

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement et de la recherche scientifique

Université Dr Moulay Tahar de Saida

Faculté des sciences

Département de Chimie



Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de licence en chimie



Filière : chimie

Spécialité : chimie organique

Thème

Extraction de trois huiles essentielles et caractérisation de leurs principes actifs par Infra Rouge



Présenté par :

M^{elle} SALHI KHADIDJA

M^{elle} ZIANI ZOUBIDA

Soutenu le : 09 / 06 /2015 devant le jury composé de :

Examinatrice : M^{me} A.MOSTEFAI Maitre de Conférence –A- U. Saida

Examineur : M^r M.ZEBIDA Maitre Assistant –A- U. Saida

Encadreur : M^{me} M. CHABANI Maitre Assistant –A- U. Saida

Année universitaire

2014/1015

Remerciements

Au nom de Dieu tout puissant

Et à terme de notre mémoire on tient à exprimé nos

S'insères remerciements et gratitudes à :

*Tous ceux qui nous avons apportés de l'aide de près ou
De loin, tous les enseignants de chimie de l'université de*

Saïda

Un très grand remerciement à :

M^{me}.A.Mostefai

M^r. M.Zebida

M^r.Ben Aïssa

M^r.Ben M'hamed et M^{elle}.Korate et M^r.ahmed et M^{me}.Badra

Et surtout à notre encadreur

M^{me}.M.Chabani

Pour son soutien et conseils qui nous ont été

Très utiles à l'élaboration de notre projet et qui a menu

Ce travail a bon terme.

Ziani Zoubida

Salhi Khadidja

Dédicace

Je dédie ce mémoire :

A mes très chers parents

Qui ont sacrifié leurs vie pour moi en témoignage de

Tous ceux que je leurs dois

Et au grand amour que je leur porte.

A mes très chères sœurs et mes frères.

A toute la famille : « Ziani , Attig ».

A mes très chères sœurs :

«Houria , Afia , Nadia , Amira »

A mes très chers frères :

« Moussa, Mâamer, Mohamed, Abdelssamed»

A mes amies surtout :

« Safia et Halima et Sihem et Khadidja »

A mes enseignants

A tout qui pensent à moi.

Zoubida

Dédicace

Je dédie ce mémoire :

A mes très chers parents

Qui ont sacrifié leurs vie pour moi en témoignage de

Tous ceux que je leurs dois

Et au grand amour que je leur porte.

A mes très chères sœurs et mes frères.

A toute la famille : « Salhi , Djellol ».

A mes très chères sœurs et mes frères :

A mes amies surtout :

« Safia et Halima et Bouchra et Zoubida»

A mes enseignants

A tout qui pensent à moi.

KHadidja

**Liste des Tableaux
et
Liste des spectres**

Liste des Tableaux

Tableau 1 : Production de clous de girofle chiffres 2003-2004	03
Tableau 2 : Production de gingembre chiffres 2003-2004.....	07
Tableau 3 : Production de la vanille chiffre 1964-1974-1984-1994-2004.....	11

Liste des Spectres

Spectre 1 IR expérimental d'HE de clous de girofle.....	25
Spectre 2 IR théorie du principe actif de l'HE de clous de girofle par SDBS.	25
Spectre 3 IR expérimental d'HE de gingembre.....	27
Spectre 4 IR théorie du principe actif de l'HE de gingembre par SDBS.....	27
Spectre 5 IR expérimental d'HE de la vanille.....	29
Spectre 6 IR théorie du principe actif de l'HE de la vanille par SDBS.....	29

Liste des figures et les montages

Liste des Figures

Fig.1	Clous de girofle.....	02
Fig.2	Giroflier (<i>Syzygium aromaticum</i>)	02
Fig.3	Gingembre	05
Fig.4	Zingiber officinale	05
Fig.5	« Gousses » de vanille.....	10
Fig.6	Vanilla planifolia	10
Fig.7	Clous de girofle	13
Fig.8	Gingembre séchés	15
Fig.9	La vanille.....	17
Fig.10	Infusion de feuilles de thé dans de l'eau chaude	21
Fig.11	Décoction de gousse de vanille dans de l'eau chaude	22
Fig.12	Macération de rose et romarin	22

Liste des Montages

Montage 1	hydrodistillation des clous de girofle.....	14
Montage 2	Décantation de la phase organique et la phase aqueuse de clou de girofle...	14
Montage 3	hydrodistillation de gingembre.....	16
Montage 4	Décantation de la phase organique et la phase aqueuse de gingembre.....	16
Montage 5	hydrodistillation de la vanille.....	17
Montage 6	Décantation de la phase organique et la phase aqueuse de la vanille.	18

Listes des Abréviations

Liste des abréviations

AFNOR : Association Française de Normalisation.

CCl₄ : Tétrachlorométhane.

CH₂Cl₂ : Dichlorométhane.

cm: centiméter.

°C: degré cécius.

FAO: Food and Agriculture Organisation.

Fig. : Figure.

g : gramme.

h : heure.

HE : Huile Essentielle.

IR : Infrarouge.

KBr : Bromure de potassium.

Kg : Kilogramme.

M_{HE} : Masse d'huile essentielle (g).

M_{plante} : Masse de la plante (g).

mg : milligramme.

MgSO₄ : Sulfate de magnésium.

min : minute.

ml : millilitre.

NaCl : Chlorure de sodium.

ppm : partie par million.

R_{HE}% : Rendement de l'Huile Essentielle (%).

$\tilde{\nu}$: nombre d'onde (μm).

ν : fréquence (cm^{-1}).

% : pourcentage.

μm : micromètre.

Sommaire

SOMMAIRE

Introduction Générale.....	01
Chapitre1 : Etude bibliographique.....	02
I-Introduction.....	02
II-Clous de Girofle.....	02
II-1-Définition.....	02
II-2-Historique.....	02
II-3-Culture et Production.....	03
II-3-a-Culture.....	03
II-3-b- Production.....	03
II-4-Composition Chimique et Propriétés.....	04
II-4-a-Composition Chimique.....	04
II-4-b-Propriété.....	04
II-5-Utilisation.....	04
II-5-a-Domains médicinale.....	04
II-5-b-Domains culinaires.....	04
II-5-c-Domains de cosmétique.....	04
III-Gingembre.....	05
III-1-Définition.....	05
III-2- Historique.....	05
III-3-Culture et Production.....	06
III-3-a-Culture.....	06
III-3-b-Production.....	07
III-4-Composition Chimique et Propriétés.....	07
III-4-a- Composition Chimique.....	07
III-4-b-Propriété.....	08
III-5-Utilisation.....	08
III-5-a-Domains médicinale.....	08
III-5-b-Domains culinaires.....	09
III-5-b-1-Gingembre confit.....	09
III-5-b-2-Boissons.....	09

IV-La Vanille.....	10
IV-1-Définition.....	10
IV-2-Historique.....	10
IV-3-Culture et Production.....	10
IV-3-a-Culture.....	10
IV-3-b- Production.....	11
IV-4-Composition Chimique et Propriétés.....	12
IV-4-a- Composition Chimique.....	12
IV-4-b-Propriété.....	12
IV-5-Utilisation	12
IV-5-a-Domaines médicinale.....	12
IV-5-b-Domaines culinaires.....	12
Chapitre II : Partie expérimentale extraction de trois huiles essentielles.....	13
I-Introduction.....	13
II-Extraction de l'huile essentielle de clous de girofle.....	13
II-1-Manipulation.....	13
II-1-a-Hydrodistillation.....	14
II-1-b-Extraction Liquide-Liquide.....	14
II-1-c-Séchage et Filtration.....	15
III-Extraction de l'huile essentielle de gingembre	15
III-1-Manipulation.....	15
II-1-a-Hydrodistillation.....	15
II-1-b-Extraction Liquide-Liquide.....	16
II-1-c-Séchage et Filtration.....	16
IV-Extraction de l'huile essentielle de la vanille.....	17
IV-3-Manipulation.....	17
IV-3-a-Hydrodistillation.....	17
IV-3-b-Extraction Liquide-Liquide.....	18
IV-3-c-Séchage et Filtration.....	18
V-Calcul de rendement.....	18
V-1-calcul de R_{HE} de clous de girofle.....	19
V-2-calcul de R_{HE} de gingembre	19

V-3-calcul de R_{HE} de la vanille	19
V-4-Résultats et discussion.....	19
VI-Conclusion.....	19
Chapitre III: Caractérisation des huiles essentielles et leurs principes actifs.....	20
I-Introduction	20
II-Infrarouge	20
III-Définition de principes actifs	20
III-1-Techniques traditionnelles d'extraction des principes actifs	21
III-1-a-L'infusion.....	21
III-1-b-La décoction.....	22
III-1-c-La Macération.....	22
III-2-Principes actifs de clous de girofle.....	22
III-2-a- Structure chimique du principe actif du clou de girofle.....	23
III-3-Principe actifs de gingembre.....	23
III-3-a-Structure chimique du principe actif du gingembre.....	24
III-4- Principe actifs de la vanille.....	24
III-4-a-Structure chimique du principe actif du la vanille.....	24
IV-Interprétation des résultats	24
IV-1- Interprétation des spectres IR.....	24
IV-1-a-spectre IR d'HE de clous de girofle.....	25
IV-1-a-1- Bandes caractéristiques de l'huile essentielle du clou de girofle.....	26
IV-1-b-spectre IR d'HE de gingembre.....	27
IV-1-b-1- Bandes caractéristiques de l'huile essentielle du gingembre.....	28
IV-1-c-spectre IR d'HE de la vanille.....	29
IV-1-c-1- Bandes caractéristiques de l'huile essentielle du la vanille.....	30
V- Conclusion.....	30
Conclusion Générale.....	31
Références.....	32

Conclusion Générale

Introduction Générale

Depuis longtemps l'homme reconnaît et utilise les plantes pour se nourrir et pour traiter diverses maladies. Les vertus thérapeutiques des plantes ont été expérimentées. Les remèdes de bonne réputation ont prévalu malgré le développement de la médecine moderne qui est venue marginaliser le recours aux techniques médicales naturelle.

