



Université de Ghardaïa

N° d'ordre :  
N° de série :

Faculté des Sciences et Technologies  
Département de Génie des procédés

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de

## MASTER

Domaine : *Sciences et Technologies*

Filière : *Génie des procédés*

Spécialité : *Génie chimique*

Par : **GHRIGA Djemaa ,**  
**CHERIF Nadjat**

## Thème

**ETUDE STATISTIQUE SUR L'INFLUENCE DE LA  
CULTURE DE QUELQUES PLANTES MEDICINALES  
SUR LA QUALITE DES HUILES ESSENTIELLES**

Soutenu publiquement le 30/09/2020

Devant le jury :

<b>BABAARBI Ilyes</b>	MAA	Univ. Ghardaïa	<b>Président</b>
<b>ADAMOU Youcef</b>	MAA	Univ. Ghardaïa	<b>Examineur</b>
<b>HELLALI Naima</b>	MCB	Univ. Ghardaïa	<b>Encadreur</b>
<b>LAGHOUITRE Oum Kalthoum</b>	PRC	Univ. Ghardaïa	<b>Co-Encadreur</b>



Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur Et de La Recherche Scientifique



Université de Ghardaïa

N° d'ordre :  
N° de série :

Faculté des Sciences et Technologies  
Département de Génie des procédés

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de

**MASTER**

**Domaine :** *Sciences et Technologies*

**Filière :** *Génie des procédés*

**Spécialité :** *Génie chimique*

**Par : GHRIGA Djemaa ,  
CHERIF Nadjat**

**Thème**

**ETUDE STATISTIQUE SUR L'INFLUENCE DE LA  
CULTURE DE QUELQUES PLANTES MEDICINALES  
SUR LA QUALITE DES HUILES ESSENTIELLES**

**Soutenu publiquement le 30/09/2020**

**Devant le jury :**

<b>BABAARBI Ilyes</b>	MAA	Univ. Ghardaïa	<b>Président</b>
<b>ADAMOU Youcef</b>	MAA	Univ. Ghardaïa	<b>Examineur</b>
<b>HELLALI Naima</b>	MCB	Univ. Ghardaïa	<b>Encadreur</b>
<b>LAGHOUTRE Oum Kalthoum</b>	PRC	Univ. Ghardaïa	<b>Co-Encadreur</b>

**Année universitaire 2019/2020**

# *Remerciement*

*On remercie Dieu, le tout puissant, de m'avoir donné la force et la patience pour réaliser ce travail.*

*Nous remercions notre encadreur Dr. HELLALI Naima et Dr. LAGHOUITRE Oum Koulthome de université de Ghardaïa, qui a dirigé ce travail et a veillé à ce qu'il soit mené à terme*

*mercier à toutes les personnes qui ont contribué au succès de la rédaction notre mémoire*

*Mercie à nos parents et nos familles Mercie , la famille LAGHOUITRE surtout mariame*

*Mercie à tous ceux qui aidé, de près ou de loin*

*Mercier*



## *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail qui est le fruit de mes efforts  
A ceux que j'aime le plus au monde mes très cher parents,  
leurs sacrifices et leurs encouragements toute ma vie, je ne  
saurais jamais comment exprimer mes sentiments pour  
avoir veillé sur mon éducation, jamais je ne peux les  
remercier assez de m'avoir donné le meilleur.*

*A mes chers frères ALI et AISSA .*

*A mes chers soeurs SOUHILA , Massouda , Nada*

*Et au dernier ma sœur Tasnime*

*A ma cher petit-fils de la famille Abd EL Rahime*

*Je n'oublie jamais la générosité illimitée de mes amis,*

*Asma ; Asma ; Chahinaz*

*A mon binôme Nadjat avec qui j'ai partagé les bons et  
les durs moments.*

*A toute ma famille GHRIGA .*

*A Tous mes camarades de la promotion 2019-2020  
génie Chimique*

*Djemaa*

## *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail qui est le fruit de mes efforts  
A ceux que j'aime le plus au monde mes très cher parents,  
leurs sacrifices et leurs encouragements toute ma vie, je ne  
saurais jamais comment exprimer mes sentiments pour avoir  
veillé sur mon éducation, jamais je ne peux les remercier  
assez de m'avoir donné le meilleur.*

*A ma cher frère Farse .*

*A mes chers soeurs Salima , Rabia , Khaira*

*A mes chers petit-fils de la famille Raïhana , Djihane  
, Mostafa*

*Je n'oublie jamais la générosité illimitée de mes amis,  
Asma ; Asma ; Chahinaz*

*A mon binôme Djemaa avec qui j'ai partagé les bons et  
les durs moments.*

*A toute ma famille CHERIF.*

*A Tous mes camarades de la promotion 2019-2020  
génie Chimique*

*Nadjat*

## Résumé :

Plusieurs travaux de recherche se sont concentrés sur les huiles essentielles extraites de plantes aromatiques, et nous avons observé à travers des études: qu'un type de plante peut donner différentes huiles essentielles dans leur composition chimique en termes de leurs composants ou en termes de pourcentage de composés chimiques. La composition de ces huiles essentielles peut être affectée par de nombreux facteurs parmi lesquels : région, méthodes d'extraction les HEs, période de récolte, l'organe végétale...

Dans cette étude, est basé sur la variation de la composition chimique des HES de : *Rosmarinus officinalis*, *Artemisia herba-alba*, *Rutachalepensis L*, *Cymbopogon schoenanthus* et *Pituranthos scoparius* en fonction quelques facteur.

À la suite de cette comparaison, nous concluons que les huiles essentielles changent selon chaque région parce que chaque région a son propre climat et son propre de sol, et cela est prouvé par l'étude sur le *Rosmarinus officinalis*, où l'on constate que chaque région a des composants chimiques et les terpènes prédominants en Iran, en Algérie, au Maroc se caractérise par un pourcentage élevé de **Monoterpènes oxygéné** entre **(62,98%-56,08)**, **Monoterpènes hydrogéné** en France **(29,9%)**. Pour la période de récolte, nous avons comparé plusieurs études, où les résultats étaient les suivants ;**les tepènes** à *Pituranthos scoparius* dans les régions de Ghardaïa et Biskra à **l'automne 2016** et au **début de l'hiver 2017** comme contenant Monoterpènes hydrogéné dans des proportions élevées **(79-44,4%)**. D'un autre côté, le pourcentage de Monoterpène oxygéné varie en fonction de partie à l'autre dans *Ruta chalepensis L* entre **(28,34%-2,58)** et nous trouvons la différence de rendement de cette plante comme la plus grande valeur dans **les fleurs 1,22%** et la valeur la plus basse dans **les tiges 0,31%**.

En fin nous avons conclu que Ces effets est influée aussi sur le rondement et les pourcentages des chémotype de ces HEs, et aussi sur la nature et le nombre des composés majors.

## Mots clés:

Les huiles essentielles, les plantes aromatiques, chémotype, région, période de récolte, l'organe végétal.

## **Abstract:**

Several research studies have focused on essential oils extracted from aromatic plants, and we have observed through studies: that a type of plant can give different essential oils in their chemical composition in terms of their components or in terms of percentage of chemical compounds. The composition of these essential oils can be affected by many factors including: region, extraction methods the HEs, harvest period, plant organ...

In this study, is based on the variation of the chemical composition of HES of: *Rosmarinus officinalis*, *Artemisia herba-alba*, *Rutachalepensis L*, *Cymbopogon schoenanthus* and *Pituranthos scoparius* depending on some factor.

As a result of this comparison, we conclude that essential oils change by region because each region has its own climate and soil, and this is proven by the study on *Rosmarinus officinalis*, where we find that each region has chemical components and the prevailing terpenes in Iran, Algeria, Morocco is characterized by a high percentage of Monoterpenes oxygenated between (62.98%-56.08) , Hydrogenated Monoterpenes in France (29.9%). For the harvest period, we compared several studies, where the results were as follows; the tepènes at *Pituranthos scoparius* in the regions of Ghardaïa and Biskra in autumn 2016 and early winter 2017 as containing Hydrogenated Monoterpenes in high proportions (79-44.4%). On the other hand, the percentage of oxygenated Monoterpene varies from party to part in *Ruta chalepensis L* between (28.34%-2.58) and we find the yield difference of this plant as the highest value in the flowers 1.22% and the lowest value in the stems 0.31%.

In the end we concluded that These effects are also influenced on the roundness and percentages of the chemotypes of these HEs, and also on the nature and number of major compounds.

## **Tags:**

Essential oils, aromatic plants, chémotype, region, harvest period, plant organ.



## ملخص :

وقد ركزت العديد من الدراسات البحثية على الزيوت الأساسية المستخرجة من النباتات العطرية العفوية. يمكن أن تتأثر هذه الزيوت الأساسية من قبل عدة تغييرات في العوامل منها: تغيير في المناطق، طريقة استخلاص الزيوت الأساسية، فترة الحصاد، جزء النبتة كالأوراق أو الجذور.

ونتيجة لهذه المقارنة، نستنتج أن الزيوت الأساسية تتغير حسب كل منطقة لأن كل منطقة لها مناخ و تربة خاصين بها و هذا ما أثبتته الدراسة على نبتة إكليل الجبل حيث نلاحظ أن لكل منطقة مكونات كيميائية غالبية و كذلك les tepènes ففي إيران، الجزائر، مغرب تمتاز بنسبة عالية من Monoterpènes oxygéné (ما بين % 62.98- 56.08) أما Monoterpèneshédrogéné في فرنسا(29.9%) و كذلك فترة الحصاد و عمر النبتة تؤثر على مكونات الكيميائية، من خلال مقارنة les tepènes لنبتة الفزاح في منطقتي غرداية و بسكرة في فصل الخريف 2016 و بداية فصل الشتاء 2017 على أنها تحتوي على Monoterpèneshédrogéné بنسب عالية (% 44.4-79) ، و على سبيل المثال نسبة Monoterpènes oxygéné تختلف من جزء إلى آخر في نبتة الفيجل(ما بين % 2.58-28.34) كما نجد الإختلاف في المردود هذه النبتة حيث أن قيمة العظمى في الازهار % 1.22 أما أدنى قيمة في الجذور % 0.31

في النهاية توصلنا إلى أن هذه الآثار تؤثر أيضا على مردود والنسب المئوية للمكونات الكيميائية من هذه الزيوت الأساسية، وأيضاً على طبيعة وعدد من المركبات الرئيسية.

## الكلمات المفتاحية :

الزيوت العطرية، النباتات العطرية، المكونات الكيميائية، المنطقة، فترة الحصاد، والجهاز النباتي.



# ***SOMMAIRE***

## Sommaire :

Liste des abréviations .....	I
Liste des figures.....	II
Liste des photos .....	IV
Liste des tableaux .....	V
Introduction générale.....	1
<b>Chapitre I : GENERALITE SUR LES HUILES ESSENTIELLES</b>	
I-1-Introduction.....	2
I-2-Historique.....	3
I-3-Définition d'huile essential .....	3
I-4-Composition chimique des huiles essentielles .....	3
I-5-Répartition et localisation des huiles essentielle dans la plante.....	7
I-6-Caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques des huiles essentielles .	8
I-7-Propriétés biologiques.....	9
I-8-Conservation .....	9
I-9-Utilisation des huiles essentielles.....	10
I-9-1-En pharmacie .....	10
I-9-2-En industrie alimentaire .....	10
I-9-3-Cosmétologie et parfumerie.....	11
I-10- Toxicité des huiles essentielles .....	11
<b>Chapitre II : Les techniques d'extraction des huiles essentielles</b>	
II-1-Introduction .....	12
II-2-Les techniques d'extraction des huiles essentielles .....	13
II-2-1-Entraînement à la vapeur d'eau .....	13
II-2-1-1-Les avantages .....	14
II-2-1-2-Les inconvénients.....	14
II-2-2-Hydrodistillation simple.....	14

II-2-3-L'extraction par solvants organique .....	15
II-2-3-1-Le choix du solvant .....	17
II-2-4-L'extraction auCO <sub>2</sub> supercritique .....	17
II-2-5-L'extraction par micro-ondes .....	18
II-2-6-Méthode d'hydro-diffusion .....	19
II-2-7-Extraction par expression à froid .....	20
II-2-8-La décoction .....	21
II-2-9-L'enfleurage .....	22
<b>Chapitre III : Effet de la culture d'un plant spontanée sur les huiles essentielles</b>	
III-1-Introduction .....	23
III-2-Objectif.....	24
III-3- Les facteurs qui influent sur les huiles essentielles.....	24
III-3-1- <i>Rosmarinusofficinalis</i> .....	25
III-3-1-1-Description de la plante .....	25
III-3-1-2- Influence de la région .....	26
III-3-1-3- Influence de méthodes d'extraction des HEs .....	27
III-3-1-4- Influence de période de récolte.....	29
III-3-1-5- Influence d'organe végétale.....	29
III-3-2- <i>ArtemisiaHerba-Alba</i> .....	30
III-3-2-1-Description de la plante .....	30
III-3-2-2- Influence de région de récolte .....	31
III-3-2-3- Influence de méthodes d'extraction sur l'HEs .....	31
III-3-2-4- Influence de période de récolte.....	32
III-3-2-5- Influence d'organe végétale.....	33
III-3-3- <i>RutachalepensisL</i> .....	33
III-3-3-1-Description de la plante .....	33
III-3-3-2- Influence de région .....	34
III-3-3-3- Influence de la période de récolte .....	34

III-3-3-4- Influence d'organe végétale.....	35
III-3-4- <i>Cymbopogonschoenanthus</i> .....	36
III-3-4-1-Description de la plante .....	36
II-3-4-2- Influence de la région.....	37
III-3-4-3- Influence de la méthode d'extraction .....	38
III-3-4-4- Influence de la période de récolte .....	38
III-3-4-5- Influence d'organe végétale.....	39
III-3-5- <i>Pituranthosscoparius</i> .....	39
III-3-5-1-Description de la plante .....	39
III-3-5-2- Influence de la région .....	41
III-3-5-3- Influence de la méthode d'extraction .....	42
III-3-5-4- Influence de la période de récolte .....	42
III-3-5-5- Influence d'organe végétale.....	43

#### **CHAPITER IV : Analyse statistique des données théoriques**

IV-1-Introduction.....	44
IV-2- Influence de la région.....	44
IV-2-1- <i>Rosmarinusofficinalis</i> .....	44
IV-2-2- <i>Artemisiaherba-alba</i> .....	46
IV-2-3- <i>RutachalepensisL</i> .....	48
IV-2-4- <i>Cymbopogonschoenanthus</i> .....	49
IV-2-5- <i>Pituranthosscoparius</i> .....	50
IV-3- Influence de période de récolte .....	52
IV-3-1- <i>Rosmarinusofficinalis</i> .....	52
IV-3-2- <i>Artemisiaherba-alba</i> :.....	53
IV-3-3- <i>RutachalepensisL</i> .....	54
IV-3-4- <i>Cymbopogonschoenanthus</i> .....	55
IV-3-5- <i>Pituranthosscoparius</i> .....	56
IV-4- Influence d'organe vegétale .....	62

IV-4-1- <i>Rosmarinus officinalis</i> .....	62
IV-4-2- <i>Artemisia herba-alba</i> : .....	63
IV-4-3- <i>Ruta chalepensis</i> L.....	63
IV-4-4- <i>Cymbopogon schoenanthus</i> .....	65
IV-4-5- <i>Pituranthos scoparius</i> .....	67
Conclusion générale.....	70
Références bibliographiques.....	72
Annexes.....	83

# *LISTE DES ABREVIATIONS*

CONV	Composé Organique Non Volatile
COV	Composé Organique Volatile
HD	Hydrodistillation
HE	Huile Essentielle
MH	Monoterpènes Hydrocarbonique
MHG	Hydro-diffusion assistée par micro-ondes et gravité
MO	Monoterpènes Oxygénés
SE	Solvant Volatile
SH	Sesquiterpènes Hydrocarbonique
SO	Sesquiterpènes Oxygénés

# LISTE DES FIGURES :

<b>Figure N°1</b> : Structure de l'isoprène C <sub>5</sub> H <sub>8</sub> .....	5
<b>Figure N° 2</b> : composés terpénique.....	6
<b>Figure N°3</b> : Structure des composés aromatique.....	7
<b>Figure N° 4</b> : Différents extraits aromatiques obtenus à partir de matières végétales. ....	12
<b>Figure N° 5</b> : Entraînement à la vapeur d'eau .....	13
<b>Figure N° 6</b> : Hydro-distillation simple.....	15
<b>Figure N°7</b> :Technique d'extraction par solvant .....	16
<b>Figure N°8</b> :extraction par CO <sub>2</sub> supercritique .....	17
<b>FigureN°9</b> :Montage d'hydrodistillation assisté par micro-ondes.....	18
<b>Figure N°10</b> : Schéma du procédé d'hydrodiffusion.....	19
<b>Figure N°11</b> : Quelques plantes spontanés .....	23
<b>Figure N°12</b> : Histogramme indiquant la variation des composés majeurs d'HEs de <i>Rosmarinus officinalis</i> L en fonction de la région en Algérie .....	45
<b>Figure N°13</b> : Histogramme indiquant la variation des composés majeurs d'HEs de <i>Rosmarinus officinalis</i> l en fonction de la région en le monde.....	46
<b>Figure N°14</b> : Histogramme indiquant la variation des composés majeurs d'HEs de <i>Artemisia herba-alba</i> en fonction de la région .....	47
<b>Figure N°15</b> : Histogramme indiquant la variation des composés majeurs d'HEs de <i>Ruta chalepensis</i> L en fonction de la région en le monde .....	48
<b>Figure N°16</b> : Histogramme indiquant la variation des composés majeurs d'HEs de <i>Cymbopogon schoenanthus</i> en fonction de la région en le monde .....	49
<b>Figure N°17</b> : Histogramme indiquant la variation des composés majeurs d'HEs de <i>Pituranthos scoparius</i> en fonction de la région en Algérie .....	50
<b>Figure N°18</b> : Histogramme indiquant la variation des terpènes d'HEs de <i>Rosmarinus officinalis</i> L en fonction de la région en le monde.....	51
<b>Figure N°19</b> : Histogramme indiquant la variation des composés majeurs d'HEs de <i>Rosmarinus officinalis</i> L en fonction de la période de récolte .....	53
<b>Figure N°20</b> : Histogramme indiquant la variation des composés majeurs d'HEs de <i>Artemisia herba-alba</i> en fonction de la période de récolte.....	54



<b>Figure N°21 :</b> Histogramme indiquant la variation de composé major d’HEs de <i>Ruta chalepensis L</i> en fonction de la période de récolte .....	55
<b>Figure N° 22:</b> Histogramme indiquant la variation des composés majors d’HEs de <i>Cymbopogon schoenanthus</i> en fonction de la période de récolte .....	56
<b>Figure N°23 :</b> Histogramme indiquant la variation des composés majors d’HEs de <i>Pituranthos scoparius</i> en fonction de la période de récolte en <b>Ghardaïa –Algérie</b> .....	57
<b>Figure N°24 :</b> Histogramme indiquant la variation des composés majors d’HEs de <i>Pituranthos scoparius</i> en fonction de la période de récolte en <b>Biskra -Algérie</b> .....	58
<b>Figure N°25 :</b> Histogramme indiquant la variation des composés majors d’HEs de <i>Pituranthos scoparius</i> en fonction de la période de récolte en <b>Béchar –Algérie</b> .....	59
<b>Figure N°26 :</b> Histogramme indiquant la variation des terpènes d’HEs de <i>Pituranthos scoparius</i> en fonction de la période de récolte en <b>Ghardaïa -Algérie</b> .....	60
<b>Figure N°27 :</b> Histogramme indiquant la variation des terpènes d’HEs de <i>Pituranthos scoparius</i> en fonction de la période de récolte en <b>Biskra -Algérie</b> .....	61
<b>Figure N°28 :</b> Histogramme indiquant la variation des composés majors d’HEs de <i>Rosmarinus officinalis l</i> en fonction de l’organe végétale .....	62
<b>Figure N°29 :</b> Histogramme indiquant la variation de composé major d’HEs de <i>Artemisia herba-alba</i> en fonction de l’organe végétale .....	63
<b>Figure N°30:</b> Histogramme indiquant la variation de rendement des HEs de <i>Ruta chalepensis L</i> en fonction de l’organe végétale .....	64
<b>Figure N° 31:</b> Histogramme indiquant la variation du composé major des HEs de <i>Ruta chalepensis L</i> en fonction de l’organe végétale .....	64
<b>Figure N°32:</b> Histogramme indiquant la variation des composés majors des HEs de <i>Cymbopogon schoenanthus</i> en fonction de l’organe végétale .....	65
<b>Figure N°33 :</b> Histogramme indiquant la variation des composés majors des HEs de <i>Cymbopogon schoenanthus</i> en fonction de l’organe végétale en <b>Burkina Faso</b> .....	66
<b>Figure N°34 :</b> Histogramme indiquant la variation des composés majors des HEs de <i>Pituranthos scoparius</i> en fonction de l’organe végétale .....	67
<b>Figure N°35:</b> Histogramme indiquant la variation des terpènes des HEs de <i>Ruta chalipensis</i> en fonction de l’organe végétale .....	68

# *LISTE DES PHOTOS*

<b>Photo N°1</b> : Montage d'extraction par diffusion.....	19
<b>Photo N° 2</b> :Technique d'enfleurage .....	22
<b>Photo N°3</b> : Représente les parties de la plante <i>R.Officinal l</i> .....	26
<b>Photo N°4</b> : <i>Artemisia herb aelba</i> .....	30
<b>Photo N° 5</b> : <i>Rutachalepensis</i> L«Fidjel» .....	33
<b>Photo N°6</b> : <i>Cymbopogon schoenanthus</i> « El Lemad » .....	36
<b>Photo N°7</b> : <i>Pituranthosscoparius</i> « el guzah » .....	40

# LISTE DES TABLAUX

<b>Tableau N° 1 :</b> Organes de certaines plantes riches en huiles essentielles .....	7
<b>Tableau N°2 :</b> Avantage et inconvénients de l' Hydro-distillation simple.....	15
<b>Tableau N°3 :</b> Avantage et inconvénients d'extraction par solvant .....	13
<b>Tableau N°4 :</b> Avantage et inconvénients d'extraction au CO <sub>2</sub> supercritique .....	18
<b>Tableau N°5 :</b> Avantage et inconvénients l'extraction par micro-ondes.....	19
<b>Tableau N°6 :</b> Avantage et inconvénients l'extraction par d'hydro-diffusion .....	20
<b>Tableau N°7 :</b> Avantage et inconvénients l'extraction par expression à froid.....	21
<b>Tableau N°8 :</b> Avantage et inconvénients l'extraction par décoction... ..	21
<b>Tableau N°9 :</b> Avantage et inconvénients l'extraction par enfleurage.....	22
<b>Tableau N°10 :</b> Variation de la compositions chimiques d'HE de <i>Rosmarinus officinalis l</i> à travers monde.....	27
<b>Tableau N°11 :</b> Variation de Rendement en HE en fonction de Temps d'extraction par différents Méthodes d'extraction.....	28
<b>Tableau N°12 :</b> Influence de la période de récolte sur la composition d'HE de <i>Rosmarinus officinalis</i> .....	29
<b>Tableau N°13 :</b> Variation des composés majeurs de <i>Rosmarinus officinalis l</i> en fonction de partie de plante.....	29
<b>Tableau N°14 :</b> Variation des composés majeurs d' <i>Artemisia Herba alba</i> en fonction de temps d'extraction.....	32
<b>Tableau N°15 :</b> Variation des proportions des composés majoritaires de l' <i>Artemisia Herba alba</i> en fonction de période de récolte.....	32
<b>Tableau N°16 :</b> Rendement et composé major d'HE dans les différents organes de <i>Ruta chalepensis</i> .....	35
<b>Tableau N°17 :</b> Variation des composés majeurs d'HE de <i>Cymbopogon schoenanthus</i> en fonction de période de récolte .....	38
<b>Tableau N°18 :</b> Variation des composés majeurs d'HE de <i>C.schoenanthus</i> selon l'organe étudié .....	39
<b>Tableau N°19 :</b> Variation des composés major d'HE de <i>Pituranthos scoparius</i> dans différents région.....	41

<b>Tableau N°20</b> :Variation des composés major d’HE de <i>P. scoparius</i> de Ghardaïa selon la période de récolte.....	42
<b>Tableau N°21</b> :Variation des composés major d’HE de <i>P.scoparius</i> de Biskra.....	43
<b>Tableau N°22</b> :Variation des composés major d’HE de <i>P. scoparius</i> de Béchar selon la période derécolte.....	43
<b>Tableau N°23</b> : Composition major HES de <i>R. officinalis l</i> en fonction de la région en Algérie .....	44
<b>Tableau N° 24</b> : Composés majors de HE de <i>Rosmarinus officinalis l</i> en fonction de la région dans le monde.....	45
<b>Tableau N°25</b> : Compositions majors de HE de <i>Artemisia herba-alba</i> en fonction de la région.....	46
<b>Tableau N°26</b> : Compositions majors de HE de <i>Rutachalepensis L</i> en fonction de la région.....	48
<b>Tableau N° 27</b> : Compositions majors de HE de <i>Cymbopogon schoenanthus</i> en fonction de la région.....	49
<b>Tableau N° 28</b> : Compositions majors de HE de <i>Pituranthos scoparius</i> en fonction de la région.....	50
<b>Tableau N°29</b> : Variation des terpènes en fonction de la région de <i>Rosmarinus officinalis l</i> .	51
<b>Tableau N° 30</b> : Compositions majors de HE de <i>Rosmarinus officinals l</i> en fonction de période de récolte.....	52
<b>Tableau N° 31</b> : Composition major de HE de <i>Artemisia herba-alba</i> en fonction de période de récolte .....	53
<b>Tableau N° 32</b> : Composition majeure de HE de <i>Ruta chalepensis L</i> en fonction de période de récolte .....	54
<b>Tableau N° 33</b> : Composition majeure de HES de <i>Cymbopogon schoenanthus</i> en fonction de période de récolte.....	55
<b>Tableau N° 34</b> : Composition major de HE de <i>Pituranthos scoparius</i> en fonction de période de récolte de Ghardaïa .....	56
<b>Tableau N° 35</b> : Compositions majors de HE de <i>Pituranthos scoparius</i> en fonction de période de récolte de Biskra .....	57
<b>Tableau N° 36</b> : Compositions majors de HE de <i>Pituranthos scoparius</i> en fonction de période de récolte de Béchar.....	58
<b>Tableau N° 37</b> : Variation des terpènes de <i>Pituranthos scoparius</i> en fonction de période de récolte de Ghardaïa.....	60

<b>Tableau N° 38:</b> Variation des terpènes de <i>Pituranthos scoparius</i> en fonction de période de récolte de Biskra .....	60
<b>Tableau N° 39:</b> Compositions majors de HE de <i>Rosmarinus officinalis l</i> en fonction d'organe végétale.....	62
<b>Tableau N° 40:</b> Composés majors de HE de <i>Artemisia herba-alba</i> en fonction d'organe végétale.....	63
<b>Tableau N° 41:</b> Variation de rendement de HE de <i>Rutachalepensis L</i> en fonction d'organe végétale.....	63
<b>Tableau N° 42:</b> Variation de composé major de HE de <i>Ruta chalepensis L</i> en fonction d'organe végétale.....	64
<b>Tableau N° 43:</b> Variation de composé major de HE de <i>Cymbopogon schoenanthus</i> en fonction d'organe végétale .....	65
<b>Tableau N° 44:</b> Variation des composés majors de HE de <i>Cymbopogon schoenanthus</i> en fonction d'organe végétale en Burkina Faso .....	66
<b>Tableau N° 45:</b> Variation de composé major de HE de <i>Pituranthos scoparius</i> en fonction d'organe végétale.....	67
<b>Tableau N° 46:</b> Variation de sterpènes en fonction d'organe végétal de <i>Rutachalepensis</i> .....	68
<b>Tableau N° 47:</b> Composition chimique des HEs de <i>Rosmarinus officinalis l</i> en France (Sampolo).....	72
<b>Tableau N° 48:</b> Composition chimique des HEs de <i>Rosmarinus officinalis l</i> en IRAN .....	73
<b>Tableau N° 49 :</b> Compositions chimique des HEs de <i>Rosmarinus officinalis l</i> en ALGER.....	74
<b>Tableau N° 50 :</b> Compositions chimique des HEs de <i>Rosmarinus officinalis l</i> en MAROC .....	75
<b>Tableau N° 51:</b> Composition chimique des HEs des parties aériennes de <i>Pituranthos scoparius</i> récoltées de Ghardaïa .....	76
<b>Tableau N° 52:</b> Composition chimique des HEs des parties aériennes de <i>Pituranthos scoparius</i> récoltées dans la région de Biskra .....	78
<b>Tableau N° 53 :</b> Composition chimique des HEs en fonction de la partie de <i>Ruta chalepensis</i> .....	81

# **Introduction générale**

### **Introduction générale :**

Depuis toujours, à travers toutes les civilisations, l'homme s'est servi des plantes sur tout Aromatiques, d'abord dans son alimentation, et puis pour se soigner pour l'homme retournée à l'extraction des huiles essentielles des plantes .

Les huiles essentielles ont des composés complexes. On y trouve généralement de nombreux constituants appartenant principalement à deux grandes familles chimiques : les composés terpéniques ( $C_5$ ,  $C_{10}$ ,  $C_{15}$ ,  $C_{20}$ ,  $C_{30}$ ) ils sont des composés volatiles et les composés aromatiques dérivés du phénylpropane sont des composés non volatiles elle est moins fréquent.

On trouve des HE dans différent organe de plante comme des racines, tiges, bois et graines...ect .

Les HEs ont des propriétés physico-chimiques, organoleptiques et biologiques pour utilisation en Pharmacie, En industrie alimentaire ou bien cosmétologie et parfumerie tout en respectant les conditions de conservation pour éviter les empoisonnements.

