



RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE
LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ IBN-KHALDOUN – TIARET-

ANNEXE SOUGUEUR

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Pour l'obtention du diplôme de Master

Filière : CHIMIE

Spécialité : Chimie Organique

Par :

Mr Bediar Habib

THÈME

*Contribution de l'étude biologique de l'effet de
mélange des huiles essentielles.*

Soutenue publiquement le:03/07/2022 devant le jury composé de :

Mr ATMANI Abdelali	M. C .B	Université de Tiaret	Président
Mlle LAOUD Aicha	M. C. B	Université de Tiaret	Examinatrice
Mr GHAZI Redhwane	M. C. B	Université de Tiaret	Encadreur

PROMOTION 2021 /2022

DEDICASE

Dieu soit loué, qui nous a appris ce que nous ne savions pas

Je dédie cet humble travail aux personnes les plus chères de ma vie

Mes parents:

Ma chère mère qui a œuvré pour mon succès avec son amour,

Son soutien, tous les sacrifices qu'elle a consentis et ses précieux conseils, pour toute son aide et sa présence dans ma vie qui m'ont permis

Pour poursuivre mes études.

A mon père

*Je suis honoré de dédier mon travail à la famille **BEDIAR** jeunes et moins jeunes et la famille **KELOUCHE** et la famille **SERIR MOUSSA***

A tous mes amis et à tous ceux qui ont contribué à ce travail.

Remerciement

الحمد لله رب العالمين، والصلاة والسلام على سيدنا محمد وآله وسلم ، اللهم لا علم لنا إلا ما علمتنا إنك أنت العليم الحكيم، اللهم علمنا ما ينفعنا وانفعنا بما علمتنا وزدنا علما.

Au terme de ce travail, je voudrais remercier Dieu Tout-Puissant de m'avoir donné le courage, la volonté et la patience pour mener à bien ce travail.

Nous exprimons d'abord mes remerciements les plus profonds et mes connaissances approfondies à mon superviseur, le Dr Ghazi Radwan, pour la supervision, la direction et la disponibilité de ce travail, et pour le temps qu'il a eu la gentillesse de me consacrer et pour ces sages orientations et conseils. Pour son suivi régulier du développement de cet humble travail.

Je tiens également à remercier les membres du jury, M. AthnamyAbdelali, et Mme LaoudAisha, pour l'honneur d'avoir accepté l'évaluation de ce travail.

Enfin, je tiens à exprimer ma plus profonde gratitude à tous les enseignants qui ont participé de près ou de loin à ma formation du primaire à l'université.

Tableau de matière

Résumé	VI
Abstract	VII
ملخص	VIII
Liste des tableaux.....	IX
Liste des figures	X
Liste des abréviations.....	XIII
Introduction général	1
Référence bibliographique.....	3

CHAPITRE I : LES HUILES ESSENTIELLES

I.1. Introduction	5
I.2. Définition de l'huile essentielle	5
I.3. Historique.....	6
I.4. Propriétés des huiles essentielle.....	6
I.5. Extraction des huiles essentielles	7
I.5.1. Hydro distillation	7
I.5.2. L'extraction par L'enfleurage	8
I.5.3. L'extraction Par Pression A Froid Ou Expression	8
I.5.4. L'extraction Par Co2 Supercritique	9
I.5.5. L'extraction par un solvant	9
I.5.6. La macération	10
I.6. Les compose des huiles essentielles	10
I.7. Activités biologiques et pharmacologiques desHEs.....	11
I.7.1. Activités biologiques	11
I.7.2. Activités pharmacologiques	12
I.8. Techniques d'évaluation de l'activité antioxydant	14

I.9. Conclusion	14
-----------------------	----

Référence bibliographique.....	16
--------------------------------	----

CHAPITRE II : LES PLANTES MEDICINALES

II.1. Introduction	22
--------------------------	----

II.2. Définition	22
------------------------	----

II.3. Citron	22
--------------------	----

II.3.1. Définition Et Description morphologique De Citron.....	22
--	----

II.3.2. Histoire et distribution de citron	23
--	----

II.3.3. Classification de citron.....	24
---------------------------------------	----