Connaître une plante ayant des vertus médicinales suppose pouvoir décrire sa morphologie et son anatomie, connaître son origine et son mode d'action, apprécier l'incidence de ceux-ci sur sa qualité, analyser sa composition chimique et les facteurs qui peuvent la faire varier, connaître la structure et les propriétés des principes actifs aussi bien que leur activité pharmacologique, savoir apprécier la qualité par des éléments objectifs et mettre en œuvre des méthodes pour la contrôler.[1]

Et enfin d'appréhender tous les problèmes liés à l'utilisation des plantes et des produits qui sont issus.

Le clou de girofle, le gingembre et la vanille sont les plantes médicinales les plus utilisées à travers le monde. Les extraits des huiles essentielles de ces plantes sont largement utilisés, dans la médecine traditionnelle, depuis des siècles contre une multitude de maux. Aujourd'hui, les trois plantes sont entrées dans la médecine moderne.

L'objectif de notre travail est d'extraire trois huiles essentielles, de calculer leurs rendements, afin de trouver des conditions optimales pour la culture de telles plantes.

Le plan de rédaction de ce mémoire est présenté comme suite :

- Une introduction générale.
- Le premier chapitre est réservé à une étude bibliographique sur les trois plantes.
- Le deuxième chapitre est consacré aux généralités sur les huiles essentielles.
Et à une étude expérimentale par hydrodistillation de la partie aérienne du clou de girofle et la vanille et la partie souterraine du gingembre.
- Le troisième chapitre est préservé aux caractérisations des trois huiles essentielles extraites et leurs principes actifs par Infra Rouge.
- En fin une conclusion générale qui résume les résultats de notre travail.

Chapitre I

Etude Bibliographique

I-Introduction :

Les plantes sont des organismes à la base de la chaîne alimentaire. Elles forment l'un des règnes des eucaryotes. Elles sont, classiquement, avec les algues (y compris les cyanobactéries) et les champignons, l'objet d'étude de la botanique [2]. Le nombre d'espèces de plantes est difficile à déterminer, mais en 2010, il existerait entre 300 000 et 330 000 espèces décrites, dont la grande majorité, entre 260 000 et 290 000, seraient spermatophytes [3].

II-Clous de Girofle :



Fig.1 : Clous de girofle



Fig.2 : Giroflier (*Syzygium aromaticum*)

II-1-Définition :

Le girofle ou giroflier est un arbre originaire des Iles Moluques dans l'archipel indonésien. Les clous sont en fait des boutons de fleurs. De couleur verte puis rouge une fois mûrs, les clous se parent de leur jolie couleur brune lors de la phase de séchage, qui se déroule à l'air libre pendant un mois. [4]

II-2-Historique :

L'épopée indienne du Ramayana, d'écrit le giroflier comme un arbre apparu 200 ans avant Jusie Chrust utilisaient comme une épice. Les Chinois utilisaient déjà les clous de girofle sous la dynastie Han 206 ans avant Jusie Chrust. En les mâchant pour avoir meilleure haleine, ainsi que pour ses vertus médicinales et culinaires. Les Grecs et des Romains utilisaient les clous de girofles au I^{er} siècle. Une récente découverte archéologique suggère que le commerce du girofle avec l'occident pourrait en fait avoir commencé bien plus tôt. En effet, on a trouvé un clou de girofle parmi des restes calcinés sur le sol d'une cuisine incendiée du site mésopotamien de Terqa dans l'actuelle Syrie, daté de 1700 avant Jusie Chrust. [5] En Europe, le clou de girofle apporté au IV^e siècle par les Arabes. Étant d'un usage réservé aux riches Siennois. [6]

II-3-Culture et Production :

II-3-a-Culture :

Le giroflier est une plante de croissance lente et difficile de culture. Multiplication essentiellement par graines. Celles-ci possèdent une faculté germinative très faible, mais germent très facilement si la graine est fraîche. Conserver les graines dans le fruit ou dans du papier absorbant humide. Dans ces conditions on peut avoir des clous de girofles dans deux semaines sans problèmes. Marcottage et boutures possibles en été. [7]

II-3-b- Production :

D'après les résultats donnés par FAO [8] la production mondiale en clou de girofle en tonnes est regroupée dans le tableau 1 suivant :

Production en tonnes. Chiffres 2003-2004 Données de FAOSTAT (FAO) [8]		
<u>Indonésie</u>	87909	68,2 %
<u>Madagascar</u>	20000	15,5 %
<u>Tanzanie</u>	12500	9,7 %
<u>Sri Lanka</u>	4100	3,2 %
<u>Comores</u>	3013	2,3 %
Autres pays	1370	1,1 %
Total	128892	100 %

Tableau 1 : Production mondiale de clous de girofle chiffres 2003-2004.

II-4-Composition Chimique et Propriétés :

II-4-a-Composition Chimique :

Le clou de girofle renferme une quantité importante d'huile essentielle 15 à 20% 16% d'huile, des tanins, un peu d'amidon et des matières fibreuses cellulose.

Le pédoncule floral (griffes) renferme 5 à 6% d'huile, dans les feuilles la quantité d'huile est de 3 à 4% L'huile de girofle est très riche en eugénol de 70 à 85%. On trouve aussi d'autres composés terpéniques (dont environ 10 % caryophyllène), aliphatiques, aromatiques et hétérocycliques.

II-4-b-Propriété :

Le clou de girofle possède des propriétés qui son dues essentiellement à l'eugénol qu'il est rapidement métabolisé et excrété, et considéré comme non cancérigène. Il peut être présent dans les aliments jusqu'à une concentration de 1500 ppm. [9]

II-5-Utilisation :

Le clou de girofle trouve sont l'application dans divers domaines :

II-5-a-Domains médicinale :

Les boutons floraux du giroflier possèdent des propriétés antiseptiques et anesthésiques qui sont reconnues depuis très longtemps et proposées dans les douleurs dentaires. Il entre dans la composition du khôl, primitivement onguent ophtalmique. Le clou de girofle est un anti-inflammatoire et antibactérien, il est utile pour lutter contre beaucoup d'infections urinaires, digestives et cutanées. [9]

II-5-b-Domains culinaires :

En cuisine, il est présent dans le pain d'épices, les biscuits en mélange avec la cannelle, le pot-au-feu, les marinades, la choucroute et il est indispensable à la plupart des currys, comme il est utilise en infusion avec le thé.

II-5-c-Domains de cosmétique :

Il sert de parfum d'ambiance sous forme de « pomme d'ambre » que l'on fabrique en piquant toute la surface d'une orange de clous de girofle odeur de clou de girofle, comme l'eugénol, qui est un phénol. [8]

III-Gingembre :



Fig.3: Gingembre



Fig.4 : Zingiber officinale

III-1-Définition :

Le gingembre (*Zingiber officinale*) est une espèce de plantes originaire d'Asie, du genre des *Zingiber* et de la famille des *Zingiberaceae*. [10]

III-2-Historique :

On pense que le foyer du genre *Zingiber* se situe dans le sud de l'Inde et de la Chine, où on l'emploie comme plante condimentaire, alimentaire et médicinale depuis plus de 5 000 ans, mais on n'a jamais retrouvé ses ancêtres sauvages.

L'une des premières épices orientales à faire son entrée en Europe, le gingembre y fut amené par des marchands arabes environ un siècle avant notre ère. Deux siècles plus tard, le Grec Dioscoride et le Romain Pline l'Ancien en font mention dans leurs écrits médicaux, soulignant ses propriétés carminatives et ses vertus comme antidote contre les poisons. Il était connu en France et en Allemagne au IX^e siècle et en Angleterre au X^e siècle. Lors de la conquête, les Espagnols l'implantèrent aux Antilles et au Mexique de sorte que, dès le milieu du XVI^e siècle, l'Espagne put importer de cette partie du globe la précieuse épice. C'était d'ailleurs la première fois que l'on cultivait avec succès une épice d'origine orientale dans le Nouveau Monde.

Il était dénommé *zenj* par les marchands arabes, mot par lequel ils désignaient aussi les habitants de la côte est de l'Afrique et d'où vient le nom de « Zanzibar », où les Arabes allaient chercher le

gingembre [11]. Les indiens découvraient le gingembre à la date de l'an 1000 avant notre ère prescrivaient [12].

III-3-Culture et Production :

III-3-a-Culture :

- ❖ Prendre soin de prévenir les blessures et ecchymoses.
- ❖ Récolter le gingembre de 8-9 mois d'âge : <8-9 mois saveur non développée >8-9 mois devient trop fibreuse
- ❖ Enlever les racines et les feuilles. Lavez les rhizomes : Lavez immédiatement afin d'obtenir une couleur pâle. Ne laissez pas les rhizomes humides en tas pendant de longues périodes car ils fermentent.
- ❖ Eliminer le rhizome par l'une des méthodes suivantes:
 - éplucher (couteau ou machine à éplucher)
 - racler brut (couteau ou rouleaux abrasifs)
 - couper en morceaux
 - Faire bouillir le Rhizome complet (10 minutes)

Prendre soin d'enlever seulement la pelure fibreuse de liège extérieure. Si la pelure est trop épaisse, huiles essentielles et la saveur seront perdues. Le résultat d'une ébullition est une couleur noire, ce qui exige un blanchiment.

❖ Stocker dans un endroit frais et sec pour une teneur en humidité de 7-12% . : Séchez rapidement pour prévenir la croissance. Ne pas stocker pendant de longues périodes car le goût sera perdu [13].

III-3-b-Production :

D'après les résultats donnés par FAO [10] la production mondiale en gingembre en tonnes est regroupée donne le tableau 2 suivant :

Production en tonnes. Chiffres 2003-2004				
Données de FAOSTAT (FAO) [10]				
<i>Inde</i>	275000	27 %	275000	27 %
<i>Chine</i>	259719	25 %	260000	25 %
<i>Indonésie</i>	151000	15 %	151000	15 %
<i>Nigeria</i>	110000	11 %	110000	11 %
<i>Népal</i>	90000	9 %	90000	9 %
<i>Bangladesh</i>	43000	4 %	48000	4 %
<i>Thaïlande</i>	33000	3 %	33000	3 %
<i>Philippines</i>	30000	3 %	30000	3 %
<i>Autres pays</i>	39259	3 %	39270	3 %
<i>Total</i>	1030978	100 %	1036270	100 %

Tableau 2 : Production mondiale de gingembre chiffres 2003-2004.