Il existe plusieurs méthodes d'extraction des huiles chaque méthode à son propre principe.

Il existe plusieurs facteurs qui influent sur le composition des HEs peuvent avoir deux types d'origines technologique et naturel sont : diversité selon l'organe végétal ,influence de la période de récolte , influence des facteurs extrinsèques, influence du procédé d'obtention de HE et influence de l'origine géographique

**Chapitre I :**  
**Généralité sur les huiles essentielles**



### I-1- Introduction :

Les végétaux peuplaient la planète bien avant l'Homme et ont d'abord servi à le nourrir *via* la cueillette puis la culture. Leur emploi a rapidement évolué en constatant leurs propriétés thérapeutiques pour traiter les blessures et les maladies. L'aromathérapie utilise les extraits aromatiques des plantes (essences ou huiles essentielles), elle est considérée à travers le monde comme une médecine complémentaire ou alternative de la médecine traditionnelle. C'est une branche particulière de la phytothérapie [1].

Actuellement, les plantes aromatiques possèdent un atout considérable grâce à la découverte progressive des applications de leurs huiles essentielles dans des secteurs très divers, principalement en aromathérapie pour leurs propriétés curatives, ainsi qu'en cosmétique, en parfumerie et dans l'agroalimentaire pour leurs propriétés organoleptiques et antioxydants[2].

Les huiles essentielles, isolées à partir de plantes, constituent l'un des principes actifs des plus importants en raison de leurs multiples et diverses applications [3].

Ces essences végétales sont largement distribuées dans le règne végétal. En effet, elles se trouvent en quantité appréciable chez environ 2000 espèces réparties en 60 familles botaniques [4]

Elles se différencient des huiles, par leurs propriétés physiques et leur composition, du fait qu'elles se volatilisent à la chaleur. Elles se caractérisent par leurs propriétés organoleptiques, elles sont généralement liquides à la température ambiante, de densité souvent inférieure à celle de l'eau. Elles sont incolores ou jaune pâle, sauf exceptions des HEs de quelques de plante [5].

### **I-2- Historique**

L'origine de l'utilisation des plantes aromatiques remonte aux plus anciennes civilisations, tout d'abord dans l'Orient et le Moyen Orient et par la suite au nord de l'Afrique et en Europe. Elles étaient connues pour des usages religieux, cosmétiques mais aussi thérapeutiques [6,7].

Les premières preuves de fabrication et d'utilisation des huiles essentielles datent de l'an 3000 avant J.C. [8]. Les HEs semblent donc avoir accompagné la civilisation humaine depuis ses premières genèses. Les égyptiens puis les grecs et les romains ont employé diverses matières premières végétales ainsi que les produits qui en découlent, notamment les HEs. L'étape byzantine de la civilisation a permis l'instauration des bases de la distillation [9].

Par la suite, les HEs ont bénéficié des avancées scientifiques, au niveau des techniques d'obtention et de l'analyse de leur composition chimique [9].

### **I-3-Définitions d'huile essentielle:**

Une huile essentielle est une substance liquide, odorante, volatile, de consistance huileuse, offrant une forte concentration en principes actifs [7]; elle représente l'essence de la plante, autrement dit son parfum [10].

Une HE est définie comme un « produit obtenu à partir d'une matière première d'origine végétale, après séparation de la phase aqueuse par des procédés physiques : soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par des procédés mécaniques à partir de l'épicarpe des Citrus, soit par distillation sèche. » [11]

### **I-4-Composition chimique des huiles essentielles :**

Les HEs sont composées uniquement de molécules aromatiques et volatiles et ne contiennent aucun corps gras, malgré leur appellation [12].

La composition chimique d'une huile essentielle peut varier considérablement :

- dans une même plante selon l'organe distillé (feuille, fleur, fruit, bois),
- pour une même plante dans la même année selon la saison,

- pour une même espèce selon les conditions de culture (ensoleillement, humidité, longueur du jour, fertilité du sol),
- pour une même espèce selon les races chimiques ou chémotypes (l'exemple classique est le thym avec 7 races chimiques)[13].

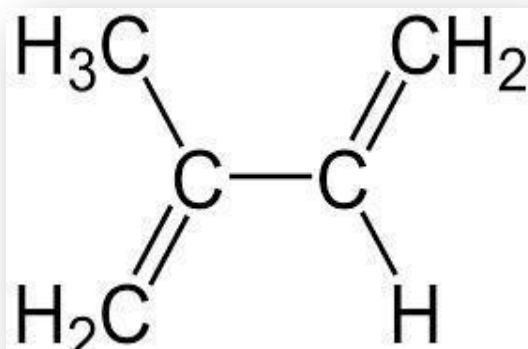
Les caractéristiques chimiques des HEs sont magiques. Il en résulte que les HEs constituent des mélanges complexes des composés organiques possédant des structures et des fonctions chimiques très diverses, aboutissements de ces biosynthèses, en particulier celle des isoprénoides (Monoterpènes, sesquiterpènes, diterpènes, triterpènes, caroténoïdes) [14]

Les HEs ont une composition assez complexe. On y trouve généralement de nombreux constituants appartenant principalement à deux grandes familles chimiques : les composés terpéniques et les composés aromatiques dérivés du phénylpropane. Les composés terpéniques sont formés d'unités isopréniques (en C<sub>5</sub> ou Hémi terpéniques C<sub>5</sub>) et comprennent les monoterpènes (C<sub>10</sub>), les sesquiterpènes (C<sub>15</sub>), les diterpènes (C<sub>20</sub>) et les triterpènes (C<sub>30</sub>). Ils ont la même origine métabolique. Ces terpènes peuvent être acycliques, monocycliques ou bicycliques. En général, une HE est un mélange d'hydrocarbures et de composés oxygénés dérivés de ces hydrocarbures. Parmi ces composés oxygénés, on peut noter la présence d'alcools, d'esters, d'aldéhydes, de cétones, d'ether- oxydes et de carbures [15]

A l'intérieur d'une même espèce végétale, on observe des variations chimiques (qualitatives et quantitatives) importantes ayant conduit à admettre l'existence de races chimiques (exemple : *Thymus* à thymol, à géraniol, à carvacrol, à linalol), et parmi les nombreux constituants d'une HE, l'un domine généralement ; On l'appelle composé majoritaire. La composition chimique des HE varie encore de façon appréciable avec le milieu et la période de la végétation. Elle peut aussi être modifiée au cours de l'extraction ou durant la conservation [15].

Une huile essentielle est constituée de deux fractions :

- La première fraction dite volatile (**COV**) : une famille de composés largement répandus dans le règne végétal, il s'agit de composés terpéniques qui sont formés par la combinaison d'unités isoprènes [16]



**Figure 1** : Structure de l'isoprène C<sub>5</sub>H<sub>8</sub> [16].

- La deuxième fraction : dite non volatile (**CONV**) : composés aromatiques dérivés du phénylpropane, composés essentiellement de coumarines, flavonoïde composé csacétyléniques ainsi de lactones sesquiterpéniques, phénols ou polyphénols, jouant un rôle fondamental dans l'activité biologique de la plante [17].

Les composés non volatils sont beaucoup moins fréquents que ceux dits volatils. Les plantes aromatiques ont la particularité de renfermer au sein de leurs organes sécréteurs des cellules génératrices de métabolites secondaires où il apparaît clairement comment les molécules très volatiles sont synthétisées à partir d'unités spécifiques isoprènes (unités méthyl-2-buta-1,3-diène) et où les réactions d'addition de ces unités conduisent aux terpènes, sesquiterpènes, diterpènes et leurs produits d'oxydation tels que les alcools, aldéhydes, cétones, éthers et esters terpéniques [17].

Autres composés d'origines diverses : Certains composés aliphatiques de faible poids moléculaire sont entraînés lors de l'hydro distillation des huiles essentielles à savoir les carbures, acides, alcools, aldéhydes, esters.

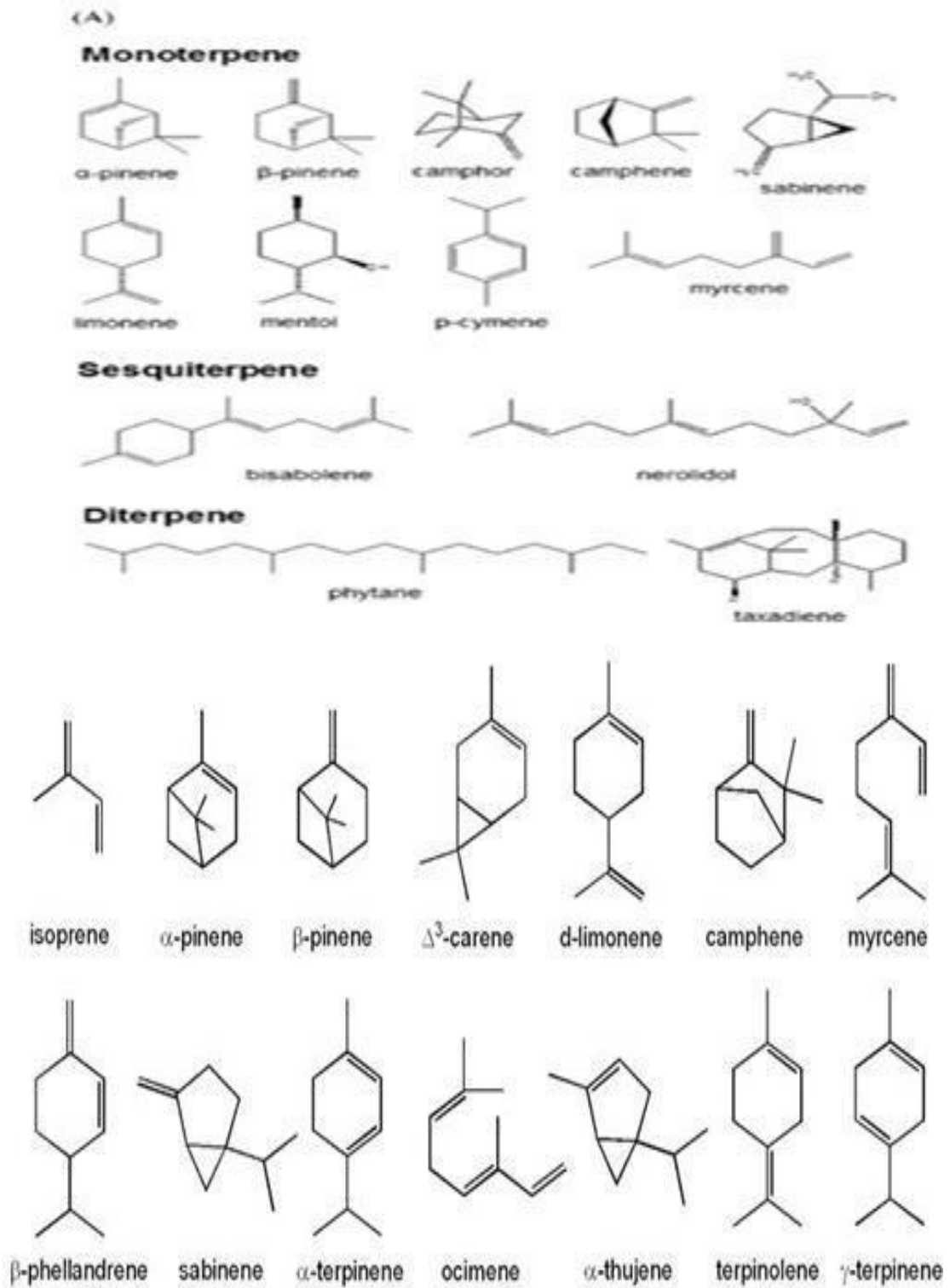


Figure N° 2 : Composés terpénique[17,18]

2. Aromatic compounds

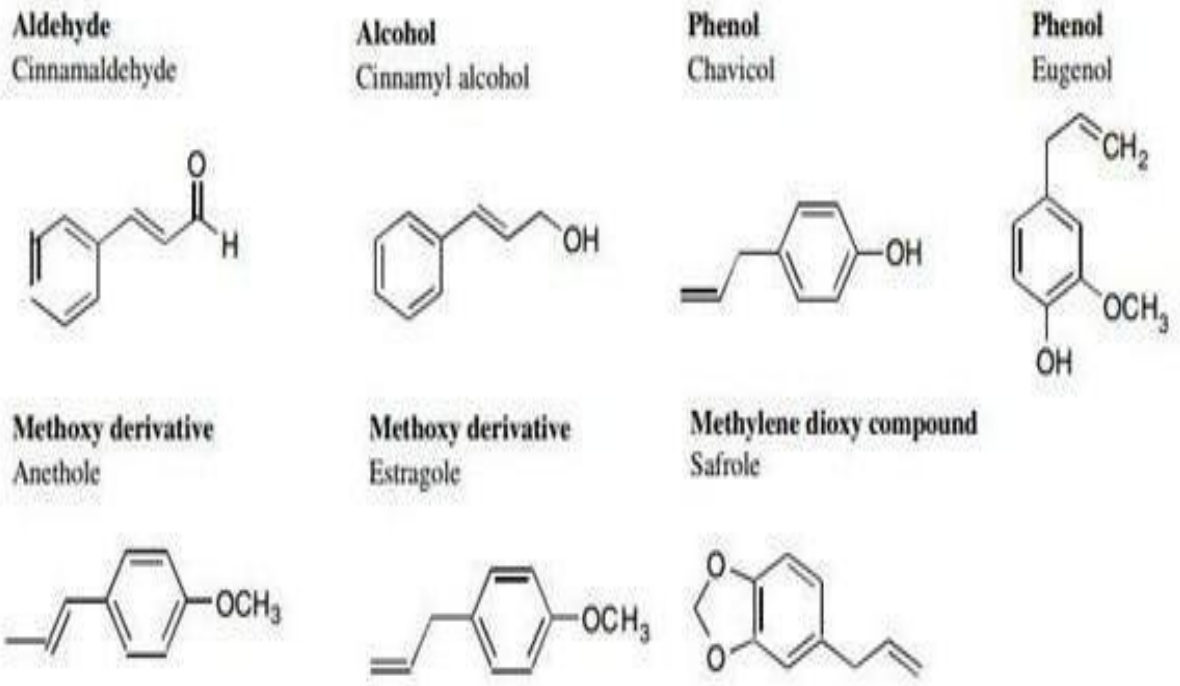


Figure 3 : Structure des composés aromatique [16].

La connaissance de la composition chimique d'une huile essentielle est primordiale pour une utilisation efficace et sécurisée [19].

**I-5-Répartition et localisation des huiles essentielle dans la plante :**

Dans les plantes, les huiles essentielles peuvent être stockées dans différents organes végétaux [20]

**Tableau 1 :** Organes de certaines plantes riches en huiles essentielles [21]

Organe	Exemples
Feuilles d'Angiospermes	Romarin, sauge, menthe
Feuille de Gymnospermes	Sapin, cèdre
Tiges	Citronnelle, lemongrass
Ecorces	Cannelier
Racines	Angelica, vétiver

## Chapitre I : Généralité sur les huiles essentielles

Rhizomes	Acorus, gingembre
Bulbes	Oignon, ail
Bois	Santal
Fruits	Bleuet, citron
Fleurs	Jasmin, rose
Graines	Aneth, carvi

Si tous les organes d'une même espèce peuvent renfermer une huile essentielle, la composition de cette dernière peut varier selon la localisation [22]

### I-6-Caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques des huiles essentielles :

- Les huiles essentielles sont des composés volatiles au fait de leur masse moléculaire faible ils sont à l'état liquides à température ambiante [10]
- Elles sont liposolubles et solubles dans les solvants organiques et les huiles végétales, entraînaibles à la vapeur d'eau mais très peu solubles dans l'eau (elles sont hydrophobes) [23].
- Un indice de réfraction élevé (exp : Coriandre: 1,4620-1,4700 Vétiver Bourbon: 1,5220-1,5300 [24]
- La densité généralement inférieure à celle de l'eau (Exceptions les huiles essentielles de Cannelle , Girofle et Sassafras sont plus denses que l'eau) [24]
- Elles sont odorantes, et la plupart colorées (leur couleur varie selon la plante aromatique utilisée) [25]
- Elles sont sensibles à l'oxydation par conséquent leur conservation, nécessite de l'obscurité et de l'humidité ; de ce fait l'utilisation de flacons en verre opaque est conseillée [12].
- Elles sont inflammables et ne contiennent aucun corps gras [10].
- Elles ont un fort pouvoir de pénétration : en les appliquant sur la peau,
- Elles sont constituées de molécules à squelette carboné, le nombre d'atomes de carbone étant compris entre 5 et 22 (le plus souvent 10 ou 15) [23].

### I-7-Propriétés biologiques

Le spectre d'action des HEs est très étendu, car elles agissent vis-à-vis d'un large éventail de bactéries, y compris celles qui développent des résistances aux antibiotiques [26].

En outre, certaines essences douées d'une activité antifongique s'opposent au développement des champignons, des moisissures en les détruisant [26]. Ces activités sont par ailleurs variables d'une huile essentielle à l'autre et d'une souche à l'autre .

Les molécules aromatiques telles que les phénols suivis par les aldéhydes puis les cétones viennent ensuite les alcools puis les éthers possèdent le coefficient antibactérien le plus élevé. En général l'action de l'essence se déroule en trois étapes distinctes :

- ❖ Augmentation de la perméabilité suivie par la perte des constituants cellulaires par attaque de l'huile essentielle sur la paroi bactérienne [27]
- ❖ Blocage de la production de l'énergie cellulaire et de la synthèse des composants de structure par acidification de l'intérieur de la cellule [27]
- ❖ Mort de la bactérie par destruction de son matériel génétique [27]

### I-8- Conservation

La conservation des huiles essentielles nécessite de respecter obligatoirement certaines règles:

- 1) N'exposez pas les huiles essentielles à la lumière et conservez-les dans des bouteilles en verre ambré ou foncé [28 ,29].
- 2) Il faut les tenir loin des sources de chaleur [28 ,29].
- 3) Il faut bien refermer les flacons après usage, car les huiles essentielles sont volatiles, par conséquent elles s'évaporent dans l'atmosphère et perdent progressivement leurs propriétés et leur arôme [28 ,29].



- 4) Les flacons doivent être stockés en position verticale, car en position horizontale il y a un risque que le bouchon soit attaqué par l'huile (les huiles essentielles ont une action corrosive sur le plastique) [28 ,29].

Dans ces conditions, les huiles essentielles se conservent plusieurs années, elles ont même tendance à se bonifier avec le temps, à l'exception des huiles essentielles extraites des zestes d'agrumes qui ne se conservent pas plus de deux ans [28 ,29].

### **I-9-Utilisation des huiles essentielles :**

Les huiles essentielles sont aujourd'hui omniprésentes dans notre quotidien : dans des produits cosmétiques, dans des produits d'hygiène ou dans des parfums d'ambiance ,etc... Elles trouvent un intérêt grandissant auprès de l'agroalimentaire [30].

On estime à environ 3000 le nombre d'huiles essentielles connues et autour de 300 celles ayant un intérêt commercial, principalement pour l'industrie du parfum et des arômes [30].

#### **I-9-1- En pharmacie**

Depuis des milliers d'années, l'Homme utilise les huiles essentielles et plus généralement les plantes aromatiques pour se soigner. Aujourd'hui, les médecines dites naturelles rencontrent un succès grandissant auprès du public [21].

L'industrie pharmaceutique emploie également les huiles essentielles sous de nombreuses formes (complexes à vaporiser, pastilles, gélules, dentifrices, etc...).

Les HEs peuvent également être de simples excipients dans d'autres médicaments et servir par exemple d'arôme pour masquer le goût d'un principe actif [31], plus de 40% de médicaments sont à base de composants actifs de plantes [32]

#### **I-9-2-En industrie alimentaire:**

En industrie alimentaire, on cherche toujours à avoir une conservation saine et de longue durée pour les produits consommés ainsi qu'une qualité organoleptique meilleure. Les plantes aromatiques et leur HEs sont utilisés dans la conservation des denrées alimentaires. Parmi le groupe diversifié des constituants chimiques des HEs, le carvacrol, qui exerce une action antimicrobienne. Ils y sont rajoutés pour rehausser le goût et pour empêcher le développement des contaminants alimentaires [15].

Les HEs sont très utilisées dans les arômes alimentaires, que ce soit dans le secteur des arômes sucré ou salés [33]. Les arômes naturels et les rehausseurs de goût sont devenus dans de nombreux domaines de l'agroalimentaire : boissons, confiseries, plats cuisinés [21]

### **I-9-3-Cosmétologie et parfumerie**

Les HEs sont recherchées dans l'industrie des parfums et des cosmétiques en raison de leurs propriétés odoriférantes [34], Ils sont classées comme matières premières par excellence des parfumeurs [33], généralement, ils sont utilisés dans les dentifrices, les shampoings les crèmes, les rouges lèvres, les savons [34], les gels grâce à leur activité antiseptique et antioxydant [15].

### **I-10- Toxicité des huiles essentielles**

Les huiles essentielles sont présentées « sans danger ». Mais ces substances naturelles sont aussi des composés puissants [35]. Par leur composition chimique complexe, les huiles essentielles doivent être utilisées avec une extrême prudence, du fait qu'elles peuvent présenter de très graves dangers lors d'une utilisation aléatoire autonome [36]

Les HEs sont susceptibles d'entraîner plusieurs types de toxicité :

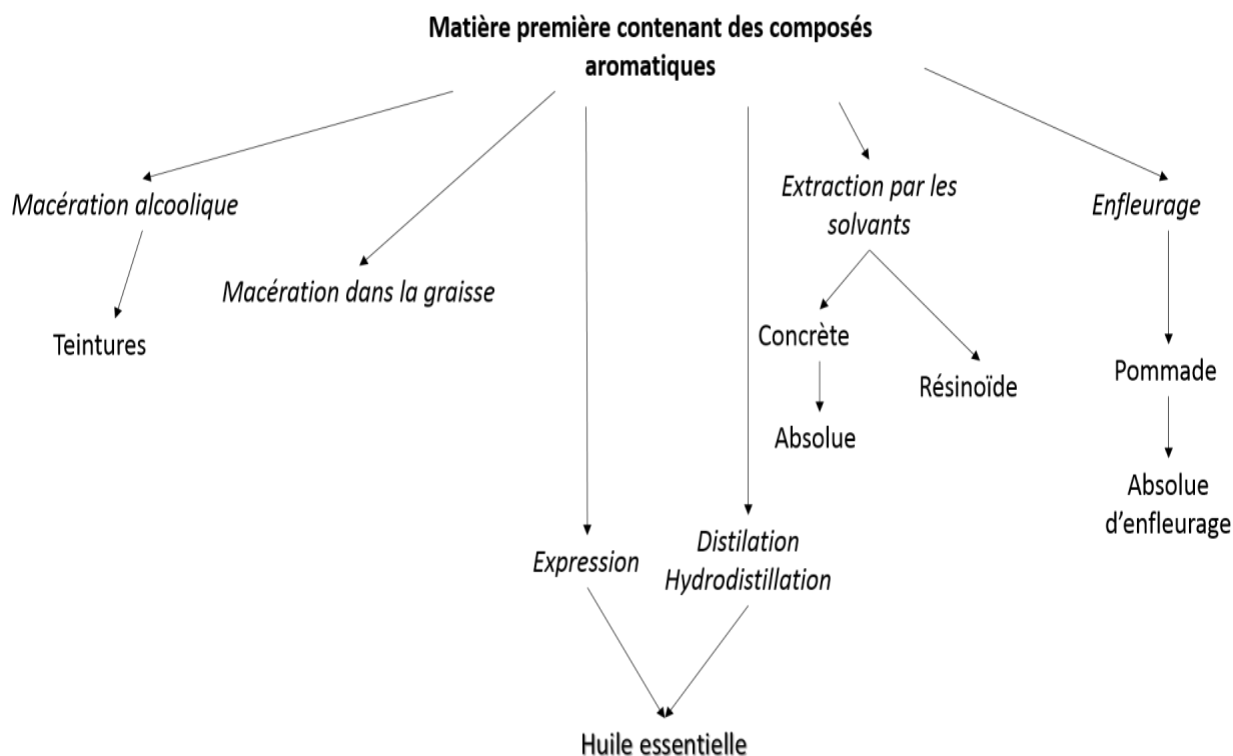
- ✓ Hépatotoxique
- ✓ Dermotoxicité (irritations, brûlures, hypersensibilité, photo toxicité) et irritation des muqueuses exposées
- ✓ Neurotoxicité (dépression ou excitation du système nerveux central, effet stupéfiant, convulsions)
- ✓ Néphrotoxicité [37,38].

*Chapitre II:*  
*Les techniques d'extraction des*  
*huiles essentielles*

### II-1-INTRUCTION :

Les techniques sont différentes selon la matière première, la qualité souhaitée et l'emploi destiné. Les produits obtenus après extraction ont une appellation et composition dépendante du procédé utilisé.

Une fois la matière première végétale identifiée, il convient d'utiliser une méthode d'extraction adaptée pour son obtention. La neuvième édition de la Pharmacopée européenne indique que les huiles essentielles sont obtenues par : hydrodistillation, distillation sèche, Procédé mécanique sans chauffage .Il existe cependant d'autres méthodes destinées à des utilisations dans d'autres domaines que la santé. De ce fait, à partir d'une même matière première végétale, une multitude d'extraits différents peuvent être réalisés, parmi lesquels on retrouve les huiles essentielles. Le schéma suivant (Figure 3) montre les principales possibilités d'extractions des composés aromatiques.



**Figure 4:** Différents extraits aromatiques obtenus à partir de matières végétales [39].

## II-2-Les techniques d'extraction des huiles essentielles :

### II-2-1-Entraînement à la vapeur d'eau:

L'entraînement à la vapeur d'eau est l'une des méthodes officielles pour l'obtention des huiles essentielles. Dans cette méthode, la matière végétale n'est pas en contact avec l'eau. Cette opération s'accomplit dans un alambic. Un flux de vapeur d'eau traverse une cuve remplie de plantes aromatiques disposées sur des plaques perforées. Le but consiste à emporter avec la vapeur d'eau, les constituants volatils de la plante aromatique. La vapeur détruit la structure des cellules végétales, libère les molécules contenues et entraîne les plus volatiles en les séparant du substrat cellulosique. Cette vapeur doit être juste assez chaude pour permettre le relâchement de l'HE, mais pas trop pour ne pas brûler l'élément végétal ou altérer l'HE. À la sortie de la cuve, cette vapeur traverse un serpentin pour être refroidie. On obtient après refroidissement de l'eau liquide surmontée d'une couche d'huile essentielle insoluble dans l'eau. (Les HE ont une densité inférieure à l'eau donc elles flottent à la surface). Cette étape se fait dans un essencier (vase de décantation) [40].

Pour que la vapeur soit produite, la pression doit dépasser celle de l'atmosphère. Dans ces conditions, le point d'ébullition se situe au-dessus de 100°C, ce qui permet d'extraire plus vite l'HE tout en empêchant sa dégradation [41].

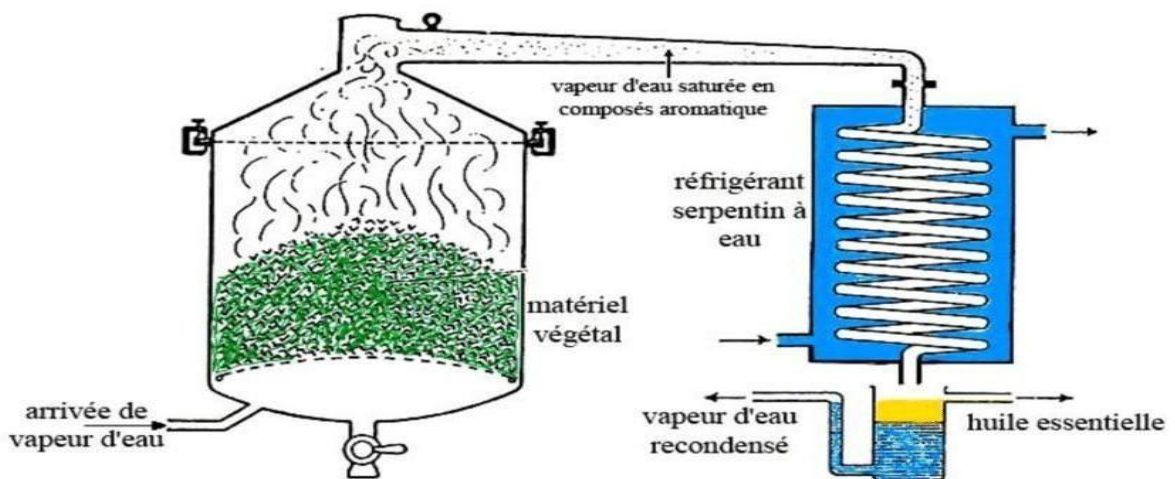


Figure 5 : Entraînement à la vapeur d'eau[41].

## **Chapitre II: Les techniques d'extraction des huiles essentielles**

---

### **II-2-1-1-Les avantages :**

Cette technique a l'avantage d'être plus efficace que l'hydrodistillation. Elle limite aussi les phénomènes d'hydrolyse de l'huile essentielle. Les huiles essentielles obtenues par ce procédé sont par exemple [l'iris](#), le [romarin](#) ou encore le [cajeput](#)[42].

La vapeur utilisée est toujours saturée. Elle ne risque jamais d'être surchauffée, le matériel végétal à distiller est en contact avec la vapeur seulement, ce qui réduit le phénomène d'hydrolyse, dans le cas de l'alambic à "feu nu", le risque de surchauffe, au niveau de la paroi de l'alambic [43].

### **II-2-1-2-Les inconvénients :**

Cette technique présente des inconvénients : < Le chauffage direct (alambic à feu nu) peut provoquer des points de surchauffe le long de la paroi de l'alambic. Il en résulte qu'une partie du matériel végétal, en contact de cette paroi se trouve à des températures bien au-dessus de 100 °C, ce qui provoque des changements qualitatifs (couleur, composition, odeur, ...) et quantitatifs (rendements, ...) de l'huile essentielle produite. < Le refroidissement de l'eau avant chaque décharge et le réchauffage de l'eau après chaque chargement se traduit par une consommation importante d'énergie et de temps [43].