II.3.4. Les genres de citron	24
------------------------------------	----

II.3.5. Composition chimique de citron	26
--	----

II.3.6. Effet thérapeutique de citron.....	26
--	----

II.3.7. Utilisation traditionnel de citron.....	26
---	----

II.4. Orange.....	27
-------------------	----

II.4.1. Définition Et Description morphologique D'orange.....	27
---	----

II.4.2. Histoire et distribution d'orange	27
---	----

II.4.3. Classification d'orange.....	28
--------------------------------------	----

II.4.4. Les genres d'orange	28
-----------------------------------	----

II.4.5. Composition chimique d'orange	30
---	----

II.4.6. Effet thérapeutique d'orange.....	32
---	----

II.4.7. Utilisation traditionnel d'orange.....	33
--	----

II.5. Romarinus officinalis.....	34
----------------------------------	----

II.5.1. Définition Et Description morphologique De Romarinus officinalis...35	
---	--

II.5.2. Histoire et distribution De Romarinus officinalis	35
---	----

II.5.3. Classification De Romarinus officinalis	36
---	----

II.5.4. Les genres De Romarinus officinalis	36
---	----

II.5.5. Composition chimique De Romarinus officinalis	38
---	----

II.5.6. Effet thérapeutique De Romarinus officinalis	38
--	----

II.5.7. Utilisation traditionnel De Romarinus officinalis.....	39
--	----

II.6. Conclusion.....	39
-----------------------	----

Référence bibliographique	40
---------------------------------	----

CHAPITRE III : ETUDE PHOTOCHIMIQUE ET ACTIVITE ANTIFONGIQUE

III.1. Introduction	46
---------------------------	----

III.2. Méthodologie du travail	46
--------------------------------------	----

III.3. Matériel de hydrodistillation	46
III.4. Description de site d'étude et Situation géographique de la région	47
III.4.1. Description de site d'étude	47
III.4.2. Situation géographique de la région.....	47
III.4.3. Aperçu Pédologique.....	48
III.4.4. Aperçu climatique.....	49
III.4.5. Choix d'espèce végétale et collecte.....	49
III.4.6. Préparation de l'échantillon pour l'étude.....	49
III.4.7. Méthode De Hydro distillation.....	50
III.5 caractéristique organoleptique.....	50
III.6 évaluation l'activité antioxydant.....	51
III.6.1. courbe d'étalonnage	51
III.6.2. mode opératoire	51
Référence bibliographique	54

CHAPITRE IV : RESULTA ET DISCUSSION

IV.1. Introduction	56
IV.2. Le Rendement	56
IV.2.1. Des Huiles Essentielles.....	56
IV.2.2. Solution Du Hydro Distilla Solution Aqueuse.....	57
IV.3. Caractéristique Organoleptique D'huile Essentiel.....	58
IV.4. RésultatsDe L'évaluation De L'activité Antioxydants	59
IV.4.1. Analyse Qualitative Des Extraits.....	61
IV.4.2. L'activité Anti Radicalaire Des Mélanges Des Huiles Essentielles	62
IV.4.3. L'activité Anti Radicalaire Des Extraits	63
IV.5. Conclusion	69
Référence Bibliographique	70
Conclusion Général	73

Résumé :

Notre travail s'inscrit dans le cadre de l'évaluation de l'activité antioxydant d'un mélange d'huiles essentielles. Des plantes (citronnier, oranger et romarin) récoltées dans la région de Tiaret, qui a plusieurs utilisations. Après l'étape d'hydro distillation

Le pouvoir antioxydant de mélange huiles essentielles, a été mesuré à l'aide de la méthode de DPPH, et les résultats obtenus montrent que le mélange huiles essentielles de notre plantes possède une activité antioxydant déficiente que les valeurs sont comparés avec celle de l'acide

