire

1ml de l'extrait dilué est ajouté à 1ml de la solution de chlorure d'aluminium. Après 1heure d'incubation à température ambiante, l'absorbance est mesurée à 420 nm. Cette expérience est répétée trois fois.

La teneur en flavonoïdes est déterminée en se référant à une courbe d'étalonnage obtenue en utilisant la quercétine et sera exprimée en mg d'équivalent quercétine par g d'extrait.

Chapitre III :

Résultats et

discussion

III.1. Résultats de l'étude histologique.

L'observation des coupes histologiques réalisées par **Outaleb (2010)** sur les feuilles et les tiges de romarin révèle la présence de 3 types de poils ; les poils tecteurs, sécréteurs (**figure10**) et glandulaires (**figure 12**) et schématisés par les **figures (11,13)**.

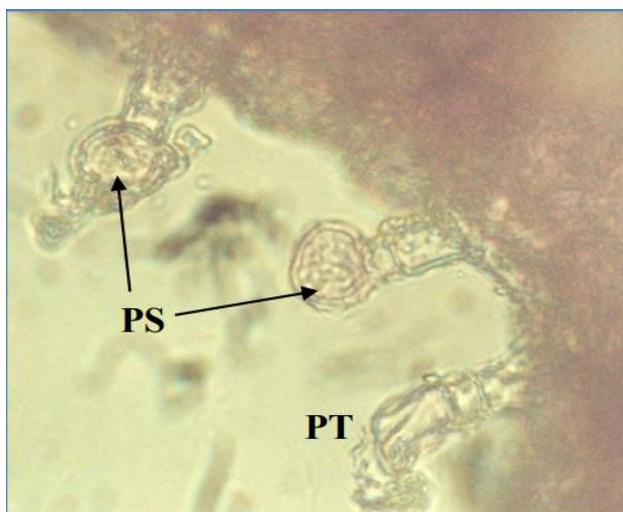


Figure10: coupe transversale de la feuille de romarin mettant en évidence la présence de poils sécréteurs (PS) et tecteurs (PT) observée au microscope photonique (Gr. : $\times 160$).

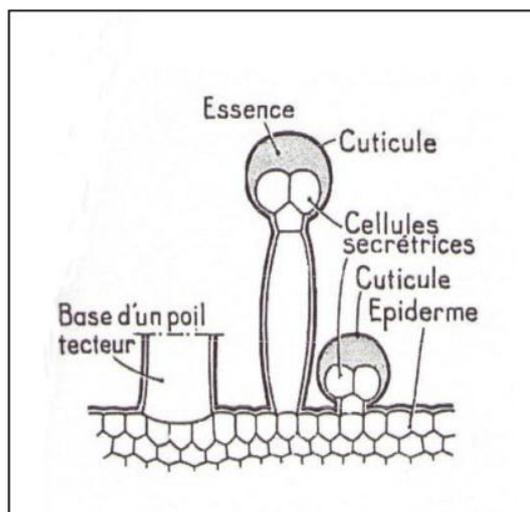


Figure 11:schéma d'un poil sécréteur et tecteur (**Camelfort, 1972**).

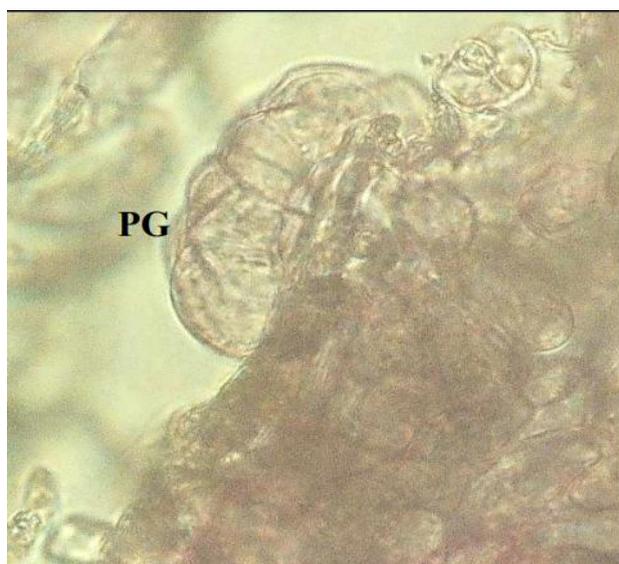


Figure 12:coupe transversale de la feuille de romarin mettant en évidence la présence d'un poil glandulaire(PG) observée au microscope photonique (Gr. : $\times 160$).