III-4-Composition Chimique et Propriétés :**III-4-a-Composition Chimique :**

Le rhizome est très riche en amidon 60 %. Il contient des protéines, des graisses 10 %, de l'huile essentielle et une résine. [14] L'impression de feu (pseudo-chaleur) lors de la consommation de gingembre est due à la présence de shogaol, de paradol et de zingérone. [15] La concentration de gingérol - constituant majeur du gingembre frais - est plus faible dans le gingembre séché, tandis que la concentration en shogaol augmente. [16]

À partir du rhizome du gingembre sont extraites une oléorésine 6 % [17] et une huile essentielle 1-3 % [15], [17]. L'oléorésine contient les composés chimiques à l'origine de la saveur piquante, tels que le gingérol 15 %. La composition de l'huile essentielle varie beaucoup suivant l'origine géographique mais on retrouve des composés odorants comme le zingiberène. [17]

III-4-b-Propriété :

Les jeunes racines de gingembre fraîchement tranché qui sont en fait des rhizomes, sont juteuses et charnues avec un goût très doux. Les rhizomes mûrs sont fibreux, presque secs et ont un goût plus prononcé. Plus vieux, ils prennent un goût très fort.

III-5-Utilisation :

Le gingembre trouve son application dans divers domaines :

III-5-a-Domains médicinales :

- ❖ Le gingembre est utilisé toujours pour les maux allant de l'asthme et aux hémorroïdes. [18]
- ❖ Plusieurs études sur l'homme mettent en évidence des propriétés antiémétiques. [14]
- ❖ Une synthèse de recherches médicales confirme l'efficacité du gingembre dans le soulagement de la nausée postopératoire. [19]
- ❖ Le gingembre a été proposé comme un antimigraineux n'ayant pas d'effet négatif. [20]
- ❖ On lui reconnaît également le soulagement de la cinétose ou maladie des transports, les marins chinois en mâchaient pour la prévenir. [21]
- ❖ Les femmes chinoises consomment traditionnellement de la racine de gingembre pendant la grossesse pour combattre la nausée du matin. [22]
- ❖ Effet protecteur sur la muqueuse gastrique. [23]
- ❖ Combat les insuffisances biliaire et pancréatique. [23]
- ❖ Fait baisser les taux de cholestérol, de triglycérides sanguins, d'acides gras et de phospholipides. [24]
- ❖ Le gingembre a une action anti-inflammatoire, soigne en particulier la douleur et les symptômes des rhumatismes inflammatoires. [25]
- ❖ Le rhizome de gingembre est peu utilisé en France où il a récemment été inscrit sur la liste des plantes susceptibles d'entrer dans la composition de phytomédicaments. [14]

III-5-b-Domaine culinaire :

On les utilise marinées dans le vinaigre dans la cuisine japonaise, le gari est utilisé pour rafraîchir le palais entre les bouchées dans la dégustation de sushi. Dans la cuisine indienne, c'est un ingrédient dans différents mélanges d'épices et sauces, comme le masala ou le Vindaloo.

III-5-b-1-Gingembre confit:

Les rhizomes sont souvent employées dans la cuisine chinoise pour couvrir les odeurs et saveurs fortes comme celles des poissons et fruits de mer, du poulet et du mouton (pour ce dernier, sous l'influence de la cuisine ouïgour le gingembre y est plus souvent remplacé par du cumin). Cette saveur épicée et malodorante est due à la zingérone.

Le gingembre est également utilisé en pâtisserie pour parfumer biscuits et gâteaux - par exemple dans la cuisine hongroise : le gâteau de gingembre frais - ainsi que sous la forme de gingembre confit. Le gingembre sec, en poudre, est employé pour parfumer le pain d'épices et d'autres recettes. Il a alors un goût tout à fait différent de celui du gingembre frais, et ils ne peuvent se substituer l'un à l'autre. Le galanga est utilisé à des fins semblables en cuisine thaïlandaise. Le gingembre est utilisé pour aromatiser le thé dans les zones de culture swahilie et en Corée.

III-5-b-2-Gingembre en boissons :

Au Moyen Âge, dans une majeure partie de l'Europe on consommait l'hypocras, une boisson à base de vin de vigne et de diverses épices dont notamment du gingembre. Le gingembre est aussi consommé en Afrique de l'Ouest sous forme de jus pressé (sucré) appelé Gnamman koudji. La boisson de gingembre est produite à la Jamaïque, et est connue sous l'appellation anglaise « gingerbeer ». Au Canada le gingerale, une boisson douce, gazeuse et sans alcool. En France, à Jarnac, dans le département de la Charente, on produit une liqueur de gingembre dénommée Domaine de Canton Ginger Liqueur. En Suisse, dans le canton de Genève à Plan-les-Ouates, une liqueur artisanale de gingembre est produite sous le nom La Givrée, le p'tit verre qui se boit glacé. [10]

IV-La Vanille :

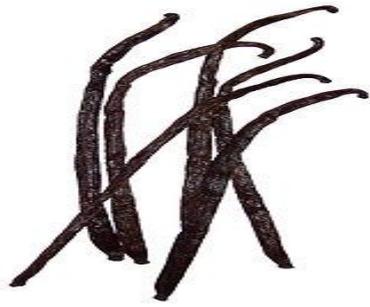


Fig.5 : « Gousses » de vanille.



Fig.6 : *Vanilla planifolia*

IV-1-Définition :

La vanilline est un composé très volatile, sa pression de vapeur saturante est élevée. Quand nous flairons un produit alimentaire qui contient l'arôme de vanille, nous aspirons une portion d'air qui environne le produit. [26] Le vanillier, plante de la famille des orchidées, est une longue liane grimpante pouvant atteindre 30 à 100 mètres de long, qui s'attache aux branches des arbres à l'aide de racines aériennes. [27]

IV-2-Historique :

La vanille est originaire d'Amérique centrale. La vanille fait son apparition en France dès le XVI^{ème} siècle, introduite par les espagnols. Ce n'est qu'au milieu du 19^{ème} siècle que la culture s'étend dans de nombreuses îles: Madagascar ; Réunion ; Maurice, Tahiti vivant au Mexique. [27]

IV-3-Culture et Production :

IV-3-a-Culture :

Pour croître, la vanille a besoin d'un climat chaud et humide, d'un support d'accrochage et d'un certain ombrage. Trois techniques de plantation sont principalement mises en œuvre, de la plus extensive à la plus intensive : en sous-bois, en utilisant les troncs des arbres comme supports ; en culture intercalaire, par exemple entre les cannes à sucre ; sous ombrière ; Les cultivateurs assurent le bouturage, contrôlent ou assistent le bon accrochage et veillent en particulier à replier la liane de telle façon que les futures gousses puissent se trouver à hauteur. [28]. En l'absence d'insecte, la pollinisation est faite manuellement à l'aide d'une fine spatule, fleur par fleur. Le fruit

est une gousse (capsule cylindrique) de 15 à 25 cm de long. Les gousses, récoltées encore vertes, sont amères et sans parfum. Elles subissent alors un long et délicat processus de préparation : la maturation est arrêtée par trempage dans de l'eau chaude ou par chauffage à sec, puis on les fait fermenter 2 à 3 jours ; les enzymes libérées lors de la nécrose du fruit attaquent les substrats précurseurs et le parfum apparaît. Ensuite, les gousses sont séchées 2 à 3 mois au soleil (ou dans des fours...) et deviennent brunâtres. Après séchage, elles sont prêtes à la consommation. Une plantation n'est exploitable que 10 ans. Les gousses contiennent peu de vanilline : 1 kg de gousses de vanille donnent 25 g de vanilline. Compte tenu du prix de revient élevé de la vanille, la vanilline est très souvent remplacée par l'éthylvanilline, produit de synthèse dont le pouvoir aromatisant est plus élevé que celui de la vanilline, mais surtout par la vanilline de synthèse (dont le prix de revient est environ 300 fois moins élevé que celui de la vanilline naturelle).[27]

IV-3-b-Production :

D'après les résultats donnés par FAO [29] la production mondiale en la vanille en tonnes est regroupée dans le tableau 3 suivant :

Productions (tonnes) annuelles de vanille					
source : FAOSTAT (extrait) [29]					
	<u>1964</u>	<u>1974</u>	<u>1984</u>	<u>1994</u>	<u>2004</u>
<u>Chine</u>	0	0	0	400	900
<u>Comores</u>	175	160	160	131	140
<u>Indonésie</u>	150	300	520	1770	2387
<u>Madagascar</u>	1050	2283	2277	1320	600
<u>Mexique</u>	90	29	161	167	189
<u>Ouganda</u>	10	10	10	20	70
<u>Polynésie française</u>	100	21	6	13	43
<u>La Réunion</u>	45	27	56	33	35
<u>Tonga</u>	0	10	16	100	130

Tableau 3 : Production mondiale de la vanille chiffre 1964-2004.

IV-4-Composition Chimique et Propriétés :

IV-4-a-Composition chimique :

La vanilline est, parmi les multiples composants de l'arôme naturel de la vanille, le plus important et le plus caractéristique. Elle représente 0,75 % à 2 % de la masse de la gousse. [30] Une gousse pesant autour des trois grammes n'en contient donc que 22 à 60 mg.

Elle a été extraite pour la première fois à l'état pur par le chimiste Théodore Nicolas Gobley par macération de la vanille dans l'alcool à 85 °, suivie d'une extraction à l'éther. La substance brune très odorante qu'il obtient après évaporation est portée à ébullition dans l'eau, puis filtrée à chaud. La vanilline est finalement isolée après plusieurs recristallisations successives sous forme de longues aiguilles incolores. [31] La vanilline a pour la première fois pu être synthétisée en 1874 par Wilhelm Haarmann et Ferdinand Tiemann, à partir de coniférine, un dérivé d'isoeugénol qu'on trouve dans l'écorce de pin [32]. Karl Reimer propose deux ans plus tard, en 1876, une nouvelle voie de synthèse à partir du guaiacol [33].

IV-4-b-Propriété :

Naturellement parfumé, la vanille parfume de manière gourmande la peau. Assouplissant, la vanille rend la peau plus élastique. Adoucissant et nourrissant, la vanille maintient l'hydratation de la peau.