Ascorbique qui a une $IC_{50} = 0,11$ mg/ml

MH1 = 0,08 mg /ml

MH2 = 0,10 mg/ml

MH3 = 0,11 mg/ml

Abstract:

Our work is part of the evaluation of the antioxidant activity of a mixture of essential oils. Plants (lemon tree, orange tree and rosemary) harvested in the region of Tiaret, which has several uses. After the hydro distillation step

The antioxidant power of the essential oil mixture was measured using the DPPH method, and the results obtained show that the essential oil mixture of our plants has a deficient antioxidant activity that the values are compared with that of the acid.

Ascorbic which has an $IC_{50} = 0.11$ mg/ml

MH1 = 0.08 mg/ml

MH2 = 0.10 mg/ml

MH3 = 0.11mg/ml

ملخص :

يتم هذا العمل في إطار تقييم نشاط خلط الزيوت الأساسية التالية (زيت البرتقال، زيت الليمون، زيت إكليل الجبل) التي تم احضار نباتاتها من السوق المحلي لولاية تيارت بعد عملية التقطير المائي ،

تم قياس قوة مضادات الأكسدة لخليط الزيت العطري باستخدام طريقة DPPH، وأظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن خليط الزيت العطري لنباتاتنا لديه نشاط مضاد للأكسدة ناقص بحيث تتم مقارنة القيم مع تلك الموجودة في الحمض.

الأسكوربيك الذي يحتوي على $CI50 = 0.11$ مجم / مل

مجم / مل $MH1 = 0.08$

مجم / مل $MH2 = 0.10$

مجم / مل $MH3 = 0.11$

Liste des tableaux

CHAPITRE II : LES PLANTES MEDICINALES

Tableau 01 : la composition minérale de l'écorce d'orange... ..31

Tableau 02 : composition chimique de romarin38

CHAPITRE III : ETUDE PHOTOCHEMIQUE ET ACTIVITE ANTIFONGIQUE

Tableau 01 : mélange d'extrait de hydro distilla avec DPPH et méthanol52

Tableau 02 : mélange des huiles essentielles avec DPPH et méthanol53

CHAPITRE IV : RESULTA ET DISCUSSION

Tableau 01 : rendement des huiles essentielles.....57

Tableau 02 : rendement des hydro distilla.....58

Tableau 03 : propriétés organoleptiques d'huile essentielle.....59

Tableau 04 : test qualitative du mélange des huiles essentielles MH au DPPH.....60

Tableau 05 : test qualitative du mélange des hydro distilla extrait MHD au DPPH.....61

Tableau 06 : activité anti radicalaire (AAR%)des mélanges des huiles essentielles.....62

Tableau 07 : activité anti radicalaire (AAR%)des mélanges des hydro distilla extraites..63

Tableau 08 : CI50 du mélange des HEs extraites et de l'acide ascorbique66

Tableau 09 : CI50 du mélange des hydro distilla extraites et de l'acide ascorbique.....67

Liste des figures :

CHAPITRE I : LES HUILES ESSENTIELLES

Figure 01 : extraction par hydro distillation.....	7
Figure02 : extraction par l'enfleurage	8
Figure 03 : extraction par pression à froid ou expression	9
Figure 04 : extraction par CO_2 supercritique	9
Figure 05 : extraction par un solvant.....	9
Figure 06 : extraction par macération.....	10

CHAPITRE II : LES PLANTES MEDICINALES

Figure 01 : caractéristique morphologique d'un citron	23
Figure02 : distribution de citron.....	24
Figure 03 : description morphologique d'orange	27
Figure 04 : distribution des orangers dans le monde à partir de son pays d'origine (la chine).....	28
Figure 05 : structure de la vitamine C	31
Figure 06 : plante médicinale Rosmarinusofficinalis.....	35
Figure 07 : région méditerranéenneRosmarinusofficinalis	36