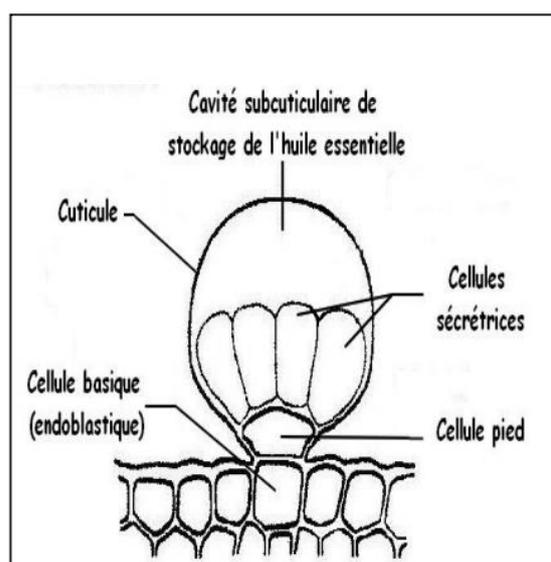


Figure 13: Schéma d'un poil glandulaire (**Stahl-Biskup, 2002**)

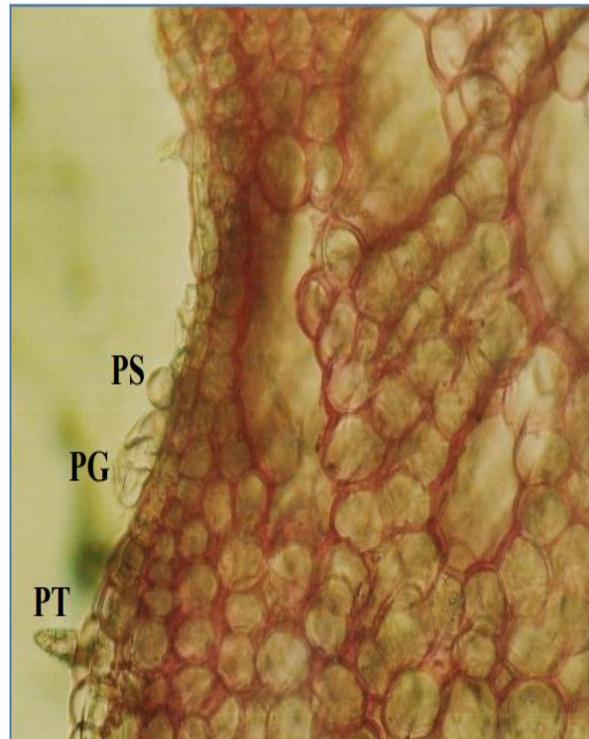


Figure 14: coupe transversale de la tige de romarin mettant en évidence la présence d'un poil tecteur, sécréteur et glandulaire observée au microscope photonique (**Gr. X 80**).

Selon **Wagner et al., (2004)**, seuls les poils glandulaires et sécréteurs ont l'aptitude de biosynthétiser, sécréter et séquestrer les huiles essentielles en quantité significative. Ces types de poils sont beaucoup plus répandus et plus denses sur les feuilles que sur les tiges. C'est la raison principale qui fait que les tiges produisent une quantité infime d'huiles essentielles par rapport aux feuilles et aux fleurs.

D'une autre part, une étude réalisée par **(Marin et al.,2005)** montrent que l'analyse des coupes anatomiques de feuilles de romarin, observées au microscope à fluorescence, montrant une auto fluorescence jaune verdâtre à la surface des feuilles et sur les poils tecteurs ont indiqué la présence de subérine ou de substances hydrophobes de type cutine (**Figure15A**). Les substances phénoliques ont montré une auto fluorescence rouge dans la tête des poils sécréteurs peltés (**Figure15B**). Les poils sécréteurs capités ont montré une auto fluorescence jaune vif du matériau sécrété (composés principalement hydrophiles) à l'intérieur de la cellule principale (**Figure15C**).

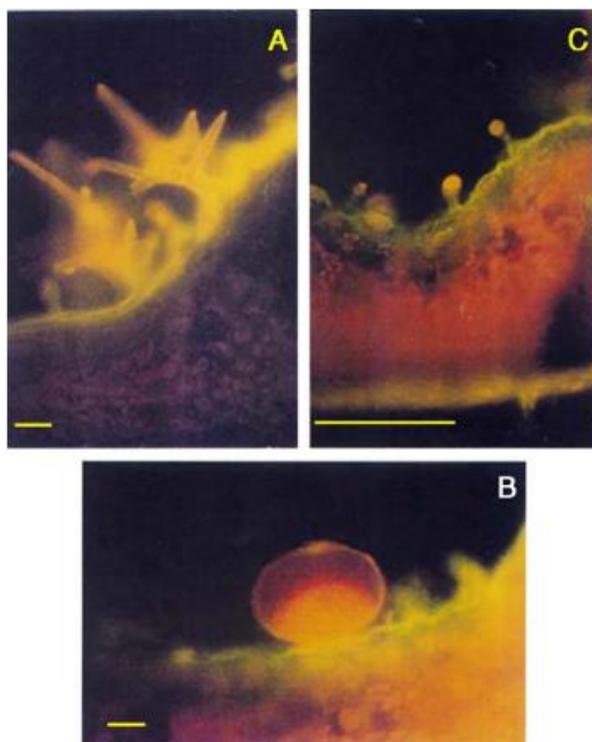


Figure 15: poils técteurs **A**, poils sécréteurs capité **C** et polis peltés **B** des feuilles de *Rosmarinus officinalis* L. Observés au microscope à fluorescence. (Marin *et al.*,2005)

III.2. Résultats de la caractérisation phytochimique des extraits aqueux de la plante.

❖ Rendement en extraits.

Les résultats du rendement en extraits de *Rosmarinus officinalis* Obtenu par **Outaleb (2010)** dans les différentes régions étudiées sont mentionnés dans le **tableau 4** et **figure 16**.