IV-5-Utilisation :

IV-5-a-Domaine médicinale :

La vanilline c'est un produit intermédiaire pour la production de plusieurs dérivés à usage pharmaceutique. Ses propriétés chimiques la font parfois utiliser dans certaines réactions en chimie analytique. On lui attribue également des vertus aphrodisiaques. La vanilline sulfurique (mélange dans l'acide sulfurique concentré) est utilisée pour doser les terpènes par colorimétrie.

IV-5-b-Domaine culinaire :

La vanilline est utilisée pour ses propriétés aromatisants, soit seule soit en tant que constituant d'un arôme. Il ne faut pas en abuser dans l'arôme car elle possède un goût amer à haute dose. La vanilline est utilisée dans la création d'arôme vanille, chocolat et banane. Les Aztèques l'utilisaient pour parfumer leur cacao, C'est l'arôme le plus utilisé dans le monde : il parfume des pâtisseries, des chocolats, du thé, des glaces, des liqueurs et des parfums. La vanilline est l'arôme principal des gousses du vanillier. [34]

Chapitre II

Partie Expérimentale Extraction de trois huiles essentielles

I-Introduction :

Les huiles essentielles c'est un ensemble de molécules naturelles volatiles et odorantes, synthétisées par les cellules sécrétrices des plantes aromatiques. Celles-ci les conservent dans des poches au niveau de certains organes [35]. Ces produits odorants sont extraits par entraînement à la vapeur d'eau (hydrodistillation) ou par pression cas des agrumes [36].

L'organisme humain, constamment exposé à une multitude de microbes (bactéries, virus, parasites, champignons), possède un système complexe de défense qui lui permet de rencontrer ou d'héberger ces microbes sans leur permettre d'envahir ses tissus. Cependant, dans certaines conditions, l'infection peut entraîner une maladie infectieuse grave.

A côté des antibiotiques connus, différentes plantes aromatiques sont Caractérisées par la synthèse de molécules odorantes qui constituent ce qu'on appelle les huiles essentielles (HE) ou essences connues depuis longtemps pour leur activité antiseptique et leur activité thérapeutique en médecine.

II-Extraction de l'huile essentielle de clous de girofle :



Fig.7 : Clous de girofle

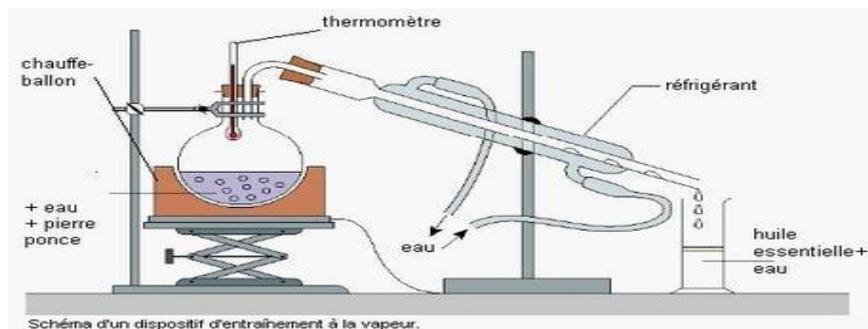
II-1-Manipulation :

On s'intéresse à la technique de hydrodistillation qui est la plus conforme a la littérature et ou les moyens sont disponibles dans notre laboratoire.

La partie sur laquelle nous avons basée notre travail est la partie aérienne pour le clou de girofle et la vanille et la partie souterraine pour le gingembre.

II-1-a- Hydrodistillation :

Dans un ballon de 250 ml, on a introduit 10 g de clous de girofle séchés et broyés et 120 ml d'eau distiller et quelques grains de pierre ponce le mélange est chauffé à reflux à 100°C pendant 1 h 45 min, l'eau entraîne l'huile. Les vapeurs arrivent dans le réfrigérant ou elles se condensent. Elles s'écoulent à l'état liquide et forment le distillat le distillat recueille est composé d'eau et quelques gouttes d'huile. Comme indiqué dans le montage suivant :



Montage 1 : hydrodistillation des clous de girofle

II-1-b- Extraction Liquide-Liquide :

Afin de séparer l'huile de l'eau on a procédé à une extraction on ajoutant au distillat 5g de NaCl jusqu'à dissolution pour relarguer l'eau. Le distillat est ensuite versé dans une ampoule à décanter et lavé 3 fois avec 45 ml CH_2Cl_2 comme solvant en effectuant, de temps à autre, un dégazage. Comme indiqué dans le montage suivant :

Montage 2: Décantation de la phase organique et la phase aqueuse du clou de girofle.

Observation :

L'huile essentielle se distingue de l'hydrolat (eau aromatique) par sa différence de densité et sa couleur jaunâtre. Lors de décantation la phase huileuse se trouve sous la phase aqueuse.

II-1-c-Séchage et Filtration :

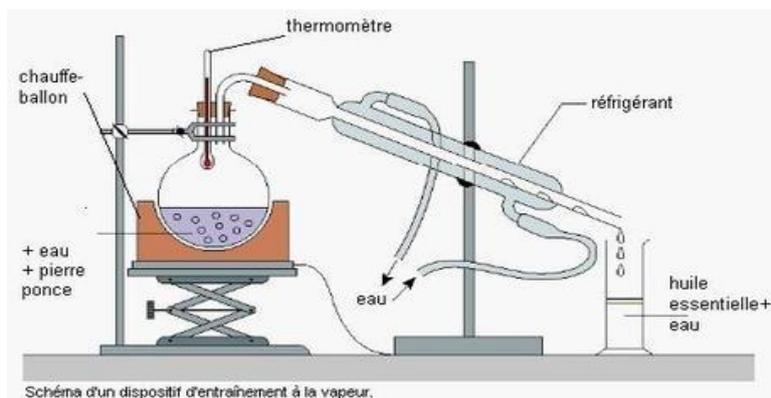
Cette étape consiste à faire agir un déshydratant $MgSO_4$ pour éliminer les molécules d'eau le mélange est filtré. L'huile essentielle est récupérée puis pesée. La masse trouvée est de 0.99g. Elle sert pour calculer le rendement d'huile essentielle du clou de girofle.

III-Extraction de l'huile essentielle de gingembre :

Fig. 8 : gingembre séché

III-1- Manipulation :**III-1-a- Hydrodistillation :**

Dans un ballon de 250 ml, on a introduit 10 g de gingembre séchés et broyés et 120 ml d'eau distiller et quelques grains de pierre ponce le mélange est chauffé à reflux à 100 °C pendant 39 min , l'eau entraine l'huile . Les vapeurs arrivent dans le réfrigérant ou elles se condensent. Elles s'écoulent à l'état liquide et forment le distillat le distillat recueille est composé d'eau et quelques gouttes d'huile. Comme indiqué dans le montage suivant :



Montage 3: hydrodistillation du gingembre.

III-1-b- Extraction Liquide-Liquide :

Afin de séparer l'huile de l'eau on a procédé à une extraction on ajoutant au distillat 5g de NaCl jusqu'à dissolution pour relarguer l'eau. Le distillat est ensuite versé dans une ampoule à décanter et lavé 3 fois avec 45 ml CH_2Cl_2 comme solvant en effectuant, de temps à autre, un dégazage. Comme indiqué dans le montage suivant :

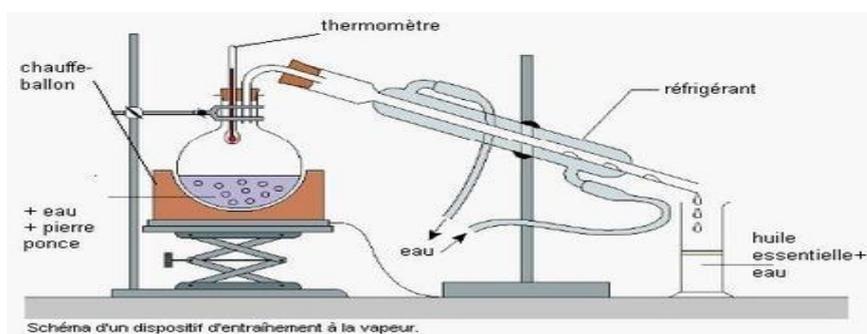
Montage 4: Décantation de la phase organique et la phase aqueuse de gingembre.

III-1-c-Séchage et Filtration :

Cette étape consiste à faire agir un déshydratant MgSO_4 pour éliminer les molécules d'eau le mélange est filtré. L'huile essentielle est récupérée puis pesée. La masse trouvée est de 1.64g. Elle sert pour calculer le rendement d'huile essentielle du gingembre.

IV-Extraction de l'huile essentielle de la Vanille :**Fig.9 : la vanille****IV-1-Manipulation :****IV-1-a- Hydrodistillation :**

Dans un ballon de 250 ml, on a introduit 10 g les gousses de vanille séchés et 120 ml d'eau distiller et quelques grains de pierre ponce le mélange est chauffé à reflux à 100°C pendant 45 min, l'eau entraine l'huile. Les vapeurs arrivent dans le réfrigérant ou elles se condensent. Elles s'écoulent à l'état liquide et forment le distillat recueille est composé d'eau et quelques gouttes d'huile. Comme indiqué dans le montage suivant :

**Montage 5 : hydrodistillation de la vanille**

IV-1-b- Extraction Liquide-Liquide :

Afin de séparer l'huile de l'eau on a procédé à une extraction on ajoutant au distillat 5g de NaCl jusqu'à dissolution pour relarguer l'eau. Le distillat est ensuite versé dans une ampoule à décanter et lavé 3 fois avec 45 ml cyclohexane comme solvant en effectuant, de temps à autre, un dégazage. Comme indiqué dans le montage suivant :

Montage 6: Décantation de la phase organique et la phase aqueuse de la vanille.

IV-1-c-Séchage et Filtration :

Cette étape consiste à faire agir un déshydratant $MgSO_4$ pour éliminer les molécules d'eau le mélange est filtré. L'huile essentielle est récupérée puis pesée. La masse trouvée est de 0.43g. elle sert pour calculer le rendement de huile essentielle de la vanille.