CHAPITRE III : ETUDE PHOTOCHEMIQUE ET ACTIVITE ANTIOXYDANTE

Figure 01 : matériel d'hydro distillation.....	47
Figure 02 : la localisation de Tiaret sur la carte de l'Algérie.....	48
Figure 03 : Catre lithologique de la wilaya de Tiaret	49
Figure 04 : les échantillons d'orange, romarin et citron	50
Figure 05 : montage d'hydro distillation	50

CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSION

Figure 01 : huiles essentielle de romarin	57
Figure 02 : hydro distillation de romarin	57
Figure 03 : chromatogramme du mélange de au DPPH.....	60
Figure 04 : les mélanges MHD sous lampe UV à 365 nm après pulvérisation avec le DPPH.....	61
Figure 05 : activité anti radicalaire des mélanges des huiles essentielles	62
Figure 06 :activité anti radicalaire des mélanges des hydro distilla extraites	63
Figure 07 : Courbe d'étalonnage de l'acide ascorbique.....	64
Figure 08 : activité anti radicalaire du mélange MH1.....	65
Figure 09 : activité anti radicalaire du mélange MH2.....	65
Figure 10 : activité anti radicalaire du mélange MH3.....	66
Figure 11 : activité anti radicalaire du mélange MH4.....	66
Figure 12 : activité anti radicalaire des mélangesdes huiles essentielles extraites et l'acide ascorbique	67
Figure 13 : activité anti radicalaire des mélangesdes hydro distilla extraites et l'acide ascorbique	68



Liste des abréviations

DPPH : 2,2- diphényle-1-picrylhydrazyl.

APG : AngiospermPhylogeny Group.

HEs : les huiles essentielles.

IGP : indication géographique protégée.

AFNOR : Association Française de Normalisation.

CPG : Chromatographie en phase gazeuse.

Ir a : indice de rétention apolaire.

Ir p : indice de rétention polaire.

MS : La spectrométrie de masse.

PR : pourcentage de réduction ou d'inhibition du DPPH.

DO :cont_a à t₀ : densité optique du DPPH à t₀.

DO :cont_a à t₃₀ : densité optique à 30 min après avoir ajouté l'extrait.

DHA :déshydroascorbique.

AA : Acide Ascorbique.

Mg : milligramme.

ml : millilitre.

BHT : Hydrox toluènebutyles.

Rdt : Rendement.

CI50:Concentration Equivalente A 50% De DPPH Réduit.

CLHP : la chromatographie en phase liquide à haut performance.

AAR(%) : pourcentage d'Activité Anti-Radicalaire.

MHD : mélanges hydro distilla.

HPTLC : Chromatographie en couche mince haute performance.

Introduction général

INTRODUCTION GENERAL

Les huiles essentielles ont, à toutes époques, occupé une place importante dans la vie quotidienne des hommes qui les utilisaient autant pour se parfumer, aromatiser la nourriture ou même se soigner. La connaissance des huiles essentielles remonte à fort longtemps puisque l'homme préhistorique pratiquait déjà, à sa manière, l'extraction des principes odorants des plantes. Il plongeait, dans un même récipient rempli d'eau, des plantes odorantes et des pierres brûlantes. La vapeur dégagée entraînait les molécules volatiles, puis le tout était recueilli à l'aide d'une peau d'animal dont l'essorage donnait quelques gouttes d'huile essentielle. [1]

Au fil des siècles, l'extraction et l'usage des principes odorants des plantes sont développés, notamment par les civilisations arabe et égyptienne, qui leurs attribuent avant tout un usage religieux [2]. Puis progressivement, ces huiles essentielles se font connaître pour leurs vertus thérapeutiques et deviennent alors des remèdes courants des médecines traditionnelles. En guise d'exemple, à l'époque des grandes épidémies dans la Grèce Antique, les principes odorants de certaines plantes aromatiques étaient répandus par fumigation dans les rues des villes pour combattre la propagation des maladies infectieuses. La fumigation des personnes malades est en effet l'une des plus anciennes techniques thérapeutiques. [3]

Les huiles essentielles constituent donc une source intéressante de nouveaux composés dans la recherche de molécules bioactives.