### **II-2-2-Hydrodistillation simple :**

La matière végétale est immergée dans un bain d'eau, puis l'ensemble est porté à ébullition sous pression atmosphérique. Le chauffage de l'ensemble est effectué à la base de l'alambic, à l'aide d'un combustible : bois (alambic à feu nu) ou par la vapeur injectée dans la double enveloppe entourant l'alambic. La montée de la chaleur permet l'éclatement des molécules odorantes contenues dans les cellules végétales. Le mélange est ensuite refroidi dans un vase florentin ou essencier. La différence de densité entre la phase aqueuse (eau florale) et la phase organique (huile essentielle) permet la séparation des deux entités. Dans la distillation à la vapeur d'eau, la matière première est déposée sur une grille (à sec). Selon l'épaisseur des tissus du matériel végétal, cette technique peut prendre plus ou moins de temps selon la polarité des constituants. La présence de l'eau dans l'hydro-distillation peut entraîner des phénomènes d'hydrolyse, phénomènes limités par l'absence de contact entre le végétal et

## Chapitre II: Les techniques d'extraction des huiles essentielles

l'eau dans la distillation à la vapeur d'eau. Ceci explique la moindre utilisation de l'hydro-distillation [44].

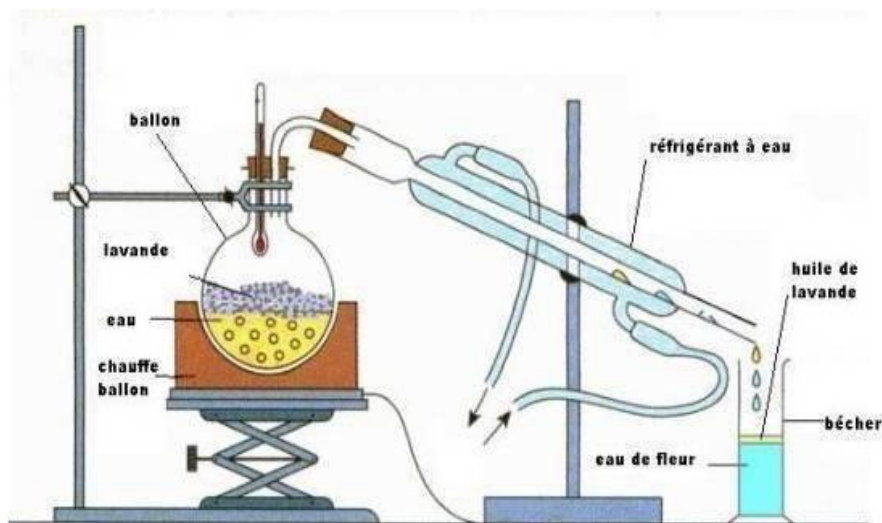


Figure 6 : Hydro-distillation simple [45]

Tableau N°2 : Avantages et inconvénients de l'hydro-distillation simple [46]

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"><li>- durée courte</li><li>- matériel de base suffisant</li><li>- coût faible</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- dilemme qualité/ quantité (plus la durée d'extraction est longue plus la qualité olfactive est moindre)</li></ul>

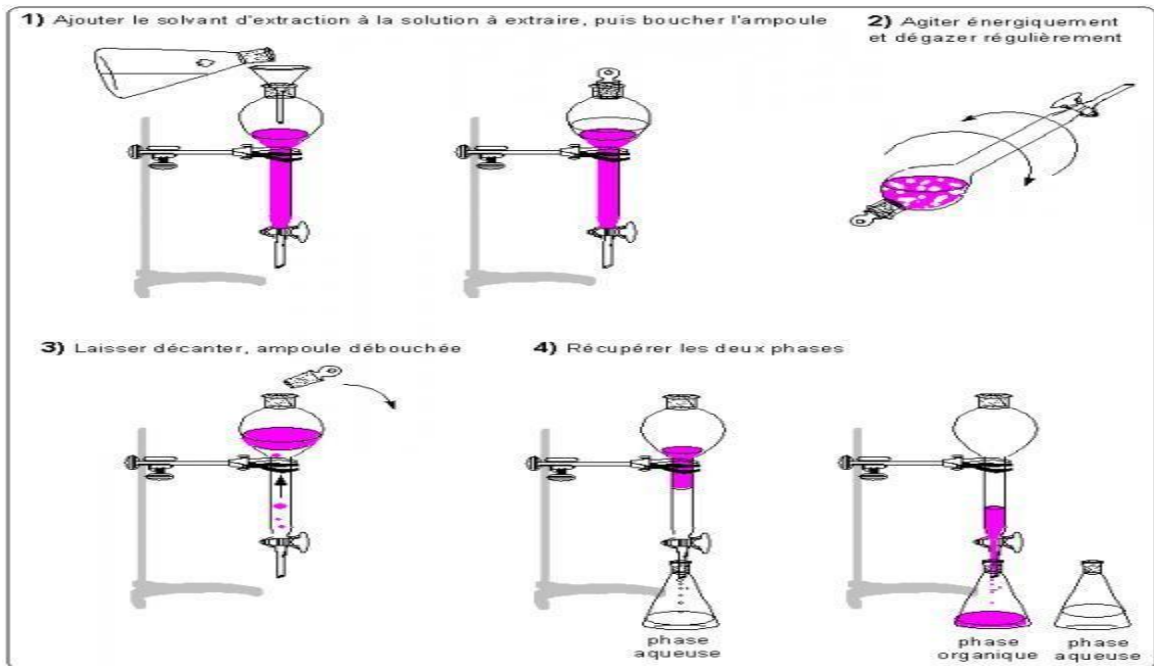
### II-2-3-L'extraction par solvants organique:

Cette méthode est utilisée pour les organes végétaux présentant une concentration en essence relativement faible ou pour les essences que l'on ne peut extraire par distillation. Etant de nature huileuse, les essences sont solubles dans les solvants organiques. Un épuisement des plantes est effectué à l'aide d'un solvant volatil dont l'évaporation laisse un résidu cireux, très coloré et très aromatique appelé «concrète». Le traitement de cette concrète par l'alcool absolu conduit à «l'absolue» [47, 48]. On utilise comme solvant organique volatil l'hexane, qui est le plus utilisé actuellement; le benzène très utilisé dans le passé mais interdit pour des raisons de toxicité ; le propane ; le toluène, etc... [49, 50]. L'extraction s'effectue en plusieurs étapes, on lave la matière avec le solvant deux à trois fois. Il semble que la presque totalité des produits odorants passe en solution dès la première extraction. Mais, étant donné que la matière traitée retient une forte proportion de la solution, il est nécessaire de pratiquer

## Chapitre II: Les techniques d'extraction des huiles essentielles

des dilutions successives avec de nouvelles charges de solvant (lavages). La matière épuisée retient une proportion importante de solvant. Il faut donc concentrer la solution en évaporant .

Le solvant qui est recyclé pour d'autres lavages. La récupération du solvant atteint couramment 94 à 96 % de la quantité retenue [51]. De ce fait une proportion résiduelle de solvants reste dans les concrètes d'où un risque de toxicité non négligeable [52]. Pour cette raison, cette technique est limitée à l'industrie des parfums.



**Figure7:** Technique d'extraction par solvant[53]

**Tableau N°3 :** Avantages et inconvénients d'extraction par solvant [54]

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> <li>- température très faible</li> <li>- plus rentable que l'enfleurage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- grand risque de pollution et d'inflammation car quantité de solvant importante</li> <li>- traces résiduelles de solvant possible donc altération de la qualité des HE</li> <li>- plus chère que la distillation</li> <li>- durée nécessaire très longue</li> </ul>



### II-2-3-1-Le choix du solvant :

Le choix du solvant obéit à trois critères et nécessite la connaissance d'un paramètre physique caractéristique de ce solvant.

- **Etat physique du solvant :**  
Le solvant doit être liquide à la température et à la pression où l'on réalise l'extraction.
- **Miscibilité du solvant :**  
Le solvant doit être non miscible à la phase qui contient initialement le composé à extraire.
- **Solubilité :**  
Le composé à extraire doit être très soluble dans le solvant. C'est-à dire, beaucoup plus soluble dans le solvant que dans le milieu où il se trouve initialement (milieu aqueux en général).
- **Densité du solvant :**  
Il est nécessaire de connaître ce paramètre car c'est lui qui détermine si la phase organique, contenant le composé à extraire, se trouve au-dessus ou en dessous de la phase aqueuse (à éliminer) dans l'ampoule à décantier [55].

### II-2-4-L'extraction au CO<sub>2</sub> supercritique :

Très moderne, très coûteuse, cette méthode consiste à faire passer un courant de CO<sub>2</sub> à haute pression qui fait éclater les poches à essence et entraîne les substances aromatiques.

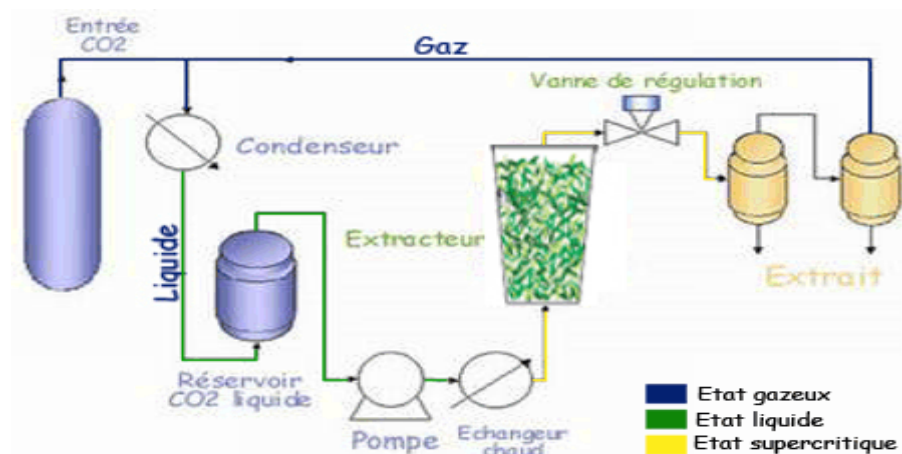


Figure8:L'extraction au CO<sub>2</sub> supercritique [56]

Tableau N°4 : Avantages et inconvénients d'extraction au CO<sub>2</sub> supercritique [57]

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"><li>- solvant (CO<sub>2</sub>) pas inflammable</li><li>- odeur très proche de l'odeur naturelle</li><li>- très moderne</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- très coûteuse</li></ul>

### II-2-5 -L'extraction par micro-ondes :

C'est un procédé utilisant les micro-ondes et les solvants transparents aux micro-ondes pour extraire de façon rapide et sélective des produits chimiques de diverses substances [58].

Le matériel végétal est immergé dans un solvant transparent aux micro-ondes de manière à ce que seul le végétal soit chauffé. Les micro-ondes vont chauffer l'eau présente dans le système glandulaire et vasculaire de la plante, libérant ainsi les produits volatils qui passent dans le solvant (non chauffé). On filtre et on récupère ensuite l'extrait. L'extraction par micro-ondes a le grand avantage de réduire le temps d'extraction à quelques secondes [59]. Ce procédé (Figure9 ), très rapide et peu consommateur d'énergie, livre un produit qui, est le plus souvent, de qualité supérieure à celle du produit d'hydrodistillation traditionnelle [52]. Par ailleurs, l'analyse des huiles essentielles obtenues par cette méthode a montré selon [60] que la composition qualitative des huiles essentielles était la même que celle des huiles obtenues par distillation mais le pourcentage des constituants variait de manière significative.



Figure 9: Principe schématisé de l'appareillage d'hydrodistillation sous micro-ondes[61]

Tableau N°5 : Avantages et inconvénients l'extraction par micro-ondes[62].

Avantages	Inconvénients
-L'extraction assistée par micro- ondes est plus rapide, la consommation de solvants est plus faible et si besoin, des températures plus élevées peuvent être utilisées.	-Les coûts de l'investissement sont plus élevés que ceux de l'extraction conventionnelle. -Les matières <u>thermosensibles</u> peuvent être dégradées. A la fin de l'extraction, une étape de séparation (filtration) est nécessaire pour séparer la matrice du milieu d'extraction.

### II-2-6-Méthode d'hydro-diffusion :

L'hydro-diffusion (Figure 10), est une co-distillation descendante. Dans ce procédé, le végétal est disposé dans un parallélépipède métallique grillagé. On soumet donc le végétal à une pulsion de vapeur d'eau, saturée et humide, mais jamais surchauffée de haut en bas. La forme de l'appareillage permet une meilleure répartition des charges. La vapeur d'eau emporte avec elle toutes les substances volatiles. L'huile essentielle est recueillie grâce à un collecteur qui permet un équilibre avec la pression atmosphérique. On peut aussi préciser qu'il y a un procédé de cohobation qui renvoie dans la chaudière toutes les eaux qui sont séparées des huiles [63].

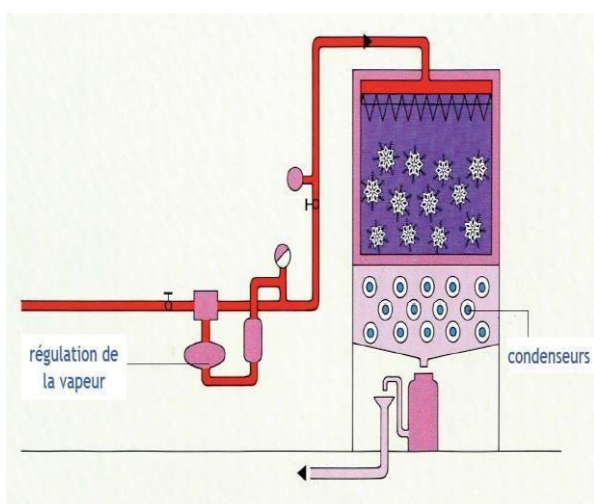


Figure N°10 : Schéma du procédé d'hydrodiffusion [63]



Photo N°1 : Montage d'extraction par hydro- diffusion[64] .

**Tableau N°6 : Avantages et inconvénients l'extraction par d'hydro-diffusion [65]**

<b>Avantages</b>	<b>Inconvénients</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- moins de vapeur ;</li><li>- temps de traitement plus court ;</li><li>- meilleur rendement en huile.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- résulte une extraction de certaines substances non volatiles</li></ul>

**II-2-7-Extraction par expression à froid :**

Il s'agit du procédé d'extraction le plus simple et le plus limité. C'est une méthode artisanale qui est totalement abandonnée. Les plantes sont pressées à froid (notamment les agrumes : citron, orange, etc...) de l'écorce ou des fruits [66]. Cette technique consiste à briser

Mécaniquement les poches oléifères de zestes frais d'agrumes pour libérer leur contenu aromatique. La rupture de la paroi des poches oléifères fait intervenir trois procédés :

- Une technique qui agit sur le fruit entier, elle utilise des machines exerçant une action abrasive.
- Une technique qui agit sur le fruit sans endocarpe. Elle utilise des machines exerçant une pression suffisante pour libérer l'essence.
- Un troisième procédé permet d'extraire en une seule opération l'essence et le jus sans mélanger les deux produits [67].
- Le produit obtenu se nomme « essence » et non huile essentielle, car aucune modification chimique liée à des solvants ou à la vapeur d'eau n'a lieu [68, 69].

## Chapitre II: Les techniques d'extraction des huiles essentielles

**Tableau N°7 :** Avantages et inconvénients l'extraction par expression à froid [70].

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"><li>- meilleur rendement en huile</li><li>- bonne qualité des grignons</li><li>- faible consommation d'eau et d'énergie</li><li>- moindre quantité d'eau de végétation à éliminer.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>-coûts de main d'œuvre élevés.</li><li>-charges liées à la difficulté de nettoyage des scourtins.</li><li>- fonctionnement en cycle discontinu.</li><li>- risques de dégradation de la qualité en cas de défaut de propreté des scourtins.</li><li>- grandes difficultés, voire impossibilité à extraire l'huile des pâtes à haute teneur en eau (début de saison et variétés à faible rendement).</li><li>- forte charge polluante des margines.</li></ul>

### II-2-8-La décoction:

La décoction est l'extraction d'une substance contenue dans une plante aromatique ou médicinale ayant une valeur thérapeutique (qui soigne, qui soulage). Aussi appelée principe actif, cette substance est présente essentiellement dans la partie la plus dure de la plante (racine, écorce, bois, graine). Il faut faire bouillir la plante dans de l'eau pour récupérer ce principe actif. On obtient ainsi une décoction [71].

**Tableau N°8 :** Avantage et inconvénients l'extraction par décoction [72].

Avantage	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"><li>- permet une extraction des principes actifs plus complète que par infusion.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>-ne peut s'appliquer à tous les principes actifs car la montée en température pourrait les dégrader ou les modifier. les substances extraites ne soient pas thermolabiles .</li></ul>

### II-2-9-L'enfleurage:

L'enfleurage est une technique qui date de l'antiquité égyptienne. Elle consiste à déposer des plantes en particulier les organes fragiles (fleurs d'oranger, pétales de rose) sur une couche de graisse animale qui se sature en essence. On épuise ensuite le corps gras par l'alcool qui récupère les senteurs et qui sera ensuite évaporé sous vide [73]. Cette technique est actuellement abandonnée au profit de l'extraction par les solvants en raison de son faible rendement et de l'importante main d'œuvre qu'elle nécessite [74].



**Photo 2 :**Téchnique d'enfleurage[74]

**Tableau N°9 :** Avantages et inconvénients l'extraction par enfleurage [76]

<b>Avantages</b>	<b>Inconvénients</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Technique biologique car pas recours à des produits polluants ou solvants</li><li>- Très haute qualité olfactive</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Importance main d'œuvre.</li><li>- Nécessite un grand nombre de matériaux.</li><li>- Manipulation difficile et entièrement manuelle.</li><li>- Temps d'extraction très long.</li><li>- Processus coûteux.</li><li>- Rendement faible.</li></ul>

**Remarque :** Il faut choisir une méthode d'obtention d'HE le plus efficace, rapide, moins couteuse, mois consommation énergétique et le solvant.

## Chapitre III :

Effet de la culture d'un plant  
spontanée sur les huiles essentielles

**III-1-Introduction :**

Les huiles essentielles présentent une très grande variabilité, tant au niveau de leur composition, qu'au plan du rendement des plantes d'origine [67,52,77]. Il existe plusieurs facteurs prédominants dans la qualité des huiles essentielles peuvent avoir deux types d'origines technologique et naturel [78].

Les travaux de nombreux auteurs ont montré que les plantes réagissent au milieu environnant et qu'au cours de leur vie, la composition chimique de leurs métabolites pouvait évoluer. Donc la composition chimique des huiles essentielles ne sont pas constants [79], qui peut varier en fonction des conditions géographiques et climatiques, du terrain de culture de la plante, de l'année de culture (ensoleillement, hygrométrie ,etc... ) , de la période de récolte, de l'organe considéré, de la méthode d'extraction ,etc... [78].



**Figure N°11:** Quelques plantes spontanées.



### III-2-Objectif

Ce travail est une étude comparative vise à la détermination de l'influence de culture des plants spontanées sur le rendement et la composition chimique des HEs.

### III-3- Les facteurs qui influent sur les huiles essentielles :

- **Selon l'organe végétal.**

L'HE se trouve dans différents partie de plante, il y a donc une différence dans ses composants chimique [80].

- **Selon la période de récolte.**

Le pourcentage de composants chimiques varie au plante il est difficile de vérifier leur maturité au moment de la récolte [81]. la tige , les feuilles ou les fleurs n'apparaissent simultanément et ,selon leur âge n'ont pas la même composition [82] .

- **selon le procédé d'obtention:**

Le processus d'obtention de HE affecte sa composition chimique [83], sous l'influence de température ,de PH, de teneur en oxygène de l'état de mouillage qui effectuée plusieurs réaction [84] et le mode de la réalisation de l'extraction (temps de fonctionnement , remplissage ,broyage des matières végétale et nombre de lavage ,etc... [85].

- **Selon le l'origine géographique**

Les plantes aromatique donnée des compositions chimiques différentes, avec des caractéristiques spécifiques selon pays d'origine. La connaissance de l'origine géographique (nom du pays ou de la région) fournit des détails important et, par conséquence sur la majorité des composés [86, 87]

- **Selon les facteurs extrinsèques.**

L'influence des facteurs climatiques (la température, l'humidité relative, le régime des vents, l'alternance de chaleur et de lumière, etc...) Sur les plantes [88].

Les propriétés physiques du sol (porosité, rétention d'eau...), sa nature (argileuse, sablonneuse...), sa composition (teneur en azote, terrains calcaires, siliceux...) etc., sont des facteurs spécifique du végétal [88].

La densité de la population, l'intensité et les modalités de l'irrigation, l'apport des engrais, etc., car tous ces facteurs affectent les composés des HEs [88].

### **III-3-1-Rosmarinus officinalis l:**

#### **III-3-1-1-Description de la plante :**

Le romarin (*Rosmarinus officinalis*) ou *Iklil* est une plante médicinale originaire du bassin méditerranéen qui pousse à l'état sauvage. Le romarin aime les terrains calcaires et s'accommode très bien à des contrées arides et rocailleuses. On le reconnaît aisément, toute l'année. Ce sont les feuilles, les sommités fleuries, qu'on aura pris le soin de sécher, qui souvent utilisées en phytothérapie. [89]. C'est un arbrisseau touffu de 1 à 2 m de haut, toujours vert. Il est très rameux et couvert d'une écorce écailleuse portant des tiges ligneuses feuillées, généralement érigées et pouvant atteindre jusqu'à 2 m de haut [90]. Le romarin, comme toutes les plantes aromatiques et médicinales, contient des composés chimiques ayant des propriétés antibactériennes a fait l'objet de récentes recherches dans les domaines pharmaceutique et agroalimentaire. Il possède des propriétés anti-inflammatoires et antispasmodiques [89].

#### **Position systématique de l'espèce *Rosmarinus officinalis***

**Règne :** Plantes

**Embranchement :** Spermaphytes

**Classe :** Dicotyledones

**Ordre :** Lamiales (Labiales)

**Famille :** Lamiaceae

**Genre :** *Rosmarinus*

**Espèce :** *Rosmarinus officinalis* L [91].



**Photo N°3 :** Représente les parties de la plante [92]

### **III-3-1-2- Influence de la région :**

D'après la littérature, la région de récolte est influée sur le rendement et les compositions chimiques des HEs de cette plante, d'après ces études :

L'étude qui a été faite sur l'HE de romarin de trois régions de la wilaya de **Tébessa (Algérie)** [93]; permis d'avoir des rendements allant de (1.60 à 2.29 ml/100g MS). Les HEs obtenues n'ont pas les mêmes compositions. Une différence de composition relativement importante notamment des extraits de Draa Hammam et Ammacha par rapport à celles de Youkous dont le 1,8-cinéole (eucalyptol) était le composé majoritaire dans l'HE de romarin d'origine de Youkous avec un pourcentage de 72,91% et 32,59% pour HE de Draa Hammam et 32.76% de Ammacha. Par

### Chapitre III : Effet de la culture d'un plant spontanée sur les huiles essentielles

contre, **Taleb-Toudert [94]** dans leur étude concernant l'HE extraite de romarin d'origine de Tizzi Ouzou, l'analyse montre que cette huile est composée majoritairement d'Eucalyptol (41,70%) et de D-Camphor (10,32%). D'autre lors de caractérisation de l'HE de romarin cultivé à Tlemcen par **Bekkara et al [95]**, montre que cette huile contient essentiellement le camphène (13,8%) et  $\alpha$ -pinène (12,6%).

**Tableau N°10 :** Variation des compositions chimiques d'HE de *Rosmarinus officinalis l* à travers le monde :

Composés majeurs	%	Origine	Référence
<i><math>\alpha</math>-pinène</i>	23,1	Algérie (Tlemcen)	[96]
<i>Camphre</i>	14,5		
<i><math>\beta</math>-pinène</i>	12,2		
<b>1,8-cinéole</b> (eucalyptol)	72,91	Algérie (Tébessa)	[93]
<i><math>\alpha</math>-pinène</i>	14,9	Iran (Tehran)	[97]
<b>Linalool</b>	14,9		
<i>Pipéritone</i>	23,7		
<i><math>\alpha</math>-pinène</i>	10,2	Turquie (Izmir)	[98]
<i>1,8-cinéole</i>	61,4		
<i><math>\alpha</math>-pinène</i>	11,4	Maroc	[99]
<b>1,8-cinéole</b>	50,2		
<i>Camphre</i>	9,1		
<i><math>\alpha</math>-pinène</i>	13,5	Serbie (Vojvodina)	[100]
<i>Limonène</i>	21,7		
<i>Camphre</i>	21,6		

#### III-3-1-3- Influence de méthodes d'extraction des HEs :

Il existe plusieurs méthodes d'obtention des HEs et leurs compositions chimiques, elle dépend la méthode d'extraction utilise. **Nabil Bousbia [101]** a réalisé l'extraction de l'HE de cette plante par Hydro-diffusion assistée par micro-ondes et gravité (MHG) et hydro-distillation (HD);

### Chapitre III : Effet de la culture d'un plant spontanée sur les huiles essentielles

La plupart des composés volatils actifs de cette HE sont identifiés avec la prédominance de l' $\alpha$ - pinène (43.6- 44.05%) pour MHG et HD respectivement, suivi de camphre, la verbénone et le camphène (Tableau n°11):

**Tableau N°11** : Variation de Rendement en HE en fonction de Temps d'extraction par différents Méthodes d'extraction [101]

	Méthode d'extraction	
	MHG	HD
Temps d'extraction (min)	15	180
Rendement (%)	0,33 $\pm$ 0,09	0,35 $\pm$ 0,07

**Flavour Fragr. J. (2003)**, [102] a réalisé l'extraction d'HE par deux méthodes (Entrainement à la vapeur d'eau et l'hydrodistillation), il permet d'identifier les composés majoritaires suivant : 1,8-Cineol (52.4-31.9%), Camphor (12.6-19.7%) respectivement pour chaque méthode. Il a remarqué que certains composés sont identifiés à l'état de traces lors de l'extraction par entrainement à la vapeur d'eau, mais l'absence d'autre composés comme le Thymol, Carvacrol, Eugenol, Humuladienol et Humuleneoxide en utilisant l'hydrodistillation.

**Hamlaoui et al., (2010)**, [103] lors de ses études concernant l'effet de méthode d'extraction sur le rendement et la composition des HEs en utilisant l'hydrodistillation et l'entrainement à la vapeur d'eau). L'analyse permet d'identifier le Camphre par hydrodistillation avec un pourcentage de 45.3% mais 60.99% par l'autre méthode. La même chose pour le (Caryophyllen 7.12% et Borneol 5.24%) par hydro-distillation et (1,8 cinéole 12.4%; Camphène 4.04 %) pour l'extraction par entrainement à la vapeur.

**III-3-1-4- Influence de période de récolte :**

La période de récolte est un facteur qui influe sur les composés d'HE de cette plante.

**Tableau N°12:** Influence de la période de récolte sur la composition d'HE de *Rosmarinus officinalis l* [103]

Mois	Composés major	%
Octobre 2010	Camphre	45.3%
	Caryophyllen	7.12%
	Borneol	5.24
Mars 2014	1,8 cinéole	32.59
	Sabinène	15.93
	Camphène	14.40

**III-3-1-5- Influence d'organe végétale :**

La plante se compose de plusieurs parties et chaque partie possède leurs propriétés, lors de l'extraction de huile essentielle, chacune d'entre elles présent leur propre composants selon leur rôle et leur caractéristiques.

**Tableau N°13 :** Variation des composés majeurs de *Rosmarinus officinalis l* en fonction de partie de plante

Composés majeurs	Feuilles		Sommités fleuries	Sommités fleuries+Feuille	
	[104]	[105]	[106]	[107]	[108]
<b><math>\alpha</math>-pinène</b>	1,4-3,4%	1-57%	0-25%	15-25%	18,33 %
<b>1,8-cinéole</b>	11,2-44,5%	3-60%	15-30%	20-50%	31,50 %
<b>Camphre</b>	10,1-24,9%	1-57%	15-25%	10-25%	9,72%

**III-3-2-Artemisia Herba-Alba**

**III-3-2-1-Description de la plante :**

*L'Artemisia Herba-Alba* ou *Chih* est une plante herbacée à tiges ligneuses et ramifiées, de 30 à 50 cm, très feuillée avec une souche épaisse. Les feuilles sont petites, sessiles, pubescentes et à aspect argenté. Les fleurs sont groupées en grappes, à capitules très petites (3/1,5mm) et ovoïdes. L'involucre est à bractées imbriquées, les externes orbiculaires et pubescentes. Le réceptacle floral est nu avec 2 à 5 fleurs jaunâtres par capitule toutes hermaphrodites [109].



**Photo 04:** *Artemisia herba- alba* [109].

**Position systématique de l'*Artemisia Herba alba***

**Règne:** Angiospermeae.

**Sous-règne:** Dicotylédones

**Ordre:** Gampanulatae.

**Famille:** Asteraceae.

**Sous Famille:** Asterioideae.

**Genre:** Artemisia.

**Espèce:** *Artemisia Herba alba* [109].

### III-3-2-2- Influence de région de récolte :

D'après la littérature, l'HE et les compositions de l'*Artemisia Herba alba* sont affectées par la région géographique de récolte.

L'HE d'*Artemisia Herba alba* d'origine de Biskra contient en majorité de l'acétate de cis- chrysanthényle (25,12 %), du 2E,3Z-2-éthyliden-6-méthyl-3,5-heptadiène (8,39 %), de l' $\alpha$ - thujone (7,85 %), de l'acétate de myrtényle (7,39 %), de la verbénone (7,19 %) et de la chrysanthénone (4,98 %) [110]. Par contre l'HE de cette plante provenant de la région de M'sila compose majoritairement de camphre (19,4 %), de trans-pinocarveol (16,9 %), de chrysanthénone (15,8 %) et de  $\beta$ -thujone (15 %) [111].