V- Calcule du Rendement :

La détermination du rendement en huile essentielle est défini comme étant le rapport entre la masse d'HE expérimentale obtenue et la masse du produit végétal à traiter.

$$R_{HE} \% = (M_{HE} / M_{plante}) \times 100$$

$R_{HE} \%$: rendement de l'huile essentielle.

M_{HE} : la masse en gramme de l'huile essentielle.

M_{plante} : la masse en gramme de la plante sec.

V-1-Calcul du R_{HE} de clous de girofle :

$$R_{\text{HE}}\% = \frac{0.99}{10} = 9.3\%.$$

V-2-Calcul du R_{HE} de gingembre :

$$R_{\text{HE}}\% = \frac{1.6481}{10} = 16.5\%.$$

V-3-Calcul du R_{HE} de la vanille :

$$R_{\text{HE}}\% = \frac{0.4356}{10} = 4.4\%.$$

V-4-Résultats et Discussions :

D'après les résultats obtenus on remarque que les rendements des huiles essentielles du clou de girofle est de 9.3%. Celui du gingembre est de 16.5% celui de la vanille est de 4.40% ces résultats sont conformes aux normes AFNOR [50], d'après ces résultats on remarque que le rendement de l'huile essentielle du gingembre est supérieur à celui du clou de girofle qui lui est supérieur à celui de la vanille cette différence est peut être due aux différents facteurs qui rentrent en jeu, parmi eux on cite la nature du sol, la période de la récolte, la durée de séchage, le mode d'extraction...etc.

VI-Conclusion :

Le rendement en huile essentielle des plantes étudiées (du gingembre et du clou de girofle) sont acceptables par contre celui de la vanille est faible donc il faut l'optimiser en améliorant les conditions de culture il faut peut être jouer sur le facteur de température ou sur la nature du sol.

Chapitre III

Caractérisation des huiles essentielles et leurs principes actifs

I-Introduction :

La synthèse comme l'extraction des produits organiques nécessite des techniques pour s'assurer de la présence de tels produits parmi ces techniques on cite entre autre la spectroscopie Infra Rouge.

II-Spectroscopie infrarouge

Est une classe de spectroscopie qui traite de la région infrarouge du spectre électromagnétique. Elle recouvre une large gamme de techniques, la plus commune étant un type de spectroscopie d'absorption. Comme pour toutes les techniques de spectroscopie, elle peut être employée pour l'identification de composés ou pour déterminer la composition d'un échantillon. Les tables de corrélation de spectroscopie infrarouge sont largement présentes dans la littérature scientifique.

IR se situe entre 2 μm et 50 μm en longueur d'onde, mais on utilise dans ce domaine les nombres d'ondes ou termes spectraux, notés $\tilde{\nu}$, exprimés en cm^{-1} [37].

Afin de prouver l'existence des différents fonctions organiques des principes actifs des trois huiles essentielles extraites Nos analyses ont été faites au laboratoire de recherche d'étude physico-chimique de l'université Dr Moulay Tahar de Saida sur un Spectromètre à transformée de fourrier FTIR-8300,

Les échantillons liquides sont examinés dans des cellules en présence de KBr comme solvant.

Les fréquences d'absorption (ν) sont données en cm^{-1} .

III-Définition du principe actif :

Au fil des siècles, confrontées à des éléments souvent hostiles (parasites, champignons microscopiques...), les plantes ont su s'adapter pour survivre. Face à ces menaces, elles se sont dotées « d'armes » soit mécaniques (aiguilles d'orties, cactus...) ou chimiques que l'on nomme principes actifs.

Ces principes sont de véritables agents thérapeutiques, qui agissent comme stimulateurs des diverses fonctions organiques humaines. Les substances actives peuvent se trouver dans la racine, les fleurs, les feuilles, l'écorce. Un principe actif est une molécule extraite de la plante qui soigne.

Les principes actifs des plantes peuvent être groupés en familles parmi lesquelles on trouve :

- **Alcaloïdes** : morphine, nicotine, pavot...
- **Glucosides** : verveine, tilleul, hamamélis...
- **Saponines** : réglisse, bouillon blanc...
- **Tanins** : écorce de chêne...
- **Aamer** : gentiane, chardon bénié, absinthe... [38]

III-1-Techniques traditionnelles d'extraction des principes actifs :

Avec les techniques traditionnelles, les plantes peuvent être préparées en **infusion**, **décoction** ou **macération**.

III-1-a-L'infusion : consiste à verser de l'eau chaude sur les fleurs, les feuilles ou les herbes (tiges) des plantes choisies. Ensuite il faut laisser reposer quelques minutes. Il faut toujours couvrir l'infusion pour ne pas que les principes actifs s'évaporent. On la boit après.



Fig.10 : Infusion de feuilles de thé dans de l'eau chaude. [38]

III-1-b-La décoction : consiste à faire bouillir pendant quinze minutes les tiges ou les racines de la plante, dans de l'eau afin de les ramollir et d'extraire les principes actifs.



Fig.11 : Décoction de gousse de vanille dans de l'eau chaude. [39]

III-1-c-La Macération : on laisse tremper des fleurs, écorces ou racines de plantes dans de l'huile, de l'alcool ou de l'eau à température ambiante pendant plusieurs heures. Le macérat peut ensuite être utilisé sous forme de cataplasme.



Fig.12 : Macération de rose et romarin.

-A droite macérat de rose et de lavande. A gauche macérat de romarin, d'eucalyptus et menthe poivrée dans du vinaigre. [40]

III-2-Principe actif du clou de girofle :

Le girofle est composé de plus de 15% d'huile essentielle et de 70 à 90% d'eugénol, composé antibactérien, antiseptique et antifongique. Il y a, également, entre 9 et 15% d'acétate d'eugénol, entre 5 et 12% de bêta-caryophyllène et 2% d'acide oléanique. D'autres actifs sont aussi présents, en plus petites quantités, comme le caryophyllène oxyde, l'alpha-humulène et le copaène (moins de 1%). On trouve, enfin, des traces de furfural et de vanilline. [41]

III-2-a-Structure chimique du principe actif du clou de girofle :

III-3-Principe actif de gingembre :

Les principaux composés actifs responsables du goût piquant du gingembre frais sont le 6-gingérol [42] et le 10-gingérol. Leurs propriétés anti- inflammatoires et antioxydante sont bien connues [43] et leur potentiel anticancer est démontré in vitro [44], [45]. Une récente étude a démontré un effet prometteur du gingembre comme agent thérapeutique dans le traitement du cancer de la prostate [46]. Durant la déshydratation du gingembre, les gingérols sont convertis en composés nommés shogaols. Ce groupe de composés se retrouve donc en plus grande quantité dans le gingembre séché ou en poudre que dans le gingembre frais [42]. Une étude démontre que les shogaols pourraient protéger les cellules d'un composé impliqué dans le développement de la maladie d'Alzheimer [47]. Les effets des différents composés antioxydants isolés du gingembre ont été observés in vitro ainsi que chez l'animal. Ce sont là des résultats prometteurs qui restent à être démontrés chez l'humain.

III-3-a-Structure chimique du principe actif du gingembre :**III-4-Principe actif de la vanille :**

Acides gras de la vanille (huile de sésame désodorisée) :

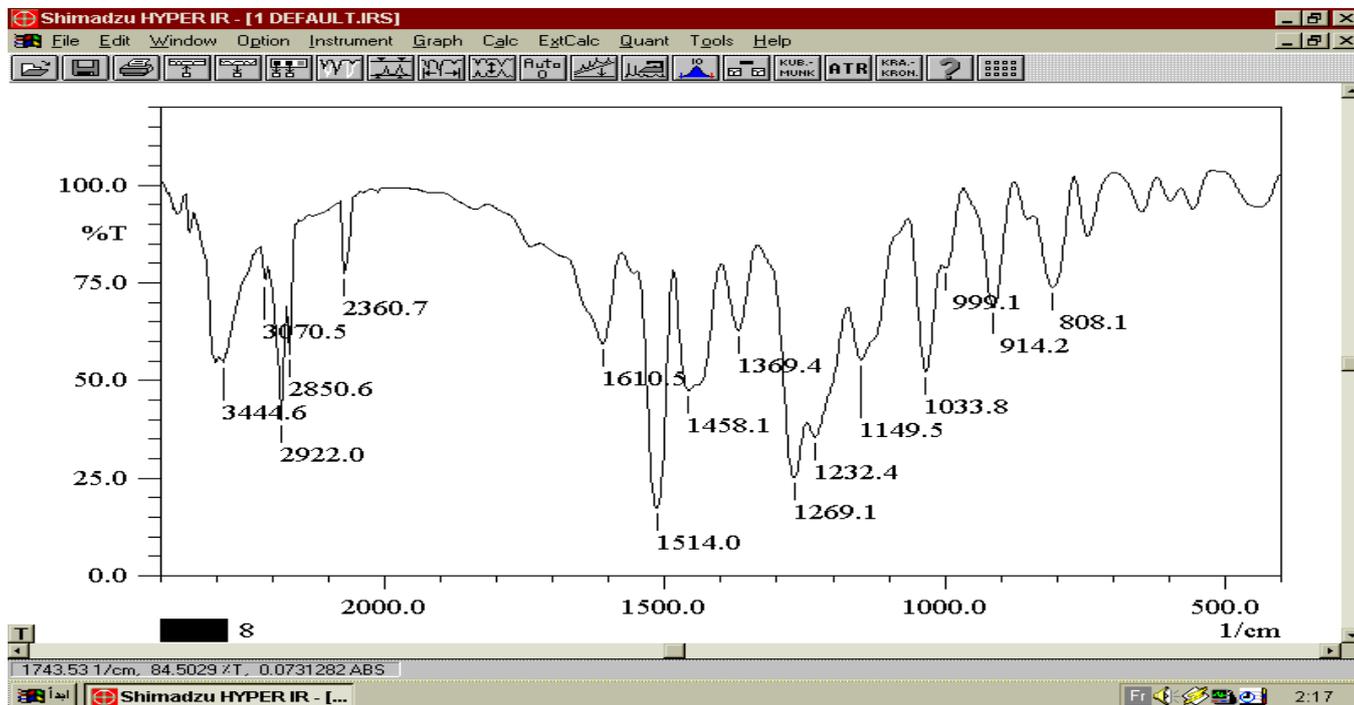
- Acide linoléique (oméga 6)
- Acide oléique (oméga 9)