L'extraction d'une huile essentielle (HE) est nécessairement une opération complexe et délicate. Elle a pour but, en effet, de capter et recueillir les produits les plus volatils, subtils et les plus fragiles qu'élabore le végétal, et cela sans en altérer la qualité. [4]

Il existe différentes techniques d'exploitation des huiles essentielles : l'expression à froid, l'enfleurage, l'extraction par solvant organique volatil, l'extraction par gaz liquéfié, par fluide à l'état supercritique et enfin la distillation à la vapeur d'eau.

Les plantes productrices des huiles essentielles ont été utilisées aussi depuis des milliers d'années. L'exploitation de ces métabolites végétaux a commencé au XIX^e siècle, et le plus souvent suivie par la détermination de leur composition chimique et leur activité biologique presque exempte d'effets secondaires. [5]

Les plantes médicinales ont des propriétés curatives en raison de la présence de divers constituants bioactifs importants (tels que les composés phénoliques, flavonoïdes, alcaloïdes, tanins et terpénoïdes). Les huiles essentielles sont l'un des plus importants produits naturels

INTRODUCTION GENERAL

provenant de plantes pour leurs diverses propriétés biologiques à usages, cosmétiques, médicamenteux, religieux.[6]

Dans cette recherches, nous avons discute la connaissance de l'huile essentielle dominante parmi les huiles essentielles suivantes : huile d'orange, huile de citron, huile de romarin en utilisant la méthode de hydrodistillation, en les mélangeant entre elles et en appliquant la technique centrifuge.

Référence bibliographique

- [1] **Robert, G. (2000).** Les Sens du Parfum. Osman Eroylls Multimedia. Paris. 224 p.
- [2] **Sell, C.S. (2006).** The Chemistry of Fragrance. From Perfumer to Consumer. 2nd edition. The Royal Society of Chemistry. Cambridge. 329 p
- [3] **Buchbauer, G; Jâger, W; Jirovetz, L; ilmberger, J; Dietrich, H. (1993).** Therapeutic properties of essential oils and fragrances. In: Bioactive Volatile Compounds from Plants, (R Teramishu, R G Buttery and H Sugisawa, eds). ACS Symposium Series 525 Washington DC: American Chemical Society. 159-165.
- [4] **Lahlou, M. (2004).**Methods to study the phytochemistry and bioactivity of essential oils. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*, 18(6), 435-448.
- [5] **Shaukat, K., Ghazala, H.R., Hina,Y., et al. (2013).**Medicinal importance of *Holoptelaintegrifolia* (Roxb.) Planch - its biological and pharmacological activities. *Natural Products Chemistry & Research*. 2(1):1 4.
- [6] **Elshafie H.S., Mancini E., Sakr S., et al. (2015).** Antifungal Activity of Some Constituents of *Origanumvulgare* L. Essential Oil against Postharvest Disease of Peach Fruit. *Journal of Medicinal Food*.18(8):929-934.

Chapitre I

Les huiles essentielles

Chapitre I : Les huiles essentielles

I.1. Introduction :

L'homme toujours utilisé les plantes pour créer et se parfumer, mais aussi pour se soigner sans vraiment connaître les propriétés de ces plantes, ni posséder la moindre connaissance scientifique, voire un résumé, pour expliquer leurs mérites.

Les huiles essentielles n'ont été réellement découvertes qu'au Moyen Âge grâce aux premières distillations et plus tard, grâce aux progrès de la science et surtout à l'avènement de la chimie. Cette médecine traditionnelle ancestrale est le précurseur de la phytothérapie et de l'aromathérapie d'aujourd'hui.

