



UNIVERSITE D'ANTANANARIVO

-----o-O-o-----

**INSTITUT D'ENSEIGNEMENT
SUPERIEUR – ANTSIRABE
VAKINANKARATRA**

-----o-O-o-----



MENTION : GENIE INDUSTRIEL

PARCOURS : SCIENCES ET TECHNIQUES DE GENIE DES PROCÉDES

**Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de licence en
Sciences et Techniques de Génie des Procédés**



ETUDE DE L'EXTRACTION DE L'HUILE ESSENTIELLE DE ROMARIN

Soutenu le 04 décembre 2020

Présenté par : **RANOASY MANANKASINA Antonia**

Promotion 2019



UNIVERSITE D'ANTANANARIVO

-----o-O-o-----

**INSTITUT D'ENSEIGNEMENT
SUPERIEUR – ANTSIRABE
VAKINANKARATRA**

-----o-O-o-----



MENTION : GENIE INDUSTRIEL

PARCOURS : SCIENCES ET TECHNIQUES DE GENIES DES PROCEDES

**Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de licence en
Sciences et Techniques de Génie des Procédés**



ETUDE DE L'EXTRACTION DE L'HUILE ESSENTIELLE DE ROMARIN

Présenté par : **RANOASY MANANKASINA Antonia**

Président : **Dr RAKOTONDRAMANANA Samuel**

Encadreur : **Dr ELISOAMIADANA Philippine**

Examineurs :

- **Dr RAKOTOARIVONIZAKA Ignace**
- **Dr RATSIMBA Marie Hanitriniaina**

Promotion 2019

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, je remercie Dieu Tout Puissant plein de grâce qui m'a toujours aidé et donné la force de finir ce mémoire, et qui ne cesse de m'accorder sa bienveillance jusqu'à maintenant.

J'adresse aussi mes vifs remerciements à :

- Monsieur le Directeur de l'Institut d'Enseignement Supérieur Antsirabe Vakinankaratra, **Docteur RAJAONARISON Eddie Frank**, qui a assuré le bon déroulement de nos études durant ces trois dernières années.
- Monsieur le chef du département Génie de Procédés Chimiques et Industriels, **Professeur RANDRIANA Nambinina Richard Fortuné** qui a permis la présentation de ce mémoire en vue de l'obtention du diplôme de licence en Génie de Procédés Chimiques et Industriels.
- Monsieur le chef de la mention Génie Industriel à l'IES-AV, **Docteur RAVONISON Elie Rijatiana**.
- **Docteur RAKOTONDRAMANANA Samuel**, Maître de conférences et enseignant chercheur au sein de l'Ecole Supérieur Polytechnique d'Antananarivo de la mention Génie de Procédés Chimiques et Industriels, qui nous fait l'honneur de présider le jury de ce mémoire.
- **Docteur ELISOAMIADANA Philippine**, qui m'a encadré durant ce mémoire et m'a supervisé durant son déroulement.
- **Docteur RAKOTOARIVONIZAKA Ignace**, Maître de conférences, qui s'est rendu disponible pour s'asseoir à ce présent mémoire en tant qu'examineur.
- **Docteur RATSIMBA Marie Hanitriniaina**, Maître de conférences, qui prend siège parmi les membres du jury.
- **Professeur ANDRIANARISON Edouard** et **Monsieur RAZAFIMANDEFITRA André**, qui m'ont beaucoup aidé durant la réalisation de mes travaux pratiques à l'ESPA Vontovorona.

Finalement, je remercie mes très chers parents pour leur soutien morale, physique et surtout financière, ainsi que mes amis ; puisse Dieu récompensé tout ce que vous m'avez offert.

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS

SOMMAIRE

GLOSSAIRE

LISTES DES FIGURES

LISTE DES TABLEAU

LISTE DES ABREVIATIONS

NOTATION ET UNITES

INTRODUCTION GENERALE

PARTIE I : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : LE ROSMARINUS OFFICINALIS L.

CHAPITRE II : LES HUILES ESSENTIELLES

CHAPITRE III : LES HUILES ESSENTIELLES DE ROMARIN

PARTIE II : ETUDE EXPERIMENTALE

CHAPITRE IV : EXTRACTION DE L'HUILE ESSENTIELLE DE ROMARIN

CHAPITRE V : CARACTERISTIQUES DE L'HUILE ESSENTIELLE DE ROMARIN

CHAPITRE VI : ANALYSE CHROMATOGRAPHIQUE DE L'HUILE ESSENTIELLE DE ROMARIN

CONCLUSION GENERALE

GLOSSAIRE

Akène : petit fruit sec à maturité, indéhiscent, issu d'un carpelle libre unique dont l'unique graine n'est pas soudée au péricarpe.

Antalgique : remède destiné à soulager la douleur.

Bilabié : calice ou corolle dont les pièces se soudent en deux ensembles, formant chacun une lèvre (=labium), l'une au-dessus de l'autre, la gorge restant ouverte.

Rameux : qualifie un végétal possédant de nombreux rameaux ou un organe ressemblant à un rameau.

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Rosmarinus officinalis.....	4
Figure 2 : Fleur de romarin.....	6
Figure 3 : Rameau de feuille de romarin.....	6
Figure 4 : structure d'un flavonoïde.....	8
Figure 5 : Optimum écologique : caractéristiques du sol.....	14
Figure 6 : Optimum écologique : caractéristiques climatiques.....	15
Figure 7 : Exemples d'huiles essentielles issues de différentes parties de plantes.....	23
Figure 8 : Principe de l'hydrodistillation.....	26
Figure 9 : Une installation d'entraînement à la vapeur.....	27
Figure 10 : Une installation de vapo-hydrodistillation.....	28
Figure 11 : Schéma simplifié de la CPG.....	34
Figure 12 : une installation d'hydrodistillation (essence de type Clevenger)	40
Figure 13 : rameaux et feuilles de romarin.....	41

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Classification systématique du <i>Rosmarinus officinalis</i> L.	7
Tableau 2 : composition des éléments nutritifs présents dans le romarin séché.....	11
Tableau 3 : Espèces et variétés du <i>rosmarinus officinalis</i>	12
Tableau 4 : caractéristiques organoleptiques des huiles essentielles de romarin.....	35
Tableau 5 : caractéristiques physiques des huiles essentielles de romarin.....	36
Tableau 6 : caractéristiques chimiques des huiles essentielles de romarin.....	36
Tableau 7 : synthèse de la composition chimique des chémotypes d'huile essentielles de <i>Rosmarinus officinalis</i>	37
Tableau 8 : Profil chromatographique de l'huile essentielle de romarin.....	48
Tableau 9 : comparaison avec la norme NF ISO 1342 : 2001.....	49

LISTE DES ABREVIATIONS

AFNOR : Association Française de Normalisation

CCM : Chromatographie sur couche mince

CPG : Chromatographie en phase gazeuse

CT : chémotype ou chimiotype

PH : potentiel en hydrogène

HE : huile essentielle

ISO : International Organization for Standardization

IMRA : Institut Malgache de Recherche Appliquées

NI : non identifié

EMAG : Ester Méthylique d'Acide Gras

I.A : indice d'acide

I.E : indice d'ester

NOTATION ET UNITES

°C : degré Celsius

g : gramme

mg : milligramme

µg : microgramme

kcal : kilocalorie

m : masse

v : volume

ml : millilitre

l : litre

INTRODUCTION GENERALE

Madagascar est une île réputée par son environnement exceptionnel. Elle fait honneur à sa réputation par sa possession de plantes aux vertus thérapeutiques et médicinales. De ce fait, les malagasy exploitent les propriétés de ces plantes par sa coutume c'est-à-dire en tant que plante brute (feuilles, écorces, ...), ils n'ont pas accès à toute les propriétés contenues dans les plantes.

Le romarin, qui a toujours des usages alimentaires, a beaucoup de bienfaits pour la santé de l'homme. Des bienfaits qui sont encore un peu flou pour la majorité des gens en ce temps.

Vue l'importance de ces plantes, l'usage des huiles essentielles pour la santé semble à nouveau attirer l'attention de toutes personnes surtout en ce moment de crise sanitaire. S'il en est ainsi, l'extraction des huiles essentielles nécessite deux étapes : l'extraction et l'analyse.

Le présent mémoire s'intitule « Etude de l'extraction de l'huile essentielle de romarin ». Il se divise en deux grandes parties:

- La partie bibliographique où on parlera des généralités sur le romarin « *Rosmarinus officinalis L.* », sur les huiles essentielles et sur les huiles essentielles de romarin.
- La partie consacrée aux expériences où sera aborder :
 - L'extraction de l'huile essentielle de romarin avec la méthode et les matériels utilisés
 - Les caractéristiques de l'huile essentielle obtenue
 - L'analyse chromatographique.
-

PARTIE I:

ETUDE
BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : LE ROSMARINUS OFFICINALIS L.

I. Généralité sur la plante :

I.1. Historique :

Le romarin fait l'objet de très nombreuses mentions historiques et légendaires. Durant l'antiquité, le romarin a été considéré par les grecs comme le symbole de l'amour, de la fidélité et du mariage.

On s'en servait généreusement dans les fêtes, que ce soit des cérémonies nuptiales, funéraires ou autres célébrations profanes. Les mariées portaient des couronnes de romarins, il figurait aussi dans le culte des morts au même titre que le Cyprès. On mettait des brins de romarin sous les oreillers pour chasser les mauvais esprits et les cauchemars. Les étudiants grecs portaient, durant les examens, des couronnes de romarin pour stimuler leur mémoire.

Le romarin est symbole du souvenir et de l'amitié. Les égyptiens mettaient des rameaux de romarin dans la tombe des pharaons pour fortifier leur âme. Il apparaît parmi d'autres plantes alimentaires sur des papyrus et des peintures murales à Louxor (vers 1400 av J.C).

Pendant les épidémies de peste, on faisait brûler des rameaux de romarin pour purifier l'air, on en portait aussi dans des sachets sur soi que l'on respirait quand on passait dans des endroits touchés par la maladie. L'histoire ait voulu que la reine de la Hongrie, âgée de 72 ans et souffrante de rhumatisme chronique, soit délivrée de ses problèmes par un remède à base de romarin.

Pour certaines régions rurales, tremper du romarin dans du vin rouge donnait une boisson fortifiante. On l'utilisait sous forme d'extrait à base d'alcool pour soigner les plaies et sous forme d'onguent ou de baume pour alléger les douleurs due aux rhumatismes et aux névralgies que ça soit pour les humains ou pour les animaux. L'ajout du romarin dans l'eau du bain stimule la circulation sanguine. Les médecins arabes utilisaient beaucoup le romarin et ce sont eux qui réussirent les premiers à en extraire l'huile essentielle.

De nos jours, le romarin est principalement utilisé en cuisine, entre autres, avec les viandes comme l'agneau, le porc, ... et aussi en cosmétique comme par exemple dans les shampooings, savons, eaux de toilette ou parfum. Son huile essentielle est souvent utilisée dans les industries de cosmétique comme composant aromatique et aussi dans les industries agroalimentaires (pour la fabrication des bonbons, desserts, boissons alcoolisées, etc.). (1) (2) (3)



Figure 1: Rosmarinus officinalis (Source : nature et jardin.fr)

I.2. Etymologie :

Le romarin vient du latin *ros* : qui signifie rose et *marinus* : qui veut dire de la mer. *Rosmarinus* signifie donc « rose de la mer ». Cela fait allusion à son parfum et à son habitat sur les côtes maritimes, bien qu'elle se développe habituellement loin de la mer. Voici différentes appellations du romarin dans différents pas du monde : (1) (2)

GENIE DES PROCEDES CHIMIQUES ET INDUSTRIELS

France	: romarin, encensier, herbe aux couronnes, herbe aux troubadours
Allemagne	: Rosmarin, Weihrauchkraut, Bodekraut
Angleterre	: rosemary, old man
Espagne	: Romero
Italie	: rosmarino, taesmarino
Belgique	: rosmarijn (flamand)
Grèce	: dendrolibano
Inde	: rusmari
Chine	: mi tie hiang
Afrique du Nord	: iklil el jabal (couronne de montagne), hashishat el iklil (plante de la couronne).