Tableau 4:Rendement en extrait de romarin des trois régions étudiés

Région	Rendement (%)
ENSA	39,6
Tablat	20,55
Beni Yenni	22,61

Chapitre III : Résultats et discussion

D'après les résultats consignés dans le **tableau 4**, on constate que le rendement en extraits du Romarin (*Rosmarinus officinalis L.*) diffère d'une région à une autre. Ces différences indiquent que la composition de l'extrait végétal étudié est influencée par la présence de divers facteurs tels que les facteurs pédoclimatique (l'altitude, l'exposition, le climat) et les conditions expérimentales, les conditions de récolte. (Outaleb, 2010)

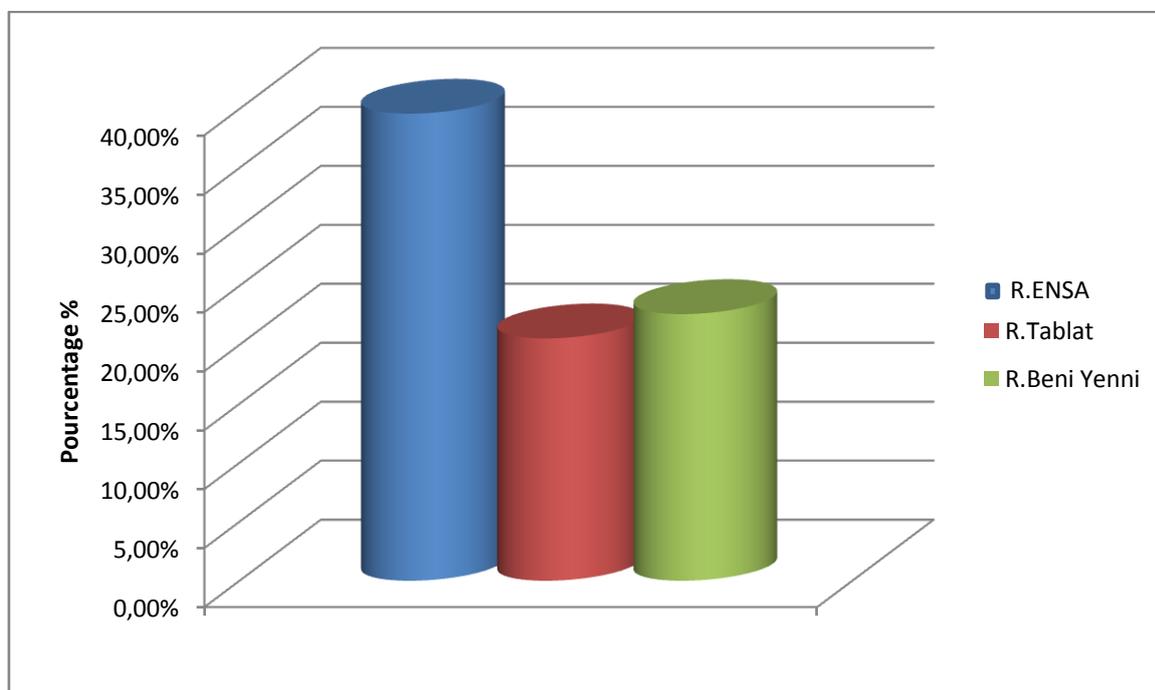


Figure 16 : Le rendement en extraits de *Rosmarinus officinalis L.* des trois régions.

❖ Teneur en phénols totaux

Les résultats du dosage des phénols totaux des différents écotypes étudiés sont représentés dans le **tableau 5** et **figure 18**. La détermination des phénols se font par la méthode colorimétrique de Folin ciocalteu, en utilisant la courbe d'étalonnage obtenue avec l'acide gallique qui est représentée par la (**figure 17**).