Et pour extraire ces huiles, il existe plusieurs méthodes, dont la distillation à l'eau et au solvant, le trempage..... etc.

Ces huiles contiennent de nombreux composants, y compris des composés chimiques et physiques.

I.2. Définition de l'huile essentielle :

Une huile essentielle est un extrait liquide et aromatique obtenu généralement par distillation à la vapeur d'eau à partir d'une plante, et qui en concentre les actifs volatils. Elle représente la quintessence de la plante, sous forme de concentré, riche d'une très grande variété de substances actives identifiées très précisément par analyse chromatographique.[1]

L'AFNOR (Association Française de Normalisation) a donné une définition précise et officielle de l'huile essentielle, qui doit être « obtenue à partir d'une matière première d'origine végétale, après séparation de la phase aqueuse par des procédés physiques : soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par des procédés mécaniques à partir de l'épicarpe des Citrus, soit par distillation sèche ». [2]

Les huiles essentielles sont des mélanges naturels complexes de métabolites secondaires volatils, isolés par hydrodistillation ou par expression mécanique. Elles sont obtenues à partir de feuilles, de graines, de bourgeons, de fleurs de brindilles, d'écorces, de bois, de racines, de tiges ou de fruits [3], mais également à partir de gommés qui s'écoulent du tronc des arbres. Les huiles essentielles sont obtenues par hydrodistillation, expression à froid, comme les agrumes [4], De nouvelles techniques permettant d'augmenter le rendement de production,

Chapitre I : Les huiles essentielles

ont été développées, comme l'extraction au moyen de dioxyde de carbone liquide à basse température et sous haute pression [5] ou l'extraction assistée par ultrasons ou micro-ondes [6].

I.3. Historique :

Les huiles essentielles est aussi vieille que l'histoire de la civilisation. Les huiles essentielles ont été dans la pratique, dans presque toutes les civilisations anciennes connues à la race humaine. L'histoire des huiles essentielles remonte à 4000 avant JC, que les huiles essentielles sont assez modernes. Les Egyptiens, Grecs, Romains, les Chinois et les Indiens étaient connus pour avoir pratiqué l'aromathérapie avec des huiles essentielles dans leurs médicaments pendant des siècles [7].

De nombreuses preuves nous montrent que l'utilisation des huiles essentielles remonte au début de l'histoire humaine (7000 ans à 3500 ans), bien que nous ne connaissions pas l'origine exacte de l'utilisation des huiles qu'elles contiennent il y a plusieurs milliers d'années, il est certain que ces peuples anciens trouvaient de multiples usages aux huiles essentielles. . Il y a plus d'un siècle, les huiles essentielles étaient presque exclusivement destinées à l'industrie de la parfumerie et à tout autre produit aromatique. Depuis plusieurs années, nous découvrons les diverses propriétés curatives des huiles essentielles. La médecine alternative et les techniques de relaxation utilisent les huiles et leurs arômes pour traiter de nombreuses conditions telles que le stress, l'insomnie, etc. La médecine conventionnelle penche également de plus en plus vers les huiles essentielles en solution ou en inhalateurs pour améliorer la qualité de vie des patients grâce à l'aromathérapie (comme indiqué plus haut). Il est certain que l'utilisation des huiles essentielles en est encore à ses balbutiements et que d'ici quelques années, elle sera omniprésente sur le marché [8].

I.4. Propriétés des huiles essentielles:

Les huiles essentielles sont généralement liquides, et malgré leur nom, elles sont généralement non grasses. Elles sont volatiles, inflammables et s'évaporent à des degrés divers ; en conséquence, il est conseillé de les stocker dans un endroit frais et de les tenir à l'écart des flammes. Elles sont solubles dans l'huile et l'alcool, et forment une suspension dans l'eau. Elles sont aromatiques, ce qui constitue un élément majeur du traitement. Non diluées, elles sont très puissantes ; elles doivent donc être diluées soit dans une huile ou une graisse de soutien, soit dans de l'alcool [9]. Leur point d'ébullition varie de 160° à 240°C Elles ont un

Chapitre I : Les huiles essentielles

indice de réfraction élevé. Elles sont dextrogyres ou lévogyres, rarement inactives sur la lumière polarisée [10].