Autres principes actifs de la vanille :

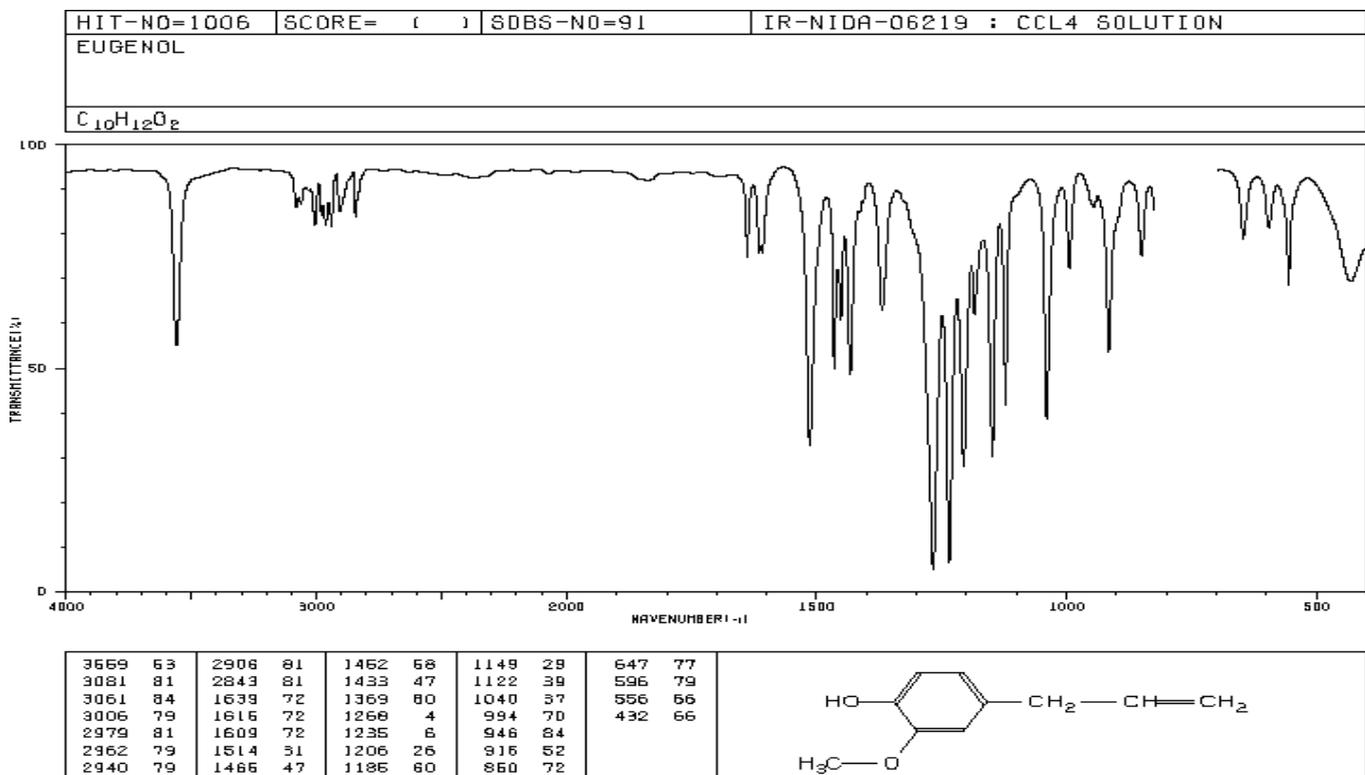
- Vanilline et ses dérivés : responsable de l'arôme de la vanille, aphrodisiaque.
- 4-hydroxybenzaldéhyde : apaisant, calmant.
- Acides gras mono insaturés : nourrissants, protecteurs, adoucissants, assouplissants [49].

III-4-a-Structure chimique du principe actif de la vanille :**IV-Interprétation des résultats :****IV-1-Interprétation des spectres IR :**

IV-1-a-spectre IR de l'HE du clou de girofle dans KBr :



Spectre 1: spectre IR d'HE du clou de girofle



Spectre 2 : spectre IR théorique du principe actif de l'HE du clou de girofle par SDBS.

IV-1-a-1-Bandes caractéristiques de l'huile essentielle du clou de girofle :

ν_{C-C} (arom) = **1514** cm^{-1} (Bande forte).

ν_{C-H} (alcane) = **2922** cm^{-1} (Bande forte).

ν_{C-H} (alcène) = **3070** cm^{-1} (Bande moyenne).

$\nu_{C=C}$ (alcène) = **1610** cm^{-1} (Bande moyenne).

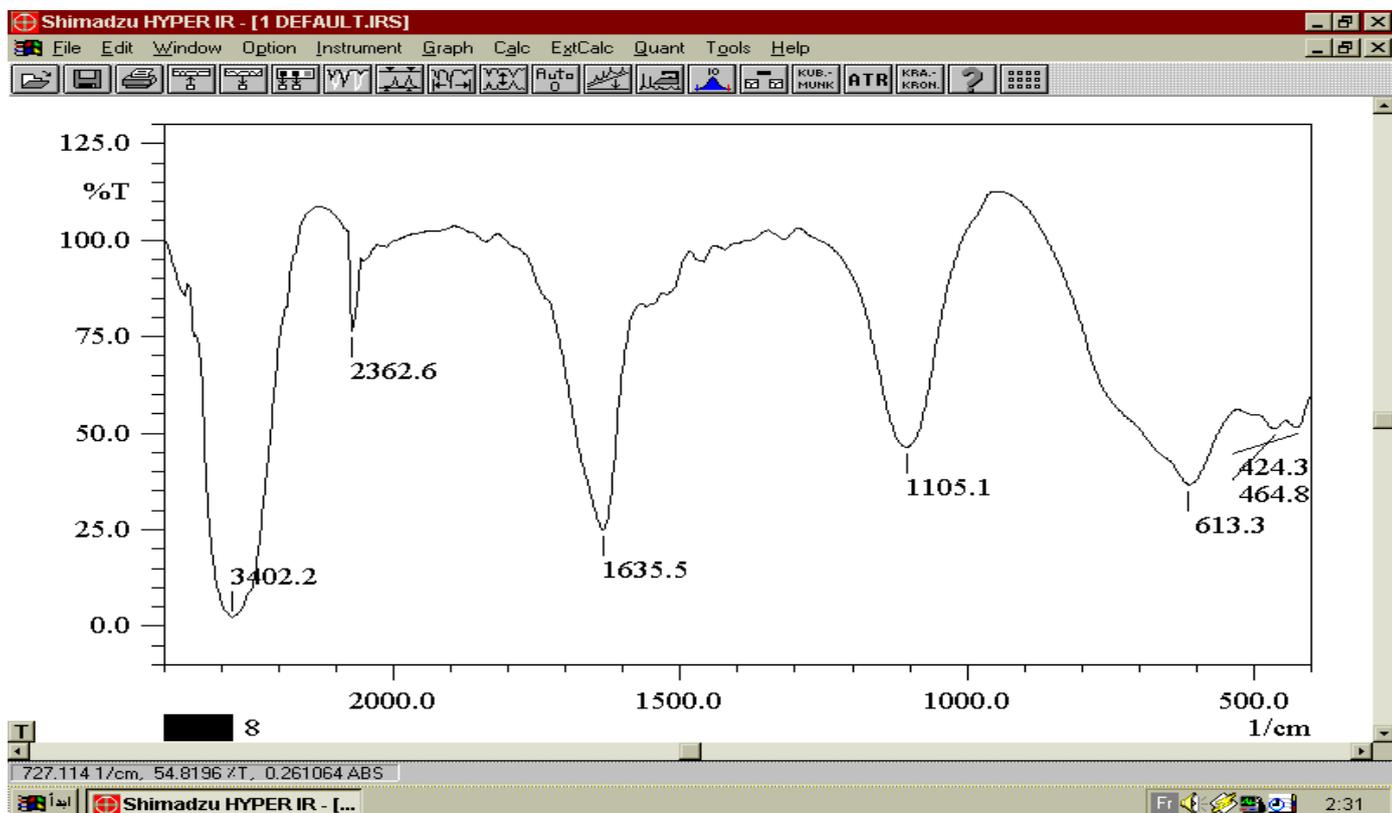
ν_{O-H} (liée) = **3444** cm^{-1} (Bande forte et large).

ν_{C-O} (ethéroxy) = **1149** cm^{-1} (Bande forte).

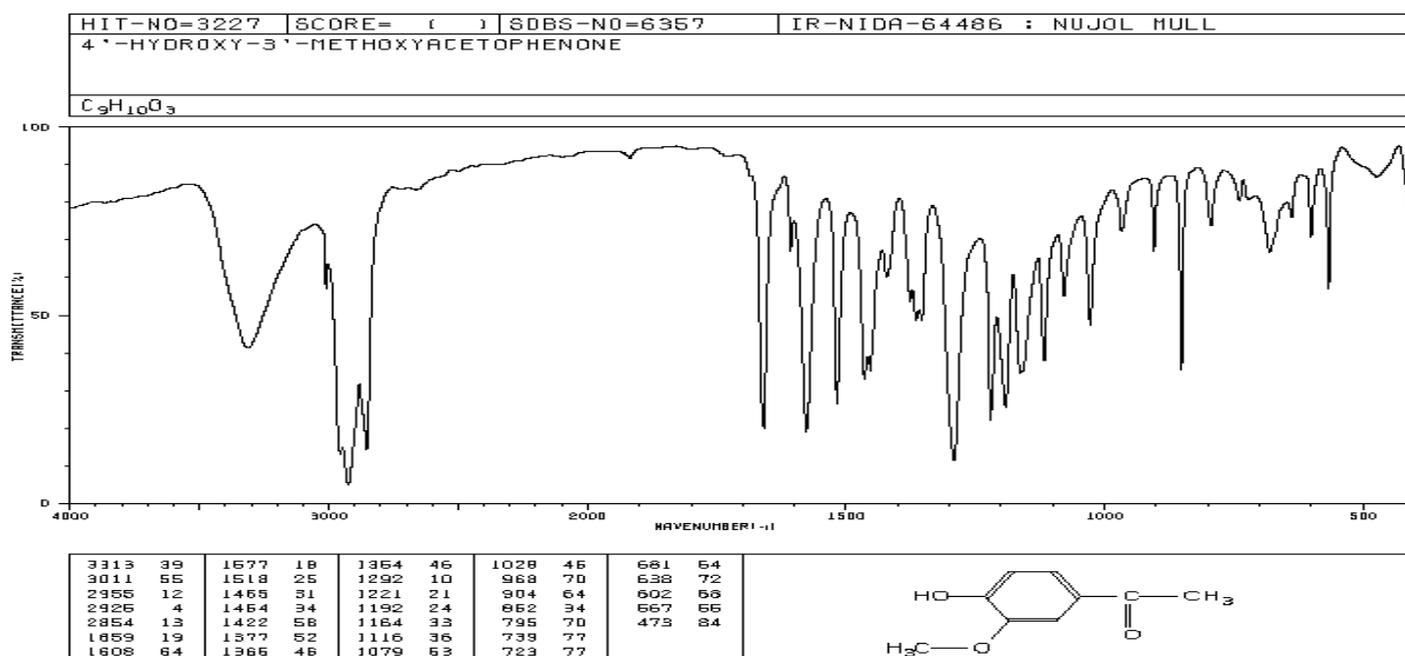
ν_{C-O} (alcool) = **1033** cm^{-1} (Bande forte).