I.3. Description de la plante

Le romarin, plante commune à l'état sauvage, est un arbrisseau de 50 cm à 1 mètre et plus, très aromatique, très rameux, très feuillé et toujours vert. Ses feuilles sont persistantes sans pétiole, coriaces, sessiles, linéaires, entières, plus longues que larges, enroulées par les bords, elles sont vertes et chagrinées en dessus et blanches-tomenteuses en dessous. Sur les branches plus âgées, son écorce s'écaille, son odeur est extrêmement odorante et tenace. Les fleurs sont réunies au sommet des rameaux, bleues pâles à blanchâtres, rapprochées en petites grappes axillaires et terminales, subsessiles. Le calice est en cloche, velu à dents bordées de blanc, bilabié, pulvérulent, nu à la gorge, à lèvre supérieure ovale entière, l'inférieure à 2 lobes lancéolés. La corolle est bilabiée, à tube saillant, à lèvre supérieure en casque, bifide, l'inférieure à 3 lobes, le moyen très large et concave. Les 2 étamines sont portées par le calice, à filets saillant, insérés à la gorge de la corolle, et munis vers la base d'une petite dent. La floraison du romarin commence dès le mois de février parfois même en janvier jusqu'en avril ou mai. La couleur des fleurs varie de bleu pâle au violet mais rarement, on trouve une variété à fleurs blanches chez le *Rosmarinus*

officinalis albiflorus. Le fruit est entouré par un calice persistant, de forme ovoïde. Comme pour la plupart des Lamiacées, le fruit est un tétrakène (constitué de quatre akènes), de couleur brune. Les insectes (entomophiles) sont attirés par le fruit pour assurer la pollinisation (entomogame). (4) (1) (5)



Figure 2 : Fleur de romarin



Figure 3 : Rameau de feuille de romarin
(Fig2,3 Source : www.consoglobe.fr)

II. Taxonomie

La taxonomie botanique du romarin est comme suit :

Tableau 1 : Classification systématique du *Rosmarinus Officinalis L.* (1)

Règne	<i>Plantae</i>
Division	<i>Magnoliophyta</i>
Classe	<i>Magnoliopsida</i>
Ordre	<i>Lamiales</i>
Famille	<i>Lamiaceae</i>
Genre	<i>Rosmarinus</i>
Espèce	<i>Rosmarinus officinalis L.</i>

III. Composition chimique du *Rosmarinus officinalis L.* (6)(14)(3)

Dans son ensemble, la composition chimique du romarin dépend surtout de son lieu de croissance, de la récolte ainsi que du moment de la récolte dans le cycle végétatif.

Les valeurs moyennes des molécules les plus souvent citées ont été relevées à partir de plusieurs études.

Les principaux composants chimiques du romarin sont :

- Les acides phénoliques
- Les flavonoïdes
- Les composés terpéniques

III.1. Les acides phénoliques

Les acides phénoliques présents et à teneurs importantes dans le romarin sont : l'acide rosmarinique, l'acide caféique et l'acide vanélique. Il y a aussi l'acide chlorogénique qui est présent dans le *rosmarinus officinalis* et associé à l'acide caféique.

L'acide rosmarinique représente en moyenne 1,7 – 2,83 % du romarin.

III.2. Les flavonoïdes :

Le terme « flavedo » qui désigne la couche externe des écorces d'orange, serait l'origine du nom flavonoïde. Cependant, d'autres supposaient que « flavonoïde » a plutôt été prêté du flavus (flavus = jaune). Certes, le romarin contient plus de dix flavonoïdes qui ont pu être isolés et identifiés dont la plupart d'entre eux sont des dérivés de flavones comme :

- Le 6-méthoxygenkwanine,
- Le genkwanine,
- L'apigénine,
- Le salvigénine,
- Le diosmetine,
- L'acacétine,
- Le lutéoline,
- L'eupafoline (6-methoxy-lutéoline),
- Le 6-methoxy-lutéoline-7-methyl éther, ...

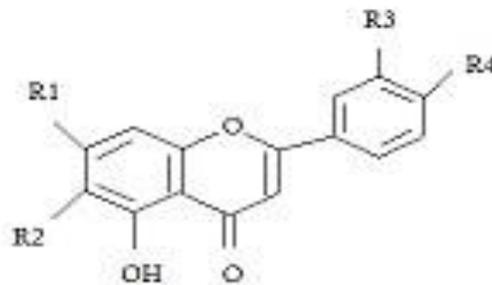


Figure 4 : Structure d'un flavonoïde

III.3. Les composés terpéniques :

Le romarin est constitué par plusieurs terpéniques comme les monoterpènes, les diterpènes phénoliques tricycliques et les triterpènes.

1. Les monoterpènes :

Les monoterpènes sont des composants des huiles essentielles de romarin qui est obtenue à partir de l'hydrodistillation des feuilles. Ces composés varient surtout en fonction de la variété botanique de la plante et d'autres facteurs. Les composants les plus fréquemment cités sont (avec pourcentage dans l'huile) :

- L' α -pinène : 3,48 à 27,1 % en moyenne
- Le 1,8-cinéole : 12,84 à 42,9 % en moyenne
- Le camphre : 10,22 à 31,4 % en moyenne
- Le camphène : 3,53 à 9,8 % en moyenne
- Le bornéol : cités

2. Les diterpènes :

2.1. Les lactones diterpéniques

Les lactones diterpéniques sont isolées à partir des feuilles du romarin. Ces lactones sont notamment :

- Le carnosol (ou picrosalvine)
- L'acide carnos(ol)ique

Il y a aussi les autres composés comme le rosmanol et ses dérivés méthoxylés, et le rosmadial.

2.2. Les quinones terpéniques

Les quinones terpéniques sont isolées à partir des racines du romarin. Ce sont notamment :

- Le royleanone et ses dérivés ;
- Le 7 α -hydroxy-royleanone (horminone) ;
- Le 7 α -acetoxy-royleanone

3. Les triterpènes :

Les triterpènes sont contenus par les feuilles de romarin, qui sont :

- L'acide ursolique
- L'acide 13 α -hydroxyursolique
- L'acide 28 α -hydroxyoléanolique
- L'acide oléanolique
- L' α -amyrine
- Le β -amyrine
- La bétuline

Cependant, le romarin est composé par d'autres éléments comme :

- Les acides gras hydroxylés : ils sont contenus dans la membrane cuticulaire des feuilles de romarin.

Les constituants les plus importants sont :

- L'acide 10,16-dihydroxy-hexadécanoïque
- L'acide 6,7,16-trihydroxy-hexadécanoïque,
- Les acides organiques qui sont : l'acide glycolique, l'acide citrique, l'acide glycérique.
- Il y a aussi présence d'autres composés chimiques comme : les sels minéraux (Na⁺, K⁺, Mg⁺⁺, SiO₂, ...), les mucilages (tanins), des hétérosides (romarosite, romarinoside).

Certains de ces composés peuvent encore être présents dans l'HE de romarin et d'autres non, cela dépend de la méthode d'extraction choisie. (4) (5) (3)

IV. Valeur nutritive du romarin :

Les éléments nutritifs suivants se trouvent dans le romarin séché.

Tableau 2 : composition des éléments nutritifs présent dans le romarin séché. (4)

Nutriments	Valeurs par 100 g	Unités
Eau	9,31	g
Energie	331	kcal
Protéine	4,88	g
Total de lipides (matières grasses)	15,22	g
Glucides, par différence	64,06	g
Total des fibres alimentaires	42,6	g
Calcium Ca	1,280	mg
Total d'acide ascorbique (vitamine C)	61,2	mg
Vitamine B6	1,740	mg
Vitamine B12	0.00	µg
Total des acides gras saturés	7,371	g
Total des acides gras mono insaturés	3,014	g
Total des acides gras polyinsaturés	2,339	g

V. Variétés et espèces :

Il existe plus de 150 variétés de romarin. Elles ont le plus souvent des fleurs bleues mais certaines ont des fleurs violettes. Ces variétés se différencient le plus souvent par la taille des plants ; ils peuvent être petits et compactes ou plus grands et élancés. Il existe plusieurs espèces de romarin : - *Rosmarinus officinalis* ou romarin commun qui présente une grande variabilité

- *Rosmarinus lavandulaceus*
- *Rosmarinus eriocalyx*
- *Rosmarinus eriocalyx ssp tomentosus*

Le tableau suivant montrera les principales variétés du *rosmarinus officinalis* et du *rosmarinus lavandulaceus*.

Tableau 3 : Espèces et variétés du *rosmarinus officinalis*. (6)

Espèces	Variétés	Floraison	Qualités
Rosmarinus officinalis	Baie d'Audierne	Fleur bleu violacé	Tolère l'humidité, port dressé
	Corsican blue	Fleurs bleus	Port rampant, retombant
	Pointe du Raz	Fleurs mauves	Port rampant, résistant au froid
	Prostatus	Fleurs mauves	Port rampant
	Albiflorus	Fleurs blanches	Port dressé
Rosmarinus lavandulaceus	Capif	Fleurs bleues à bleues violacées	Idéal en couvre-sol ou pour décorer un muret

VI. Mode de multiplication :

Le romarin peut se multiplier par différentes manières comme par :

- Le bouturage
- Le semis
- Le marcottage

VI.1. Le bouturage :

Bouturer est la solution la plus simple pour multiplier le romarin. Elle est aussi très délicate car les variables suivantes sont prises en compte : la date du prélèvement de la bouture, le type de bouture, le lieu géographique ainsi que l'altitude. La partie médiane d'une tige sur le point de fleurir serait l'idéale. Le racinage peut se faire en minimotte.

A la fin du printemps, on prélève des morceaux de bois tendre puis on sélectionne une pousse de l'année qui n'a pas fleuri et on l'arrache délicatement. Le siège de la pousse de racines sera la plaie. On enterre les brindilles par deux ou trois par pot dans un compost maintenu humide. La bouture a pris lors de l'apparition de nouvelles feuilles et peut donc être transplantée dehors dans un pot plus grand.

VI.2. Le semis :

Le semis en pépinière est plus préférable car seules 40 % des graines germent à 20 °C en 20 jours et dans l'obscurité. En effet, leur dormance est assez difficile à lever. Le semis se fait en Mars ou en Avril au plus tard, en hors-sol-sable avec repiquages successifs ou en plein air – pleine terre ou en sac-pépinière (dans ce cas, le repiquage au champ se fera deux ans plus tard).

Le semis s'opère sous couches chaudes ; les jeunes pousses sont ensuite repiquées en pleine terre vers la fin du mois de mai. Il peut être mis en pot pour une culture personnelle ; une fois âgés de quelques années, les plants pourront être repotés.

VI.3. Le marcottage :

C'est un autre mode de multiplication qui permet de reproduire le Romarin dans les jardins.

Pour se faire, on éloigne une branche un peu longue de la plante mère et on l'enterre. De nouvelles racines vont se former au bout de deux mois, ce qui permet de séparer le nouveau plant et de le mettre en terre.

VII. Écologie de la plante et répartition mondiale :

Comme toutes les autres plantes, le romarin a aussi ses propres besoins pour pouvoir se développer normalement. Il arrive à croître même sur des terrains non adaptés à une culture agricole, de ce fait sa culture ne nécessite que peu d'exigences vis-à-vis du sol. Il pousse mieux sur des sols argileux ou sablonneux, dans des endroits secs et chauds à l'abri du vent et ensoleillés (il peut ainsi produire plus d'huiles essentielles et dégager les parfums les plus puissants). Sa température optimale de croissance est de 20 à 25 °C et la température maximale supportée est de 42 °C. Il a besoin de beaucoup de lumière et est très sensible au vent. Il apprécie le sol argilo-calcaire et profond, léger et perméable avec un PH neutre (7 à 8). Par contre il ne supporte pas les emplacements mal drainés, où l'eau stagne. Les bons arrosages en période de végétation lui sont favorables. En hiver, la motte doit être légèrement humide. La pluviométrie annuelle souhaitable est de 1000 à 1500 mm.