**Akrout et al. (2004)** [119] ont montré que l'huile essentielle de cette espèce originaire de Matmata est dominée par l' $\alpha$ -thujone (43,85 %), le trans-acétate desabinyle (17,46 %) et la  $\beta$ - thujone(10,10 %) accompagné du 1,8-cinéole (3,30 %), du chrysanthénone (2,32 %) et de l'acétate de chrysanthényle (3,93 %) [112].

### III-3-2-3- Influence de méthodes d'extraction

La méthode d'extraction des huiles essentielles joue également un rôle important sur le rendement d'HE et leur composition chimique, il y a d'autres facteurs qui se rapportent à la méthode d'extraction tels que :

**Le type de solvant :** le solvant d'extraction influe sur les compositions chimiques de l'HE et leur proportion, l'extraction par **Hexane** donne le Camphre (18,82%);  $\beta$ -Thujone (9,50%) et le 1,8-cinéol (7,33%). Le **Chloroforme** donne l' $\alpha$ -Pinène (2,24%); Santalina alcool (2,05%) et 1,8-cinéol (1,95%). Le **Méthanol** présente les composés majoritaires suivants: Camphre (11,57%); le Cis-Jasmone (5,14%) et le cis-Chrysanthényl acétate (4,58%), de même en utilisant le **diéthyl éther** avec la prédominance de Camphre (11,84%);  $\beta$ -Thujone (8,23%) et l' $\alpha$ -Thujone (3,85%) [113].



### Chapitre III : Effet de la culture d'un plant spontanée sur les huiles essentielles

Le temps d'extraction aussi influe sur les composés chimique des HEs( tableau N°14)

**Tableau N°14:** Variation des composés majeurs d'*Artemisia Herba alba* en fonction de temps d'extraction [113]

Temps d'extraction (min)	Proportion des composants (%)								
	5	10	15	20	30	45	60	90	120
<b>Thujone</b>	50,0	49,2	47,7	47,1	50,9	44,7	40,0	47,4	Tr
<b>Chrysanthénone</b>	13,8	14,1	13,7	13,5	16,0	13,6	12,5	16,5	Tr
<b>Camphre</b>	12,1	14,3	14,2	14,0	14,0	12,3	6,7	29,9	tr

#### III-3-2-4- Influence de période de récolte :

La période de la récolte aussi influe sur le rendement et la composition de l'HE.

M. Ghanmi et al., [114] ; fait des essais sur l'*Artemisia Herba alba* récolté à différent période de récolte,

**Tableau N°15 :** Variation des proportions des composés majoritaires de l'*Artemisia Herba alba* en fonction de période de récolte [114].

Constituants	Avril	Juin	Septembre
<b><math>\alpha</math>-Thujone</b>	4,06%	4,40%	0,25%
<b>Chrysanthenone</b>	47,71%	48,45%	0,28%
<b>Camphre</b>	21,59%	24,85%	45,03%
<b><math>\alpha</math>-Terpin-7-al</b>	0,46%	0,44%	22,26%

### Chapitre III : Effet de la culture d'un plant spontanée sur les huiles essentielles

Le  $\alpha$ -thujone et le Chrysanthenone sont en grand proportion dans l'HE extraite de plante récolté en Juin, par contre la teneur en Camphre et le  $\alpha$ -terpin-7-al seront plus dans l'HE de plante récolté en Septembre.

#### III-3-2-5- Influence d'organe végétale :

BENMANSOUR.N,[115] a montré l'influence d'organe ou de partie d'où l'He est extraite sur leur rendement et leur composition, l'analyse chromatographique indique la présence de Camphre dans les Feuilles avec un pourcentage de 11.3% et pour les fleurs (10%).

#### III-3-3 -*Ruta chalepensis* l

##### III-3-3-1-Description de la plante:

*Ruta chalepensis* l. est une plante aromatique, appartenant à la famille des rutacées, appelée communément par la population locale « Fidjel ». Elle est spontanée, largement ré pondue en Afrique du nord, particulièrement en Algérie. On la rencontre fréquemment dans les rocailles, pelouses et coteaux secs [116]. En Algérie, cette plante est aussi cultivée dans les jardins. *Ruta chalepensis* L. est une plante médicinale encore utilisée dans la médecine traditionnelle de nombreux pays comme laxatif, anti-inflammatoire, analgésique, antispasmodique, abortif, antiépileptique, emménagogue et pour le traitement de pathologies cutanées [117].



**Photo 5:** *Ruta chalepensis* L «Fidjel»[118].

**Position Systématique de *Ruta chalepensis* L**

**Règne :** Plantae

**Division :** Magnoliophyta

**Classe :** Magnoliopsida (dicotylédons)

**Ordre :** Sapindales

**Famille :** Rutaceae

**Genre :** Ruta

**Espèce :** *Ruta chalepensis* L [119 -121].

**III-3-3-2- Influence de région:**

La composition chimique des huiles essentielles varie avec le lieu de récolte. Il a été rapporté que le **2-undécanone** est le constituant majoritaire de l'huile essentielle de *Ruta chalepensis* de provenance de l'**Argentine** avec un pourcentage de (38.1%), (66.5%) en **Turquie**, (52.5%) en **Iran** et de (4.3 - 67.8%) en l'**Inde** [122-126]. Quant à l'huile essentielle de l'Arabie Saoudite, le pourcentage en 2-undécanone est inférieur ou égal à 4.5% [127]. Cependant l'huile essentielle de cette plante d'origine d'**Italie** contient deux constituants majoritaires le **2-nonanone** (49.9 %) et le **2-undécanone** (30.0 %) [128].

**III-3-3-3- Influence de la période de récolte :**

**Merghache et al.**, [129] a étudié l'influence de la période de récolte de *Ruta chalepensis* L récolté dans la wilaya de Tlemcen; elle a démontré que le rendement variée en fonction de mois de récolte. On peut obtenir un rendement plus élevé en HE extraite de *Ruta chalepensis* L récolté dans la période de Mai à Aout où le rendement atteint un pourcentage de 0.84 à 0.72. Mais une faible quantité d'HE est celle obtenu de pante récolté en Hiver ou Automne (0.28% et 0.43%) respectivement. Concernant les compositions d'HE de cette plante, l'analyse chromatographique indique la présence de **2-Nonanone** avec un pourcentage de 22.89% pour l'HE extraite en Avril mais 3.05% pour l'HE extraite en Octobre. De même pour le limonène (2.56%) de mois

### Chapitre III : Effet de la culture d'un plant spontanée sur les huiles essentielles

d'Avril et 0.25% de mois Juin. Aussi pour 2-Undécanol (15.71%) en Février mais (1.36%) pour l'HE extraite en Avril.

**Attou et al., (2010)** [130], montrent que l'HE extraite par hydrodistillation de la partie aérienne de la plante donne un rendement de 0.40-1.80 % avant la floraison et de 0.48-1.90% pendant la floraison.

#### III-3-3-4- Influence d'organe végétale :

**Merghache et al., [129]** lors de leur étude a déterminé l'influence de l'organe d'où l'HE est extraite sur le rendement en HE (Tableau 16).

**Tableau N°16:** Rendement et composé major d'HE dans les différents organes de *Ruta chalepensis* [129]

La partie de la plante étudiée	Partie aérienne	Feuilles	Fleurs	Tiges
Rendement (%)	0.84	0.69	1.22	0.31
2-Nonanone (%)	22.89	12.45	2.01	18.16

Le rendement en HE de *Ruta chalepensis* est supérieur dans la partie aérienne généralement en particulier dans les **fleurs** puis dans les **feuilles** mais faible dans les **tiges**. Le 2- Nonanone est le composé major et aussi vairée en fonction de la partie de la plante étudiée, leur teneur est supérieur dans l'HE extraite de partie aérienne en particulier de Tiges.

De même **Attou et al., (2010)** [130], ont étudié l'influence de la région de récolte et l'organe de plante sur le rendement et la composition de l'HE extraite. Le rendement en extrait brut est variable selon les stations et la partie de la plante. Le rendement le plus important est celui enregistrée dans les fleurs (32.15%), suivis des feuilles (19.38 %) et en dernier dans les tiges (17.49%).

**III-3-4-Cymbopogon schoenanthus :**

**III-3-4-1-Description de la plante :**

*Cymbopogon schoenanthu L* ou *El Lemad* est une espèce endémique commune dans tout le Sahara, largement répandue dans les régions tropicales en Afrique du Nord et en Asie. On la trouve également en Ethiopie, en Egypte, en Arabie Saoudite et dans l'Asie désertique. Elle pousse par pieds isolés dans les régions désertiques, semi-désertiques, ou semi-arides où les précipitations sont faibles (environ 100-150 mm par an). Cette plante se trouve sur les sols sablo- graveleux des lits d'oueds non salins ainsi que dans les ravins des montagnes entre 800 et 2100 m [131-134]



**Photo 1 :** Inflorescence de *Cymbopogon schoenanthus* (Station de Béchar le 12/04/2019)



**Photo 2 :** Pied de *Cymbopogon schoenanthus* (Station de Béchar le 12/04/2019)



**Photo 3 :** Pied de *Cymbopogon schoenanthus* (Station de Ghardaïa le 22/04/2016)



**Photo 4 :** Vue rapprochée d'un pied de *Cymbopogon schoenanthus* (Station de Béchar le 12/04/2019)

**Photo N°6:** *Cymbopogon schoenanthus* « El Lemad »[135].

**Position systématique *Cymbopogon schoenanthus***

**Règne:** Végétal

**Embranchement:** Magnoliophyta

**Classe:** Liliopsida

**Ordre:** Cyperales

**Famille:** Poaceae

**Genre:** *Cymbopogon*

**Espèce:** *Cymbopogon Schoenanthus L* [132,136].

**II-3-4-2- Influence de la région**

Chaque région géographique a ses propres facteurs naturels tels que l'humidité, le climat, longitude, latitude, le sol et ainsi de suite. Tous ces facteurs affectent naturellement sur les plantes spontanées en termes de composants chimiques et les propriétés physicochimiques de leurs huiles essentielles.

**Didier et al., (2019)** [137], ont étudié l'influence de la région de récolte sur la composition d'HE extraite de *Cymbopogon schoenanthus* d'origine de Bénin, cette étude révèle la présence des composés majeurs suivants : ((p)-2-Carène (13,0%) suivie de Pipéritone (60,3%). La composition chimique de l'HE des feuilles de cette espèce prévenant d'Inde, dans une étude réalisée par **Shahi et Tava** en 1993[138], révèle la prédominance de limonène (19,54%) suivi du camphène (7,98%) dans cet huile.

Toutefois, l'HE des feuilles de *Cymbopogon schoenanthus d'origine de* Burkina Faso présente la prédominance de pipéritone (59,1%) et de  $\delta$ -2-carène (22,3%) [139]. Des résultats similaires ont trouvées pour l'HE extraite de partie aérienne de cette plante cultivé au Togo avec pipéritone (68%) suivie de 2-carène (16,48%) sont les composés majeurs [140].

### Chapitre III : Effet de la culture d'un plant spontanée sur les huiles essentielles

Hashim et al., (2016) [141], ont rapporté 8 composés majeurs dans l'HE de *C. schoenanthus* originaire d'Arabie Saoudite, à savoir: pipéritone (14,6%), cyclohexaneméthanol (11,6%),  $\beta$ -élémente (11,6%),  $\alpha$ -eudesmol (11,5%), élémol (10,8%),  $\beta$ -eudesmol(8,5%) et e 2-naphtalène méthanol (7,1%).

Le limonène (10,5 à 27,3%),  $\beta$ -phellandrene (8,2 à 16,3%), le  $\delta$ -terpinène (4,3 à 21,2%), l' $\alpha$ -terpinéol (6,8 à 11,7%), le  $\beta$ -eudesmol (0,2-14,2%), le junipercamphor (2,7-8,2%), la valencène (0,2-7,2%), l' $\alpha$ -cadinène (tr-6,0%), l' $\alpha$ -eudesmol (0,3-5,5%), le  $\delta$ -cadinène (0,2-5,4%), l'élémol (0,3-4,6%), le germacrène B (0,4-4,5%), le  $\gamma$ -cadinène (0,7-4,2%) et l' $\alpha$ -sélénène (0,2- 4,1%) sont les composants identifiés dans l'HE des feuilles et des racines de cette plante prévenant de Tunisie selon l'étude menée par Khadri et al. (2008) [142].

#### III-3-4-3- Influence de la méthode d'extraction:

La teneur et la composition chimique des HEs de *Cymbopogon schoenanthus* sont dépendent de la méthode d'extraction utilisé. Guillaume et al, (2003) [143] lors de la réalisation d'extraction de l'HE de cette plante par entraînement à la vapeur, ils ont montré leur richesse par le Carène-2 (16.90%) et le Pipéritone (90.01%). Par contre, Malti Charaf, (2019) [135] a démontré le trans-p-Menth-2-ène-1-ol (26,3%), le cis-p-Menth-2-ène-1-ol (17,0%) et le trans- Pipéritol (10,1%) comme composés major dans cette huile extraite par hydrodistillation.

#### III-3-4-4- Influence de la période de récolte :

Malti Charaf, (2019) [135], ont déclaré que la qualité et la quantité des composés majoritaires d'HE est dépend de la période de récolte (Tableau n° 17).

**Tableau N°17:**Variation des composés majeurs d'HE de *Cymbopogon schoenanthus* en fonction de période de récolte [135].

Composés	Avril 2016	Janvier 2017
2-Carène	13,1	17,0
trans-p-Menth-2-ène-1-ol	28,5	22,6
cis-p-Menth-2-ène-1-ol	16,3	15,4

#### III-3-4-5- Influence d'organe végétale :

D'après la littérature et notamment l'étude de **Malti Charaf, (2019)** [135], la teneur en HE de *C. schoenanthus* ainsi leur composition chimique ont variée selon la partie où l'on extrait l'HE (Tableau N° 18).

**Tableau N°18:** Variation des composés majeurs d'HE de *C. schoenanthus* selon l'organe étudié[135].

	<b>Partie aérienne (Tiges et feuilles)</b>	<b>Racine</b>	<b>Partie aérienne + Racine</b>
<b>2-Carène</b>	2,1%	4,8%	<b>17,0 %</b>
<b>Trans-p-Menth-2-ène-1-ol</b>	10,5%	<b>31,7%</b>	22,6%
<b>Cis-p-Menth-2-ène-1-ol</b>	7,2%	<b>19,8%</b>	15,4%
<b>Cis-Pipéritol</b>	3,2%	<b>9,0%</b>	5,4%
<b>Trans-Pipéritol</b>	4,6%	<b>11,7%</b>	8,8%

Ces résultats montrent que l'HE extraite des racines contient les teneurs les plus élevés en **trans-p-Menth-2-ène-1-ol**, **cis-p-Menth-2-ène-1-ol**, **le Cis-Pipéritol** et même **le Trans- Pipéritol**.

Les composés majoritaires de l'HE des feuilles et des fleurs prélevées au Burkina Faso sont respectivement: La pipéritone (59,1 et 55,6%), le  $\delta$ -2-carène (22,3 et 16,8%), suivi de limonène (3,9 et 3,1%), élémol (5,8 et 8,1%) et  $\gamma$ -eudesmol (1,1 et 2,5%) [139].

#### III-3-5-*Pituranthos scoparius* :

##### III-3-5-1-Description de la plante :

C'est une plante vivace, sans feuilles ou presque, à tiges hautes de 50-80 cm, jaunâtre, en forme de joncs, ramifiées dans le haut seulement, simples et parallèles entre elles dans leur moitié inférieure, portant des ombelles latérales; pédoncules souvent courts; pétales blancs à nervures étroites [144].





**Photo N°7:** *Pituranthos scoparius* « El guzah » [145]

**Systématique de *Pituranthos scoparius***

**Embranchement :** Spermaphytes

**Sous-Embranchement :** Angiospermes

**Classe :** Eudicots

**Ordre :** Apiales

**Famille :** Apiaceae

**Genre :** *Pituranthos*

**Espèce :** *Pituranthos scoparius* [146]

**III-3-5-2- Influence de la région :**

La diversité du climat en Algérie elle a des effets sur les plantes spontanés. Pour s'assurer que l'hypothèse est valable, MALTI.C, (2019) a mené des expériences sur la plante *Pituranthos scoparius* « **el guzah** » dans des différent régions à savoir la région de Ghardaïa, Beskra, Batna et Béchar [135] (Tableau 19).

**Tableau N°19** : Variation des composés major d'HE de *Pituranthos scoparius* dans différent région [135].

	<b>Ghardaïa</b>	<b>Beskra</b>	<b>Batna</b>	<b>Béchar</b>
<b>α-Pinène</b>	2,8-17,1	7,2- 10,6	10,2- 11,2	0,7 -2,4
<b>Sabinène</b>	1,1 - 31,3	22,9- 28,0	19,9- 10,5	32,4 -1,1
<b>β-Pinène</b>	7,1- 1,5	3,7 -1,9	4,9 -2,6	0,9 -0,8
<b>α-Phellandrène</b>	15,4- 0,1	0,3	0,1 -0,3	0,7- Tr
<b>p-Cymène</b>	3,9 - 0,6	3,0 -3,5	4,7- 5,5	0,7 -1,6
<b>Limonène*</b>	9,2- 26,7	1,7 -0,7	1,0 -2,1	19,1- 22,4
<b>β-Phellandrène*</b>	7,9 - 0,1	0,3 -0,1	0,2	0,3 -Tr
<b>Terpinéol-4</b>	0,2 - 4,0	4,4- 4,1	4,4 -2,1	7,1- 0,3
<b>Germacrène D</b>	2,0-9,5	0,5 -0,3	0,2 -0,3	3,1- 0,2
<b>Elémicine</b>	0,1 -Tr	0,1 -29,1	0,1- 0,2	-
<b>6-Méthoxy élémicine</b>	0,1 - 25,1	0,8 -0,1	0,2- 0,6	27,4 -58,2
<b>Apioledill</b>	0,1- 5,0	18,0- 1,4	5,0- 16,8	tr
<b>(Z)-Ligustilide</b>	9,7- 2,2	-	Tr-0.1	-

#### III-3-5-3- Influence de la méthode d'extraction:

L'analyse chromatographique par GC-MS de l'HE extraite des parties aériennes de cette plante permet d'identifier les composants majeurs suivants : Le  $\beta$ -myrcène (18,81 %), le sabinène (18.49 %), le trans-iso-élémicine (12.9 %) et le terpinèn-4-ol (8.09 %). La composition de l'huile extraite par solvant volatil (SE) est caractérisée par la présence du terpinèn-4-ol (15.40 %), l'anethapiol (7.90 %) et O-cimène (6 %) [147].

#### III-3-5-4- Influence de la période de récolte :

La composition de l'HE de *Pituranthos scoparius* varé aussi en fonction de la période de récolte. Selon l'étude de Malti Charaf, (2019) [135].

L'extraction de l'HE de *Pituranthos scoparius* récolté dans la région de Ghardaïa de différents saisons allant de Septembre 2016 jusqu'à Janvier 2017, montre que les proportions des composés majeurs de cette huile varient selon la période de récolte (Tableau n° 20, 21 et 22).

**Tableau N°20** :Variation des composés major d'HE de *P. scoparius* de

**Ghardaïa** selon la période de récolte [135].

Composés	2016				2017
	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier
$\alpha$ -Pinène %	22,1	11,3	14,2	2,9	14,9
$\alpha$ -Phellandrène%	13,1	11,3	14,9	0,8	11,3
Limonène%	19,4	26,7	22,6	14,6	20,0

### Chapitre III : Effet de la culture d'un plant spontanée sur les huiles essentielles

**Tableau N°21:** Variation des composés major d'HE de *P. scoparius* de **Biskra** [135]

Composés	2016				2017
	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier
<b><math>\alpha</math>-Pinène %</b>	15,5	7,2	3,8	8,4	<b>31,0</b>
<b>Sabinène%</b>	28,3	22,9	<b>54,6</b>	27,7	6,2
<b>Myristicine</b>	<b>18,8</b>	9,5	1,3	11,6	7,2

**Tableau N°22:** Variation des composés major d'HE de *P. scoparius* de **Béchar** selon la période de récolte [135].

Composés	2016			2017		
	Mars	Avril	Mai	Mars	Avril	Mai
<b>Limonène</b>	21,0	11,7	<b>23,3</b>	29,8	12,6	<b>29,8</b>
<b>Sabinène</b>	39,4	10,8	<b>42,9</b>	<b>24,2</b>	20,9	24,0

D'après les résultats des tableaux 20, 21 et 22, la composition de l'HE extraite de plante *P. scoparius* et leurs proportions sont variable selon la région et la période de la récolte de cette plante.

#### III-3-5-5- Influence d'organe végétale:

Composition chimique des HEs des tiges contient de l' $\alpha$ -pinène (34%) et de l'apiole (15%) comme composés majoritaires. En revanche, celle des graines est riche principalement en apiole (52%), suivi de l'acétate de bornyle (21%) et de l' $\alpha$ -pinène (11%) [148].

Les composés majoritaires de l'huile essentielle des graines de *P. scoparius* récolté en avril 2001 dans la région de Ghardaïa sont: apioledill (12,2%), limonène (11,2%), myristicine (11,1%),  $\alpha$ -pinène (8,2%) et le p-cymène (7,5%). À l'inverse, l'huile essentielle des tiges contient du germacrène D (12,7%), du limonène (9,8%), de la myristicine (7,2%), de l' $\alpha$ -phellandrène (7,1%), de l' $\alpha$ -pinène (6,8%), du méthyleugénol (5,9%), du spathuléol (4,5%) et du p-cymène(4,2%) comme majors[149]

## **CHAPITER IV : Analyse statistique des données théoriques**

**IV-1-Introduction :**

Après avoir passé en revue plusieurs études dans le sujet qui est : l'effet de la culture des plants spontanée sur les huiles essentielles, qui comprend de nombreuses plantes aléatoires et nous avons étudié beaucoup de ces facteurs et a eu plusieurs résultats qui montrent cette effet et maintenant nous faisons des discussions sur ces résultats.

**IV-2- Influence de la région :**

**IV-2-1-Rosmarinus officinalis :**

**Tableau N°23 :** Composition major HEs de *R. officinalis l* en fonction de la région en Algérie.

	Tlemcen	TizziOuzou	Tébessa		
			Draa Hammam	Ammacha	Youkous.
Ref	[95]	[94]	[93]		
<b><math>\alpha</math>-pinène</b>	12,6%	-	-	-	-
<b>Camphène</b>	13,8%	-	-	-	-
<b>Eucalyptol</b>	-	41,70%	32,59%	32,76%	72,91%
<b>D camphor</b>	-	10,32%	-	-	-

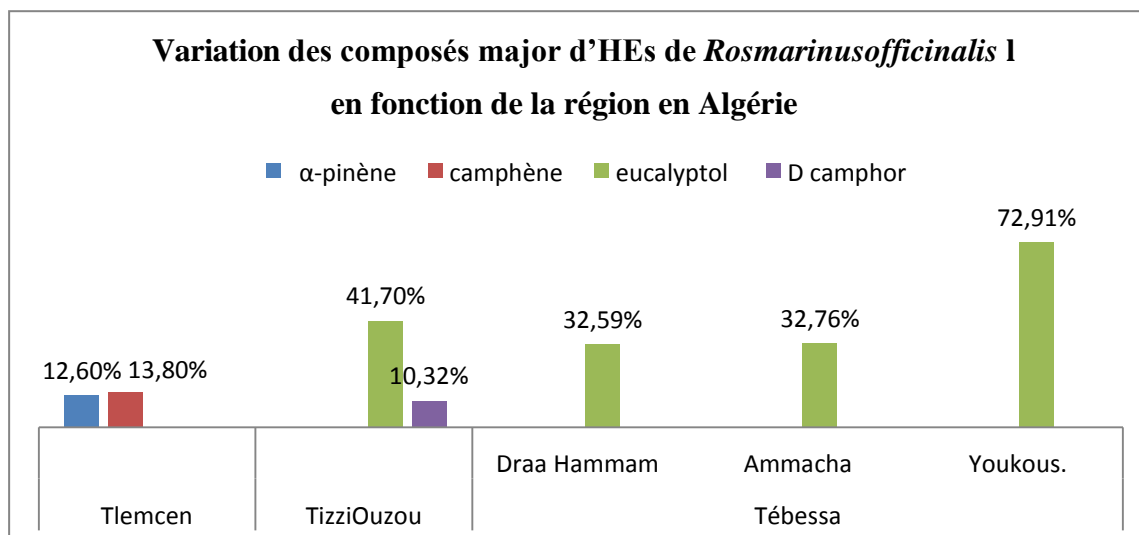
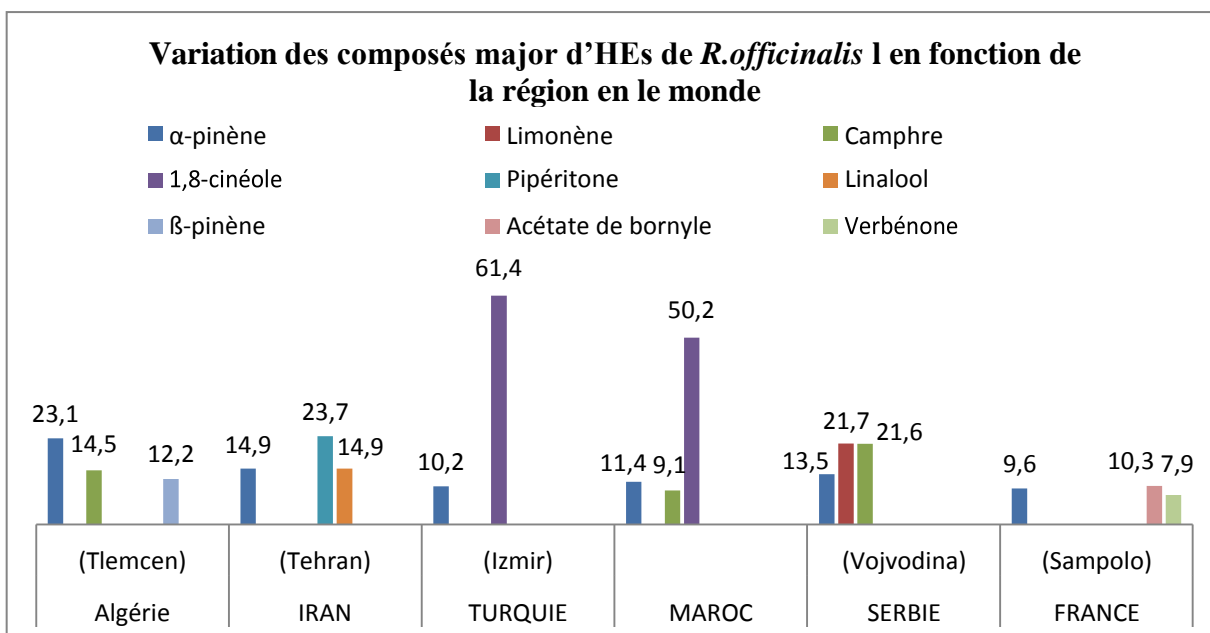


Figure N°12 :Histogramme indiquant la variation des composés major d'HEs de *Rosmarinus officinalis l* en fonction de la région en Algérie

Cet histogramme présent la variation des composés major de *Rosmarinus officinalis l* en Algérie, en remarque que le composé le plus dominant d'HEs de cette espèce dans la région de Tébessa et TizziOuzou est l'**eucalyptol**( $C_{10}H_{18}O$ )[93,94]qui est le composé major, mais en Tlemcen il existe en petite quantité et le composant major est le **camphène** ( $C_{10}H_{16}$ )[96]

Tableau N° 24 : Composés major d'HE de *Rosmarinus officinalis* en fonction de la région dans le monde.