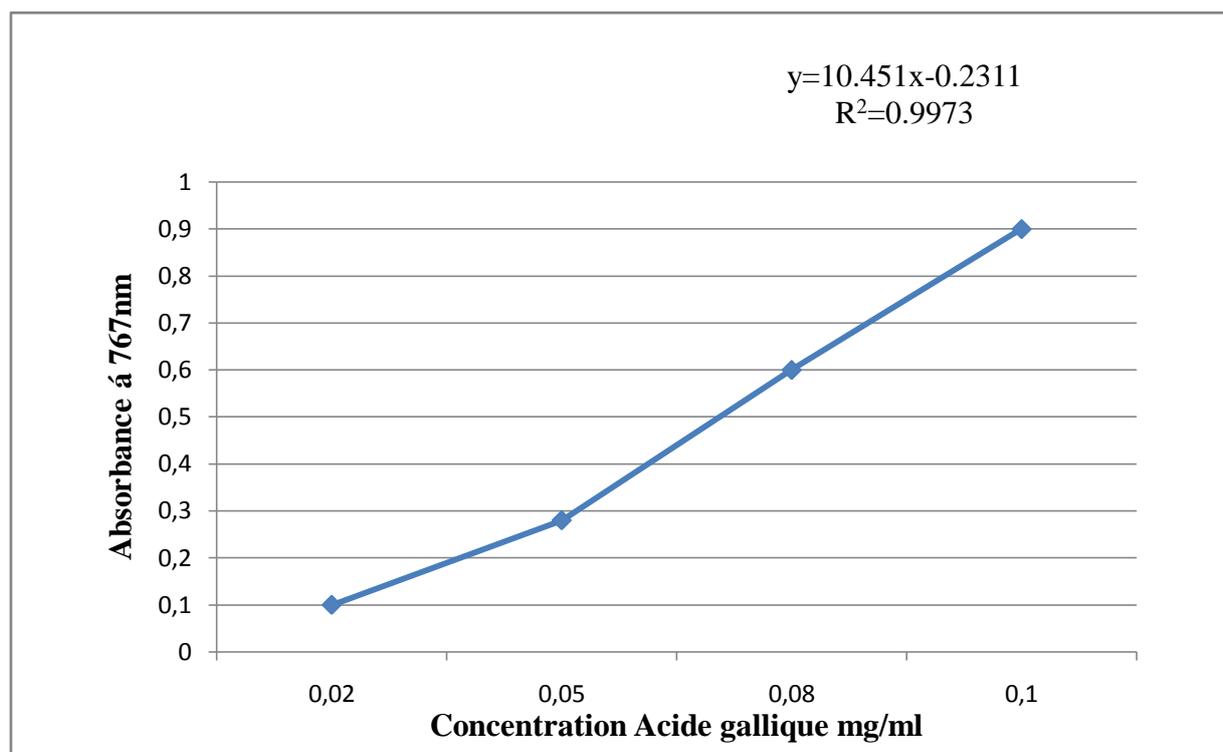


Figure 17 : courbe d'étalonnage de l'acide gallique

Les analyses quantitatives des phénols totaux, ont été déterminées à partir de l'équation de la régression linéaire de la courbe d'étalonnage (**figure 17**), tracée en utilisant l'acide gallique comme standard. Les valeurs obtenues sont exprimées en mg équivalent.acide gallique/g.

Tableau 5: teneurs en phénols totaux des différents extraits

Extraits	Teneurs en phénol totaux (mg eq.ag/g)*
R. ENSA	462,7
R. Tablat	372,73
R. Beni Yenni	408,62

*mg équivalent d'acide gallique /g d'extrait

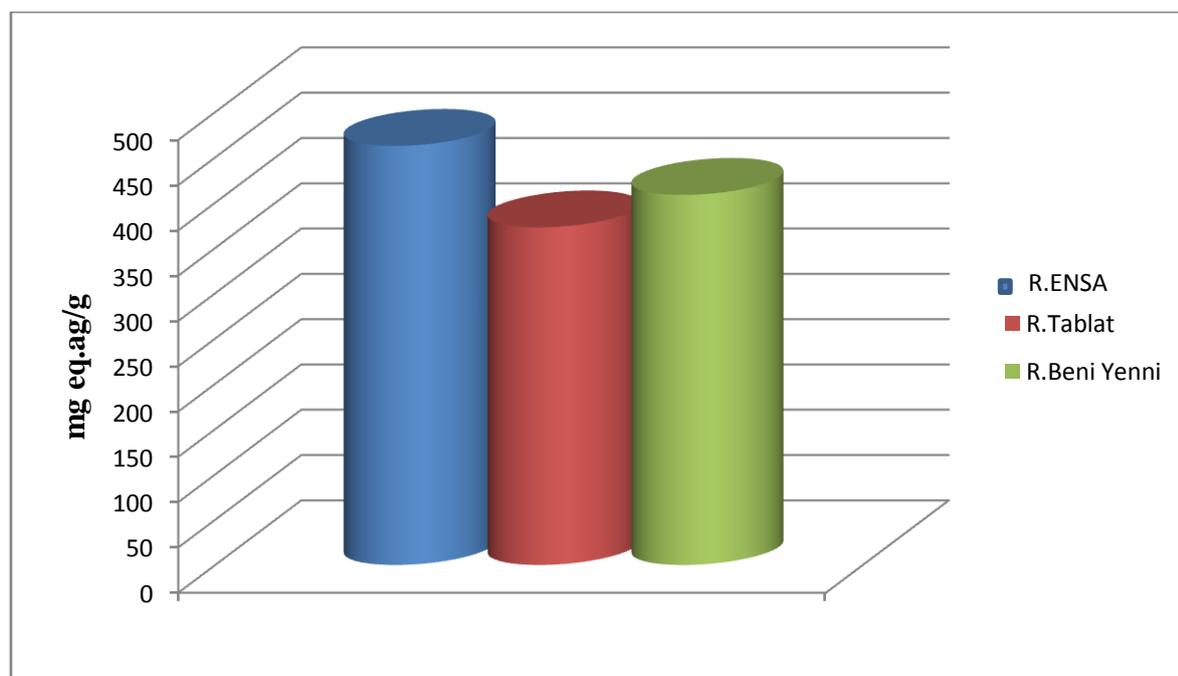


Figure 18: Teneur en phénol totaux

Les résultats du dosage des phénols totaux ont permis d'enregistrer de fortes teneurs pour l'ensemble des extraits étudiés, avec cependant des différences notables. Ainsi l'extrait du romarin de l'ENSA se distingue par la plus forte teneur en phénols totaux (462,7 mg eq.ag /g d'extrait) suivi par celui du romarin de Beni Yenni (408,62 mg eq.ag /g d'extrait) et le romarin de Tablat (372,73 mg eq.ag /g d'extrait).