I.5. Extraction huiles essentielles :

Pour extraire les huiles essentielles des plantes, il existe plusieurs méthodes et mécanismes que nous aborderons dans cette recherche :

I.5.1. Hydro distillation :

Datant de plus d'un millénaire, il s'agit de la méthode la plus ancienne et la plus utilisée pour obtenir une huile essentielle de qualité.

Le principe est simple :

Il consiste à faire passer un courant de vapeur d'eau dans une cuve contenant les plantes. Sous l'action de l'humidité et de la chaleur les huiles essentielles volatiles se libèrent. Ensuite cette vapeur d'eau et d'huile essentielle passe dans un serpentin refroidi par de l'eau. La vapeur se condense alors dans le serpentin, et retourne à l'état liquide. Ce liquide, mélange d'eau et d'huile essentielle est recueilli dans un essencier qui sépare les deux éléments. En effet, l'huile essentielle est non miscible à l'eau et plus légère donc elle se retrouve dans la partie supérieure de l'essencier [11].

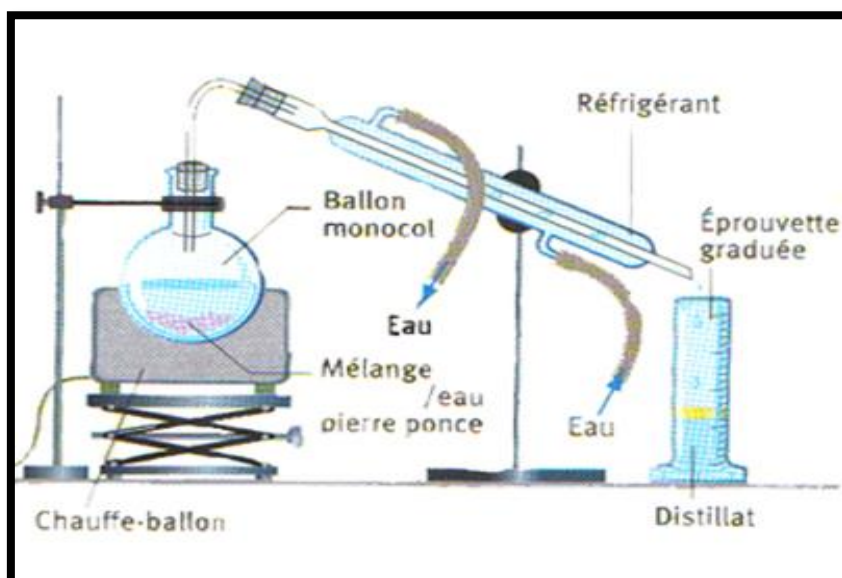


Figure 01:extraction par hydro distillation.

Chapitre I : Les huiles essentielles

I.5.2. L'extraction par L'enfleurage :

L'extraction par L'enfleurage est l'un des plus anciens procédés. Il est basé sur l'affinité des parfums pour les graisses et concerne les plantes qui conservent leur parfum après avoir été cueillies (comme le jasmin ou la tubéreuse). On fait alors fondre la pommade qui sera décantée. Elle sera ensuite traitée à l'alcool et à froid. L'alcool entrainera le parfum seul sans se charger des graisses. Cette technique d'extraction est pratiquement en voie de disparition en raison de son coût [12].