	Algérie (Tlemcen)	IRAN (Tehran)	TURQUIE (Izmir)	MAROC	SERBIE (Vojvodina)	France (Sampolo)
Ref	[96]	[97]	[98]	[99]	[100]	[150]
<i><math>\alpha</math>-pinène</i>	23,1	14,9	10,2	11,4	13,5	9,6
<i>Limonène</i>	-	-	-	-	21,7	-
<i>Camphre</i>	14,5	-	-	9,1	21,6	-
<b>1,8-cinéole</b>	-	-	61,4	50,2	-	-
<i>Pipéritone</i>	-	23,7	-	-	-	-
<b>Linalool</b>	-	14,9	-	-	-	-
<b><math>\beta</math>-pinène</b>	12,2	-	-	-	-	-
<b>Acétate de bornyle</b>	-	-	-	-	-	10,3
<b>Verbénone</b>	-	-	-	-	-	7,9



**Figure N°13 :** Histogramme indiquant la variation des composés major d'HEs de *Rosmarinus officinalis* I en fonction de la région en le monde

On observe que le HES de *R.officinalis* I contient des changements dans les composants prédominants selon la régions .Dans Turquie et Maroc le composé major est **1,8- cinéole**( $C_{10}H_{18}O$ )avec des pourcentage différent[98,99]mais en Iran **pipéritone**( $C_{10}H_{16}O$ )est le composé major il y a deux composé major eu région de Serbie qui est **limonène**( $C_{10}H_{16}$ ) et **camphre**( $C_{10}H_{16}O$ )avec des pourcentages très proche[100] ; **$\alpha$ -pinène**( $C_{10}H_{16}$ ) en Tlemcen [96] et **Acétate de bornyle**( $C_{12}H_{20}O_2$ ) en France [150]

#### IV-2-2-Artemisia herba-alba:

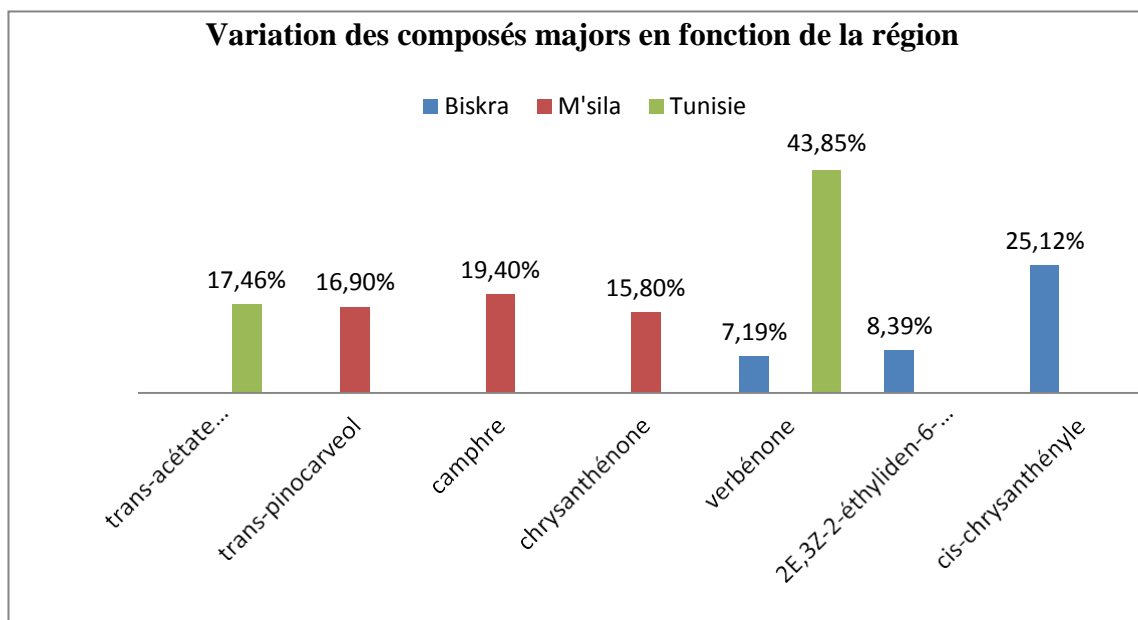
**Tableau N°25 :** Compositions majors d'HE de *Artemisia herba-alba* en fonction de la région.

	<b>Biskra</b>	<b>M'sila</b>	<b>Tunisie</b>
<b>Ref</b>	<b>[110]</b>	<b>[111]</b>	<b>[112]</b>
<b>trans-acétate desabinyle</b>	-	-	17,46%
<b>trans-pinocarveol</b>	-	16,90%	-
<b>camphre</b>	-	19,40%	-
<b>chrysanthénone</b>	4,98%	15,80%	-



## CHAPTER IV : Analyse statistique des données théoriques

<b>verbénone</b>	7,19%	-	43,85%
<b><math>\alpha</math>-thujone</b>	7,85%	-	-
<b>2E,3Z-2-éthyliden-6-méthyl-3,5-heptadiène</b>	8,39%	-	-
<b>cis-chrysanthényle</b>	25,12%	-	-



**Figure N°14** :Histogramme indiquant les composés majeurs d'HEs de *Artemisia herba-alba* en fonction de la région

Cet histogramme indiquant les composés major d'HEs de *Artemisia herba-alba* on remarque que Le **verbénone**( $C_{10}H_{14}O$ ) est le composé major en Tunisie[112].par contre en Biskra le composé major est **cis-chrysanthényle**[111] et **comphre**( $C_{10}H_{16}O$ ) en M'silale [110].

IV-2-3-*Rutachalepensis L*:

Tableau N°26 : Compositions majors d'HE de *Rutachalepensis L* en fonction de la région.

	Argentine	Turquie	Iran	Arabie Saoudite	Italie
Ref	[122-126]			[127]	[128]
2-undécanone	38,1%	66,5%	52,5%	4,5%	30,0 %
2-nonanone	-	-	-	-	49,9 %

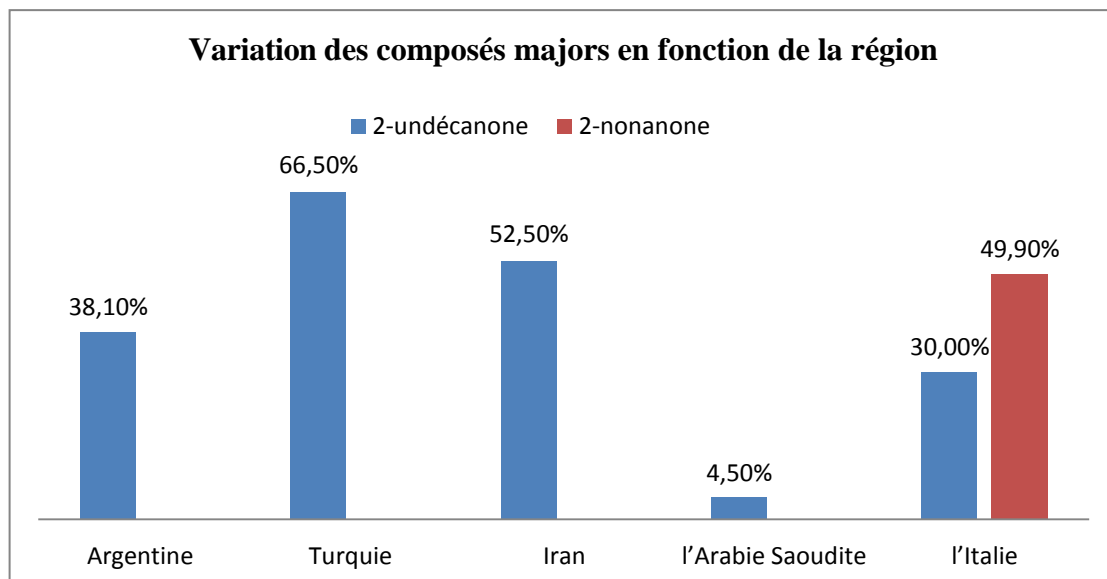


Figure N°15 :Histogramme indiquant la variation des composés major d'HEs de *Ruta chalepensis L* en fonction de la région en le monde

La composition chimique major de HES de *Ruta chalepensis l* il variée ,le histogramme précédant prouve que en Turquie le composé **2-Undécanone**( $C_{11}H_{22}O$ ) est largement présente par rapport aux autres pays représentés dans les chartes [122-127]. D'un autre côté, en l'Italie la composante **2-nonanone** ( $C_9H_{18}O$ ) est présente de Pourcentage élevé que **2-Undécanone**[128].

IV-2-4-*Cymbopogon schoenanthus*:

Tableau N° 27: Compositions majors d'HE de *Cymbopogons choenanthus* en fonction de la région.

	feuilles		Parties aériennes	Plante
	Inde	Burkina Faso	Togo	Arabie Saoudite
Réf	[138]	[139]	[140]	[141]
limonène	19,54%	-	-	-
camphène	7,98%	-	-	-
pipéritone	-	59,1 %	68%	14,6%
δ-2-carène	-	22,3 %	-	-
2-carène	-	-	16,48%	-
cyclohexaneméthanol	-	-	-	11,6%
β-élémente	-	-	-	11,6%
α-eudesmol	-	-	-	11,5%

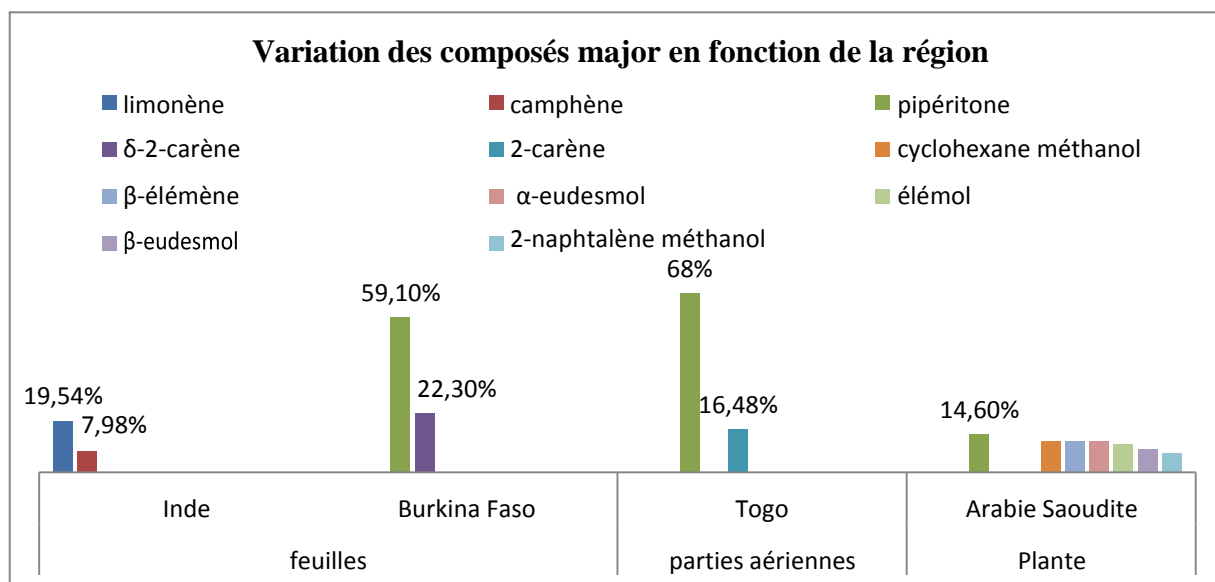


Figure N°16 :Histogramme indiquant des composés majors d'HEs de *Cymbopogon schoenanthus* en fonction de la région en le monde .

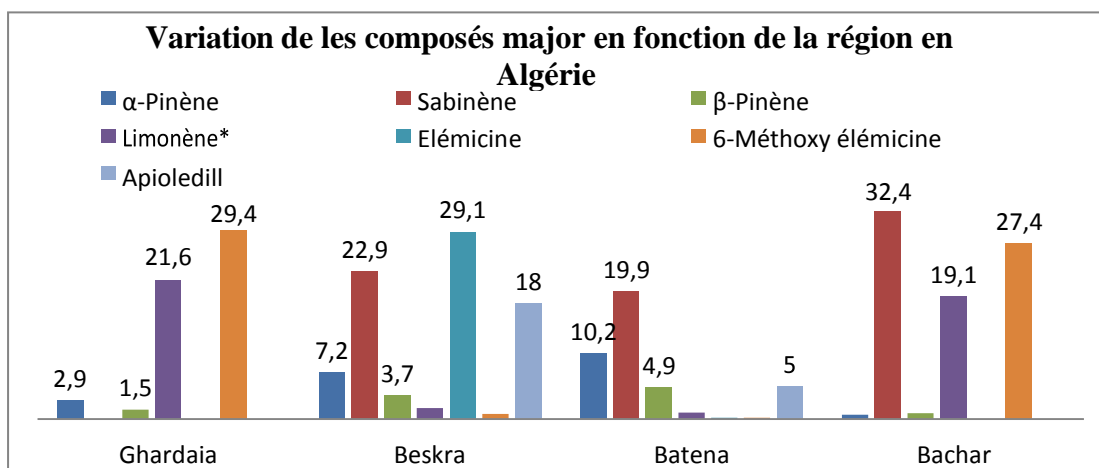
## CHAPITER IV : Analyse statistique des données théoriques

À travers histogramme des composés majors d'HEs de *Cymbopogon schoenanthus*, le composé **pipéritone** ( $C_{10}H_{16}O$ ) est major dans Burkina Faso, Togo et Arabie Saoudite en des pourcentage différent, [139-141] , **limonène** ( $C_{10}H_{16}$ ) en Inde [138].

### IV-2-5-*Pituranthos scoparius* :

**Tableau N° 28:** Compositions majors d'HE de *Pituranthos scoparius* en fonction de la région. [135]

	Ghardaïa	Beskra	Batna	Béchar
<b>α-Pinène</b>	2,9	7,2	10,2	0,7
<b>Sabinène</b>	30,3	22,9	19,9	32,4
<b>β-Pinène</b>	1,5	3,7	4,9	0,9
<b>Limonène*</b>	21,6	1,7	1	19,1
<b>Elémicine</b>	Tr	29,1	0,2	-
<b>6-Méthoxy élémicine</b>	29,4	0,8	0,2	27,4
<b>Apioledill</b>	-	18,0	5,0	-



**Figure N°17 :** Histogramme indiquant la variation de la composition chimique d'HEs de *Pituranthos scoparius* en fonction de la région en Algérie

Les graphiques suivants montrent que, il y a deux composés major en la région de Ghardaïa qui est **p-cymène** ( $C_{10}H_{14}$ ) et **limonène** ( $C_{10}H_{16}$ ). En Beskra et Béchar il y a trois composés major mais ils sont impliqués en deux composés qui sont

## CHAPITER IV : Analyse statistique des données théoriques

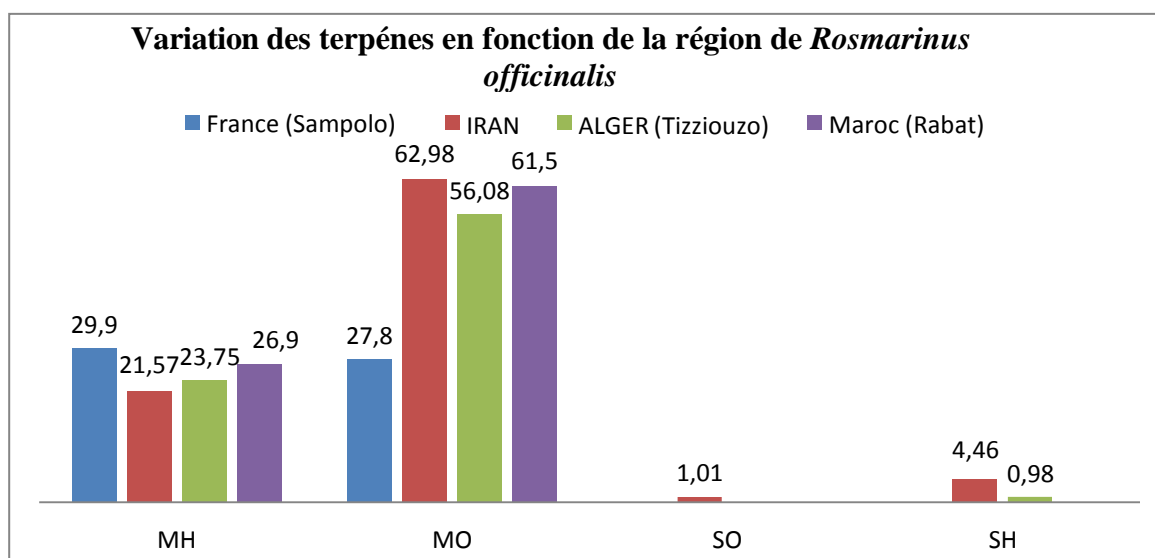
sabinéne(C<sub>10</sub>H<sub>16</sub>) et limonéne et ils sont différents en un composé qui est en respectivement  $\alpha$ -phellandrène et p- cyméne[135].

### Remarque 1 :

Après avoir les histogrammes ci-dessus qui présent la variation de la composition chimique d'HEs des plants Étudié en fonction de la région, Nous avons conclu que le rendement des compositions chimique d'HEs des plants et la nature et le nombre des compositions major est influé par la région.

**Tableau N°29 :** Variation des terpènes en fonction de la région de *Rosmarinus officinalis l.*

	France (Sampolo)	IRAN	ALGER (Tizziouzo)	Maroc (Rabat)
<b>Ref</b>	[150] ANNEX 1	[151] ANNEX 2	[94] ANNEX 3	[152] ANNEX 4
<b>MH</b>	29.9	21.57	23.75	26.9
<b>MO</b>	27.8	62.98	56.08	61.5
<b>SO</b>	-	1.01	-	-
<b>SH</b>	-	4.46	0.98	-



**Figure N°18 :** Histogramme indiquant la variation des terpènes d'HEs de *Rosmarinus officinalis L* en fonction de la région en le monde

## CHAPITER IV : Analyse statistique des données théoriques

Cet histogramme indiquant la variation des terpènes en fonction de la région, nous a pris comme exemple le *Rosmarinus officinalis* , en France ,Iran , Algérie et Maroc; Par cette comparaison, nous avons constaté que les mono terpènes oxygénés est le plus dominant dans cet huile. On Iran il y a un mélange de MO de pourcentage élevé après MH puis SH et de pourcentage faible SO, mais on Algérie les mono terpènes oxygénés est le plus dominant puis les monoterpènes hydrogénés et des petite trace de SH et SO n'est existé pas. On France et MAROC Il y a une balançoire entre les deux en les monoterpènes oxygénés et hydrogénés mais les SO et SH n'existe pas [94,150-152].

### Remarque 2 :

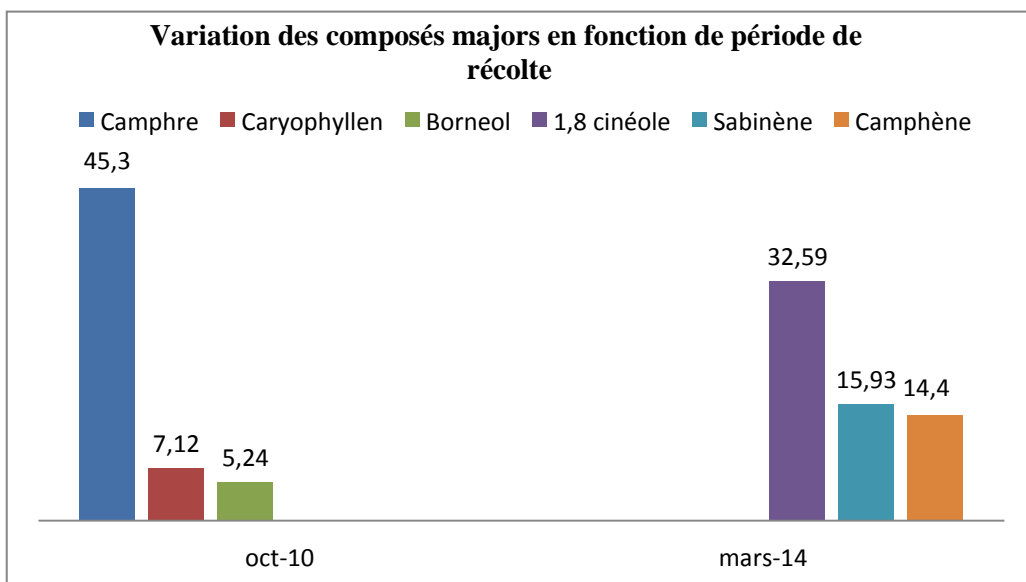
Après avoir comparé des études sur l'**Influence de la région sur les HEs** pour certaines plantes, nous avons constaté que l'effet est sur **les monoterpènes oxygénés** qu'il est généralement très influent.

### IV-3- Influence de période de récolte :

#### IV-3- 1-*Rosmarinus officinalis* l :

**Tableau N° 30:** Compositions majors d'HE de *Rosmarinus officinalis* l en fonction de période de récolte [103].

	Octobre 2010	Mars 2014
<b>camphre</b>	45,3%	-
<b>Caryophyllen</b>	7,12%	-
<b>Borneol</b>	5,24%	-
<b>1,8 cinéole</b>	-	32,59%
<b>Sabinène</b>	-	15,93%
<b>Camphène</b>	-	14,40%



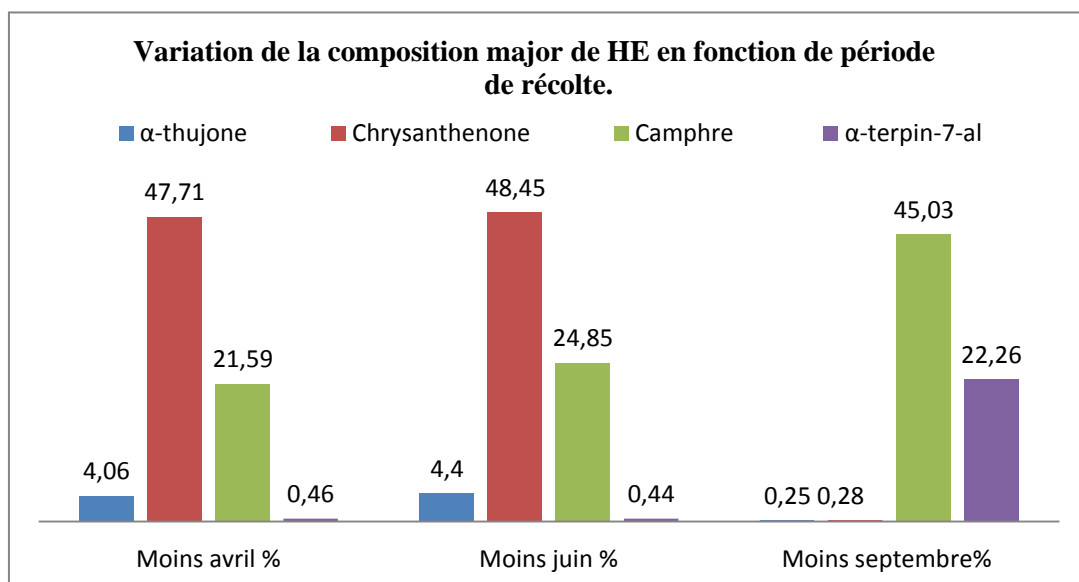
**Figure N°19 :** Histogramme indiquant la variation des composés major d’HES de *Rosmarinus officinalis l* en fonction de la période de récolte

Le choix de période de récolte est influé sur le type de composé major, ce Histogramme indiquant la variation de ces composés d’HES de *Rosmarinus officinalis l* récolté en deux saisons différant. La récolte en automne (octobre 2010) donne le **camphre**( $C_{10}H_{16}O$ ) ce forme un composé major, par contre la récolte en printemps (mars 2014) donne le **1,8-cinole**( $C_{10}H_{18}O$ ) comme un composé major[103].

#### IV-3-2-Artemisia herba-alba:

**Tableau N° 31:** Composition major de HE de *Artemisia herba-alba* en fonction de période de récolte[114].

	avril %	juin %	septembre%
<b><math>\alpha</math>-thujone</b>	4,06	4,40	0,25
<b>Chrysanthenone</b>	47,71	48,45	0,28
<b>Camphre</b>	21,59	24,85	45,03
<b><math>\alpha</math>-terpin-7-al</b>	0,46	0,44	22,26



**Figure N°20 :** Histogramme indiquant la variation des composés major d’HEs de *Artemisia herba-alba* en fonction de la période de récolte.

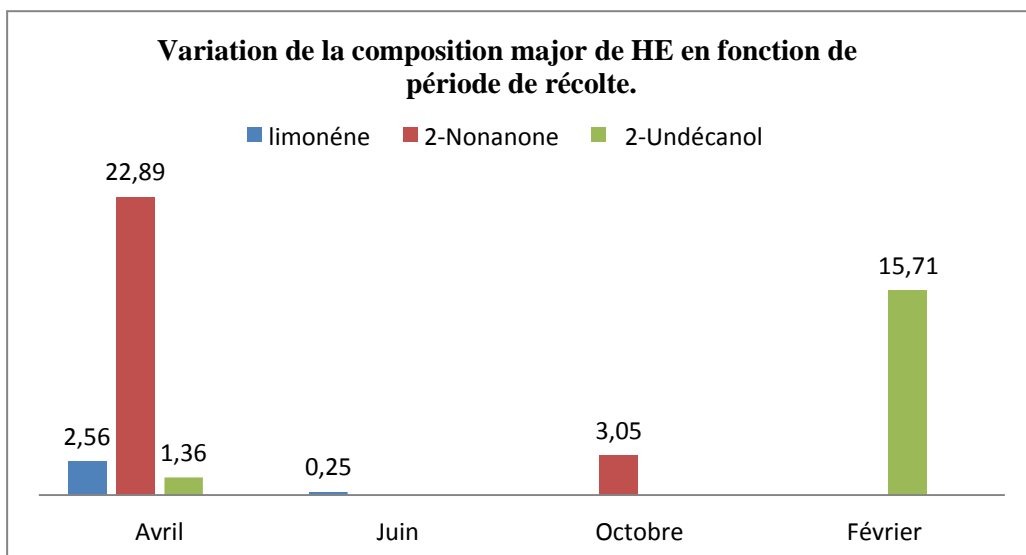
Cet Histogramme indiquant la variation des composés major d’HEs de *Artemisia herba-alba* en fonction de la période de récolte, on observe **Chrysanthenone**( $C_{10}H_{14}O$ ) c’est le composé majeur en saisons printemps et l’été mais il existe en petite quantité en automne. Le **Camphre**( $C_{10}H_{16}O$ )c’est le composé majeur en saison l’automne par contre en saisons de printemps et l’été, il existe par un pourcentage faible, autant le pourcentage de  **$\alpha$ -terpin-7-al** est importante en automne mais il présente ce forme des traces en printemps et l’été [114].

#### IV-3-3-Rutachalepensis L:

**Tableau N° 32:** Composition majeure de HE de *Rutachalepensis L* en fonction de période de récolte[129].

	Avril	Juin	Octobre	Février
<b>limonène</b>	2,56	0,25	-	-
<b>2-Nonanone</b>	22,89	-	3,05	-
<b>2-Undécanol</b>	1,36	-	-	15,71





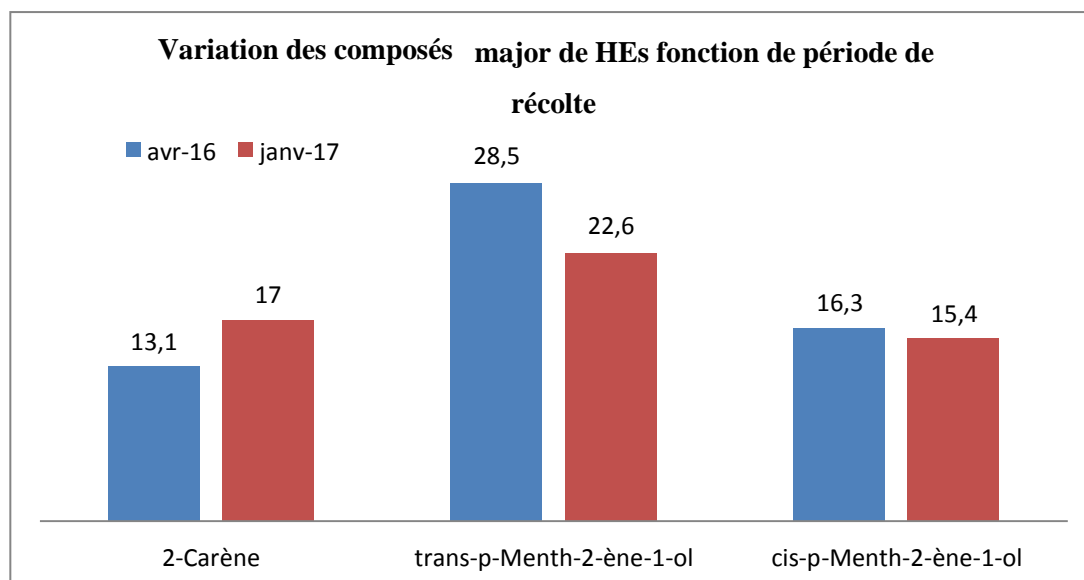
**Figure N°21 :** Histogramme indiquant la variation de la composition major d’HEs de *Ruta chalepensis L* en fonction de la période de récolte.

Cet histogramme qui représente la variation de la composition major d’HEs de *Ruta chalepensis L* en fonction de la période de récolte, En le moins Avril et Octobre le composé majeure est le **2-Nonanone**( $C_9H_{18}O$ ) avec des quantités différent et présence le **2- Undécanol**( $C_{11}H_{24}O$ ) comme un élément le plus dominant en Février [129].

**IV-3-4-Cymbopogon schoenanthus:**

**Tableau N° 33:** Composition majeure de HEs de *Cymbopogon schoenanthus* en fonction de période de récolte[135].

	Avril 2016	Janvier 2017
<b>2-Carène</b>	13,1	17,0
<b>trans-p-Menth-2-ène-1-ol</b>	28,5	22,6
<b>cis-p-Menth-2-ène-1-ol</b>	16,3	15,4



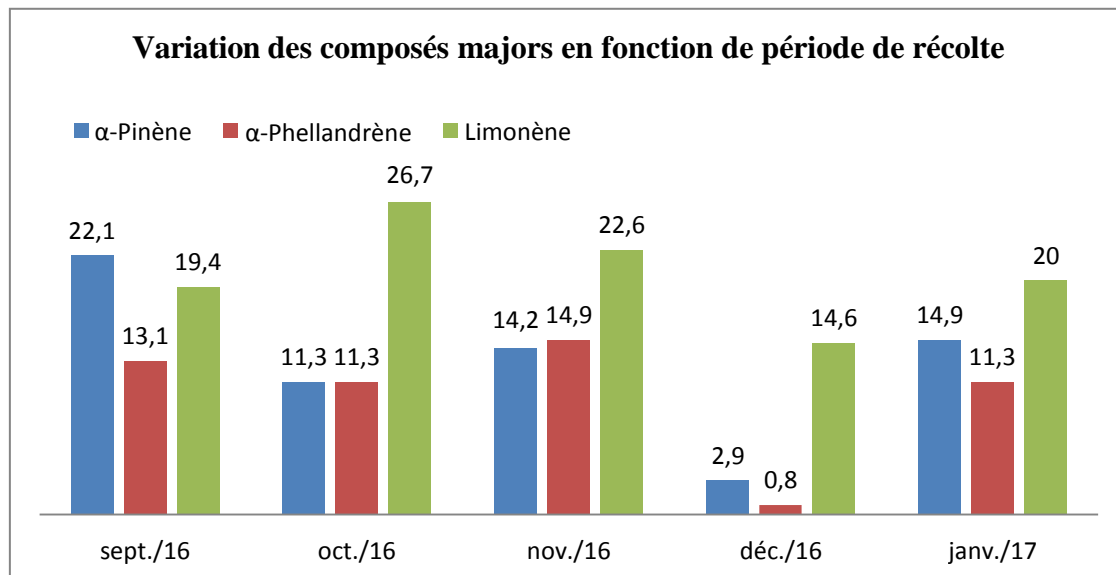
**Figure N° 22::**Histogramme indiquant la variation des composés major d’HEs de *Cymbopogon schoenanthus* en fonction de la période de récolte.