Comme cela a été démontré dans diverses études **Saenz-Lopez *et al.*, (2002); Samotyja et Malecka, (2007)**, la forte teneur en phénols totaux des extraits de romarin est attribuée aux proportions importantes de certains composés phénoliques de cette plante tels que (l'acide carnosique, le carnosol, l'acide rosmarinique, le rosmanol et l'epirosmanol). Les variations importantes des teneurs en phénols totaux du romarin de différentes provenances s'expliqueraient, en plus de l'aspect purement génétique, par des facteurs environnementaux tels que (le climat, l'altitude, l'exposition etc....), qui influenceraient directement sur le métabolisme de la production des composés phénoliques (métabolites secondaires) cité précédemment (**Wojdylo *et al.*, 2007 ; Yesil Celiktas *et al.*, 2007**).

Il faut cependant noter, qu'en plus des facteurs intrinsèques à la plante influençant la teneur en phénols totaux, les conditions et les méthodes d'extraction affectent directement la concentration finale en composés phénoliques (**Albu *et al.*, 2004 ; Wada *et al.*, 2004**).

Chapitre III : Résultats et discussion

À titre d'exemple, les extraits aqueux et méthanoliques issus de romarin traité dans les mêmes conditions que les nôtres (feuilles séchées, méthode d'extraction) ont des teneurs en phénols totaux de 185 mg eq.ag /g (**Dorman *et al.*, 2003**).

Les mêmes teneurs en phénols totaux sont observées pour des extraits méthanoliques obtenus avec des feuilles séchées dont les extraits bruts sont prétraités avec un procédé incluant l'acide chlorhydrique (**Kosar *et al.*, 2005**).

La teneur en phénols totaux des extraits de romarin obtenue à partir des feuilles fraîches est la plus faible enregistrée avec environ 2,19 mg eq.ag /g (**Zheng et Wang, 2001**).

❖ Teneur en flavonoïdes

Le dosage des flavonoïdes a été réalisé selon la méthode au trichlorure d'aluminium en utilisant la courbe d'étalonnage établie pour la quercitrine et représentée par (**figure19**).les résultats sont mentionné dans le **tableau 6 et figure 20**.

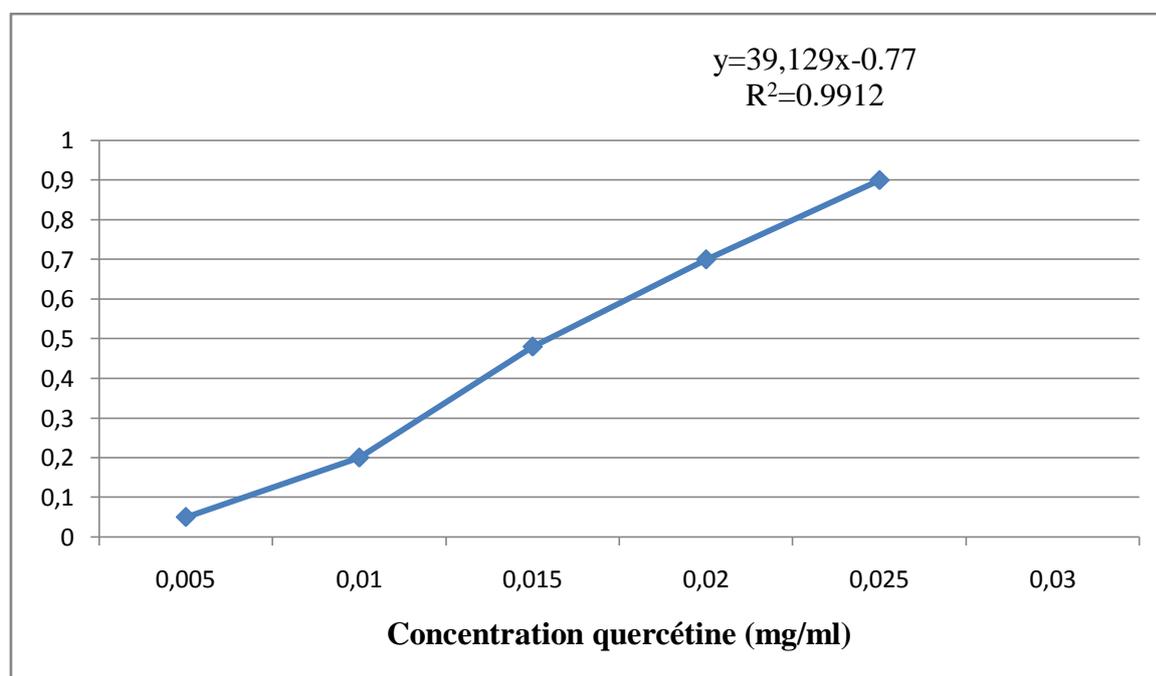


Figure 19: Courbe d'étalonnage de la quercetine

Chapitre III : Résultats et discussion

Tableau 6: Teneur en flavonoïdes des différents extraits de romarin

Ecotypes	Teneurs en flavonoïdes (mg eq. qr /g extrait)*
ENSA	54,75
Tablat	38,14
Beni Yenni	45,17