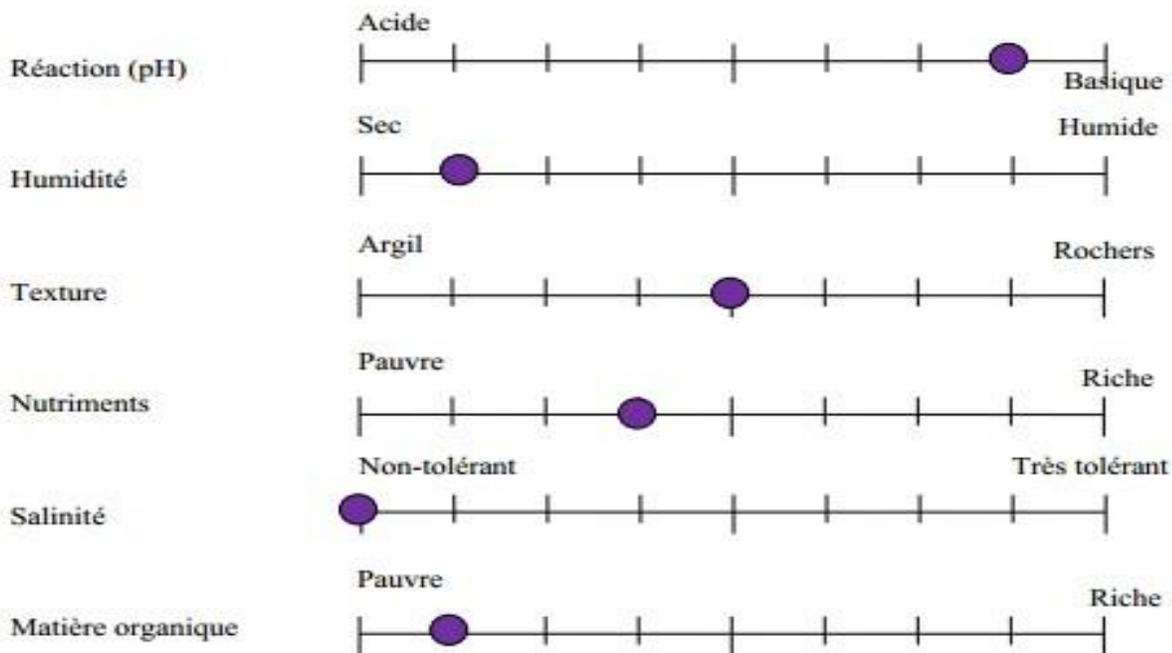


Figure 5 : Optimum écologique : caractéristiques du sol (5)

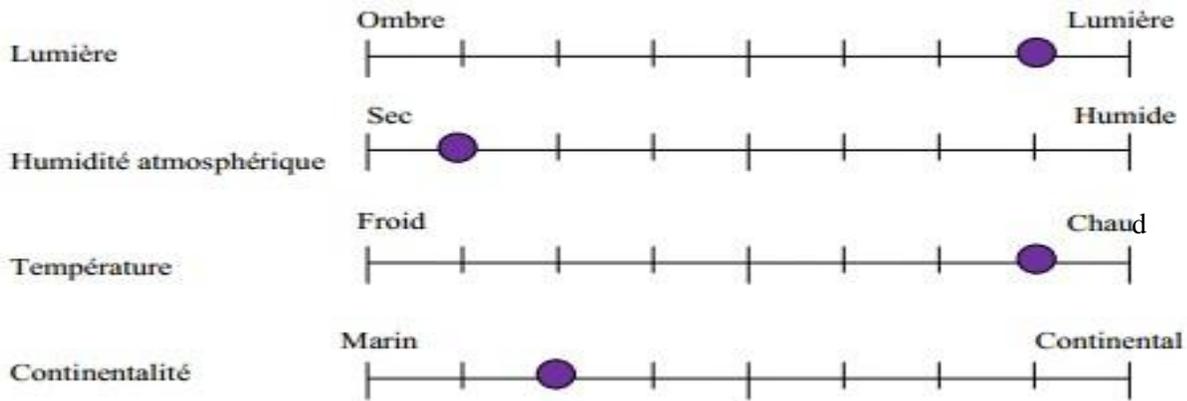


Figure 6 : Optimum écologique : caractéristiques climatiques (5)

Le romarin est originaire du bassin méditerranéen, en Provence et en Corse. Il pousse spontanément dans le sud de l'Europe. Il est cultivé dans le monde entier et plus particulièrement dans les régions tempérées. Les principales régions de cultures sont : les pays méditerranéens comme le sud de la France, l'Espagne, le Portugal, le nord de l'Afrique ; l'Inde, les Antilles, le Mexique, l'Afrique du Sud, le Groupement des Etats Indépendants (Crimée), les Etats-Unis, les Philippines et l'Australie. La production mondiale de romarin était de 350 à 400 tonnes en 2004.

Pour Madagascar, le romarin est toujours vert. Il mesure entre 50 à environ 150 cm de hauteur. Et il pousse généralement dans les Hautes Terres Centrales.

VIII. But de la culture et usage du romarin :

Le romarin est cultivé comme plante ornementale, il est aussi très aromatique et a de nombreuses vertus médicinales. Sa culture permet d'exploiter ces différents avantages.

Les feuilles séchées peuvent être utilisées en tant que condiment et rentrent dans la composition des thés et infusions.

En cuisine, le romarin est utilisé en tant qu'épice car effectivement il a des propriétés apéritives et digestives. Les feuilles peuvent être utilisées fraîches ou séchées.

Il permet de fabriquer des huiles essentielles ; et cela pourra aider à concevoir des produits cosmétiques comme des parfums, des savons, des crèmes, des tonifiants de cheveux, des shampooing et d'autres préparations. Il sert aussi à produire des antioxydants naturels et à être utilisé en aromathérapie. En effet, le camphre (bornéone) contenu dans l'huile essentielle de romarin possède une action neuromusculaire qui permet de lutter contre les contractures musculaires douloureuses comme les torticolis ; il est aussi un stimulant du système nerveux central par augmentation de la circulation sanguine. Les autres éléments comme le 1,8 cinéole (eucalyptol) et le limonène sont efficaces contre les encombrements bronchiques. D'autres composés font diminuer localement les douleurs articulaires et musculaires (antalgique). Certains font diminuer les risques de rhumes et de bronchites en fluidifiant le mucus des voies respiratoires. Les huiles essentielles de romarin ont aussi des propriétés secondaires comme insecticide, anti-inflammatoire, antiparasitaire, anti-infectieux (7) (8) (10) (3) (11) (12) (13)

CHAPITRE II : LES HUILES ESSENTIELLES

I. Historique sur les huiles essentielles :

Les huiles essentielles ont depuis toujours fait partie de notre vie lors des différents rites et cérémonies ainsi que dans la vie quotidienne.

Il y a 7000 ans avant notre ère, en Inde, les eaux aromatiques étaient utilisées pour traiter le corps et l'esprit mais aussi au cours des sacrifices religieux.

3000 ans avant notre ère, les plantes aromatiques ont été utilisées à des fins thérapeutiques par les égyptiens ainsi que pour des pratiques magiques et religieuses. Ces plantes étaient locales mais sont aussi importées de l'Extrême Orient et de l'Éthiopie.

Vers 1500 avant J.C, une utilisation proche de l'aromathérapie moderne était mise en évidence par des écrits d'Imhotep.

Autour de l'an 1000 avant J.C, les premières distillations apparaissent en Perse.

Les grands utilisateurs de parfums et d'onguents étaient les Romains et les Grecs. Alors vers 1200 ans après J.C, l'alambic était utilisé par les Arabes de façon généralisée pour préparer des huiles essentielles et des eaux aromatiques.

La fabrication des eaux florales s'est beaucoup développée à la fin du XVI^{ème} siècle. A cette époque, on employait les huiles essentielles pour traiter les malades mais aussi pour se parfumer afin de masquer les odeurs corporelles. (8) (9)

II. Définitions :

II.1. Une huile essentielle :

La définition de l'huile essentielle varie selon :

- La Pharmacopée européenne :

Une huile essentielle est « *un produit odorant, généralement de composition complexe, obtenu à partir d'une matière première végétale botaniquement définie, soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par distillation sèche, soit par un procédé mécanique approprié sans chauffage. Une huile essentielle est le plus souvent séparée de la phase aqueuse par un procédé physique n'entraînant pas de changement significatif de sa composition* ».

- La Pharmacopée française 11^{ème} édition :

« *Les huiles essentielles médicales sont des huiles essentielles au sens de la Pharmacopée européenne, possédant des propriétés médicamenteuses.*

Des huiles essentielles ayant des propriétés médicamenteuses peuvent avoir d'autres usages, notamment alimentaires, cosmétiques, biocides, ... »

- La norme AFNOR NT 75 – 006

« *Une huile essentielle est un produit obtenu à partir d'une matière première végétale, soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par des procédés mécaniques à partir de l'épicarpe des Citrus, soit par distillation sèche* ».

- Selon la Pharmacopée européenne encore :

- « *Une huile essentielle déterpénée est une huile essentielle privée, partiellement ou totalement des hydrocarbures monoterpéniques.*
- *Une huile essentielle déterpénée et désesquiterpénée est une huile essentielle privée, partiellement ou totalement, des hydrocarbures mono- et sesquiterpéniques.*
- *Une huile essentielle rectifiée est une huile essentielle qui a subi une distillation fractionnée dans le but de supprimer certains constituants ou d'en modifier la teneur.*
- *Une huile essentielle privée de « x » est une huile essentielle qui a subi une séparation complète d'un ou plusieurs constituants. »*

II.2. Une essence :

Une essence est différente d'une huile essentielle ; il s'agit d'une substance aromatique sécrétée par les organes producteurs de la plante. Mais ce terme n'est employé que pour certaines plantes comme celles contenant des citrals (citron, mandarine, orange, ...) avec des principes trop lourds pour être entraînés par la vapeur d'eau utilisée lors de la distillation des huiles essentielles.

L'essence et l'huile essentielle sont deux substances différentes en nature et en composition puisque l'huile essentielle subit des modifications biochimiques au cours de sa distillation.

On peut alors considérer que l'huile essentielle est une essence distillée. (8) (6)

III. Propriétés des huiles essentielles :(8) (6) (7)

III.1. Caractéristiques organoleptiques :

A température ambiante, les huiles essentielles sont liquides en générale. Mais il existe des exceptions comme par exemples : l'huile essentielle de myrrhe (*Commiphora myrrha*) est visqueuse, elle peut être solide comme pour le cèdre de Virginie (*Juniperus virginiana*).

Elles sont très odorantes.

La couleur des huiles essentielles varie beaucoup. La plupart ont une couleur jaunâtre ou incolore mais elles foncent au court de leur vieillissement. De ce fait, la couleur peut aller de jaune vert au brun rouge. Elles peuvent changer de couleur par exposition à l'air.

III.2. Caractéristiques physiques :

La volatilité :

La dénomination d'huile prête parfois confusion, les huiles essentielles sont des substances volatiles et non des corps gras. La chaleur fait augmenter leur volatilité. Cela les rend entraînés à la vapeur et

particulièrement odorantes. Cette propriété de volatilité est très liée à la composition chimique, par exemple les monoterpènes sont beaucoup plus volatiles que les sesquiterpènes.

La solubilité :

Ces huiles sont solubles dans de l'alcool ou dans un corps gras ainsi que dans les solvants organiques. Cependant, elles sont insolubles dans de l'eau car les huiles essentielles sont des substances lipophiles.

La densité :

Leur densité est pour la plupart inférieure à celle de l'eau ($d < 1$) et varie en fonction de leur composition chimique. Cependant certaines huiles essentielles ont une densité très supérieure à l'eau comme celle de gaulthérie couchée (*Gaultheria procumbens L.* : 1,1807) ou de l'oignon (*Allium cepa L.* : 1,54 à 1,58). Elle est sans dimension et peut être déterminée par la relation suivante :

$$d = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0}$$

Avec : m_0 : masse du pycnomètre vide

m_1 : masse du pycnomètre rempli d'eau distillée

m_2 : masse du pycnomètre rempli d'huile essentielle.

C'est la densité de l'huile essentielle à 20 °C par rapport à l'eau à 20 °C.

Indice de réfraction :

L'indice de réfraction est déterminé à l'aide d'un réfractomètre.

C'est le rapport entre le sinus de l'angle d'incidence et le sinus de l'angle de réfraction d'un rayonnement lumineux de longueur d'onde déterminé, passant de l'air dans l'huile essentielle maintenue à une

température constante. Les radiations D1 et D2 du spectre de sodium correspondent à $\lambda = (589,3 + 0,3)$ nm. La température de référence (de réfraction) est de 20 °C sauf pour les autres huiles essentielles qui ne sont pas en état liquide à cette température.

III.3. Caractéristiques chimiques :

Indice d'acide : I.A

C'est le nombre en milligramme de KOH (hydroxyde de potassium) nécessaire à la neutralisation des acides contenus libres contenus dans 1 g d'huile essentielle.

On peut le calculer grâce à la formule suivante :

$$I.A = \frac{5,61}{m} V$$

Avec m : masse de l'huile essentielle en g

V : volume de la solution de KOH en ml.

Indice d'ester : I.E

C'est le nombre en milligramme de KOH nécessaire à la neutralisation des acides libérés par l'hydrolyse des esters contenus dans 1 g d'huile essentielle.