Histogramme précédant indiquant la variation des composés major d’HEs de *Cymbopogon schoenanthus*, en mois Avril 2016 et Janvier 2017 le composé major est **Trans- p-menth-2-ène-1-ol**de quantité légèrement différenciées ; les composés **2-Carène**( $C_{10}H_{16}$ )et **Cis-p-menth-2-ène-1-ol** plus ou moins en Avril 2016 et Janvier 2017[135].

**IV-4-5- Pituranthos scoparius :**

**Tableau N° 34:** Composition major de HE de *Pituranthos scoparius* en fonction de période de récolte de Ghardaïa [135].

Composés	2016				2017
	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier
<b><math>\alpha</math>-Pinène %</b>	<b>22,1</b>	11,3	14,2	2,9	14,9
<b><math>\alpha</math>-Phellandrène%</b>	13,1	11,3	<b>14,9</b>	0,8	11,3
<b>Limonène%</b>	19,4	<b>26,7</b>	22,6	14,6	20,0

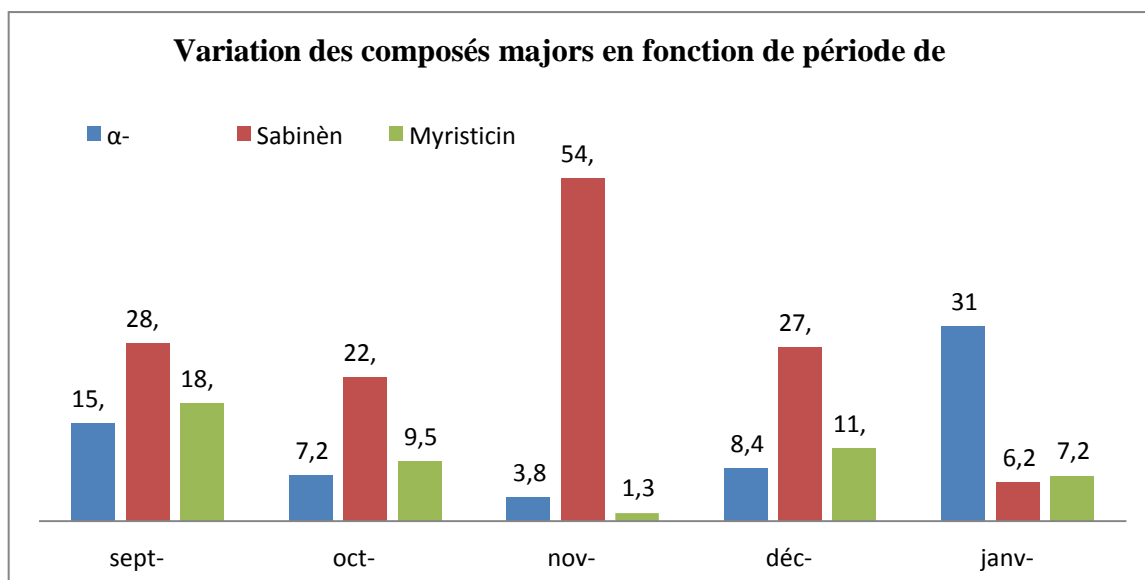


**Figure N°23:** Histogramme indiquant la variation des composés majeurs d’HES de *Pituranthos scoparius* en fonction de la période de récolte en **Ghardaïa**- Algérie-

L’HES de *Pituranthos scoparius* en des période de récolte différente en **Ghardaïa** on remarque le composé le plus dominant est le **Limonène**( $C_{10}H_{16}$ ) dans les mois octobre, Novembre et Décembre 2016 et Janvier 2017, par contre le  **$\alpha$ -pinène**( $C_{10}H_{16}$ ) en mois septembre 2016 est le plus dominant[135].

**Tableau N° 35:** Compositions majors de huile essential de *Pituranthos scoparius* en fonction de période de récolte de Biskra [135].

Composés	2016				2017
	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier
<b><math>\alpha</math>-Pinène %</b>	15,5	7,2	3,8	8,4	<b>31,0</b>
<b>Sabinène%</b>	28,3	22,9	<b>54,6</b>	27,7	6,2
<b>Myristicine</b>	<b>18,8</b>	9,5	1,3	11,6	7,2

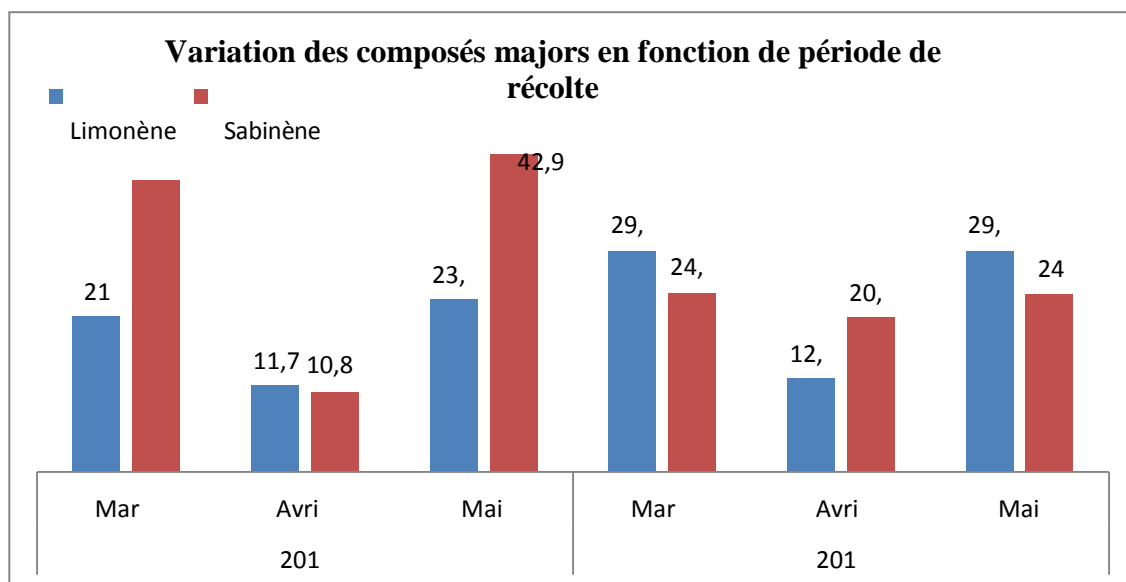


**Figure N°24:** Histogramme indiquant la variation des composés majeurs d’HEs de *Pituranthos scoparius* en fonction de la période de récolte en **Biskra**-Algérie-

L’HEs de *Pituranthos scoparius* en fonction de la période de récolte e d’origine d **Biskra** contient **Sabinène**( $C_{10}H_{16}$ ) le plus dominant en saison l’automne et début d’hiver avec la valeur maximale en mois de Novembre ; en janvier 2017 le composé major est  **$\alpha$ - pinène**( $C_{10}H_{16}$ ), et le **Myristicine**( $C_{11}H_{12}O_3$ )il existe en des quantités variée( entre Septembre 2016 –janvier 1017) [135].

**Tableau N° 36:** Compositions majors d’HE de *Pituranthos scoparius* en fonction de période de récolte de Béchar[135].

	2016			2017		
	Mars	Avril	Mai	Mars	Avril	Mai
<b>Limonène</b>	21,0	11,7	23,3	29,8	12,6	29,8
<b>Sabinène</b>	39,4	10,8	42,9	24,2	20,9	24,0



**Figure N°25 :** Histogramme indiquant la variation de la composition chimique d'HEs de *Pituranthos scoparius* en fonction de la période de récolte en **Béchar** - Algérie-

Bien que les deux études aient été menées au printemps de deux années consécutives, d'HEs de *Pituranthos scoparius* on remarque la différence dans le pourcentage de composants chimiques majeurs, où le **Sabinène**( $C_{10}H_{16}$ )est le composé major en mois Mars et Mai 2016 et Avril 2017;et le **Limonène**( $C_{10}H_{16}$ ) est le composé prédominant en les autre mois. Les pourcentages des compositions variées (le pourcentage de en Avril 2016 est inférieur qu'Avril 2017)[135].

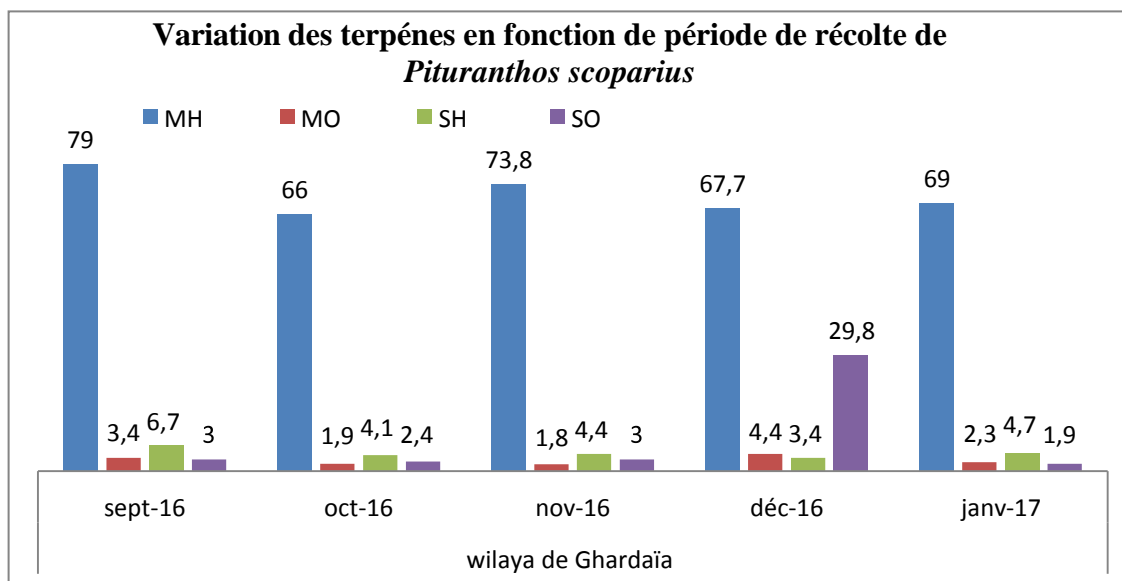
**Remarque N°3 :**

Après avoir passé en revue les études qui ont déjà été menées à ce sujet et à travers les Histogrammeci-dessus, montré que la composition chimiqued'HEsdes plants étudiée est influépar la période de récolte Inclure Années, saisons et mois.

## CHAPTER IV : Analyse statistique des données théoriques

**Tableau N° 37:** Variation des terpènes de *Pituranthos scoparius* en fonction de période de récolte de Ghardaïa[135]( ANNEX 5).

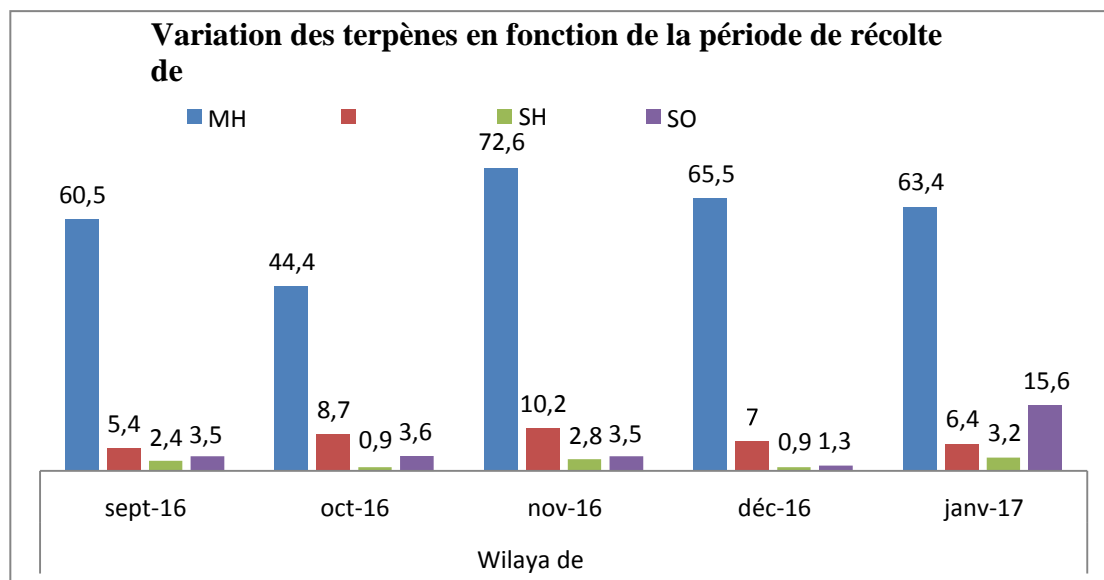
	2016				2017
	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier
<b>MH</b>	79%	66%	73,8%	67,7%	69%
<b>MO</b>	3,4%	1,9%	1,8%	4,4%	2,3%
<b>SH</b>	6,7%	4,1%	4,4%	3,4%	4,7%
<b>SO</b>	3%	2,4%	3%	29,8%	1,9%



**Figure N°26 :** Histogramme indiquant la variation des terpènes d'HEs de *Pituranthos scoparius* en fonction de la période de récolte d'origine **Ghardaïa** - Algérie-

**Tableau N° 38:** Variation des terpènes de *Pituranthos scoparius* en fonction de période de récolte de Biskra[135] (ANNEX 6).

	2016				2017
	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier
<b>MH</b>	60.5%	44.4%	72.6%	65.5%	63.4%
<b>MO</b>	5.4%	8.7%	10.2%	7%	6.4%
<b>SH</b>	2.4%	0.9%	2.8%	0.9%	3.2%
<b>SO</b>	3.5%	3.6%	3.5%	1.3%	15.6%



**Figure N°27 :** Histogramme indiquant la variation des terpènes d'HEs de *Pituranthos scoparius* en fonction de la période de récolte en Biskra - Algérie-

Après avoir comparé l'effet de la période de la récolte sur les composés majeurs, elle a également un effet sur les composés terpéniques. Par exemple le diagramme précédent la plante de *Pituranthos scoparius*, on remarque deux l'expérience qui fait dans la wilaya de Ghardaïa et Biskra les MH plus dominant avec un valeur maximal en mois septembre 2016 en Ghardaia 79% et en Biskra en mois Novembre 2016 en 72,6% [135].

**Remarque 4 :**

Suivant La comparaison que nous avons faite d'HEs de *Pituranthos scoparius* en Ghardaïa et en Biskra, La plupart du temps, la période de récolte est influée sur les monoterpènes hydrogéné qui sont présent dans les HEs de cette plante.

IV-4- Influence d'organe végétale :

IV-4- 1-*Rosmarinus officinalis l* :

Tableau N° 39: Compositions majors d'HE de *Rosmarinus officinalis l* en fonction d'organe végétale.

Ref	feuilles		Sommités fleuries	Sommités fleuries+feuille	
	[104]	[105]	[106]	[107]	[108]
<b>α-pinène</b>	1,40%	1%	-	15%	18,33%
<b>1,8-cinéole</b>	11,20%	3%	15%	20%	31,50%
<b>Camphre</b>	10,10%	1%	15%	10%	9,72%

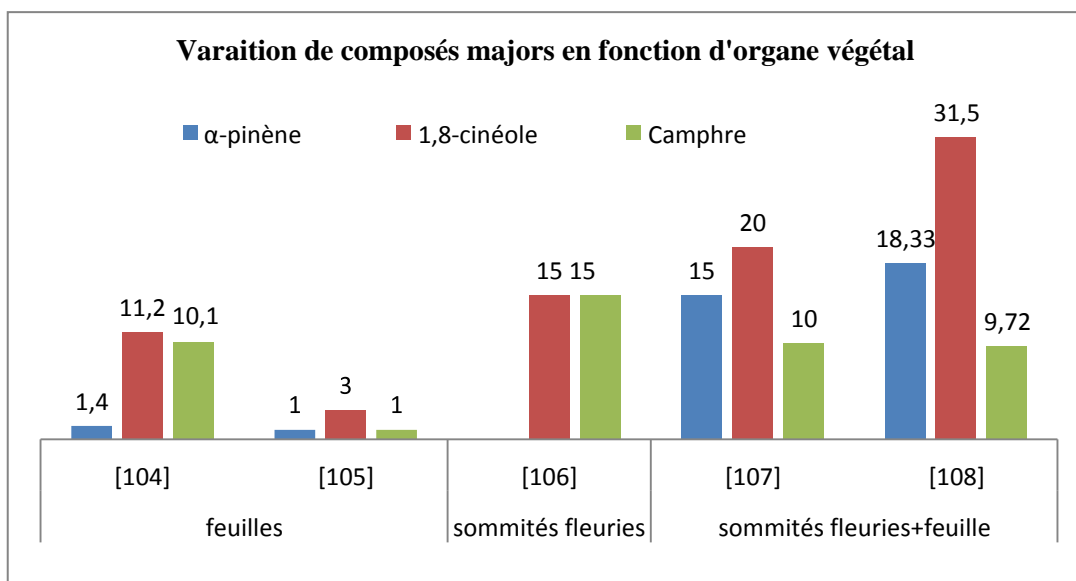


Figure N°28 :Histogramme indiquant la variation des composés majors d'HEs de *Rosmarinus officinalis l* en fonction de l'organe végétale.

On remarque dans cet Histogramme de la variation des composés majors d'HEs de *Rosmarinus officinalis l* le **1,8-cinéole**( $C_{10}H_{18}O$ ) est le plus dominant avec des pourcentages différent dans des différent partie de plant[104-108].



IV-4-2-*Artemisia herba-alba*:

Tableau N° 40: Composés majeurs d'HE de *Artemisia herba-alba* en fonction d'organe végétale[115].

	Feuilles	Fleurs
Camphre	11,3%	10%

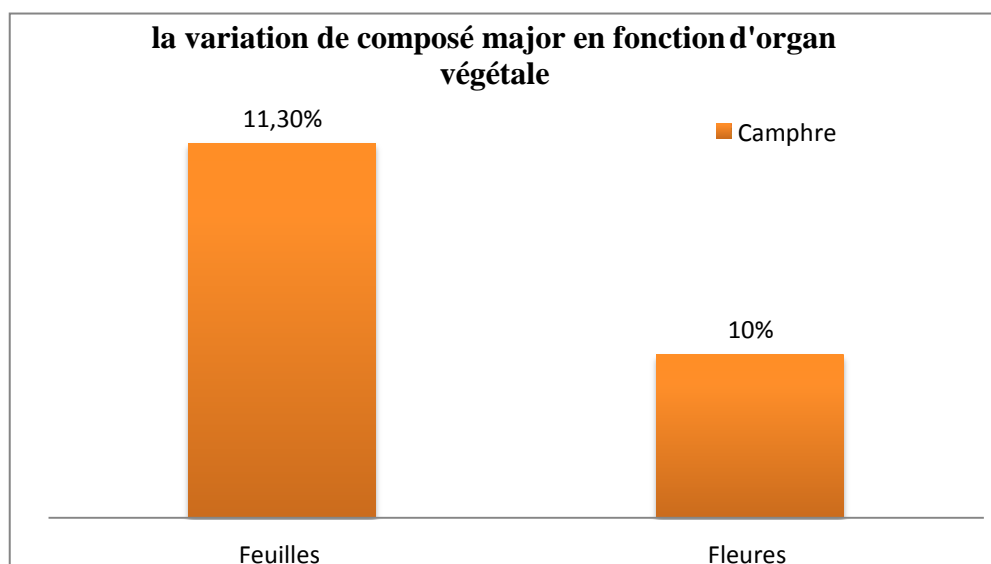


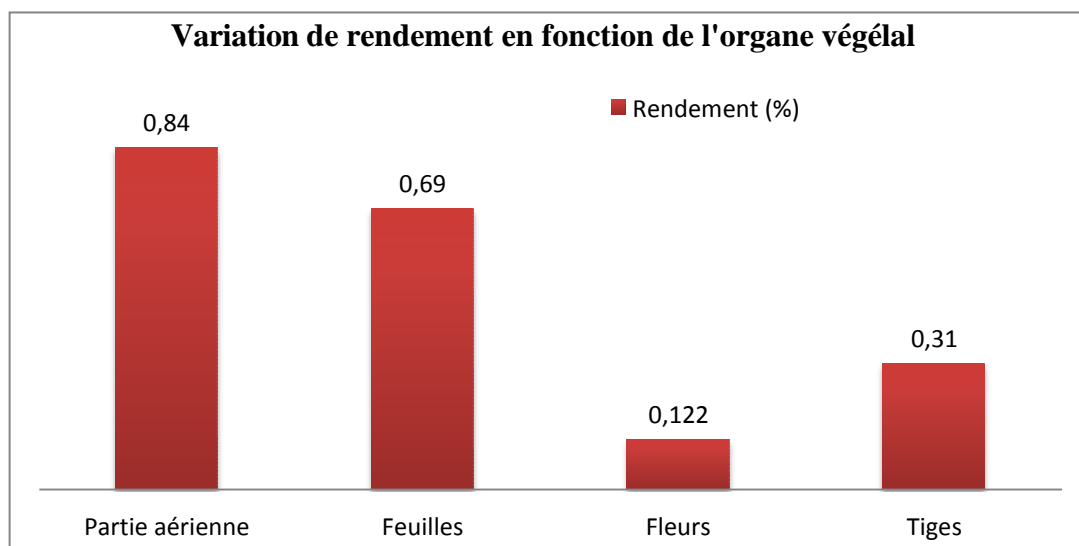
Figure N°29 :Histogramme indiquant la variation de composé major d'HE de *Artemisia herba-alba* en fonction de l'organe végétale.

Le pourcentage de **camphre**( $C_{10}H_{16}O$ )dans l'HE des feuilles est grande par apporte Le pourcentage de qui est présent dans les fleurs de *Artemisia herba-alba*[115],

IV-4-3-*Rutachalepensis L*:

Tableau N° 41: Variation de rendement de HE de *Rutachalepensis L* en fonction d'organe végétale[129].

la partie de la plante étudiée	Partie aérienne	Feuilles	Fleurs	Tiges
Rendement (%)	0,84	0,69	0,122	0,31

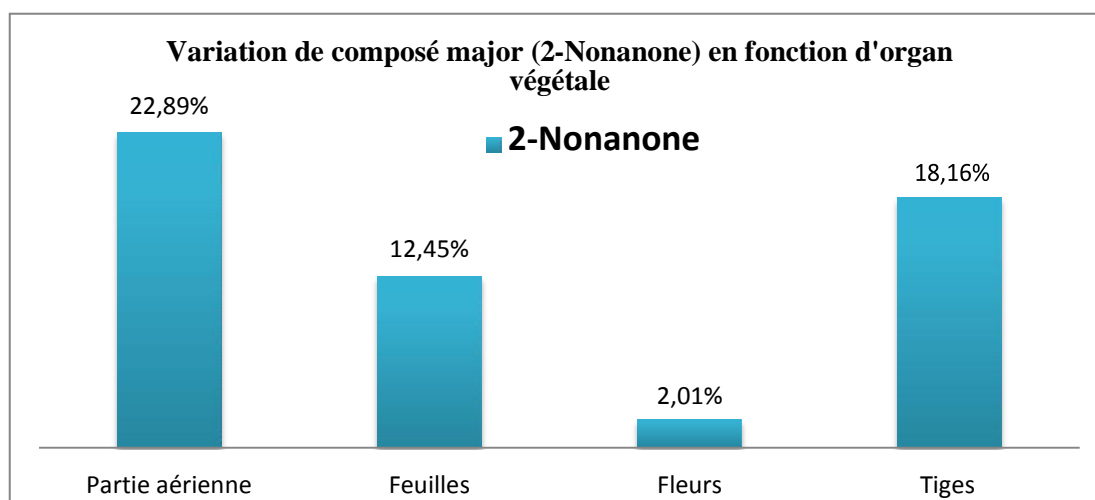


**Figure N°30:** Histogramme indiquant la variation de rendement des HEs de *Rutachalepensis L* en fonction de l'organe végétale.

Le grand pourcentage de rendement des HEs de *Ruta chalepensis L* dans la partie aérienne et le petit pourcentage qui est dans les fleurs [129]

**Tableau N° 42:** Variation de composé major d'HE de *Ruta chalepensis L* en fonction d'organe végétale[129].

	Partie aérienne	Feuilles	Fleurs	Tiges
<b>2-Nonanone</b>	22,89%	12,45 %	2 ,01 %	18,16 %



**Figure N° 31:** Histogramme indiquant la variation du composé major des HEs de *Ruta chalepensis L* en fonction de l'organe végétale.

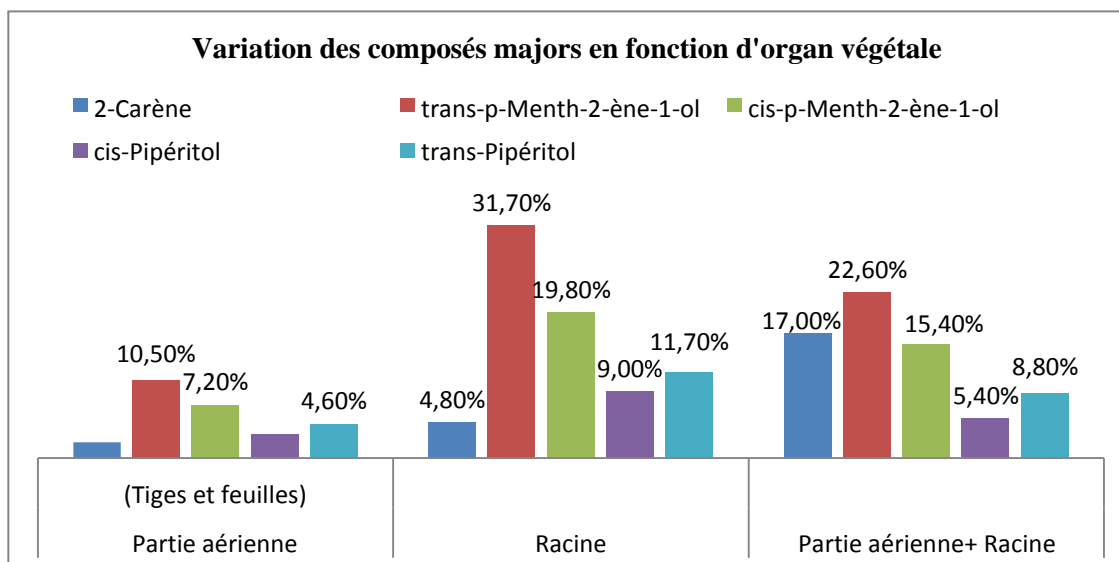
## CHAPITER IV : Analyse statistique des données théoriques

Le **2-Nonanone(C<sub>9</sub>H<sub>18</sub>O)** le plus dominant dans les parties de la plante de *Ruta chalepensis L* avec une valeur maximale dans partie aérienne puis dans les tiges avec une valeur minimale dans les fleurs [130].

### IV-4-4-Cymbopogon schoenanthus:

**Tableau N° 43:** Variation de composé major d'HE de *Cymbopogon schoenanthus* en fonction d'organe végétale[135].

	Partie aérienne (Tiges et feuilles)	Racine	Partie aérienne+ Racine
<b>2-Carène</b>	2,1%	4,8%	17,0 %
<b>trans-p-Menth-2-ène-1-ol</b>	10,5%	31,7%	22,6%
<b>cis-p-Menth-2-ène-1-ol</b>	7,20%	19,80%	15,40%
<b>cis-Pipéritol</b>	3,20%	9,0%	5,40%
<b>trans-Pipéritol</b>	4,60%	11,70%	8,80%

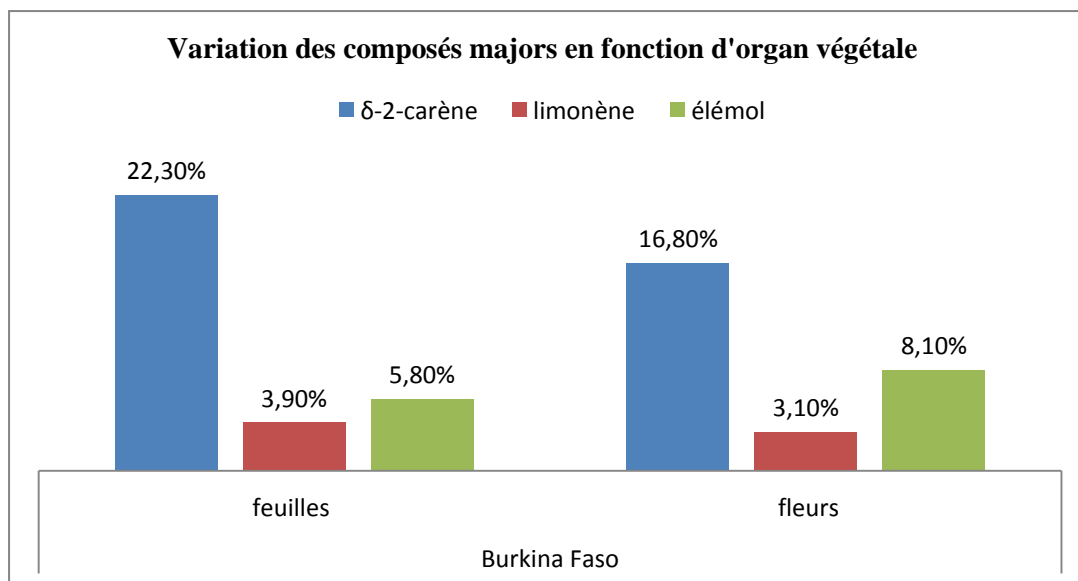


**Figure N°32:** Histogramme indiquant la variation des composés majeurs des HEs de *Cymbopogon schoenanthus* en fonction de l'organe végétale.