* mg équivalent de quercitine /g d'extrait

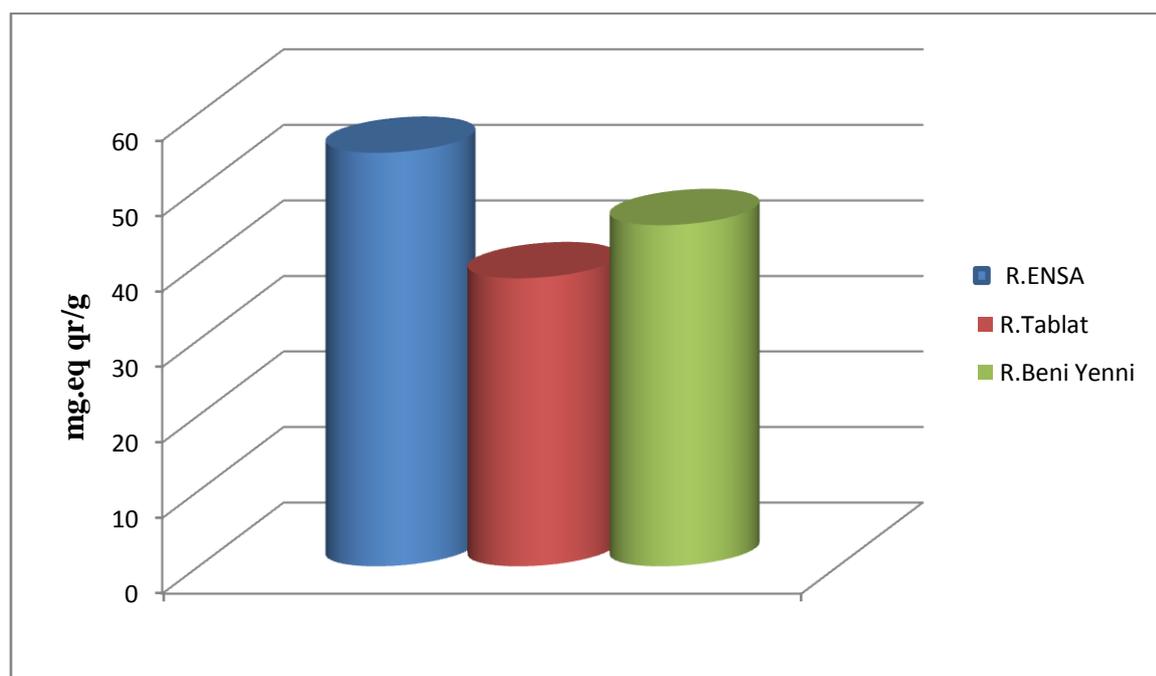


Figure20:teneur en flavonoïdes des extraits

Les résultats du dosage des flavonoïdes (**figure 20**) des trois extraits étudiés révèlent de fortes teneurs en flavonoïdes avec une même hiérarchisation des teneurs que celles obtenues pour les phénols totaux (54,75mg eq. qr /g d'extrait pour le romarin de l'ENSA, 45,17 mg eq. qr /g d'extrait pour le romarin de Beni Yenni et 38,14 mg eq. qr /g d'extrait pour le romarin de Tablat).

Les flavonoïdes sont considérés comme une sous classe des composés phénoliques, il est par conséquent logique que la teneur en phénols totaux des extraits soit directement reliée à leur teneur en flavonoïdes.

Chapitre III : Résultats et discussion

On note cependant, que même si la teneur en phénols totaux est largement supérieure à celle décrite par **Dorman *et al.*, (2003)**, **Chen *et al.*, (2007)**, la proportion en flavonoïdes ne représente que 25% environ des phénols totaux, alors que ces mêmes auteurs enregistrent des proportions supérieures à 50%.

Conclusion

Conclusion

Le romarin (*Rosmarinus officinalis* L) est un arbuste largement répandu et abondant dans notre pays et dans le reste du bassin méditerranéen. Pour une meilleure connaissance de cette plante du point de vue de sa composition chimique et son anatomie. A cet effet et afin d'évaluer l'influence de l'origine géographique, nous sommes intéressés à la détermination de la composition chimique d'extrait du romarin issus de trois régions d'Algérie : Alger (ENSA), Medea (Tablat) et Tizi Ouzou (Beni Yenni), ainsi qu'à l'étude histologique.

Par cette étude, nous avons pu mettre en évidence l'existence d'une variabilité anatomique et phytochimique.

Dans la première partie du travail, l'étude histologique au microscope photonique des tiges et feuilles de romarin, révèle la présence de poils sécréteurs, tecteurs et glandulaires.

En ce qui concerne le rendement en extraits obtenus par soxhlet, le romarin de l'ENSA enregistre le plus grand rendement (39,6%), suivi par le romarin de Beni Yenni et Tablat (22,61% et 20,55% respectivement).

Dans la seconde partie, L'évaluation de la teneur en phénols totaux des extraits, nous a permise d'enregistrer le plus fort taux pour l'extrait du romarin de l'ENSA (462,7mg eq.ag/g), suivi par l'extrait du romarin de Beni Yenni et de Tablat (408,62 et 372,73 mg eq.ag/g respectivement).

Le dosage des flavonoides de ces mêmes extraits révèle une teneur de 54,75 mg eq.qr/g pour l'extrait du romarin de l'ENSA, 45,17 mg eq. qr/g pour l'extrait du romarin de Beni Yenni et 38,14mg eq. qr/g pour l'extrait du romarin de Tablat.