Il est donné par la formule suivante (pour HE non neutralisé) :

$$I.E = \frac{28,5}{m} * (V0 - V1) - I.A$$

Avec m : prise d'essai en mg

V0 : volume d'acide chloridrique utilisé à l'essai à blanc

V1 : volume d'acide chloridrique utilisé pour la détermination

I.A : indice d'acide

IV. Compositions chimiques des huiles essentielles :

Les propriétés des huiles essentielles sont étroitement liées avec leur composition chimique. Des mélanges complexes organiques y sont les principaux composants. Ces composés ont des structures et des fonctions chimiques très diversifiées.

Cependant, l'ensemble de ces composés peut être classé en deux grands groupes :

- Les composés oxygénés (alcools, cétones, aldéhydes), il y a aussi les autres composés qu'on considère comme des substances aromatiques de type phénylpropanoïde.
- Les hydrocarbures terpéniques. (11)

V. Méthodes d'extraction d'huile essentielle :

Il y a plusieurs techniques d'obtention d'huile essentielle et l'utilisation de l'une de ces méthodes dépend de la partie de la plante utilisée pour l'extraction.

Les huiles essentielles peuvent être obtenues par différentes parties de la plante.

Il convient alors d'opter pour une technique d'extraction bien adaptée pour son obtention, une fois que la matière première végétale est identifiée.

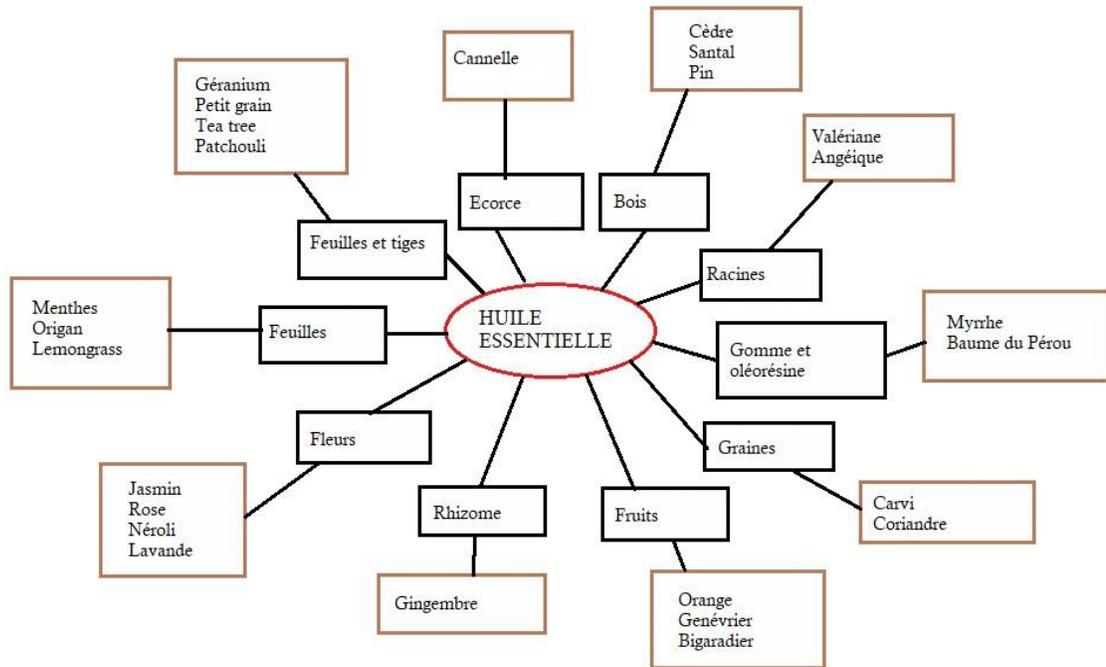


Figure 7 : exemples d’huiles essentielles issues de différentes parties de plantes.

Les techniques d’extractions principalement utilisés sont : l’expression à froid et l’entraînement par vapeur d’eau. Mais certes, la neuvième édition de la Pharmacopée européenne qu’on peut obtenir des huiles essentielles par :

- L’expression à froid ou procédé mécanique sans chauffage
- L’hydrodistillation
- L’entraînement par vapeur d’eau

Cependant, d’autres techniques destinées à des fins autres que le domaine de la santé existent. Donc une multitude de différents extraits peuvent être réalisés à partir d’une même matière première végétale, parmi lesquels on a les huiles essentielles.

V.1. L'expression à froid :

La troisième méthode d'extraction de la "Pharmacopée européenne, la « Procédé mécanique sans chauffage », correspond à l'expression à froid.

Cette méthode est seulement faite pour extraire les huiles essentielles à partir de fruits frais dans le genre du *Citrus*.

Le terme « expression à froid » regroupe tous les processus qui permettent d'extraire les huiles essentielles des fruits des agrumes par des moyens mécaniques et sans chauffage. On choisit cette méthode en raison de la fragilité des essences de ces fruits ainsi que leur sensibilité à la chaleur.

C'est la seule méthode qui n'entraîne pas de modification biochimique du produit obtenu. Cela implique qu'elle est la seule à permettre d'avoir une huile essentielle de qualité satisfaisante.

Cette méthode consiste à faire des abrasions des zestes de fruit pour que l'essence contenue dans les sacs oléifères qui tapissent dans l'écorce du fruit, s'écoule vers l'extérieur les récupérer. Pour cette méthode, il y va de simple dilacération du zeste de fruit au broyage intégrale de la peau.

V.2. L'hydrodistillation :

L'hydrodistillation, ou la distillation à la vapeur est une technique d'extraction connue depuis l'antiquité. Elle figure parmi les méthodes d'extraction appelées conventionnelles. C'est une des méthodes les plus simples. Ses premières traces ont été détectées il y a 5000 ans dans la vallée de l'Indus, pour être ensuite transmise par les arabes et perfectionner par les industriels de Grasse (Alpes-Maritimes).

Cette méthode a pour principe général les étapes suivantes :

- Placer dans un alambic une suspension de matières végétales dans l'eau (submerger dans l'eau).
- Chauffer ensuite l'alambic jusqu'à ébullition de façon à ce que la vapeur d'eau entraîne les substances volatiles de la plante.

- La vapeur est récupérée et ensuite condensée après un passage dans un serpentin de refroidissement. La solution liquide ainsi reprise est un mélange non miscible et cela permet la séparation par la gravité car l'huile essentielle se trouve au-dessus de l'eau. (Séparation par décantation)

La plante est en contact directe avec l'eau bouillante. L'éclatement des cellules de la matière végétale entraîne la libération des molécules contenues, et cela par la chaleur qui s'applique sur la plante. La température d'ébullition des molécules aromatiques à eux seules est souvent très élevée.

Cependant, comme la matière végétale est immergée dans l'eau, la température d'ébullition est proche de 100°C. Cette méthode permet la limitation du chauffage sur la matière première.

La durée d'extraction varie d'une plante à une autre, pouvant atteindre plusieurs heures, influençant ainsi le rendement et également la composition finale de l'huile essentielle. Les essences contenant des composés lourds ont besoin d'un long moment de chauffage pour permettre une extraction satisfaisante.

Outre sa simplicité de mise en œuvre, cette technique présente plusieurs avantages, et son faible coût en fait une méthode d'intérêt. On peut aussi appliquer un brassage à la matière végétale en suspension dans l'eau, cela permet une pénétration de l'eau en son cœur, là où dans d'autres méthodes, la vapeur d'eau ne peut pénétrer.

Cependant, quelques inconvénients font que cette méthode soit peu à peu remplacée par d'autres. En effet, elle ne s'applique qu'à une petite échelle que d'autres techniques. Elle est aussi beaucoup plus lente que l'extraction à la vapeur et a besoin de plus d'apport d'énergie. Comme la matière végétale baigne complètement dans l'eau à température élevée, certaines substances ne sont pas extraites et d'autres subissent certaines transformations. Les phénols, par exemple, se dissolvent en partie dans l'eau dans l'alambic et ne sont pas extraits. Les aldéhydes et les hydrocarbures monoterpéniques acycliques sont souvent polymérisés et les esters s'hydrolysent en partie.

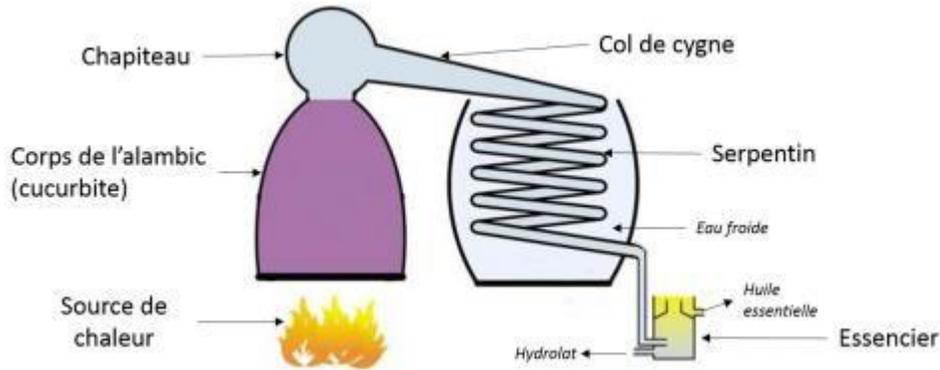


Figure 8 : Principe de l'hydrodistillation. (7)

V.3. L'entraînement par vapeur d'eau :

L'entraînement à la vapeur d'eau est un perfectionnement plus récent de l'hydrodistillation. Contrairement à cette dernière, lors de l'entraînement à la vapeur, la matière végétale n'est pas en contact directe avec l'eau.

Cette méthode consiste à placer la matière végétale (broyée ou entière) dans un alambic. De la vapeur d'eau est ensuite introduite à la base de cet alambic, vapeur qui est séparément produite dans une chaudière. La vapeur traverse la plante et remonte l'alambic. Tout comme avec l'hydrodistillation, après l'éclatement des cellules et la formation d'un mélange azéotrope, on la récupère en haut de la cuve et on fait condenser. La séparation de l'huile et de l'hydrolat se fait par décantation, car le mélange n'est pas miscible.

Par rapport à l'hydrodistillation, cette méthode préserve la qualité de l'essence car la plante ne macère pas dans l'eau. Cela limite les phénomènes d'hydrolyse ainsi que la solubilisation des substances hydrosolubles, elles sont ainsi mieux extraites. La dégradation par rapport à la chaleur est aussi mieux maîtrisée parce que la génération de vapeur se fait dans une chaudière externe, cela permet aussi de contrôler la qualité, la pression et même la température durant l'extraction. Elle réduit également le temps d'extraction ainsi que l'apport énergétique nécessaire. Et généralement, elle permet de faire une extraction à grande échelle.

Par contre, le coût de son installation à sa mise en œuvre est bien plus important que celui de l'hydrodistillation. De ce fait, il y a un problème d'accessibilité du matériel dans les zones pauvres ou particulièrement reculées.