$\nu_{=CH}$ = **3020** cm^{-1} - **3140** cm^{-1} (Bande moyenne).

IV-1-b-spectre IR d'HE du gingembre dans KBr :



spectre3 : spectre IR expérimental d'EH du gingembre.



Spectre 4 : spectre IR théorique du principe actif de l'HE du gingembre par SDBS.

IV-1-b-1-Bandes caractéristiques de l'huile essentielle du gingembre :

$\nu_{C=O}$ (cétone) = **1635 cm⁻¹** (Bande forte).

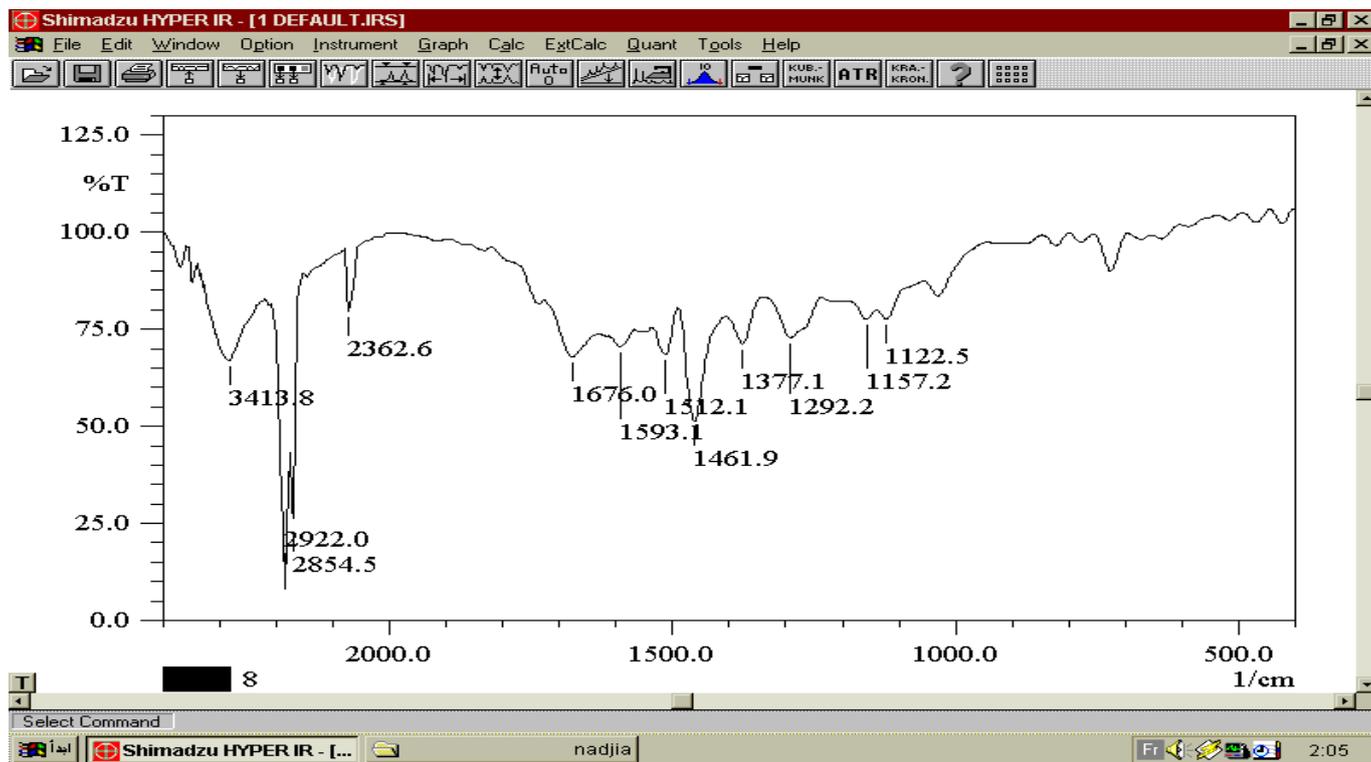
ν_{O-H} (liée) = **3402 cm⁻¹** (Bande forte et large).

ν_{C-O} (ethoxy) = **1105 cm⁻¹** (Bande forte).

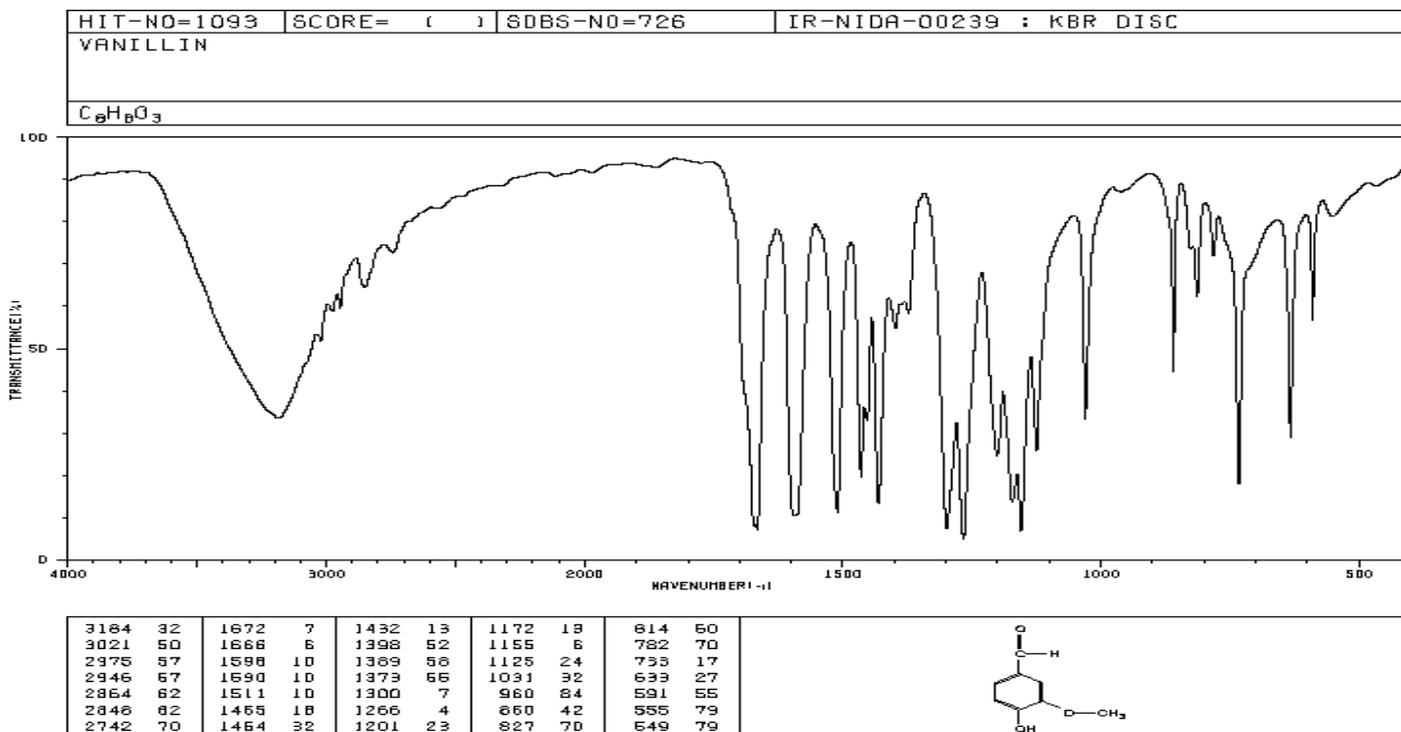
ν_{C-C} (arom) = **1450 cm⁻¹ -1600 cm⁻¹** (Bande moyenne).

$\nu_{C=C}$ (alcène) = **1645 cm⁻¹** (Bande moyenne).

IV-1-c-spectre IR d'HE de la vanille dans KBr :



Spectre 5 : spectre IR expérimental d'HE de la vanille.



Spectre 6 : spectre IR théorie du principe actif de l'HE de la vanille par SDBS.

IV-1-c-1 Bandes caractéristiques de l'huile essentielle de la vanille :

$\nu_{C=O}$ (Aldéhyde) = **1675** cm^{-1} (Bande faible).

ν_{C-H} (Aldéhyde) = **2854** cm^{-1} (Bande forte).

ν_{O-H} (liée) = **3413** cm^{-1} (Bande faible et large).

ν_{C-O} (étheroxy) = **1122** cm^{-1} (Bande faible).

ν_{C-C} (arom) = **1461** cm^{-1} (Bande forte).

-D'après les résultats en remarque la présence des différentes bandes qui caractérisent les différentes fonctions qui existent au sein de des trois huiles essentielles.