En outre, et de façon générale l'ensemble des paramètres considérés pour les extraits de romarin lors de cette étude, démontrent leur grande dépendance vis-à-vis de leur origine et par conséquent des facteurs environnementaux, pédoclimatiques et autres facteurs intrinsèques à la plante (génétique, âge et stade physiologique).

Bibliographie

Bibliographie

Balmford, A.; Bennun, L.; Ten Brink, B.; Cooper, D.; Cote, I.M.; Crane, P.; Dobson, A.; Dudley, N.; Dutton, I.; Green, R.E.; Gregory, R.D.; Harrison, J.; Kennedy, E.T.; Kremen, C.; Leader-Williams, N.; Lovejoy, T.E.; Mace, G.; May, R. and Mayaux, P. 2010. *The convention on biological diversity's 2010 target*, *Science*. 2010. pp. 212-213. Vol. 307 (5707).

Bensebia, O.; Barth, D.; Bensebia, B., Dahmani, A. 2009. *Supercritical CO₂ extraction of rosemary: Effect of extraction parameters and modelling*. *The Journal of supercritical fluids*. 2009. pp. 161-166. Vol. 49.

Chicouène, D. 2018. *Anatomie végétale*. s.l. : dc.plantouz.

Duarte, J.L.; Amado, J.R.R.; Oliveiraa, A.E.M.F.M.; Cruz, R.A.S.; Ferreira, A.M.; Soutou, R. N.P.; Falcão, D.Q.; Carrvalho, J.C.T.; Fernandes, C.P. 2015. *Evaluation of larvicidal activity of a nanoemulsion of Rosmarinus officinalis essential oil*.

Duraffourd, C.; Lapraz, J.C.; Chemli, R. 1997. *La plante médicinale de la tradition à la science. 1er congrès Intercontinental*. Paris : Granche, 1997. p. 222.

Harouz-cherifi, Z.; Habbi-cherifi, A. 2015. *Etude de l'efficacité acaricide de deux plantes : le romarin et l'armoise sur Varroa destructor parasite de l'abeille locale*. s.l. : IIIème congrès International de Biotechnologie et V IIIème congrès International de Biotechnologie et Valorisation International de Biotechnologie et Valorisation des alorisation des Bio- ation des Bio-Ressources, 2015.

Haston, E.; Richardson, J.E.; Stevens, P.F.; Chase, M.W.; Harris, D.J. 2009. *rdson JE, Stevens PF, Chase MW, Harris DJ. 2009. The linear Angiosperm Phylogeny Group (LAPG) III: a linear sequence of the families in APG III*. s.l. : Botanical Journal of the Linnean Society, 2009.

Hopkins, G.W. 2003. *physiologie végétale*. 2ème édition . s.l. : de Boeck. p. 278.

Kazuya, M.; Kazuma, N.; Masato, K.; Mariko, O.; Naoko, W.; Katsumasa, O.; Hideaki, M. 2012. *Promotion of Hair Growth by Rosmarinus officinalis Leaf Extract*.

Laberche, J.C. 2010. *BIOLOGIE VÉGÉTALE*. 3e édition. PARIS : Dunod, 2010. pp. 95-115.

Leplat, M. 2017. *Le Romarin, Rosmarinus officinalis L., une Lamiacée médicinale de la garrigue provençale*. thèse de doctorat. s.l. : Université d'Aix-Marseille – Faculté de Pharmacie, 2017.

Machado, D.G.; Cunha, M.P.; Neis, V.B.; Colla, A.R.; Grando, J.; Brocardo, P.S.; Bettio, L.E. B.; Dalmarco, J.B.; Rial, D.; Prediger, R.D.; Pizzolatti, M.G.; Rodrigues, A.L.S. 2012. *Rosmarinus officinalis L. hydroalcoholic extract, similar to fluoxetine, reverses depressive-*

Bibliographie

like behavior without altering learning deficit in olfactory bulbectomized mice. s.l. : ELSEVIER.

Mouas, Y.;Benrebaha, F. Z.;Chaouia, Ch. 2017. *évaluation de l'activité antibactérienne de l'huile essentielle et de l'extrait méthanolique du romarin Rosmarinus officinalis L.* s.l. : AgroBiologia.

Outaleb, T.2010. Huiles essentielles et extrait de romarin : composition chimique et activités antioxydante et antimicrobienne.Mémoire de Magister en sciences agronomiques.s.l. : Ecole Natonale Supérieure d'Agronomie – El Harrach-Alger.

Pelikan, J. 1986. Matière première du règne végétal. Paris : Masson Et Cie, Tome 2. p. 2343.

Rodriguez Salazar,M.;Olivo Urbina,G.R ;Bezerra,P.N ;Borges Cunha,V.M ;da Silva,M.P; Seabra Pires,F.C.;Souza e Silva,A.P.;Brabo de Sousa,S.H.;Carvalho Jr,R.N. 2019. *Antioxidant and Biological Activity of Cissus sicyoides and Rosmarinus officinalis Extracts.*

Rolland, D.2007. PETIT LEXIQUE DE BOTANIQUE A L'USAGE DU DÉBUTANT.