Les HEs de *Cymbopogon schoenanthus* contient le **trans-p-Menth-2-ène-1-ol** plus dominant dans les parties de plante, la grande valeur en les racines. Le pourcentage de Composé **cis-p-Menth-2-ène-1-ol** en partie aérienne et racine est élevé que les tiges et les feuilles[135].

**Tableau N° 44:** Variation des composés majeurs d'HE de *Cymbopogon schoenanthus* en fonction d'organe végétale en Burkina Faso[135].

	feuilles	fleurs
<b>δ-2-carène</b>	22,30%	16,8%
<b>limonène</b>	3,90%	3,10%
<b>élémol</b>	5,80%	8,1%



**Figure N°33:** Histogramme indiquant la variation des composés majeurs des HES de *Cymbopogon schoenanthus* en fonction de l'organe végétale en Burkina Faso.

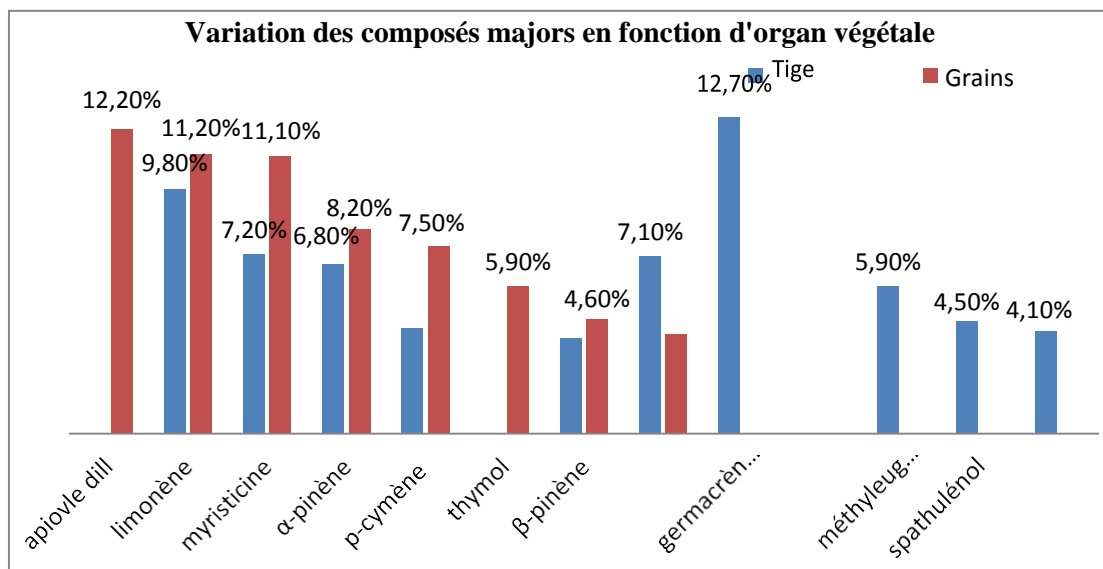
les HES de *Cymbopogon schoenanthus* en Burkina Faso le **δ-2-Carène** est le composé major, mais il présente un pourcentage plus élevé dans les feuilles que les fleurs puis **élémol**( $C_{15}H_{26}O$ ) et **limonène**( $C_{10}H_{16}$ ) en quantité différente[139]. .

## CHAPTER IV : Analyse statistique des données théoriques

### IV-4-5- *Pituranthos scoparius* :

**Tableau N° 45:** Variation de composé major d'HE de *Pituranthos scoparius* en fonction d'organe végétale.

Ref	Tige	Grains
	[148]	[149]
Apiovledill	-	12,2%
Limonène	9,8%	11,2%
Myristicine	7,2%	11,1%
$\alpha$ -pinène	6,8%	8,2%
p-cymène	4,2%	7,5%
Thymol	-	5,9%
$\beta$ -pinène	3,8%	4,6%
$\alpha$ -phellandrène	7,1%	4,0%
germacrène D	12,7%	-
Méthyleugénol	5,9%	-
Spathuléol	4,5%	-
du $\beta$ -eudesmol	4,1%	-



**Figure N°34 :** Histogramme indiquant la variation des composés majeurs des HEs de *Pituranthos scoparius* en fonction de l'organe végétale.

## CHAPITER IV : Analyse statistique des données théoriques

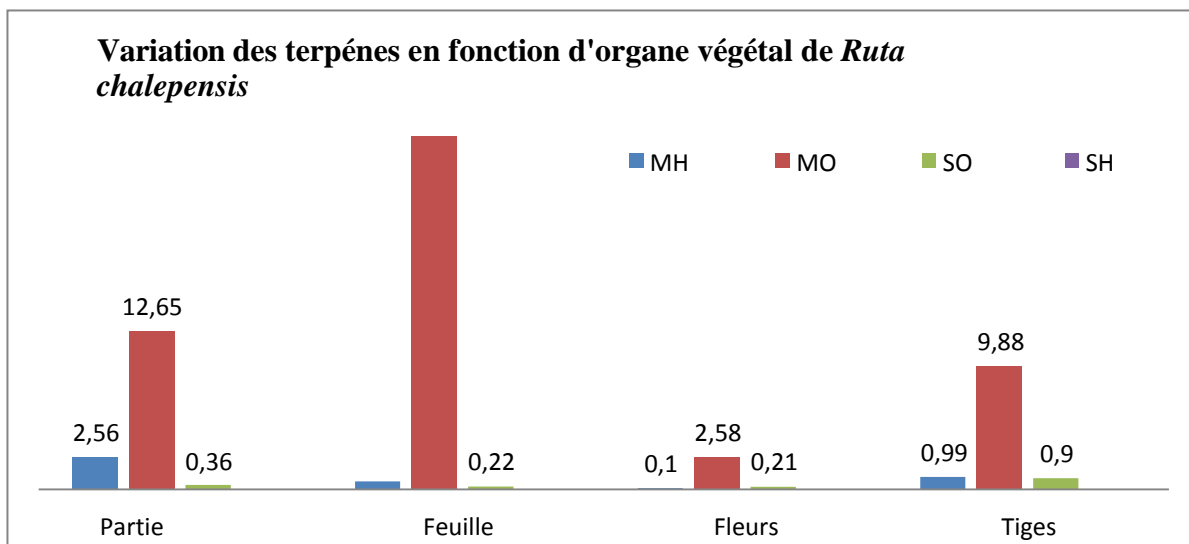
Les HEs de *Pituranthosscoparius* contient Le **germacrèneD** (C<sub>15</sub>H<sub>24</sub>) plus dominant dans le tige [148] et **apiovledill**(C<sub>12</sub>H<sub>14</sub>O<sub>4</sub>)dans les grains ; il existe des composants dans la tige et grains mais avec des pourcentages différant et d'autres se trouve uniquement dans la tige[149].

### Remarque 5 :

D'apprêt les études Précédente, détermine que le pourcentage des composés major d'HEs des plantes étudiée sontvariéen fonction organe végétal.

**Tableau N° 46:** Variation des terpènes en fonction d'organe végétal de *Ruta chalepensis*[129] ( ANNEX 7).

	Partie aérienne	Feuilles	Flieurs	Tiges
<b>MH</b>	2.56%	0.65%	0.10%	0.99%
<b>MO</b>	12.65%	28.34%	2.58%	9.88%
<b>SO</b>	0.36%	0.22%	0.21%	0.90%
<b>SH</b>	-	-	-	-



**Figure N°35 :** Histogramme indiquant la variation des terpènes des HEs de *Ruta chalipensis* en fonction de l'organe végétale.

## CHAPITER IV : Analyse statistique des données théoriques

---

Cet Histogramme présent La variation des terpènes en fonction d'organe végétal de *Ruta chalepensis*. En remarque que les monoterpènes oxygéné est le plus dominant puis les monoterpènes hydrogéné et sesquiterpènes oxygéné existant en des quantités variée entre (0,1- 2,56), et les sesquiterpènes hydrogéné il n'existe pas dans tous les organes de cette plante [130].

### **Remarque 6 :**

Selon les graphes Ci-dessus, Nous avons conclu que **la variation d'organe végétale est influée sur lesmonoterpène oxygéné est lessesquiterpènesoxygéné** qui présenté dans les HEs de *Rutachalipensis*

# **Conclusion Générale**



### Conclusion Générale :

Il existe un grand nombre de plantes aromatiques spontanées dans le monde, dont la plupart sont utilisées à des fins thérapeutiques car elles contiennent des huiles essentielles qui se sont avérées efficaces contre de nombreuses maladies.

Les huiles essentielles sont obtenues par différentes méthodes, parmi lesquelles la entraînement à la vapeur d'eau dans une opération de distillation, hydrodistillation simple, L'extraction par solvants (eau, alcool, etc.), L'extraction au CO<sub>2</sub> supercritique ,etc... selon la matière première.

Une huile essentielle est un mélange complexe de différentes molécules et comprend des types spécifiques de terpènes tels que les monoterpènes C<sub>10</sub>; sesquiterpènes C<sub>15</sub>, etc...De nombreuses études se sont concentrées sur les facteurs pouvant entraîner une modification de la composition chimique des huiles essentielles.

Dans ce travail, nous avons sélectionné au hasard un groupe de plantes aromatiques, afin d'étudier l'effet de certains facteurs sur la composition chimique de leur huile essentielle. La sélection des plantes était basée sur la quantité d'informations disponibles sur la composition chimique de leur huile essentielle, et cela à travers des études publiées dans des revues scientifiques ou des mémoires de fin d'étude, de sorte qu'une étude statistique a été menée pour savoir dans quelle mesure la composition chimique était affectée par les facteurs étudiés.

Les plantes qui nous avons choisi sont : *Rosmarinus officinalis*, *Artemisia herba-alba*, *Ruta chalepensis* L, *Cypopoggon schoenanthus*, *pituranthos scoparius* et les facteurs étudiés sur ces plantes est l'influence de région, de méthode d'extraction, de période de récolte et d'organe végétale.

En fin de compte, nous sommes arrivés à la conclusion que, Les composants chimiques changent dans la plante d'une région à l'autre, que ce soit dans la quantité ou le type des compositions chimiques dominants, et c'est à travers notre comparaison des études menées sur plusieurs régions différents de récolte de *Rosmarinus officinalis*, caractérisée par des composants majeurs à Tizi Ouzou, Tabsa, Maroc et Turquie (Izmir) cinéol-1.8 entre (72.91-32.59%) ; Tlemcen, Iran (Téhéran) α-pinène a (% 23.1-14.9). *Artemisia herba-alba* est caractérisé par verbénone (43.85) en Tunisie, mais en Biskra et m'sila continu le cis-chrysanthényle 25.12% et

## Conclusion Générale

---

19.4% de camphre respectivement. *Ruta chalepensis* L a deux composantes dominantes: 2-Undécanone entre (66,5-4,5) en Argentine, La Turquie, l'Iran et l'Arabie saoudite, mais en Italie la 2-nonanone est le composé major de (49,9%). *Cymbopogon schoenanthus* est caractérisée par pipéritone au Burkina Faso, Togo, et en Arabie saoudite entre (68-14,6) et Limonène en Inde de (19,54%) ; et enfin le *Pituranthos scoparius* est caractérisé par une variété des composants prédominants dans différentes régions de l'Algérie. : Ghardaïa 29.4% de p-cymène, Biskra 29.1% de  $\alpha$ -phellandrène et sabinène à Batna 19.9% et en Béchar 32.4%.

Les compositions chimiques dominants sont également affectés par la méthode d'extraction et de période de récolte et c'est par des études de *rosmarinus officinalis* en Octobre 2010 (45.3:camphre) Mars 2014 (32.59% de 1,8-cinéol) et *Artemisia herba alba* continu la composé prédominant Chrysanthène en avril et juin entre (48.89%-47.71%), *Ruta chalepensis* L en note le 2-nonanone entre (22.89%-3.05%) en avril et octobre, tandis que le mois de février a 15.7% de 2-Undécanol. pour *Cymbopogon schoenanthus* continu la composante dominante est Trans-p-menth-2-ène-1-ol (Avril 2016: 28,5%, Janvier 2017: 22.6%). *Pituranthos scoparius* En comparant l'étude menée à Ghardaïa entre octobre 2016 et Janvier 2017, le limonène est le composé dominant (26,7%-14,6%) en la région de Biskra est la composante dominante à l'automne et au début de l'hiver (54,6%-22,9%).

Nous trouvons également la différence dans les composants chimiques dans les parties de la même plante et cela est illustré par les résultats de *rosmarinus officinalis* nous notons le 1.8-cinéol est la composante dominante dans les feuilles, les fleurs et la partie aérienne entre (31,5%-3%) et *Artemisia herba-alba* est caractérisé par camphre dans les feuilles et les fleurs (11,3%-10%) et *Ruta chalepensis* L en note le 2-nonanone est principalement dans toutes les parties de la plante de (22.89%-2.01%). Le *Cymbopogon schoenanthus* est caractérisé par trans-p-Menth-2-ène-1-ol à la fois dans la partie aérienne et les racines et leur présence Ensemble entre (31,7%-10,5%). les compositions chimiques des huiles essentielles pour les tiges et des grains de *Pituranthos scoparius* note 12,7% de germacrèneD, 12,2%: apiovedill) respectivement.

Grâce à ces comparaisons, nous notons que les huiles essentielles sont affectées et varient selon la région, la période de récolte et la partie végétale.

**Références**

**Bibliographiques**

## Références Bibliographiques

- [1] Lorrain E. (2013). 100 questions sur la phytothérapie (La boétie, Italie ed.)
- [2] Buronzo A. M. (2008). Grande guide des huiles essentielles santé beauté Marocaine : moyen efficace de lutte contre les ravageurs des denrées alimentaires.
- [3] El Abed, D. et Kambouche, N. « Les Huiles essentielles », Editions Dar El Gharb, **2003**.
- [4] Richter, G. « Métabolisme des végétaux », Physiologie et Biochimie. Presses polytechniques et universitaires, Romandes, **1993**, 292.
- [5] Sallé, J. L. « Les huiles essentielles; Synthèse d'aromathérapie et introduction à la sympathicothérapie », Edition Frison – Roche, Paris, **1991**, 21
- [6] Franchomme P., Jollois R. &Penoel D. (1990). L'aromathérapie exactement : Encyclopédie de l'utilisation thérapeutique des huiles essentielles. Fondements, démonstration, illustration et applications d'une science médicale naturelle (R. Jollois Ed. Limoges, France ed.).
- [7] Lardry J.-M. &Haberhorn V. (2007). L'aromathérapie et les huiles essentielles (KinesitherReved.).
- [8] Baser K.H.C. et Buchbauer G. 2010. Handbook of essential oils: Science, Technology, and N Applications. Ed. Taylor and Francis Group, LLC. United States of America. p: 994.cité in (BouguerraA., 2011-2012).
- [9]Besombes C. 2008. Contribution à l'étude des phénomènes d'extraction hydrothermomécaniqued'herbes aromatiques. Applications généralisées. Thèse de doctorat. Université de La Rochelle,p : 289.cité in (Bouguerra A., 2011-2012).
- [10] Bonnafous C. (2013). *Traité scientifique Aromathérapie - Aromatologie&aromachologie*(Danglesed.).
- [11]ANSM. Recommandations relatives aux critères de qualité des huiles essentielles. Site Web de l'ANSM. [En ligne] 2008. <http://ansm.sante.fr/>.
- [12] Couic-Marinier F. &Lobstein A. (2013). Les huiles essentielles gagnent du terrain à l'officine. *Actualités pharmaceutiques*.
- [13]Benazzeddine S. (2010). *Effet insecticide de cinq huiles essentielles vis- à - vis de Sitophilusoryzae (Coleoptera; Curculionidae) et Triboliumconfusum (Coleoptera; Curculionidae)*. Ecole nationale supérieure agronomique El- Harrach d'Alger,Memoire Online.

- [14] Stashenko, E.E.; Jaramillo, B.E.; Martínez, J.R., Comparación de la Composición química y de l'activité antioxidante in vitro de los metabolitos secundarios volátiles de plantas de la familia verbenaceae, Rev. Acad. Colomb.
- [15] Rhayour K. 2002. Etude du mécanisme de l'action bactéricide des huiles essentielles sur Esherichia coli, Bacillus subtilis et sur Mycobacterium phlei et Mycobacterium fortuitum. Thèse doctorat en Biologie cellulaire et moléculaire appliquée à l'environnement et la santé Université Sidi Mohamed Ben Abdellah. p: 170.
- [16] Bakkali F., Averbeck S., Averbeck D. & Idaomar M. (2008). Biological effects of essential oils- A review.
- [17] <https://www.researchgate.net/publication/316495471/figure/fig1/AS:614209264046139@1523450308992/Structures-of-various-terpenes-A-and-terpene-biosynthesis-pathway-for-pinenes-B-A.png>
- [18] <http://aerosol.chem.uci.edu/research/image/terpenes.jpg>
- [19] Raymond M. (2005). *L'aromatherapie chez le nourrisson et le petit enfant*. Université de Nantes faculté de Pharmacie.
- [20] Lamendin H. (2004). Huiles essentielles en diffusion atmosphérique
- [21] Garneau F.-X. (2005). *Le matériel végétal et les huiles essentielles* (Laseve-UQAC, Chicoutimi ed.).
- [22] Bekhechi C. et Abdelomahid D., 2010 : Les huiles essentielles .Ed : № 5145. Office des publication universitaires. p:55
- [23] AFSSAPS A. F. d. S. S. d. P. d. S. (2008). Recommandations relatives aux critères de qualité des huiles essentielles. Contribution pour l'évaluation de la sécurité des produits cosmétiques contenant des huiles essentielles.
- [24] Jacqueline SMADJA; Laboratoire de Chimie des Substances Naturelles et des Sciences des Aliments (LCSNSA); Université de La Réunion; Tananarive 2-3 juillet 2009.
- [25] Lakhdar L. (2015). Evaluation de l'activité antibactérienne d'huiles essentielles Marocaines sur aggrégatibactériactinomycètes comitans : étude in vitro. Faculté de médecine dentaire de Rabat, centre d'étude doctorales des sciences de la vie et de la santé
- [26] Latloui, N. et Tantaoui-Elaraki, A. *J. Essent. oil Res.* **1994**, 165.
- [27] Kalemba, D.; Kunicka, A. *Curr. Med. Chem.* **2003**, 10: 813-829.
- [28] Abadlia M. & Chebbour A. H. (2014). *Etude des huiles essentielles de la plante mentha piperita et tester leurs effets sur un modèle biologique des infusoires*. Université Constantine 1
- [29] Baudoux D. (2002). *L'Aromatherapie. Se soigner par les huiles essentielles* (Amyris, Bruxelles ed.).

- [30] Burt S. *Essential oils : their antibacterial properties and potential applications in food – a review*. International journal of foodmicrobiology, 94 : 223-253, 2004.
- [31] Kaloustian J., Hadji-Minaglou F. *La connaissance des huiles essentielles. Qualitologieet aromathérapie*. Springer (2012). 210p.
- [32] Pharmacopée Européenne, 3<sup>ième</sup> Ed. 1999, 103-130.
- [33] Fernandez X. et Chemat F. 2012: La chimie des huiles essentielles. Ed. Vuibert. p: 274.288
- [34] Seu-Saberno, M.; Blakeway, J. « La mousse de chêne, une base de la parfumerie », Pour la science, Edition Française de Scientific American, 1984, Mai, 83.
- [35] Degryse A.C., Delpla I. et Voinier M.A. 2008. Risques et bénéfices possibles des huiles essentielles. Atelier santé environnement -IGS- EHESP. p: 87
- [36] Benzeggouta N., 2005. Etude de l'activité antibactérienne des huiles infusées de quatre plantes médicinales connues comme aliments. Mémoire de magister, Université de Constantine, Algérie, p : 110.
- [37] Lawrence B.M. *Mint, the genus Mentha*. CRC Press (2006). 598p.
- [38] Znini M., Bouklah M., Majidi L., Kharchouf S., Aouniti A., Bouyanzer A. et al. Chemical composition and inhibitory effect of *Mentha spicata* essential oil on the corrosion of steel in molar hydrochloric acid. International journal of electrochemical science 6:691-704. 2011.
- [39] NROBIN DESCHEPPER, Thèse de Docteur en Pharmacie : Variabilité de la composition des huiles essentielles et intérêt de la notion chémotype en aromathérapie le 26 AVRIL 2017
- [40] ROUX D. *Conseil en aromathérapie - 2e édition*. Pro-Officina. 2008.
- [41] BRUNETON J. *Pharmacognosie - Phytochimie, plantes médicinales* (5<sup>e</sup> Edition). Lavoisier; 2016.
- [42] <https://www.albertvieille.com/fr/lexique/68-type-d-extraction/48-distillation-par-entrainement-a-la-vapeur-d-eau.html>
- [43] Bachir Benjilali, professeur ; EXTRACTION DES PLANTES AROMATIQUES ET MÉDICINALES Cas particulier de l'entraînement à la vapeur d'eau et ses équipements ; Département des sciences alimentaires et nutritionnelles, Institut agronomique et vétérinaire (I.A.V.) Hassan II, Rabat, Maroc ; p 20

[44] Charles PIERRON :THESE pour obtenir le Diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie , le 27 juin 2014, sur un sujet dédié à : Les huiles essentielles et leurs expérimentations dans les services hospitaliers de France : exemples d'applications en gériatriegérontologie et soins palliatifs.

[45] <https://www.physicsforums.com/attachments/distillation>

[46] <http://www.union-nature.com/fr/extraction.html>

[47] Belaiche P. Traité de phytothérapie et d'aromathérapie. L'aromatogramme Tome I, Edition Maloine 1979.

[48] Duraffourd C., D'Hervicourt L. et Lapraz J. C. Cahiers de phytothérapie clinique. 1. Examens de laboratoires galénique. Eléments thérapeutiques synergiques. 1990, 2ème éd. Masson, Paris.

[49] Peron L., Richard H. Epices et aromates, techniques et documentations Lavoisier 1992.

[50] Stagliano M. Actifs et additifs en cosmétologie, techniques et documentations Lavoisier 1992.

[51]. Georges Sens-Olive, « Les huiles essentielles - généralités et définitions », dans Traité de phytothérapie et d'aromathérapie, éd. Maloine, 1979.

[52] Bruneton J. Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 1999, 3ème édition, Ed. TEC et DOC, Paris.

[53] [http://culturesciences.chimie.ens.fr/nodeimages/images/dossiers-experimentale-analyse-articleExtraction\\_liquide\\_liquide\\_Demirdjian-2.png](http://culturesciences.chimie.ens.fr/nodeimages/images/dossiers-experimentale-analyse-articleExtraction_liquide_liquide_Demirdjian-2.png)

[54] <http://tpe-huile-essentielle2013.e-monsite.com/pages/i-1/cat-3>

[55] Mikhail Tswett, « Adsorption analysis and chromatographic method. Application on the chemistry of the Chlorophylls. », Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, vol. 24, 1906, p. 384-393.

[56] <http://tpehuilesessentiellesetsante.e-monsite.com/medias/images/co2.gif>

[57] <http://www.union-nature.com/fr/extraction.html>

[58] France-Ida J. (1996) - Bref survol de diverses méthodes d'extraction d'huiles essentielles. Info-essence. 3 :5-6.

- [59] Paré J. (1997) - Procédé assisté par micro-ondes. Info-essences, Bulletin sur les huiles essentielles, 4:p.4.
- Paris* [60]Scheffer J.J.C. (1996) - Various methods for the isolation of essential oils. *Phytother. Res.*,10:S6 S7.
- [61][https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&ccid=iDJcFssv&id=38931B4DF01C65125B8711F21841422AB347B7F5&thid=OIP.iDJcFssvFJ2bdQWnf\\_GvxwHaEV&mediaurl=http%3a%2f%2ftpe-huile-essentielle2013.e-monsite.com%2fmedias%2fimages%2fdhdg](https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&ccid=iDJcFssv&id=38931B4DF01C65125B8711F21841422AB347B7F5&thid=OIP.iDJcFssvFJ2bdQWnf_GvxwHaEV&mediaurl=http%3a%2f%2ftpe-huile-essentielle2013.e-monsite.com%2fmedias%2fimages%2fdhdg).
- [62] Priscilla C. Veggi, Julian Martinez et M. Angela A. Meireles, Chapter 2 Fundamentals of Microwave Extraction, Microwave-assisted Extraction for Bioactive Compounds Theory and Practice, 2013
- [63] WIJESEKARA R.O.B., RATNATUNGA C.M., DURBECK K., 1997 : The distillation of essential oils. Manufacturing and plant Construction Handbook. Eschborn, Federal Republic of Germany, Protrade, Department of foodstuffs &Agriculturak Products.
- [64]<https://www.phytochemia.com/fr/2014/08/04/lextraction-dhuiles-essentielles-en-laboratoire>
- [65] Dipage J, A, Huiles Essentielles, Obtention Et Rendement, Mai2009
- [66] 64. Benjilali B. Extraction des plantes aromatiques et médicinales cas particulier del'entraînement à la vapeur d'eau et ses équipements. Manuel pratique. Huiles essentielles : de la plante à la commercialisation. 2004 : 17-59.
- [67]. Garnero J. Phytothérapie-aromathérapie. *Encycl. Méd. Nat* 1991, p :20.
- [68]39. Couic-Marinier F., Lobstein A. Les huiles essentielles gagnent du terrain à l'officine. *Actualités pharmaceutiques* 2013; 52 (525) : 18-21.
- [69]. Lamendin H. Huiles essentielles en diffusion atmosphérique. *Chir. Dent. Fr* 2004; 1185 : 78-80
- [70] Pham Minh, D. (2006). « Oxydation par voie humide catalytique des eaux usées de la production d'huile d'olives : catalyseurs métaux nobles supportés » (Doctoral dissertation, Lyon 1)
- [71] Dernière mise à jour le 6 décembre 2013 à 17:25 par Jean-François Pillou .
- [72]<https://www.espritsante.com/articles/decoction-methode-extraction-principes-actifs-vegetaux>
- [73] France-Ida J. Bref survol de diverses méthodes d'extraction d'huiles essentielles. *Info-essence* 1996; 3: 5-6.



- [74] AbouZaid, E. N. Aromatic and medicinal plants—their agricultural and medicinal products 1988. El–Dar El–Arabia for Publishing, Cairo.
- [75] <https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&ccid=vPWFTQEG&id=AE34CDA71A2F111B63C6F55071874AAEF86B5814&thid=OIP.vPWFTQEGmQU67dsbuQBFEgHaJ4&mediaurl=https%3a%2f%2fbooksofdante.files.wordpress.com%2f2013%2f08%2f2013-08-15-20-08-58.jpg&expw=1500&expw=1125&q=enflurage&simid=608006698296083367&selectedIndex=25&ajaxhist>
- [76] <http://www.aroma-essentiel.fr/fr/faq-aroma-essentiel-h-e/distillation-extraction.html#.VfwbW9Ltmko>
- [77] Benini C., 2007. Contribution à l'étude de la diversification de la production d'huiles essentielles aux Comores. *Mémoire d'ingénieur*. Université Gembloux, 109p.
- [78] E. Yayi, D. Joachin, L. Gbenou, A. Leon, A. Ahoussi, M. Moudachirou, J. C. Chalchat; (2004), *Ocimum.gratissimum*L., siège de variations chimiques complexes, C.R. Chimie 7 1013–1018
- [79] Faucon M. *Traité d'aromathérapie scientifique et médicale*. Sang de la terre (2012). 880p
- [80] RICHARD H. et LOO A. (1992), Nature, Origine et Propriétés des Epices et des Aromates Bruts: in RICHARD H., *Aromates & épices, Tec. & Doc. Lavoisier, Paris, p. 17-69 et p. 213-238*.
- [81] DERBESY M. (1997), Reproductibilité des extraits naturels industriels, *Paliums Actualités Cosmétiques*, 132, p. 57-59.
- [82] TOUCHE J. (1997), Représentativité et reproductibilité des extraits de végétaux aromatiques au niveau du végétal, *Rivista Italiana EPPOS, Numero spécial*, p. 288-294.
- [83] RICHARD H.M.J. et ETIEVANT P. (1997), Représentativité des extraits d'arômes réalisés au laboratoire, *Rivista Italiana EPPOS, Numero spécial*, p. 306-325.
- [84] RETAMAR J.A. (1986), "Essential oils from Aromatic species", Chapitre 3 de "On essential oils", *J Verghese Ed., Synthite, Pub., Inde*.
- [85] PELLECUER J. (1982), De la plante vers le médicament: *Plantes médicinales et médecine populaire en Bas Languedoc, Document édité par l'ODAC, supplément à études sur l'Hérault*, 13 (3), p. 29-35.