V- Conclusion :

La composition chimique des HE est assez complexe, les composés terpéniques et aromatiques représentent les principaux constituants. On y trouve également, et en faibles concentrations des acides organiques, des cétones et des coumarines volatiles. La nature du composé majoritaire (phénol, alcool, aldéhyde, cétone...) joue un rôle principal dans l'efficacité de leurs effets biologiques [35].

d'après nos spectres IR on prouve l'existence de certaines bandes d'absorption qui indiquent bien la présence des différentes fonctions (phénol , méthoxy, alcène ,cétone , aldéhyde) qui caractérisent les principes actifs des trois huiles extraites .

L'interprétation spectrale nous informe que nos résultats sont conformes avec les résultats théoriques (spectre théorique SDBS).

Conclusion Générale

Conclusion Générale

Les plantes médicinales restent toujours la source fiable des principes actifs Connus par leurs propriétés thérapeutiques.

L'intérêt de notre travail consiste à extraire trois d'huiles essentielles du clou de girofle du gingembre et de la vanille de connaître leurs principe actif .et de calculer leurs rendements et les comparer avec ceux de la liturature [49].Les résultats obtenus montrent que les huiles essentielles extraites ont des rendements meilleurs et optimales

La valeur du rendement en huile essentielle de la partie aérienne du clou de girofle est de 9.3% le rendement de la partie aeriene de la vanille est de 4.4 % et le rendement de la partie souterraine du gingembre est de 16.5%. Nos résultats sont conformes aux normes AFNOR [50].

La caractérisation par spectroscopie IR montre bien la présence des bandes caractéristiques des différentes fonctions qui existent au sein des huiles essentielles extraites et de leurs principes actifs .des trois plantes.

Références Bibliographiques

Les références

- [1] : L. Allinger , P. Cava, C. Jongh, R. Johnson, A. Lebel, L. Stevens chimie organique, Chp 28 (application 3) 1982
- [2]:Jean-Louis Morère et Raymond Pujol, Dictionnaire raisonné de biologie, Paris, Frison-Roche, .p **1222 ,2003** [détail de l'édition] (ISBN 2-87671-300-4), « Article Règne végétal »
- [3]: Numbers of threatened species by major groups of organisms (1996–2010) [archive],**2010**
- [4] : ITIS : *Syzygiumaromaticum* (L.) Merr. et Perry (fr) (+ version anglaise (en))
- [5] : Peter Marius Veth, Sue O'Connor et Matthew Spriggs, "The Archaeology of the AruIslands. EasternIndonesia", Terra Australis, Vol. 22, février 2007
- [6]: www.Wikipédia.com / XXIX 127-128
- [7] :Clou de Girofle - *Syzygiumaromaticum*(L.) Merr.&L.M.Perry
Arom (Fl, Fe) ; Cond (Fl) ; Med (Fl) ;
- [8] : Fabre d'Églantine, Rapport fait à la Convention nationale dans la séance du 3 du second mois de la seconde année de la République Française, p. 28 [archive].
- [9] : Copyright 2001 : Dr Jean-Michel Hurtel Vous êtes sur www.phytomania.com
site dédié aux plantes médicinales et aux huiles essentielles
PHYTOTHERAPIE, PLANTES MEDICINALES, AROMATHERAPIE, HUILES ESSENTIELLES
- [10] :Zingiberofficinale, sur Wikimedia Commons.
- [11] : guide de visite, les plantes magiques, du jardin des neuf carrés de l'abbaye de Royaumont.
- [12] : National Geographic France. Numéro de février 2011
- [13] : http://www.practicalaction.org/id=technical_briefs_food_processing
- Ginger: Sri Lanka Des plantes aromatiques de la valeur économique du fascicule n ° 7, NirmalaPieris, Ceylan Institute of Scientific and IndustrialResearch (CISIR), 1982
- Une note sur la distillation d'huile de gingembre, ITDG Rapport, 1979
- [14]: Bruneton, J., Pharmacognosie - Phytochimie, plantes médicinales, 4^e éd., revue et augmentée, Paris, Tec & Doc - Éditions médicales internationales, 2009, 1288 p. (ISBN 978-2-7430-1188-8)
- [15] : G Katzer, « Ginger (*Zingiber officinale* Rosc.) », 2012 (consulté le 2 décembre 2012)

- [16] : Jolad SD, Lantz RC, Chen GJ, Bates RB, Timmermann BN. Commercially processed dry ginger (Zingiberofficinale): composition and effects on LPS-stimulated PGE2 production. *Phytochemistry*. 2005 Jul;66(13):1614-35 PMID 15996695
- [17] : J Wright (2004) *Flavor Création*. Allured publishing. (ISBN 1-932633-01-4)
- [18]:National Geographic France. Numéro de février 2011
- [19] : E Ernst and MH Pittler (2000) Efficacy of ginger for nausea and vomiting: a systematic review of randomized clinical trials. *British Journal of Anaesthesia*, Vol 84, Issue 3 367-371. PMID 10793599
- [20] : T. Mustafa, « Ginger (Zingiberofficinale) in Migraine Headache », *Journal of Ethnopharmacology*, vol. 29, 1990, p. 267–273 PMID 2214812
- [21] : Chrubasik S, Pittler MH, Roufogalis BD. Zingiberisrhizoma: a comprehensive review on the ginger effect and efficacy profiles. *Phytomedicine* 2005 September;12(9):684-701.
- [22] : Boone SA, Shields KM. Treating pregnancy-related nausea and vomiting with ginger. *Ann Pharmacother* 2005 October;39(10):1710-3.
- [23] : Propriétés thérapeutiques du gingembre
- [24] : Al-Amin ZM, Thomson M, et al. Anti-diabetic and hypolipidaemic properties of ginger (Zingiberofficinale) in streptozotocin-induced diabetic rats. *Br J Nutr* 2006 October;96(4):660-6.
- [25] : Srivastava KC, Mustafa T. (1989) Ginger (Zingiberofficinale) and rheumatic disorders. *Med Hypotheses*. 1989 May;29(1):25-8. PMID 2501634
- [26] : bouthin bertrand - hirtzlin jerome – schmittemmanuel professeur accompagnateur : m. traore annee 2005/2006(la vanilline dualite synthetique-naturel)
- [27] :synthese de la vanilline a partir de l'isoeugenol- document d'accompagnement ts Spécialité : fichierB5 - épreuve pratique des 17^{èmes} olympiades de chimie de l'académie de Lille (2000-2001)
- [28] : « <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Vanille&oldid=113976276> ».
- [29] : « CropsPrimary », sur FAOStat, FAO, Archives des séries statistiques de production (interrogation par production, produit : Vanilla, pays et années).
- [30] : W. G. Ungerer, *Drug and ChemicalMarkets*, vol. 9, *Drug &ChemicalMarkets*, 30 Novembre 1921 (lire en ligne),p. 1127-1128

- [31] : Théodore N. Gobley, Journal de pharmacie et de chimie: contenant les travaux de la Société de Pharmacie de Paris : une revue médicale, vol. 34, Doin, 1858 (lire en ligne),p. 401-405
- [32] : F. Tiemann et W. Haarmann, « Ueber das Coniferin und seine Umwandlung in das aromatische Princip der Vanille »,Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft, vol. 7, n° 1, 1874, p. 608-623 (DOI 10.1002/cber.187400701193)
- [33] : K. Reimer, « Ueber eine neue Bildungsweise aromatischer Aldehyde », Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft, vol. 9, n° 1, 1876, p. 423-424(DOI 10.1002/cber.187600901134)
- [34] : GA Burdock (2005). Fenaroli's Handbook Of Flavor Ingredients. Fifth Edition. CRC Press. (ISBN 0849330343) p. 1880-1881
- [35] : - Duquenois P. – L'utilisation des huiles essentielles en pharmacie, leur normalisation et l'europe du médicament. Parf. Cosm. Sov. 1968, 11: 414-418.
- [36] : Peyron L & Naves Y.R. – Lexique des termes et expressions utilisées dans les industries des matières premières aromatiques.(les huiles essentielles). Rivistaitaliana. E.P.P.O.S., 1977, 59 : 550-564.
- [37] : <http://gfev.univ-tln.fr/Spectro/09Spectro.html>
- [38] : <http://www.iteabio.com/Index.php?dir=Club&mod=LifeClubaa>
- [39] : (http://fr.lush.eu/shop/lush/lushopaedia&ingredient_id=681).
- [40] : (<http://zafromaniac.wordpress.com/2011/05/04/faire-macerer-des-plantas-dans-du-vinaigre/>)
- [41] : www.phytomania.com
- [42] : Jolad SD, Lantz RC, et al. Commercially processed dry ginger (Zingiberofficinale): composition and effects on LPS-stimulated PGE2 production. Phytochemistry 2005 July;66(13):1614-35.
- [43] :Surh Y. Molecular mechanisms of chemopreventive effects of selected dietary and medicinal phenolic substances. Mutat Res 1999 July 16;428(1-2):305-27.
- [44] :Aggarwal BB, Shishodia S. Molecular targets of dietary agents for prevention and therapy of cancer.BiochemPharmacol 2006 May 14;71(10):1397-421.
- [45] : Kim EC, Min JK, et al. [6]-Gingerol, a pungent ingredient of ginger, inhibits angiogenesis in vitro and in vivo. BiochemBiophys Res Commun 2005 September 23;335(2):300-8.
- [46] : Saha A, Blando J, Silver E, Beltran L, Sessler J, DiGiovanni J. 6-Shogaol from dried ginger inhibits growth of prostate cancer cells both in vitro and in vivo through inhibition of STAT3 and NF-κB signaling. Cancer Prev Res (Phila). 2014 Jun;7(6):627-38.
- [47] :Kim DSHL, Kim D-S, Oppel MN. Shogaols from Zingiberofficinale protect IMR32 human neuroblastoma and normal human umbilical vein endothelial cells from B-amyloid(25-35) insult. Planta Med 2001;68:375-6.

[48] : Vanille bio - Macérât huileux de Vanille - Vanillaplanifolia

[49] : EMILE MONIN ,Drsebatienmarch ,extraction et purificatin d'une hyille essentielle utilisée en parfumerie .schweizerjugend for scht .

[50] : NORMES AFNOR RECUEIL DES NORMES FRANCAISE (1992). Huiles essentielles. AFNOR, Paris,