Ronald, J.C.;Ronald, F.; El Maarouf-Bouteau,H.;Bouteau,F. 2008. ATLAS BIOLOGIE VÉGÉTALE 2. Organisation des plantes à fleurs. 9ème édition . Paris : DUNOD.

Soizic, N. 2016. *LES CHEVEUX GRAS.* Université du Quebec.

Staub. H; Bayer, L. 2013. *Traité approfondi de phyto-aromathérapie : avec présentation de 750 huiles essentielles connues.* Paris : Grancher. p. 685.

Susan. E, Ray. F. E, Peter. H.R. 2014. *Biologie végétale.* [trad.] Jules Bouharmont. 3e édition. s.l. : De Boeck.

Teuscher, A.R.; Lobstein, A. 2005. *Plantes aromatiques : épices, aromates.* paris : Lavoisier, 2005. p. 522.

Zoubiri, S. 2000. *Extraction et caractérisation des huiles essentielles de Rosmarinusofficinalis par chromatographie en phase gazeuse. Mémoire d'ingénieur d'état en agropastoralisme.*

Glossaire

Akène : est un fruit sec, indéhiscent à graine unique dont le péricarpe plus ou moins sclérifié, n'est pas soudé à la graine.

Androcée : est l'appareil reproducteur mâle de la fleur, c'est-à-dire l'ensemble des étamines.

Calice : verticille externe du périanthe d'une fleur, c'est l'ensemble des sépales.

Capité : qualifie un organe globuleux terminant une partie plus fine.

Corolle : désigne la partie de la fleur formée par l'ensemble de ses pétales

Cyme : inflorescence définie dans laquelle le bourgeon terminal venant à fleur, sont des bourgeons latéraux que reprennent la croissance avant de passer à fleur.

Décussé : qualifie des éléments disposés en croix. En botanique ce terme s'applique à des paires de feuilles opposées disposées perpendiculairement à chaque noeud.

Exalbuminé : qualifie une graine dans laquelle l'albumen a disparu, remplacé en général par les cotylédons remplis de réserves.

Glomérule : inflorescence globuleuse formée de fleurs subsessiles.

Gynécée : Ensemble des organes femelles d'une fleur, c'est-à-dire des carpelles.

Hermaphrodite : qualifie une fleur possédant à la fois des étamines et des carpelles fonctionnels.

Inflorescence : disposition de l'ensemble des fleurs d'un individu.

Pelté : qualifie un organe (une feuille en général) orbiculaire et fixé par son centre.

Poil sécréteur : comportant une ou plusieurs cellules sécrétrices.

Poil tecteur : dépourvu de cellule(s) sécrétrice(s).

Sessile : qualifie tout organe (feuille, fleur) dépourvu de pétiole ou de pédoncule.

Tige quadrangulaire : qui présente un section à quatre angles.

Zygomorphe : Se dit d'une fleur dont la symétrie est le plus souvent bilatérale. (Rolland, 2007)

Annexes

Annexe A :

Tableau 2: composition chimique de *Rosmarinus officinalis*: synthèse de plusieurs articles scientifiques

Références / molécules	[6]	[53]	[54]	[55]	[32]	[56]	[57]	[12]	[58]	[59]	moyenne
Partie de la plante	F. Som. fl.	Som. fl.	Som. fl.	Som. fl. F.	F.	F.	F.	F.	F.	Som. fl.	
Acide rosmarinique	cité	cité	cité	2-3%		cité	cité	1,1-2,5%	cité	2-3%	1,7-2,83%
Acide caféique	cité	cité					cité (avec acide chlorogénique)		cité	cité (avec acide chlorogénique)	cité
Genkwanine	cité	cité	cité				cité		cité		cité
Lutéoline	cité		cité		cité			cité	cité	cité	cité
Acide carnos(ol)ique	cité	cité	cité	cité			cité (majoritaire)	≈ 0,35%	0,35%	cité	cité (≈ 0,35%)
Carnosol	cité	cité	cité	jusqu'à 4,6%			cité (majoritaire)	cité	cité	jusqu'à 4,6%	cité (majoritaire) (jusqu'à 4,6%)
Rosmanol	cité	cité	cité	cité			cité	cité	cité	cité	cité
Rosmadial	cité	cité	cité				cité	cité	cité		cité
Acide ursolique	cité		5% de dérivés	cité	2-4%		cité	cité	5% de dérivés	2-4%	2-4% (5% de dérivés)
Acide oléanolique		cité	≈ 10%	cité			cité	cité	≈ 10%	cité	cité (≈ 10%)
α- et β-amyrines		cité	cité				cité	cité	cité		cité
α-pinène	cité		0-25%	15-25%	1,4-3,4%	cité	cité	1-57%	0-25%		3,48-27,1%
1,8-cinéole	cité		15-30%	20-50%	11,2-44,5%	cité	cité	3-60%	15-30%		12,84-42,9%
Camphre	cité		15-25%	10-25%	10,1-24,9%	cité	cité	1-57%	15-25%		10,22-31,38%
Bornéol libre	cité (non spécifié)	cité (non spécifié)	cité	1-6% (non spécifié)	0,3-15,6% (non spécifié)	cité (non spécifié)	cité (non spécifié)	1-18% (non spécifié)	10-15%		cités
Bornéol estérifié			cité						5-10%		
Camphène				5-10%	0,6-9,5%	cité	cité		5-10%		3,53-9,83%