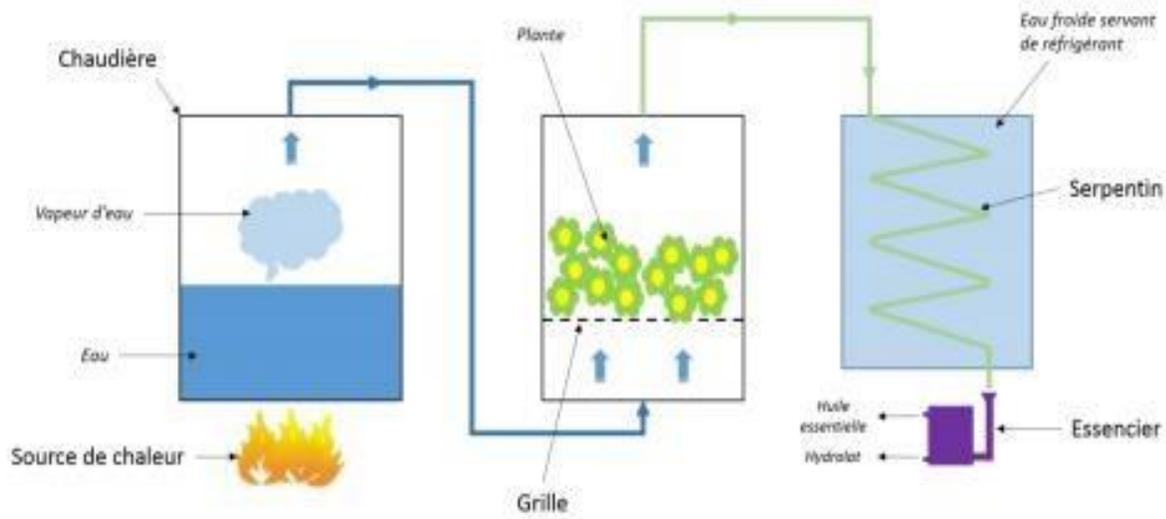


Figure 9 : Une installation d'entraînement à la vapeur. (6)

- ✚ L'hydrodiffusion ou percolation : est une variante de l'entraînement à vapeur. Le flux de vapeur traverse la plante à partir du haut de la cuve et sera récupéré à la base. Cette méthode économise plus de temps et d'énergie parce qu'elle consomme moins de vapeur. Par ce procédé, il est possible d'avoir des composés non volatils qui n'auraient pas été extraits par d'autres méthodes dans l'huile essentielle. Ainsi, on ne parle pas d'huile essentielle dans ce cas mais « d'essence de percolation ». Cependant, elle est plus coûteuse à employer et n'est utilisée que pour quelques matières premières fragiles dont les huiles essentielles ont un prix élevé.
- ✚ La vapo-hydrodistillation : est une variante qui rassemble à la fois l'hydrodistillation et l'entraînement à la vapeur. La matière végétale et l'eau se trouvent dans le même alambic mais elles ne sont pas mélangées. La plante est posée sur une grille de séparation au-dessus de l'eau. Le chauffage de la cuve entraîne l'ébullition de l'eau, crée ainsi la vapeur et traverse la plante pour enfin être condensée et récupérée dans l'essencier.

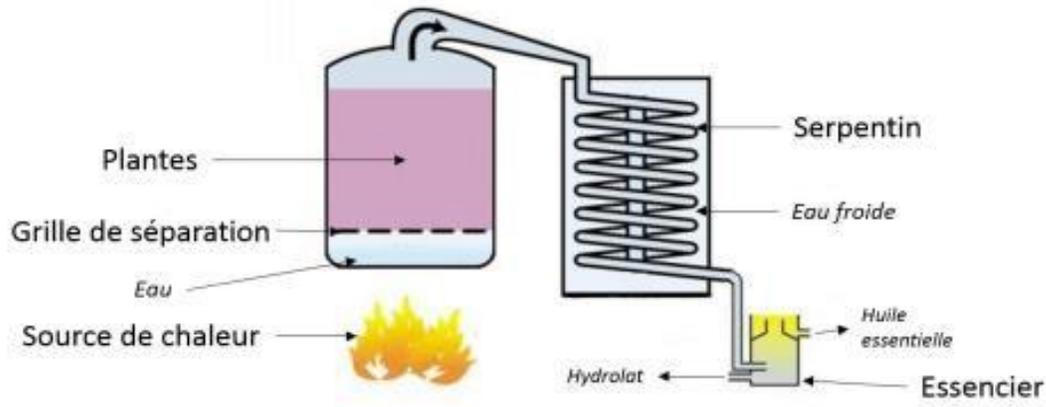


Figure 10 : Une installation de vapo-hydrodistillation (7)

V.4. Autres méthodes d'extraction :

La distillation sèche :

On ne retrouve que peu de documents qui se rapportent à cette méthode mais la distillation sèche est une technique d'extraction reconnue par la pharmacopée européenne. Elle est très peu utilisée et consiste à chauffer doucement la matière première sans eau ni solvant organique. Les composés volatiles sont condensés et récupérés.

Les phénomènes de dénaturation liés au chauffage sont limités car la température est inférieure à 100°C. Certaines substances volatiles sont préservées de l'hydrolyse car il n'y a pas d'eau durant l'extraction. De ce fait, l'huile essentielle obtenue est de grande qualité et assez fidèle à l'essence présente dans la plante. Elle convient alors aux matières premières qui sont particulièrement fragiles mais elle a un rendement très faible.

1. Extraction par les graisses chaudes et enfleurage :

L'enfleurage était principalement utilisé dans la région de Grasse (Alpes-Maritimes) jusque dans les années 1930. C'est une technique ancienne d'extraction des parfums des fleurs.

L'enfleurage est une extraction à froid par la graisse. Cette dernière est étalée sur une surface plate, puis on y dépose ensuite les fleurs une à une. La graisse fixe alors le parfum grâce à son grand pouvoir d'absorption. On remplace successivement les fleurs jusqu'à la saturation de la graisse. Après la récupération de la graisse, on forme ensuite une « pommade ». On fait subir des traitements successifs d'alcool à la pommade, cela permettra de passer progressivement les substances odorantes de la graisse vers l'alcool. Et ce dernier sera éliminé pour donner l'absolu d'enfleurage. Elle n'est donc pas une technique d'obtention d'huiles essentielles mais plutôt utilisée dans le domaine de la parfumerie. Elle est surtout intéressante pour les fleurs qui dégagent encore leur parfum après la cueillette.

2. Extraction par les solvants :

Le principe de cette méthode est d'extraire des essences grâce à des solvants volatils. Pour ce faire, la matière végétale doit se faire traverser par le solvant. On élimine ensuite le solvant par évaporation car sa température d'ébullition est inférieure à celle de l'huile essentielle. On obtient alors des concrètes des feuilles ou des matières premières utilisées. Les produits obtenus contiennent des cires et des corps gras à cette étape. On fait alors une série de lavages avec de l'alcool comme solvant puisque la cire et les corps gras de la concrète sont insolubles dans ce dernier. Et cela se fait pendant quelques jours. De ce fait, il ne restera plus qu'à évaporer l'alcool pour avoir des absolues.

Ces solvants peuvent s'agir de gaz, hexane, éthers de pétrole, huile.... Le solvant idéal doit répondre à ces quelques critères :

- Ayant une température d'ébullition basse, pour permettre une élimination simple.
- Etant moins coûteux
- Etant sélectif : extraire les molécules aromatiques et non les molécules indésirables comme les pigments.
- Etant chimiquement inerte vis-à-vis des substances à extraire.
- Ne présentant pas de contre-indication dans les domaines d'application de l'extrait obtenu.
- N'étant pas inflammable.
- Présentant la plus faible toxicité possible.

- N'étant pas miscible à l'eau, cela rendrait la purification de l'extrait plus délicate. Cependant, aucun solvant ne peut remplir la totalité de ces conditions mais le plus souvent utilisé est l'hexane.

L'extraction par solvant a tout son intérêt dans ses pouvoirs d'extractions de parfums très supérieur à celui de l'eau.

Par contre, cette méthode un grand risque pour ceux qui l'utilise. En effet, les solvants organiques sont toxiques et inflammables. Ainsi la qualité des produits obtenus n'est pas faite pour un usage thérapeutique car des traces de solvant peuvent encore y rester. De ce fait, cette n'est pas admise par la Pharmacopée européenne.

3. L'extraction par CO₂ supercritique :

La technique d'extraction par CO₂ supercritique est une variante particulière de l'extraction par solvant, qui est apparue dans les années 1980. Elle fait partie de ce qu'on appelle technique d'extraction innovante. En effet, au-delà de son point critique (pression de 73,8 bars et température 31,1°C), le CO₂ se trouve dans un état intermédiaire entre le liquide et le gaz. Cela lui confère un important d'extraction des molécules aromatiques.

Le CO₂, se trouvant à température et pression souhaitées, traverse la matière végétale où elle tire et volatilise les molécules aromatiques. Au moment où le mélange passe dans le séparateur, le CO₂ se détend et se vaporise, il est alors recyclé ou éliminé. Après condensation, l'extrait est récupéré.

Cette méthode a plusieurs avantages et est encore en plein développement. En effet, le CO₂ répond à de nombreux critères évoqués plus haut relatifs au solvant « idéal ». Il est naturel, chimiquement inerte, ininflammable, peu toxique, sélectif, relativement peu coûteux car abondant et son élimination se fait facilement sans le moindre résidu. En plus, il n'y a pas de risque de transformations chimiques de l'extrait car l'extraction se fait sans eau et la température est moins élevée. Cela rend cette technique encore plus attractive. Elle est utilisée pour des productions à échelle industrielle.

Cependant, l'installation est coûteuse à cause de sa complexité et cela le rend inaccessible aux petits producteurs. D'autant plus qu'il faut une bonne maîtrise technique pour sa mise en œuvre.

Elle consomme aussi beaucoup d'énergie et cela rend le coût des produits encore plus élevé.

4. Autres méthodes innovantes :

Il existe aussi d'autres méthodes innovantes qu'on va juste citer comme l'extraction par ultrasons, par Détente Eclair (Flash-Détente), Détente Instantanée Contrôlée, hydrodistillation assistée par micro-ondes. Ces techniques répondent à plusieurs exigences actuelles en termes de durabilité, de répétabilité et de respect de l'environnement, de vitesse et d'automatisation. (9) (6) (1) (13)

VI. Usages des huiles essentielles :

L'utilisation des huiles essentielles est différente pour chaque plante dont elles proviennent et plus important de la partie de la plante dont elles ont été extraites.

- Pour une action sur le système nerveux, les essences venant des racines sont plus efficaces.
- Les essences extraites des graines et des fleurs sont plus susceptibles de guérir l'ensemble du système digestif.
- Les essences issues des feuilles sont plus reconnues pour leurs bienfaits sur le système cardiaque et respiratoire.

VI.1. Usages agroalimentaires :

Les huiles essentielles possèdent différents composés chimiques. Ils peuvent être utilisés comme aromatisants naturels, conservateurs naturels d'aliments à cause de certains composés ayant des propriétés antimicrobiennes et antioxydantes.

VI.2. Usages en aromathérapie :

Les huiles essentielles peuvent être administrées sous différentes formes et par différentes voies, que ce soit par voie interne ou externe. L'aromathérapie propose des solutions alternatives face aux problèmes connus par la médecine courante. Comme les microbes deviennent de plus en plus résistants aux structures moléculaires de synthèse des antibiotiques, ils se heurtent plus difficilement à l'infinie diversité et à la complexité des HE.

VI.3. Usages en cosmétiques :

Certaines HE ont des vertus exploitables en cosmétiques. De plus, c'est le débouché principal des huiles essentielles. A partir de ces essences, on peut fabriquer des lotions, crèmes, shampoings, rouges à lèvres, parfums, savons cosmétiques et beaucoup d'autres encore. (12) (14)

VII. La chromatographie et les huiles essentielles :

VII.1. Principe et définition de la chromatographie :

Il existe plusieurs méthodes analytiques qui rendent possible l'étude de la composition chimique d'un échantillon. La chromatographie s'est imposée comme méthode de référence dans l'étude des huiles essentielles ; il y a la chromatographie sur couche mince, la chromatographie sur colonne et enfin la chromatographie en phase gazeuse. La chromatographie en phase gazeuse s'avère être le type de chromatographie le plus adapté à l'analyse des huiles essentielles.

Par définition, la chromatographie est une méthode physique qui a pour but de séparer un mélange en ses différents constituants. La séparation a alors pour principe de répartir des composés sur deux phases : la phase stationnaire ou fixe et la phase mobile.

VII.2. La chromatographie en couche mince (CCM) :

La CCM est une méthode analytique qui complète la CPG, ce qui la rend plus intéressante est sa simplicité et sa modulabilité. Cette méthode autorise une analyse sans chauffage et permettra d'éviter les éventuelles dégradations qu'il pourra causer.

Le support utilisé durant ce procédé est une plaque en verre ou en aluminium sur laquelle on dépose une fine couche d'absorbant. Ce dernier jouera le rôle de phase stationnaire et sur laquelle on déposera l'échantillon. Le solvant (phase mobile) immergera la partie inférieure de la plaque et remontera par capillarité le long de la plaque entraînant ainsi les constituants de l'échantillon à vitesses inégales. Après séchage, le traitement de la plaque par un révélateur permettra de mettre en évidence les composés séparés et formeront de petites tâches visibles (aux UV ou à la lumière naturelle). On pourra ainsi réaliser une analyse qualitative à l'œil nu.

L'avantage de la CCM réside dans sa possession de grand nombre de révélateurs qui peut lui être appliqués, cela permettra de mettre en évidence un très grand nombre de produits dans l'échantillon.

VII.3. La chromatographie en phase gazeuse (CPG) :

La CPG est une technique permettant de séparer les composés d'un mélange. Principalement, elle s'applique aux composés susceptibles d'être volatilisés par chauffage sans décomposition. Elle permet l'examen de mélanges pouvant être très complexes et dont les constituants diffèrent tant par leur nature que par leur volatilité. Cela lui rend à être la méthode de prédilection pour l'analyse des constituants volatils dans les extraits aromatiques. Pour la CPG, la phase mobile est gazeuse.