- [86]. COUIC-MARINIER F. Huiles essentielles : l'essentiel - Conseils pratiques en aromathérapie pour toute la famille au quotidien. 2013.
- [87]. RAYNAUD J. Prescription et conseil en AROMATHERAPIE. Editions TEC & DOC - EMinter - Lavoisier; 2006.
- [88] GUIGNARD J.L. (1983), *Abrégé de botanique, Masson, 5 ème édition, Paris, 259 p.*
- [89] Boullard (2010) : BOUDJEMAA Nour Elyakin et BEN GUEGUA Hadjer, L'effet antibactérien de *Nigella Sativa*. Université Kasdi Merbah Ouargla.
- [90] Moyse H. et Paris R.R., 1971. Matière médicale. Tome III. Ed. Masson, Paris. 509 p.
- [91] Quezel et Santa, (1963), Nouvelle flore d'Algérie et des régions désertiques méridionales Tome II. C.N.R.Sc. Paris. pp.781-783-793.
- [92] [http://www.artsnursery.com/products/rosmarinus\\_officinalis\\_arp.jpg](http://www.artsnursery.com/products/rosmarinus_officinalis_arp.jpg)
- [93] Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège, Vol. 85, 2016, p. 174 – 189
- [94] Taleb-Toudert Karima. 2015; Extraction et caractérisation des huiles essentielles de dix plantes aromatiques provenant de la région de Kabylie (Nord Algérien). Evaluation de leurs effets sur la bruche du niébé *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Bruchidae) ; P 7
- [95] Bekkara Attik F., Bousmala L., Taleb-Bendiab S.A., Boti J.B. & Casanova J., 2007 Composition chimique de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* L. poussant à l'état spontané et cultivé de la région de Tlemcen. Biologie et Santé. Vol. 7 (1) : 6-11.
- [96] Atik Bekkara, F., Bousmaha, L., Taleb bendiab, S.A., Boti, J.B., Casanova J. (2007) Composition chimique de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* L poussant à l'état spontané
- [97] Gachkar, L., Yadegari, D., Rezaei, M.B., Taghizadeh, M., Astaneh S.A., Rasooli, I (2007) Chemical and biological characteristics of *Cuminum cyminum* and *Rosmarinus officinalis* essential oils. Food Chem. **102**: 898-904.
- [98] Yesilceliktas O., Bedir E., Vardarsukan F. In vitro antioxidant activities of *Rosmarinus officinalis* extracts treated with supercritical carbon dioxide. Food Chemistry (2007 a); 101 : 1457-1464.
- [99] Ouraïni D, Agoumi A, Ismaïli-Alaoui M, Alaoui K, Cherrah Y, Amrani M, Belabbas M A, 2005. Étude de l'activité des huiles essentielles de plantes aromatiques à propriétés antifongiques sur les différentes étapes du développement des dermatophytes, J Phytothérapie Numéro 4: 147-157
- [100] Bozin, B., Mimica-Dukic, N., Simin, N., & Anackov, G. (2006). Characterization of the volatile composition of essential oil of some lamiaceae species and the antimicrobial and

- antioxydant activities of the entire oils. *Journal of Agriculture and Food chemistry*.54, 1822-1828
- [101] Nabil Bousbia.2011; Extraction des huiles essentielles riches en anti-oxydants à partir de produits naturels et de co-produits agroalimentaires ; **P 95**
- [102] *FlavourFragr. J.* 2003; **18**: 481–484, Published online 1 October 2003 in WileyInterScience (www.interscience.wiley.com). DOI: 10.1002/ffj.1226
- [103] HAMLAOUI HAOUES .2010 / 2011 ; Etude comparative des huiles essentielles de la plante *Rosmarinus officinalis* ; P 83 et 100
- [104] ] Gilly G. Les plantes aromatiques et huiles essentielles à Grasse : botanique, culture, chimie, production et marché. Paris : L'Harmattan, 2005, 414p.
- [105] Anton R., Lobstein A. Plantes aromatiques : épices, aromates, condiments, et huiles essentielles. Paris et Cachan : Tec&Doc, 2005, 522p.
- [106] Avramov Y. Ces précieuses plantes de Méditerranée : leurs vertus médicinales à la lumière de la science. Aix-en-Provence (Bouches-du-Rhône) : Édisud, 2003, 287p.
- [107] Fleurentin J., Hayon J-C., Pelt J-M. Du bon usage des plantes qui soignent. Rennes : Éd. Ouest-France, 2013, 378p.
- [108] REHAMNIA .Y,KHLAIFIA .K,MESSIOUD .W .2015 ; *Contribution à l'étude de l'activité acaricide des huiles essentielles de Rosmarinus officinalis L. et Lavandula stoechas L. contre les tiques de genre Rhipicephalus* sp ; **P46**.
- [109] Messai L. 2011. Etude phytochimique d'une plante médicinale de l'est Algérien (*ARTEMISIA HERBA ALBA*). Thèse pour l'obtention du diplôme de Doctorat des sciences en Chimie Organique. Université Mentouri Constantine. p: 96
- [110] Vernin, G., Parkanyi, C., “GC/MS analysis of Artemisia herba-alba Ass from Algeria, Nonpolar and polar extracts”, *Riv. Ital. EPPOS*, n° 32, (2001), 3-16.
- [111] Dob, T., Benabdelkader, T., “Chemical composition of the essential oil of Artemisia herba-alba Ass grown in Algeria”, *J. Essen. Oil. Res*, n° 18, (2006), 685
- [112]] Akrouf, A., “Essential oil study of some pastoral plants from Matmata (south Tunisia)”, *Cah. Options Med*, n° 62, (2004), 289-292
- [113] DAHMANI Nacéra .2004 ; EXTRACTION ET ANALYSE D'HUILES ESSENTIELLES D'ARMOISE ALGERIENNE (*ARTEMISIA herba alba*). **P33 ,86**
- [114] M. Ghanmi, B. Satrani, A. Aafi, M.R. Isamili, H. Houti, H. El Monfalouti, L. Harki, A. Boukir, A. Chaouch, Z. Charrouf ; Article original ; 2010. Effet de la date de récolte sur le

rendement, la composition chimique et la bioactivité des huiles essentielles de l'armoise blanche (*Artemisia herba-alba*) de la région de Guerçif (Maroc oriental).

[115] BENMANSOUR. Nabahats ;2001. Contribution à l'étude de l'activité antimicrobienne des huiles essentielles d'*Artemisia herba alba* de différentes régions d'Algérie P67

[116] NT. BENISTON, " Fleurs d'Algérie ", Entreprise nationale du livre, N° d'édition /1822/84, Alger (1984) 120.

[117] T. JOHNSON, " Ethnobotany desk reference", CRC Press Boca Raton London, New York, Washington, D.C., USA (1999) 730.

[118] [https://www.meditflora.com/legn/ruta\\_chalepensis%20\(4\).jpg](https://www.meditflora.com/legn/ruta_chalepensis%20(4).jpg)

[119] WIART C.; 2006; Medicinal Plants of the Asia – Pacific: Drugs for the future; Ed: WORLD SCIENTIFIC ; p: 401 - 416.

[120] BONNIER G.; 1999; La Grande Flore en Couleur; Ed : BELIN; Tome 3; p:205 -206.

[121] TAKHTAJAN A.; 2009; Flowering Plants; Ed 2: SPRINGER; p: 33 - 41, 375.

[122] - R. P. A. INIGO, M. E. L. BE VIANA, C. A. N. CATALAN and D. I. A. DE IGLESIAS, *EssenzeDeriv. Agrum.*, 51 (1981) 349-351.

[123] - K. H. C. BASER, T. ÖZEK and S. H. BEIS, *J. Essent. Oil Res.*, 8 (1996) 413 - 414.

[124] - A. RUSTAIYAN, M. KHOSSRAVI, F. SULTANI – LOTFABADI, M. YARI, S. MASOUDI and A. MONFARED, *J. Essent. Oil Res .*, 14 (2002) 378 - 379.

[125] - G. D. BAGCHI, P. D. DWIVEDI, S. MANDAL, A. A. NAQVI and S. KUMAR, *Indian Perfumer* , 47, 1 (2003) 39 – 41

[126] - G. D. BAGCHI, P. D. DWIVEDI, A. SINGH, F. HAIDER and A. A. NAQVI, *J. Essent. Oil Res .*, 15 (2003) 263 – 264.

[127] - A. O. BAGHLAF, S. K. A. EL – BEIH and B. A. H. EL – TAWIL, *Herba Hung.*, 22 (1983)39 - 42.

[128] - A. VERZERA, L. MONDELLO, S. RAGUSA and G. DUGO, *EssenzeDerivatiagrumari* , 70 (2000) 207 - 210.

[129] Salima MERGHACHE\*, Mounia HAMZA et Boufeldja TABTI ,2005 ;Etude physicochimique de l'huile essentielle de *RutaChalepensis* L. de Tlemcen, Algérie

- [130] ATTOU Amina .2010 ;Contribution à l'étude phytochimique et activités biologiques des extraits de la plante *Rutachalepensis* (Fidjel) de la région d'Ain Témouchent
- [131]Ozenda P. (1991) Flore et végétation du Sahara. 3ème édition, CNRS, Paris, 662.
- [132]Quézel P, Santa S. (1962) Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Edition CNRS, Tome I, Paris, 1170.
- [133]Le Floc'h E. (1983) Contribution à une étude ethnobotanique de la flore tunisienne. Imprimerie Officielle de la République Tunisienne, Tunisie, 402.
- [134]Sahki A, Sahki BR. (2004) Le Hoggar : Promenade botanique. Édition Ésope, Lyon, France,830.
- [135]: M. MALTI Charaf Eddine Watheq ;Etude des activités biologiques et de la composition chimique des huiles essentielles de trois plantes aromatiques d'Algérie : *Pituranthosscoparius* (Guezzah), *Santolinaafricana* (EL Djouada) et *Cymbopogonschoenanthus* (El Lemad) ».Soutenue le : 04 / 09 / 2019 ;p 38
- [136]NEDJMI A. et SOUSSOU A., 2014- Caractérisations biochimiques de quelques plantes spontanées médicinales à travers des différents modes de séchage. Mémoire Master Biotechnologie végétale. Université KasdiMerbah Ouargla. p 44.
- [137]Didier KPADONOU, Florence ALLANTO,Bénédicta KPADONOU-KPOVIESSI, Pierre AGBANI, Fernand GBAGUIDI, Lamine BABA-MOUSSA, Joachim GBENOU, MansourouMOUDACHIROU et Salomé KPOVIESSI ;Relations entre composition chimique, activité antioxydante et toxicité des huiles essentielles de deux espèces de *Cymbopogon* acclimatées au Bénin ;2019
- [138]Shahi AK, Tava A. (1993) Essential Oil Composition of Three *Cymbopogon* Species of Indian Thar Desert. *Journal of Essential Oil Research*, 5, 639-643.
- [138]Menut C, Bessière JM, Samaté D, Djlbo AK, Buchbauer GSB.(2000). Aromatic Plants ofTropical West Africa. XI. Chemical Composition, Antioxidant and Antiradical Properties ofthe Essential Oils of Three *Cymbopogon*Species from Burkina Faso. *Journal of Essential oilResearch*, 12, 207-212.
- [140]Koba K, Sanda K, Raynaud C, Nenonene YA, Millet J, Chaumont JP.(2004) Activitésantimicrobiennes d'huiles essentielles de trois *Cymbopogon*sp. Africains vis-à-vis de germespathogènes d'animaux de compagnie. *Annales de Médecine Vétérinaire*, 148, 202-206
- [141]Hashim GM, Almasaudi SB, Azhar E, Al Jaouni SK, Harakeh S. (2016) Biological activity of *Cymbopogonschoenanthus*essential oil. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 24(7), 1458-1464.

- [142]Khadri A, Serralheiro MLM, Nogueira JMF, Neffati M, Smiti S, Araújo MEM. (2008)Antioxidant and antiacetylcholinesterase activities of essential oils from *Cymbopogonschoenanthus*L.Spreng.Determination of chemical composition by GC–mass spectrometryand<sup>13</sup>C NMR. *Food Chemistry*, 109(3), 630-637.
- [143]Guillaume .Koffivi KETOH, ISABELLE Adolé, GLITHO et Honoré KosséKoumaglo ; Activite Insecticide comparee des huiles essentielles de trois especes de genre cymbopogon (POACEAE) ;reçu le 22-02-2003 ; Accepté le 06-06-2004
- [144]Ozenda, P. Flore et Végétation du Sahara, 1991, Ed. CNRS Paris France.
- [145] <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d0/Pit>
- [146]Quézel P, Santa S. (1963) Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales.Edition CNRS, Tome II, Paris, 1169.
- [147]ABDALLAH H. M., EZZAT, S.M., 2011.- Effect of the method of preparation on the composition and cytotoxic activity of the essential oil of *Pituranthostortuosus*.,*Z Naturforsch C.*, 66(3-4):143-148.
- [148]Vernin G, Lageot C, Ghiglione C, Dahia M, Parkanyi C. (1999) GC/MS Analysis of theVolatile Constituents of the Essential Oils of *Pituranthos scoparius*(COSS.& DURIEU)BENTH.& HOOK. from Algeria. *Journal of Essential Oil Research*, 11, 673-676.
- [149]Vérité P, Nacer A, Kabouche Z, Seguin E. (2004) Composition of Seeds and Stems Essential Oils of *Pituranthos scoparius*(COSS. & DURIEU) SCHINZ. *Flavour and Fragrance Journal*,19, 562-564.
- [150] Programme d'Initiative Communautaire Corse-Sardaigne. Secteur A1, Agro-alimentaire . Thème 2 : Composés naturels d'origine végétale de Corse et de Sardaigne. Rapport d'activité 1993-95.
- [151] Latif Gachkar <sup>a</sup>, Davood Yadegari <sup>a</sup>, Mohammad Bagher Rezaei <sup>b</sup>, Masood Taghizadeh <sup>c</sup>,Shakiba Alipoor Astaneh <sup>c</sup>, Iraj Rasooli <sup>c,\*</sup>;Chemical and biological characteristics of *Cuminum cyminum* and*Rosmarinus offi cinalis* essential oils; *Food Chemistry* 102 (2007) 898–904 ,p 903
- [152] D. Ouraïni<sup>1</sup>, A. Agoumi<sup>1</sup>, M. Ismaïli-Alaoui<sup>4</sup>, K. Alaoui<sup>3</sup>, Y. Cherrah<sup>3</sup>, M. Amrani<sup>2</sup>, M.-A. Belabbas<sup>2</sup> Étude de l'activité des huiles essentielles de plantes aromatiquesà propriétés antifongiques sur les différentes étapes du développement des dermatophytes(2005) P 150.

# **ANNEXES**

ANNEX 1 :

**Tableau N°47:** les compositions chimique des huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis* en France (Sampolo).

Echantillons		C8(12)
Constituants/Ref		[150]
<b><math>\alpha</math>-Pinène</b>	<b>936</b>	<b>9,6-38,3</b>
<b>Camphène</b>	950	5,1-10,4
<b><math>\beta</math>-Pinène</b>	978	0,5-2,4
<b>Verbénène</b>	982	0,3-2,3
<b>Myrcène</b>	987	0,6-3,9
<b><math>\alpha</math>-phellandrène</b>	1002	0-0,3
<b><i>p</i>-Cymène</b>	1015	1,0-2,6
<b>Limonène</b>	1024	2,5-4,1
<b>1,8-Cinéole</b>	1023	0-15,3
<b><math>\gamma</math>-terpinène</b>	1051	0-1,5
<b>Linalol</b>	1086	1,2-3,1
<b>Camphre</b>	1123	1,3-4,9
<b><i>trans</i>-Pinocarvéol</b>	1126	0-1,3
<b>Bornéol</b>	1150	3,4-14,1
<b>terpinèn-4-ol</b>	1164	1,1-1,5
<b><math>\alpha</math>-Terpinéol</b>	1176	1,0-1,6
<b>myrténol</b>	1178	1,0-1,7
<b>Verbénone</b>	<b>1183</b>	<b>7,9-17,5</b>
<b>Géranol</b>	1236	0,6-4,7
<b>Acétate de bornyle</b>	<b>1270</b>	<b>10,3-21,9</b>



**ANNEX 2 :**

**Tableau N° 48:** les compositions chimique des huiles essentielles de *Rosmarinus offi cinalis* en IRAN [152].

<b>No.</b>	<b>Compounds</b>	<b>RI</b>	<b>%</b>
<b>1</b>	a-Pinene	934	14.9
<b>2</b>	Camphene	945	3.33
<b>3</b>	3-Octanone	966	1.61
<b>4</b>	Sabinene	972	0.56
<b>5</b>	Myrcene	982	2.07
<b>6</b>	O-Cymene	1013	0.71
<b>7</b>	1,8-Cineole	1024	7.43
<b>8</b>	Linalool	1089	14.9
<b>9</b>	Myrcenol	1104	0.75
<b>10</b>	Camphor	1127	4.97
<b>11</b>	Borneol	1155	3.68
<b>12</b>	Terpinen-4-ol	1166	1.70
<b>13</b>	a-Terpineol	1177	0.83
<b>14</b>	Verbinone	1187	1.94
<b>15</b>	Piperitone	1246	23.7
<b>16</b>	Bornyl acetate	1274	3.08
<b>17</b>	b-Caryophyllene	1424	2.68
<b>18</b>	cis-b-Farnesene	1448	1.26
<b>19</b>	Germacrene D	1481	0.52
<b>20</b>	a-Bisabolol	1673	1.01

**ANNEX 3 :**

**Tableau N°49 :** les compositions chimique des huiles essentielles de *Rosmarinus offi cinalis* en ALGER [94].

Constituants	%		
$\alpha$ -pinène	8,71	<b>4 Carène</b>	0,48
Camphène	4,52	$\alpha$ - terpinène	0,11
$\beta$ -pinène	7,61	Terpineol	0,18
$\beta$ - phellandrène	0,26	$\alpha$ - cubène	0,37
$\beta$ - myrcène	1,84	$\beta$ - Linalool	0,98
Eucalyptol	41,7	Bergamol	0,31
D-camphor	10,32	L-4-terpineol	1,61
Linalool	1,29	b cadinène	0,61
Bornylacetate	1,77	Caryophyllèneoxide	0,35
Transthujène	0,62	$\alpha$ - Fenchene	0,08
$\alpha$ - phellandrène	0,14	transhydrocarvone	0,46

## ANNEX 4 :

**Tableau N°50** : les compositions chimique des huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis* en MAROC [152].

<i>Huiles essentielles</i>	%
<i><math>\alpha</math>- pinène</i>	11,4
<i>Camphène</i>	3.6
<i><math>\beta</math>- pinène</i>	7.1
<i>p- cymène</i>	1.9
<i><math>\gamma</math> terpinène</i>	0.6
<i>1,8 Cinéole</i>	50.02
<i>Limonène</i>	2.3
<i>R(+)</i> pulégone	-
<i>Camphre</i>	9.1
<i>Carvacrole</i>	-
<i>Bornéol</i>	2.2

**ANNEX 5 :**

**Tableau N°51:** Composition chimique des huiles essentielles des parties aériennes de *Pituranthos scoparius* récoltées de Ghardaïa.

<b>Composés</b>	<b>Septembre 2016</b>	<b>Octobre 2016</b>	<b>Novembre 2016</b>	<b>Décembre 2016</b>	<b>Janvier 2017</b>
<b><math>\alpha</math>-Thujène</b>	1.9	1	0.6	0.4	1.2
<b><math>\alpha</math>-Pinène</b>	22.1	11.3	14.2	2.9	14.9
<b>Camphène</b>	0.2	0.2	0.1	Tr	0.2
<b>Sabinène</b>	2.3	1.1	1.1	30.3	1.5
<b><math>\beta</math>-Pinène</b>	7.3	3.7	4.9	15	4.7
<b>Myrcène</b>	1.3	1	1	Tr	0.9
<b><math>\alpha</math>-Phellandrène</b>	13.1	11.3	14.9	0.8	11.3
<b>3-<math>\delta</math>-Carène</b>	Tr	Tr	0.3	0.1	0.6
<b><math>\alpha</math>-Terpinène</b>	0.1	Tr	0.1	0.1	0.7
<b>p-Cymène</b>	3.7	3.3	5.6	0.5	6.8
<b>Limonène</b>	19.4	26.7	22.6	14.6	20
<b><math>\beta</math>-Phellandrène</b>	6.8	5.7	7.4	0.1	5.8
<b>(Z)-<math>\beta</math>-Ocimène</b>	-	-	-	0.1	0.1
<b><math>\gamma</math>-Terpinène</b>	0.6	0.4	0.6	1.6	0.4
<b>Trans-hydrate de sabinène</b>	-	-	-	0.2	-
<b>Terpinolène</b>	0.2	0.3	0.4	0.3	0.5
<b>cis-Hydrate de sabinène</b>	-	-	-	0.1	-
<b>Campholéal</b>	-	-	-	Tr	-
<b>trans-Pinocarvéol</b>	Tr	Tr	0.1	0.1	0.1
<b>Cryptone</b>	Tr	0.1	0.1	-	0.2
<b>Terpinéol 4</b>	0.3	0.2	0.2	3.8	0.3
<b>Myrténal</b>	-	-	-	Tr	-
<b><math>\alpha</math>-Terpinéol</b>	-	-	-	Tr	-

LES ANNEXES

<b>trans-Carvéol</b>	Tr	0.1	0.1	0.1	0.1
<b>cis-Carvéol</b>	-	-	-	Tr	-
<b>Carvone</b>	0.1	0.1	0.1	0.1	Tr
<b>Acétate de bornyle</b>	0.1	0.2	0.1	-	-
<b>Thymol</b>	0.2	0.1	0.2	Tr	0.1
<b>Carvacrol</b>	-	-	-	Tr	-
<b>2,4-Décadiénal</b>	-	-	-	0.1	-
<b>Eugénol</b>	-	0.1	-	-	-
<b>Méthyleugénol</b>	2.7	1.1	1	0.2	1.6
<b><math>\alpha</math>-Copaène</b>	0.3	0.2	0.2	0.1	0.2
<b><math>\beta</math>-Cubébène</b>	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
<b>E)-<math>\beta</math>-Caryophyllène</b>	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
<b>Germacrène D</b>	4.5	2.8	2.8	2	3
<b><math>\beta</math>-Sélinène</b>	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1
<b>Myristicine</b>	0.1	13.6	5.6	0.1	14
<b>Bicyclogermacrène</b>	0.5	0.3	0.3	0.7	0.7
<b><math>\delta</math>-Cadinène</b>	0.9	0.5	0.7	0.3	0.5
<b>Elemicine</b>	Tr	Tr	0.1	Tr	Tr
<b>Spathuléol</b>	1	0.8	1.1	Tr	0.8
<b>6-Méthoxy élémicine</b>	Tr	Tr	0.1	29.4	Tr
<b>Apioledill</b>	0.4	5	1.3	0.1	1
<b>t-Muurolol</b>	0.7	0.4	0.6	0.3	0.4
<b><math>\beta</math>-Eudesmol</b>	1.1	0.9	0.7	0.1	0.6
<b><math>\alpha</math>-Cadinol</b>	0.1	0.1	0.1	Tr	tr
<b><math>\alpha</math>-Eudesmol</b>	-	0.1	0.1	Tr	-
<b>Eudesma-4(15),7-diène-1-<math>\beta</math>-ol</b>	0.1	0.1	0.2	Tr	0.1
<b>(Z)-Ligustilide</b>	4.8	2.2	5.5	Tr	2.9
<b>Total%</b>	97.5	95.4	95.6	92.00	96.00

**ANNEX 6 :**

**Tableau 52 :** Composition chimique des huiles essentielles des parties aériennes de *Pituranthos scoparius* récoltées dans la région de Biskra (Septembre 2016 - Janvier 2017).

<b>Composés</b>	<b>Septembre 2016</b>	<b>Octobre 2016</b>	<b>Novembre 2016</b>	<b>Décembre 2016</b>	<b>Janvier 2017</b>
<b><math>\alpha</math>-Thujène</b>	0.6	0.6	0.6	1	2.1
<b><math>\alpha</math>-Pinène</b>	15.5	7.2	3.8	8.4	31.00
<b>Camphène</b>	0.1	Tr	Tr	Tr	0.1
<b>Thujadiène</b>	-	-	-	-	-
<b>Sabinène</b>	28.3	22.9	54.6	27.7	6.2
<b><math>\beta</math>-Pinène</b>	4.2	3.7	2	3.7	8.1
<b>Myrcène</b>	1.1	0.4	1	1	1
<b><math>\alpha</math>-Phellandrène</b>	2.2	0.3	0.4	0.8	2.3
<b>3-<math>\delta</math>-Carène</b>	0.6	0.5	0.1	12.4	2.4
<b><math>\alpha</math>-Terpinène</b>	0.6	0.7	1.4	0.6	0.1
<b>p-Cymène</b>	3.4	3	2.4	4.4	7.7
<b>Limonène</b>	0.7	1.7	2.7	0.9	1.1
<b><math>\beta</math>-Phellandrène</b>	0.8	0.3	0.3	0.5	0.8
<b>(Z)-<math>\beta</math>-Ocimène</b>	0.5	0.5	0.1	1.7	Tr
<b><math>\gamma</math>-Terpinène</b>	1.1	1.7	2.9	1.4	1.3
<b>trans-Hydrate de sabinène</b>	0,2	0,3	0,7	0,3	0.1
<b>Terpinolène</b>	0.4	0.4	0.6	0.8	0.1
<b>cis-Hydrate de sabinène</b>	0.2	0.2	0.4	0.2	tr
<b>Campholénal</b>	Tr	tr	0.1	0.1	0.5
<b>trans-Pinocarvéol</b>	0.2	0.8	0,5	0.3	0.6
<b>cis-Verbéno</b>	-	0.1	-	-	0.2
<b>rans-Verbénol</b>	0.3	0,9	0.4	0.4	1.1

LES ANNEXES

<b>Pinocarvone</b>	0.1	0,3	0,1	0.9	0.6
<b>p-Menth-1,5 dièn-8-ol</b>	-	0,2	Tr	0,3	0,3
<b>Cryptone</b>	-	0.1	Tr	0.2	0.1
<b>p-Cymène-8-ol</b>	-	-	-	0.5	0.2
<b>Terpinéol 4</b>	2.9	4.4	8.3	3.8	0.9
<b>Myrténal</b>	Tr	0.3	0,1	0,1	0,4
<b><math>\alpha</math>-Terpinéol</b>	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1
<b>Estragole</b>	-	0.3	0.2	Tr	0.1
<b>Myrténol</b>	-	0.3	0.2	Tr	0,3
<b>trans-Carvéol</b>	-	Tr	Tr	0.2	0.1
<b>cis-Carvéol</b>	-	0.1	0,1	Tr	0,1
<b>Cuminaldéhyde</b>	-	0.1	-	-	-
<b>Carvone</b>	Tr	-	Tr	-	0.1
<b>Cumin alcool</b>	-	Tr	-	-	-
<b>Acétate de bornyle</b>	-	0.2	-	-	-
<b>Thymol</b>	0.2	0.4	0,1	Tr	0.2
<b>Carvacrol</b>	Tr	-	-	0.1	Tr
<b>2,4-Décadiène</b>	-	Tr	-	-	-
<b>Eugénol</b>	0.3	0.1	Tr	-	-
<b>Méthyleugénol</b>	1.3	0.8	0.2	0.3	1,1
<b><math>\alpha</math>-Copaène</b>	-	Tr	-	-	-
<b><math>\beta</math>-Cubébène</b>	0.1	Tr	Tr	Tr	0.1
<b>(E)-<math>\beta</math>-Caryophyllène</b>	-	Tr	-	-	-
<b><math>\alpha</math>-Cubébène</b>	-	Tr	-	-	-
<b>Germacrène D</b>	1.6	0.5	0,9	0.5	2.5
<b><math>\beta</math>-Sélinène</b>	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
<b>Myristicine</b>	18.8	9.5	1,3	11.6	7.2
<b>Bicyclgermacrène</b>	-	Tr	-	-	-
<b><math>\delta</math>-Cadinène</b>	0.6	0.3	0.5	0.3	0.6

LES ANNEXES

<b>Elemicine</b>	0.5	0.1	0.4	0.1	11
<b>Spathuléol</b>	0.4	0.9	0.7	0,3	2.4
<b>6-Méthoxy élémicine</b>	-	0.4	0.1	-	0.1
<b>Oxyde de caryophyllène</b>	0.2	0.4	0.1	Tr	0.1
<b>Apioledill</b>	7,6	18	5.9	9,4	0.2
<b>t-Muurolol</b>	1	1.1	1.4	0.7	1.3
<b>β-Eudesmol</b>	0.8	0.3	0,6	0.1	0.3
<b>α-Cadinol</b>	-	Tr	0.1	-	0.2
<b>α-Eudesmol</b>	0.3	Tr	0.5	0.1	0.2
<b>Eudesma-4(15),7- dièn-1-β-ol</b>	0.3	0.7	-	-	-
<b>(Z)-Ligustilide</b>	-	-	-	-	-
<b>Total %</b>	<b>98,2</b>	<b>86,2</b>	<b>97,1</b>	<b>96,0</b>	<b>96,8</b>



ANNEX 7 :

Tableau N°53: Composition chimique de l'huile essentielle en fonction de la partie de *Ruta chalepensis*.

Composés <sup>a</sup>	IR <sup>b</sup>	Partie aérienne	Feuilles	Fleurs	Tiges
Limonène	1030	2.56	0.65	0.10	0.99
2-Nonanone	1086	22.89	12.45	2.01	18.16
2-Nonanol	1097	0.32	0.15	0.10	0.13
2-Décanone	1192	1.69	2.02	0.63	1.48
1-Décanol	1272	10.96	26.32	1.95	8.40
2-Undécanone	1297	43.71	40.61	68.95	38.38
2-Undécanol	1305	1.36	1.59	2.01	0.34
1,7-Octadiène-2,7-diméthyl-3,6-bis (méthylène) <sup>c</sup>	1311	tr	0.00	0.00	1.95
1-Undécanol	1364	tr	0.29	0.10	0.30
2-Dodécanone <sup>d</sup>	1365	0.93	0.90	0.88	1.33
2-Dodécanone	1390	0.60	0.61	1.13	0.79
1-Dodécanol	1463	4.61	4.69	9.13	3.57
2-Tridécanone	1491	0.74	0.51	1.94	0.91
E-11, 13-diméthyl-12-tétradécène-1- ol acetate <sup>c</sup>	1525	0.05	0.14	0.15	0.34
Elémol	1553	0.36	0.22	0.21	0.90
Elémicin	1565	0.03	0.17	0.22	0.28
2-Butyl 4-(3',5'-benzo-dioxy)- acetate	1700	0.06	0.00	0.00	0.87
6-(3',5'-Benzo-dioxy)-3,3-diméthyl- 1-hexène	1753	0.32	tr	Tr	0.12
Chalepensin	1890	0.05	0.02	Tr	0.11
Clausindin	1898	0.02	tr	0.02	0.11
Composés identifiés au total ( )		91.26	91.34	89.53	79.46