Pour faire simple, le principe du déroulement de la CPG est la suivante :

Le mélange à analyser est vaporisé à l'entrée de la colonne. La phase stationnaire dans la colonne peut être solide ou liquide. Le mélange est transporté à travers celle-ci à l'aide d'un gaz porteur (ou gaz vecteur). Les différentes molécules du mélange se séparent et sortent de la colonne les unes après les autres après un certain laps de temps dépendant de l'affinité de la phase stationnaire avec ces molécules. A la sortie de la colonne, les composés rencontrent un élément essentiel - le détecteur. Il évalue en continu la quantité de chacun des constituants séparés au sein du gaz porteur grâce à la mesure de différentes propriétés physiques du mélange gazeux et envoie un signal électronique vers un enregistreur. **(6) (13)**

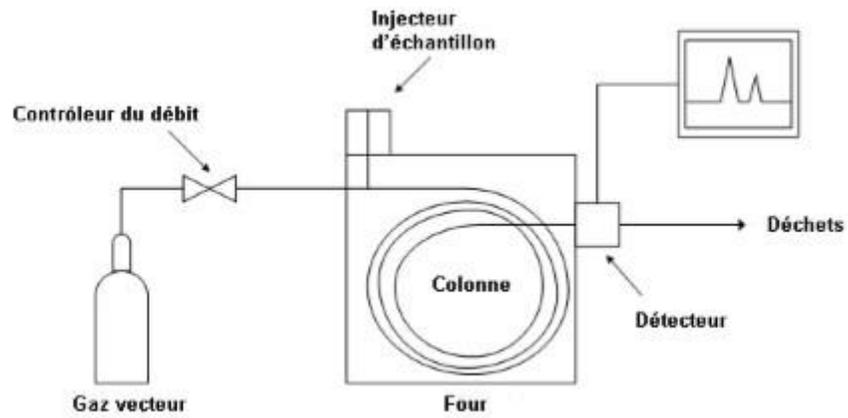


Figure 11 : Schéma simplifié de la CPG (6)

CHAPITRE III : LES HUILES ESSENTIELLES DE ROMARIN

Dans ce chapitre, on parlera surtout des résultats des travaux antérieurs sur les huiles essentielles de romarin.

I. Caractéristiques de l'huile essentielle de romarin :

Les résultats suivants sont la synthèse de plusieurs travaux ainsi que des normes ISO, AFNOR et de la Pharmacopée européenne.

1. Caractéristiques organoleptiques :

Tableau 4 : caractéristiques organoleptiques des huiles essentielles de romarin (5)

Aspect	Liquide mobile, limpide
Couleur	Incolore à jaune pâle ou jaune verdâtre
Odeur	Caractéristique : agreste (champêtre), cinéolée, plus ou moins camphrée

2. Caractéristiques physiques :

Tableau 5 : caractéristiques physiques des huiles essentielles de romarin (5)

Chémotypes	Type Maroc et Tunisie	Type Espagne
Caractéristiques	(1,8 cinéole)	(Camphre)
Densité	0,907 à 0,920	0,892 à 0,910
Indice de réfraction	1,4640 à 1,4700	1,4640 à 1,4720

3. Caractéristiques chimiques :

Tableau 6 : caractéristiques chimiques des huiles essentielles de romarin (13)

Chémotypes Caractéristiques	Type Maroc et Tunisie (1,8 cinéole)	Type Espagne (Camphre)
Indice d'acide I.A	1,0	1,0
Indice d'ester I.E	2 à 15	2 à 15

II. Les chémotypes d'huile essentielles de romarin :

Les chimiotypes ou chémotypes (CT) sont différents selon l'origine géographique du Romarin. Il existe 3 principaux chémotypes d'huile essentielle de romarin :

- *Rosmarinus officinalis camphoriferum*, où le camphre prédomine (CT camphre) ; c'est le cas des romarins originaires de Provence et d'Espagne.
- *Rosmarinus officinalis cineoliferum*, c'est le cas des romarins provenant du Maroc et de Tunisie ; c'est le 1,8 cinéole qui est prédominant (CT 1,8 cinéole).
- *Rosmarinus officinalis verbenoniferum*, la verbénone et l'acétate de bornyle sont majoritaire (CT verbénone), c'est le cas des romarins cultivés en Corse.

Le rendement de l'extraction varie selon les chémotypes. Mais en général, il varie entre 0,5 à 0,8 % sur la plante sèche fraîche et de 1,5 à 2 % sur la plante sèche. Le rendement de la production d'HE à 1,8 cinéole est de 1,5 à 3%. (14) (10) (4)

Tableau 7 : Synthèse de la composition chimique des chémotypes d'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis*. (5)

Molécules	CT 1,8 cinéole	CT camphre	CT verbénone
1,8 cinéole	38 – 55	16 – 25	9,53
Camphre	5 – 15	13 – 21	7,17
Alpha-pinène	9 – 14	18 – 26	27,3
Bornéol	1,5 – 5,0	2,0 – 4,5	4,96
Acétate de bornyle	0,1 – 1,5	0,5 – 2,5	12,52
Verbénone	<0,4	0,7 – 2,5	7,06
p-cymène	0,8 – 2,5	1,0 – 2,2	1,52
Myrcène	1 – 2	1,5 – 5	2,29
Camphène	2,5 – 6	8 – 12	7,91
Limonène	1,5 – 4	2,5 – 5	3,96
Beta-pinène	4 – 9	2 – 6	2,53
Alpha-terpinéol	1,0 – 2,6	1,0 – 3,5	1,40

PARTIE II :
ETUDE
EXPERIMENTALE

CHAPITRE IV : EXTRACTION DE L'HUILE ESSENTIELLE DE ROMARIN

I. Matériels utilisés :

Pour parvenir à extraire l'huile essentielle de romarin, nous avons besoin de quelques matériels.

1. Matériel végétal :

L'objet de cette étude est le romarin donc durant l'expérience on utilisera les feuilles de romarin.

Les romarins proviennent d'Ambohimambola - Antananarivo et ont été cueillis le 16 novembre 2020.

Avant l'extraction, les feuilles ont été séparées de leur tiges et sont pesées sans être lavées.

2. Matériels de laboratoire :

Durant l'expérience, on a utilisé les matériels suivants :

- Un hydrodistillateur comprenant : un chauffe ballon, un ballon de 6 litres, un réfrigérant à boule, un essencier de type Clevenger.
- Un réactif : eau du robinet
- Un bécher
- Une seringue
- Une balance analytique
- Une balance de précision.

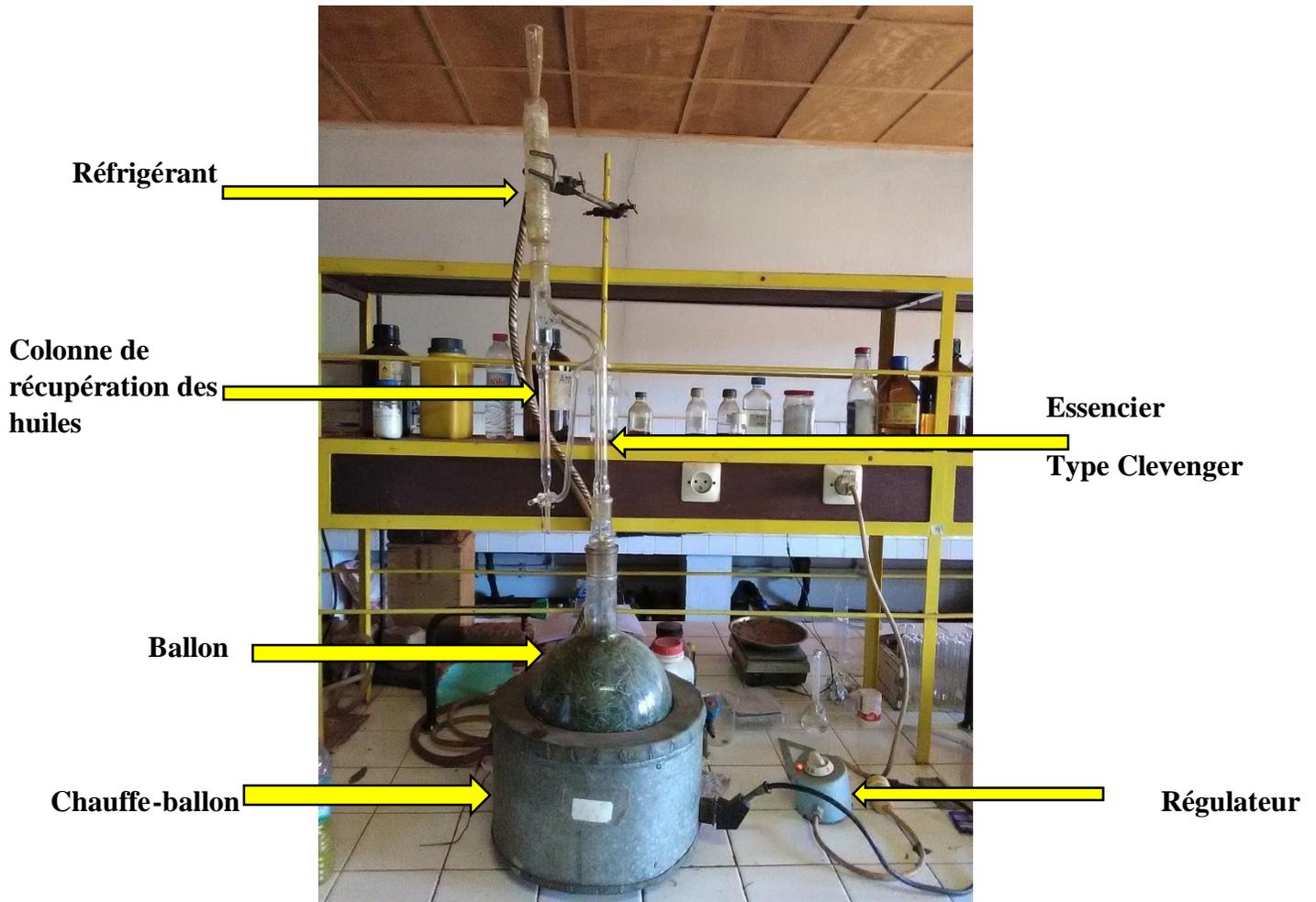


Figure 12 : une installation d'hydrodistillation (essencier de type Clevenger) (Source : auteur)

II. La méthode utilisée :

Parmi les différentes méthodes d'extraction d'huile essentielle, pour cette expérience, on a choisi la méthode de l'hydrodistillation.

Mode opératoire :

- Prendre les feuilles de romarin.
- Les introduire dans un ballon en verre pyrex de 6 litres qui est préalablement taré.
- Y ajouter ensuite 3 litres d'eau.

- Installer l'essencier ensuite le réfrigérant.
- Faire circuler l'eau du réfrigérant et brancher le chauffe-ballon. - Régler le régulateur.
- A la fin, prélever l'essence de condensation en le versant dans un flacon.
- A l'aide d'une seringue, soutirer les gouttelettes d'eau se trouvant dans l'huile essentielle.
- Enfin, conserver l'huile essentielle dans un flacon opaque bien propre et sec, muni d'une étiquette et sa masse.

III. Extraction de l'huile essentielle de romarin :

On récolte d'abord les rameaux de feuilles de romarin.

On sépare ensuite les feuilles de la tige. Puis on les met dans le ballon en pyrex de 6 l.

On y ajoute ensuite 3 l d'eau, et on met l'ensemble à ébullition.

Le temps d'extraction commence à partir du moment où la première goutte d'huile arrive dans l'essencier.

La durée d'extraction est de 3 heures.

Après décantation, on peut observer dans l'essencier deux phases bien distinctes : l'huile essentielle qui surnage au-dessus de l'eau.



Figure 13 : rameaux et feuilles de romarin (Source : auteur)

IV. Rendement de l'extraction :

Le rendement de l'extraction est déterminé par l'expression suivante :

$$n\% = \frac{m_{HE}}{m_{mat. veg}} * 100$$

Avec $n\%$: rendement de l'extraction en pourcentage m_{HE} :
masse de l'huile essentielle obtenue

$m_{mat. veg}$: masse de la matière première végétale utilisée

On a les données suivantes

Masse matière végétale ($m_{mat. veg}$) : 1307 g

Masse d'huile essentielle obtenue (m_{HE}) : 13,331 g

Après calcul, on a le rendement de l'extraction **$n\% = 1,019 \%$**

Interprétation :

D'après la bibliographie, on devrait s'attendre à avoir un rendement entre 0,5 à 0,8 %. Cependant, on a eu un rendement de 1,019 %. On peut croire que c'est à avoir avec le moment où on a cueilli les rameaux. Car le romarin est plus riche en essence durant et après sa floraison (qui a lieu entre le mois de janvier au mois de mai), or on a cueilli les rameaux en mois de novembre. Cela pourrait influencer le rendement de l'extraction. De plus, même si les rameaux étaient coupés durant la matinée avant l'extraction, on a pu remarquer qu'ils n'étaient plus trop frais et quelques feuilles qui se trouvaient à l'extrémité inférieure commençaient à jaunir.

CHAPITRE V : CARACTERISTIQUES DE L'HUILE ESSENTIELLE DE ROMARIN

Pour bien déterminer les caractéristiques de l'huile essentielle, on a eu recours à l'utilisation de quelques matériels.

I. Caractéristiques organoleptiques :

Aspect : liquide mobile limpide

Couleur : jaune pâle

Odeur : fraîche, agreste, caractéristique, plus ou moins camphrée.

II. Caractéristiques physiques:

1. Matériels et réactifs utilisés:

- Pycnomètre
- Réfractomètre d'ABBE
- Burette
- Balance de précision
- Fiole
- Eau distillée
- Ethanol 95%

2. Densité relative:

On calcule la densité relative avec un pycnomètre de 5 ml avec de l'eau distillée à 20 °C comme référence.

Mode opératoire :

On rince le pycnomètre avec de l'alcool 95° et on le laisse sécher, on le pèse pour avoir sa masse à vide m_0 .

On remplit ensuite le pycnomètre avec de l'eau distillée puis on le pèse pour obtenir la masse m_1 .

On refait la même opération mais en remplaçant cette fois-ci l'eau distillée par l'huile essentielle pour ainsi avoir la masse m_2 .

On a les données suivantes :

m_0 : 44,48 g m_1 : 8,21

g

m_2 : 7,45 g

Après calcul, on a trouvé la densité relative de l'huile essentielle de romarin

$$\boxed{D = 0,907}$$

3. Indice de réfraction :

Après avoir observé l'indice de réfraction de l'huile essentielle de romarin au réfractomètre, on a la valeur suivante

$$\boxed{i = 1,455}$$

Interprétation :

Les valeurs qu'on a pu avoir font parties des valeurs données dans la bibliographie.

CHAPITRE VI : ANALYSE CHROMATOGRAPHIQUE DE L'HUILE ESSENTIELLE DE ROMARIN

I. Condition opératoire et appareillage :

On a utilisé la méthode de CPG EMAG au laboratoire de contrôle de qualité du Département de Phytochimie et Contrôle Qualité de l'IMRA.

On a les conditions opératoires suivantes :

- CG : PE Clarus 580 avec Injecteur automatique
- Colonne : ELITE-WAX (30m x 0,32mm x 0.25 μ m) ; Four : 50 °C à 245 °C (5°C/min) - Détecteur : FID ;
Gaz vecteur : Hydrogène, pression 0,33 bar (4,8 psi)
- Injection : mode split (1/75) ; Intégration : pourcentage d'aire – seuil : 0,02%

II. Les composants chimiques identifiés dans l'huile essentielle de romarin :

Le tableau suivant indique les constituants présents dans l'huile essentielle de romarin lors de son analyse chromatographique.

Tableau 8 : Profil chromatographique de l'huile essentielle de romarin.

(Source : IMRA)

Nom des composés	Temps de rétention [min]	Aire [%]	RI (FAME)
tricyclène	2,702	0,06	516,4
a-pinène	2,826	30,53	530,4
a-fenchène	3,136	0,03	565,2
camphène	3,217	2,48	574,4
b-pinène	3,671	1,86	615,5

GENIE DES PROCEDES CHIMIQUES ET INDUSTRIELS

sabinène	3,843	0,03	627,3
NI	3,888	0,56	630,4

NI	3,973	0,05	636,3
NI	4,087	0,04	644,1
b-myrcène	4,459	1,46	669,6
a-terpinène	4,686	0,48	685,2
limonène	4,992	2,57	704,7
1,8-cinéole	5,181	20,37	714,4
g-terpinène	5,84	0,89	748,4
(E)-b-ocimène	6,001	0,03	756,7
p-cymène	6,306	0,61	772,4
terpinolène	6,568	0,69	785,9
NI	7,739	0,03	918,6
NI	8,836	0,04	941,4
NI	10,007	0,17	965,7
NI	10,75	0,06	981,2
citronellal	11,089	0,03	988,2
a-copaène	11,202	0,08	990,5
NI	11,554	0,42	997,8
camphre	11,697	2,31	1001,5
NI	12,075	0,1	1016,3
NI	12,415	0,62	1029,6
NI	12,726	0,06	1041,8
linalol	12,86	2,46	1047,1

GENIE DES PROCEDES CHIMIQUES ET INDUSTRIELS

NI	12,976	0,33	1051,6
NI	13,074	0,03	1055,4
NI	13,211	0,03	1060,8
acétate de bornyle	13,48	1,08	1071,3
NI	13,585	0,03	1075,5

b-caryophyllène	13,847	0,49	1085,7
terpinèn-4-ol	13,985	1,12	1091,1
aromadendrène	14,071	0,14	1094,5
NI	15,13	0,03	1136,6
NI	15,198	0,1	1139,3
NI	15,286	0,14	1142,8
NI	15,434	0,05	1148,7
a-humulène	15,551	0,12	1153,3
NI	15,669	0,29	1158,0
NI	15,793	0,53	1163,0
NI	16,014	0,09	1171,8
bornéol	16,174	13,8	1178,2
a-terpinéol	16,264	1,8	1181,8
verbénone	16,317	3,04	1183,9
NI	16,947	0,25	1209,4
géranial	17,002	0,12	1211,7
NI	17,083	0,14	1215,1
acétate de géranyle	17,817	0,21	1245,8
b-citronellol	18,015	0,33	1254,0
curcumène	18,173	0,13	1260,6

GENIE DES PROCÉDES CHIMIQUES ET INDUSTRIELS

NI	18,425	0,47	1271,2
NI	18,499	0,57	1274,3
nérol	18,729	0,05	1283,9
NI	19,231	0,08	1305,0
NI	19,366	0,18	1310,7
NI	19,451	0,22	1314,4
NI	19,694	0,05	1324,8
géraniol	19,811	4,27	1329,8
NI	21,032	0,06	1382,0
oxyde de caryophyllène	22,431	0,14	1443,0
méthyl eugénol	23,282	0,18	1480,3
eugénol	26,263	0,09	1621,3
NI	28,099	0,04	1713,2
NI	29,535	0,03	1784,4
NI	30,238	0,03	1820,6

TOTAL		100	

NI : non identifié

Interprétations :

On a trouvé 69 composants dans l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* L. dont 34 n'ont pas été identifiés et 35 identifiés.

On constate aussi que les composants majoritaires sont l' α -pinène (30,53%) et le 1,8 cinéole (20,37%). On peut alors en déduire que cette huile essentielle est chémotypé cinéole.

Les composants non identifiés représentent 5,92 % de l'huile essentielle.

III. Comparaison du résultat avec la norme :

Le tableau suivant indique la comparaison du résultat avec la norme NF ISO 1342 : 2001 pour les huiles essentielles de romarin.

Tableau 9 : comparaison avec la norme NF ISO 1342 : 2001

(Source : IMRA)

Composés	Teneurs relatives minimales et maximales (NF ISO 1342 : 2001) (%)		Teneurs relatives Types Madagascar (version juin 2014) (%)	
	Type Maroc et Tunisie	Type Espagne	Moyenne*	Lot analysé
A-pinène	9 à 14	18 à 26	36,4	30,5
Camphène	2,5 à 6	8 à 12	4,3	2,5
β-pinène	4 à 9	2 à 6	2,5	1,9
B_myrcène	1 à 2	2 à 5	1,7	1,5
Limonène	1,8 à 4	3 à 5	3	2,6
1,8 cinéole	38 à 55	16 à 25	20,4	20,4
p-cymène	0,8 à 2,2	1 à 2	0,9	0,6
Camphre	5 à 15	13 à 18,5	2,2	2,3
Acétate de bornyle	0,1 à 1,6	0,5 à 2,5	2,3	1,1
Verbénone	Non détectable à 0,4	0,4 à 2,5	4,9	3,0
Bornéol	1,5 à 5	2,5 à 5	3,9	13,8
A-terpinéol	1 à 2,6	1 à 2	4,6	1,8
géraniol	-	-	4,8	4,3

* : valeurs déjà trouvées au laboratoire donné à titre indicatif pour l'usage du client.

CONCLUSION GENERALE

Pour conclure, ce mémoire a permis de mettre en application les différentes connaissances acquises lors de la formation de ces trois dernières années, plus précisément les techniques d'analyses et aussi les techniques d'extraction d'huile essentielle. Les résultats trouvés lors de ce travail peuvent servir de bases de données sur la composition chimique de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* L. qui se trouve à Madagascar.

Ce travail avait pour but de trouver les constituants chimiques de l'huile essentielle de romarin et d'ainsi définir sa race chimique par l'analyse en chromatographie en phase gazeuse. On a alors découvert que :

- L'huile essentielle de romarin contient 69 composants chimiques dont 35 sont identifiés.
- Les constituants majoritaires de l'huile sont l' α -pinène et le 1,8 cinéole ; on peut alors dire que la race chimique ce dernier est alors du chémotype cinéole.
- Lors de l'extraction, on a eu un rendement de 1,019%

Cependant, il serait utile de continuer ce travail en utilisant d'autres méthodes d'extraction pour avoir un meilleur rendement et une meilleure qualité d'huile essentielle. On pourrait aussi exploiter les vertus de la plante en essayant de dériver l'huile essentielle obtenue en d'autres produits comme des baumes ou des produits cosmétiques par exemple.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **BOUSBIA, Nabil.** *Extraction des huiles essentielles riches en anti-oxydants à partir de produits naturels et de co-produits agroalimentaires.* 2011.
2. **Elalaoui, Chafai.** *Manuel de bonne pratique de collecte du Romarin "Rosmarinus officinalis L."*. 2014.
3. **HOEFLER, Claire.** *Contribution à l'étude pharmacologique des extraits de Rosmarinus officinalis L., et notamment des jeunes pousses: activités cholérétiques, anti-hépatotoxiques, anti-inflammatoires et diurétiques.* 1994.
4. **Amina, Berkane.** *La détermination de propriétés thermodynamiques de l'huile essentielle de Rosmarinus officinalis L.* 2015.
5. **NICOLAS, Jean-Pierre.** *Plantes médicinales du Nord de Madagascar, Ethnobotaniques anatakarana et informations scientifiques.* 2010.
6. **LEPLAT, Marion.** *Romarin, Rosmarinus officinalis L., une Lamiacée médicinale de la garrigue provençale.* 2017.
7. **DESCHEPPER, Robin.** *Variabilité de la composition des huiles essentielles et intérêt de la notion de chémotype en aromathérapie.* 2017.
10. **CHABERT, Géraldine.** *Myrtacées et aromathérapie.* 2013.
14. **Thomas, Di Pascoli.** *Le Romarin.* 2012.
15. **BOUTABIA, Lamia.** *Composition chimique et activité antibactérienne des huiles essentielles de Rosmarinus officinalis L. de la région Hammamet (Tebessa - Algérie).* 2016.
16. **Fehizoro, RABODOMANANTSOA Aina.** *Valorisation économique de la filière huile essentielle de Géranium Bourbon.* 2015.
17. **Zohra, Babouri.** *Application de l'huile essentielle de Romarin et son effet sur l'oxydation de l'huile de tournesol raffinée.* 2012.
18. **PENCHEV, Pecto Ivanov.** *Etude des procédés d'extraction et de purification de produits bioactifs à partir de plantes par couplage de techniques séparatives à basses et hautes pressions.* 2010.
19. **Joseph Casanova, Felix Tomi.** *Spécificité de l'huile essentielle de romarin spontanée de Corse et Sardaigne.* 2018.

REFERENCES WEBOGRAPHIQUES

8. [http// www.aromeya.com](http://www.aromeya.com). [En ligne] 2020. [Citation : 15 novembre 2020.]
9. [http// www.binette et cornichon.com](http://www.binette-et-cornichon.com). [En ligne] 2020. [Citation : 17 juillet 2020.]
11. [http //www.compagnie des sens.fr](http://www.compagnie-des-sens.fr) [En ligne] 2020. [Citation : 17 juillet 2020.]
12. [http//www.nature et jardin free.fr](http://www.nature-et-jardin-free.fr). [En ligne] 2020. [Citation : 17 juillet 2020.]
13. [http//www.plantearomatique.com](http://www.plantearomatique.com). [En ligne] 2020. [Citation : 17 juillet 2020.]
20. [http//www.asterale.com](http://www.asterale.com). [En ligne] 2020. [Citation : 17 juillet 2020.]
21. [http//www.consoglobe.com](http://www.consoglobe.com). [En ligne] 2020. [Citation : 17 juillet 2020.]
22. [http//www.dictissimo.fr](http://www.dictissimo.fr). [En ligne] 2020. [Citation : 17 juillet 2020.]
23. [http//www.mycosmetik.fr](http://www.mycosmetik.fr). [En ligne] 2020. [Citation : 17 juillet 2020.]

ANNEXES

1. Chémotype ou chimiotype :

La notion de chémotype (chimiotype ou encore race chimique) est une notion clé en aromathérapie. Terme utilisé pour la première fois en 1968 par le Dr R. Santesson et son fils, le chémotype est alors défini comme un « groupe chimiquement défini au sein d'une population d'individus morphologiquement indiscernables ».

Le concept de chémotype permet de distinguer deux ou plusieurs huiles essentielles de composition chimique différente produites à partir de plantes de la même espèce, définie par sa dénomination scientifique et non à partir de sa dénomination commune.

2. Aromathérapie :

L'aromathérapie est l'utilisation des huiles essentielles à des fins thérapeutiques, préventives ou curatives. Celles-ci sont utilisées soit par voie interne ou cutanée, soit par inhalation.

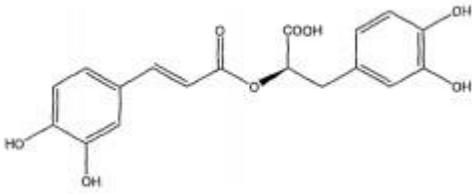
3. Abréviation botanique :

L. : abréviation botanique pour le botaniste-naturaliste suédois Carl von Linné (1707-1778), auparavant Carl Linnæus, médecin, à qui l'on doit la classification des végétaux, des minéraux et des animaux et la nomenclature binominale, basée sur la juxtaposition de deux mots en principe en latin, désignant le genre suivi du nom de l'espèce, c'est la base de la taxonomie et de la nomenclature internationale.

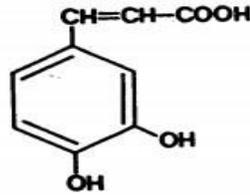
Durant ses études de médecine, il entame la réalisation d'un herbier de la flore de Laponie qui sera suivi d'un ouvrage 'Floralapponica'. A partir de 1741, il enseigne à l'Université d'Uppsala durant une année la médecine puis la botanique jusqu'en 1772, il est le fondateur de l'Académie des Sciences de Suède. Son herbier 'Linnean Herbarium', le plus riche de son époque ne contenait que 7000 plantes, est conservé au Musée national d'histoire naturelle de Stockholm.

4. Quelques formules des composants présents dans le romarin et dans l'huile essentielle de romarin :

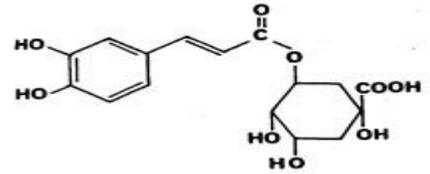
- Les acides phénoliques



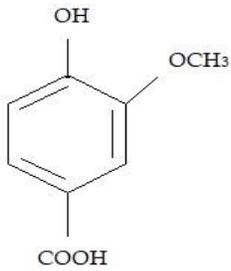
Acide rosmarinique



Acide caféique

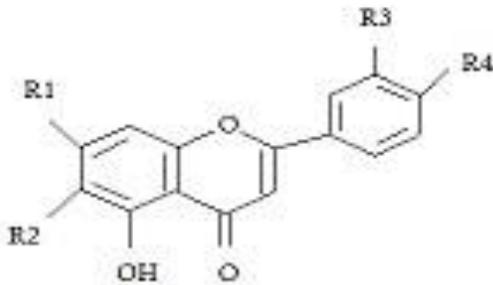


Acide chlorogénique



Acide vanélique

- Les flavonoïdes



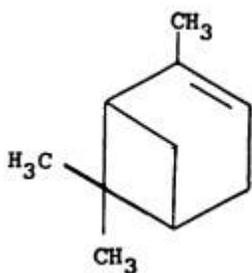
Structure d'un flavonoïde

Nom des flavonoïdes	R1	R2	R3	R4
6-METHOXY-LUTEOLINE (Eupafoline)	OH	OCH ₃	OH	OH
6-METHOXY-LUTEOLINE-7-METHYL ETHER	OCH ₃	OCH ₃	OH	OH
LUTEOLINE	OH	H	OH	OH

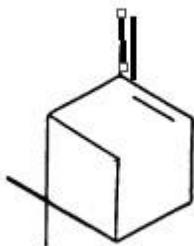
GENIE DES PROCEDES CHIMIQUES ET INDUSTRIELS

6-METHOXY-GENKWANINE	OCH ₃	OCH ₃	OH	H
GENKWANINE	OCH ₃	H	OH	H
ACACETINE	OH	H	H	OCH ₃
APIGENINE	OH	H	H	OH
DIOSMETINE	OH	H	OH	OCH ₃
SALVIGENINE	OCH ₃	OCH ₃	H	OCH ₃

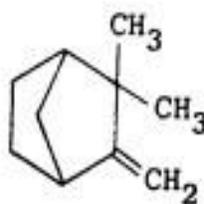
- Les composés terpéniques :



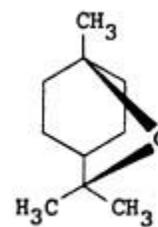
Alpha-pinène



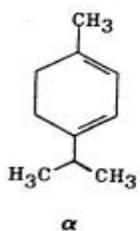
Béta-pinène



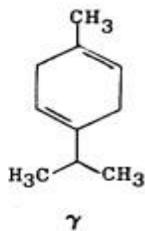
Camphène



1,8 cinéole

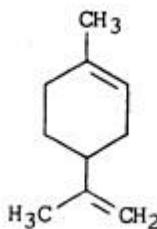


α

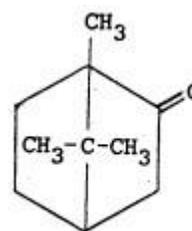


γ

Terpinènes

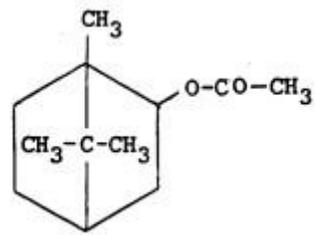
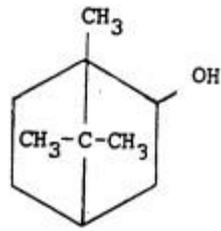
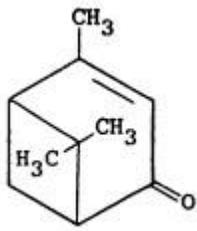


Limonène



Camphre

GENIE DES PROCÉDES CHIMIQUES ET INDUSTRIELS



Verbénone
Bornéol
Acétate
de bornyl

TABLES DES MATIERES

REMERCIEMENTS.....	i
GLOSSAIRES.....	ii
LISTE DES FIGURES.....	iii
LISTE DES TABLEAUX.....	iv
LISTE DES ABREVIATIONS.....	v
NOTATION ET UNITES.....	vi
SOMMAIRE.....	vii
INTRODUCTION GENERALE.....	1
PARTIE I : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE.....	2
CHAPITRE I : LE ROSMARINUS OFFICINALIS L.	3
I.I. Généralité sur la plante.....	3
I.1. Historique.....	3
I.2. Etymologie.....	4
I.3. Description de la plante.....	5
I.II. Taxonomie.....	7
I.III. Composition chimique du Rosmarinus officinalis.....	7
III.1. Les acides phénoliques.....	7
III.2. Les flavonoïdes.....	8
III.3. Les composés terpéniques.....	9
I.IV. Valeur nutritive du romarin.....	11
I.V. Variétés et espèces.....	11
I.VI. Mode de multiplication.....	12
VI.1. Le bouturage.....	13
VI.2. Le semis	13
VI.3. Le marcottage.....	13
I.VII. Ecologie de la plante et répartition mondiale.....	14
I.VIII. But de la culture.....	15
CHAPITRE II : LES HUILES ESSENTIELLES.....	17
II.I. Historique sur les huiles essentielles.....	17

GENIE DES PROCEDES CHIMIQUES ET INDUSTRIELS

II.II. Définitions	17	
II.1. Une huile essentielle		17
II.2. Une essence.....	19	
II.III. Propriétés des huiles essentielles.....	19	
III.1. Caractéristiques organoleptiques.....	19	
III.2. Caractéristiques physiques.....	19	
III.3. Caractéristiques chimiques.....	21	
II.IV. Compositions chimiques des huiles essentielles.....	22	
II.V. Méthodes d'extraction de l'huile essentielle.....	22	
V.1. L'expression à froid.....	24	V.2.
L'hydrodistillation.....	24	V.3.
L'entraînement par vapeur d'eau.....	26	
V.4. Autres méthodes d'extraction.....	28	
II.VI. Usages des huiles essentielles.....	31	
II.VII. La chromatographie et les huiles essentielles.....	32	
CHAPITRE III : LES HUILES ESSENTIELLES DE ROMARIN.....	35	
III.I. Caractéristiques de l'huile essentielle de romarin.....	35	
1. Caractéristiques organoleptiques.....	35	
2. Caractéristiques physiques.....	35	
3. Caractéristiques chimiques.....	36	
III.II. Les chémotypes d'huiles essentielles de romarin.....	36	
PARTIE II : ETUDE EXPERIMENTALE.....	38	
CHAPITRE IV : EXTRACTION DE L'HUILE ESSENTIELLE DE ROMARIN.....	39	
IV.I. Matériels utilisés.....	39	
1. Matériel végétal.....	39	
2. Matériels de laboratoire.....	39	
IV.II. La méthode utilisée.....	40	
IV.III. Extraction de l'huile essentielle de romarin.....	41	
IV.IV. Rendement de l'extraction.....	42	
CHAPITRE V : CARACTERISTIQUES DE L'HUILE ESSENTIELLE DE ROMARIN.	43	

GENIE DES PROCEDES CHIMIQUES ET INDUSTRIELS

V.I. Caractéristiques organoleptiques.....	43
V.II Caractéristiques physiques.....	43
1. Matériels et réactifs utilisés.....	43
2. Densité relative.....	44
3. Indice de réfraction.....	44
CHAPITRE VI : ANALYSE CHROMATOGRAPHIQUE DE L’HUILE ESSENTIELLE DE ROMARIN.....	45
VI.I. Condition opératoire et appareillage.....	45
VI.II. Les composants chimiques identifiés dans l’huile essentielle de romarin....	45
VI.III. Comparaison du résultat avec la norme.....	48
CONCLUSION GENERALE	50
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	51
REFERENCES WEBOGRAPHIQUES.....	52
ANNEXES.....	a

Auteur : RANOASY MANANKASINA Antonia

Nombre de page : 52

Nombre de tableaux : 09

Nombre de figures : 13



Titre : « ETUDE DE L'EXTRACTION DE L'HUILE ESSENTIELLE DE ROMARIN »

RESUME :

Ce mémoire consiste à étudier l'extraction de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* L. Les caractéristiques de l'huiles essentielles ont été déterminées après des analyses. L'analyse chromatographique des composants qui la constituent et a aussi permis de découvrir la race chimique de l'huile qui est de chémotype cinéole.

Mots clés : huile essentielle, *Rosmarinus officinalis* L., méthodes chromatographiques, chémotypes.

Title: "STUDY OF EXTRACTION OF ESSENTIAL OIL OF ROSEMARY"

ABSTRACT:

This following memory talks about how to extract essential oil from Rosemary. The analysis of its chemical composition by chromatographic methods led us to identify the constituents in the essential oil and to discover its chemical type.

Key words: essential oil, rosemary, chromatographic methods, chemical type.

Tel: +261 34 51 562 05/ +261 32 95 927 04/ manankasinatonye@gmail.com