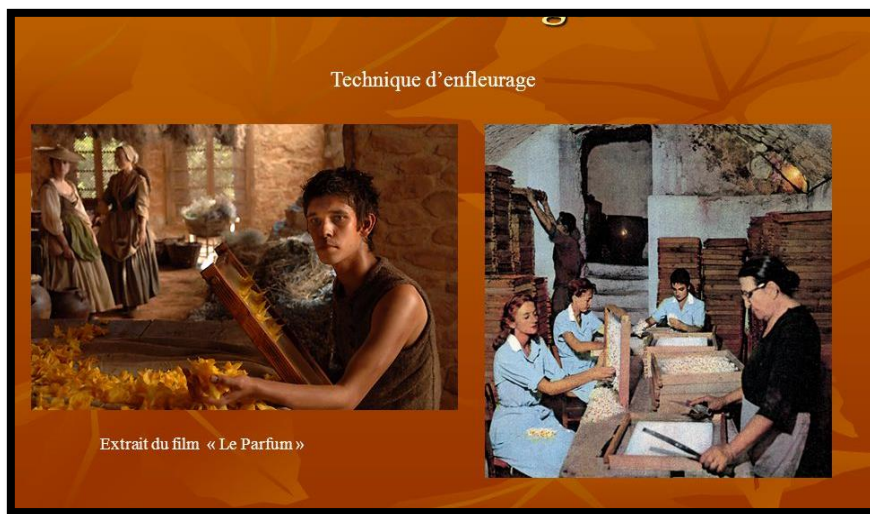


Figure 02:L'extraction par L'enfleurage.

I.5.3. L'extraction Par Pression A Froid Ou Expression :

C'est une opération unitaire de séparation qu'on retrouve dans de nombreux procès de fabrication : jus de fruit, vinification, sucrerie (canne), huilerie (olive).

On peut définir l'extraction par pression comme étant une opération de séparation d'un liquide emprisonné dans un solide qu'on obtient par l'application d'une force (pression) sur la matière première solide pour en expulser la phase liquide [13].

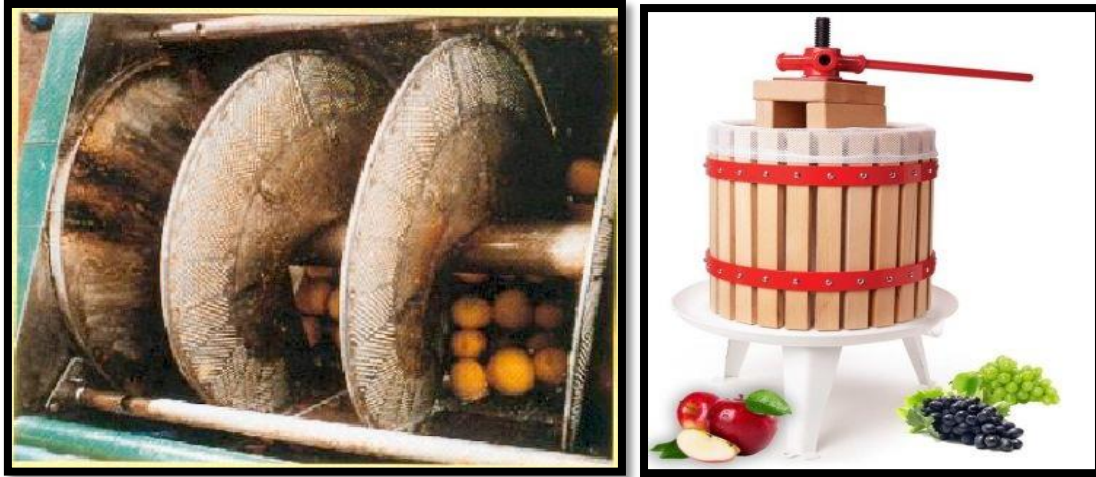


Figure 03: L'extraction par pression à froid ou expression.

I.5.4. L'extraction Par CO_2 Supercritique :

Méthode très moderne et très coûteuse, elle permet pourtant d'obtenir des huiles essentielles de très grande qualité. Les masses végétales sont traversées par un courant de CO_2 , augmentant ainsi la pression, et faisant éclater « naturellement » les sacs d'arômes [14].

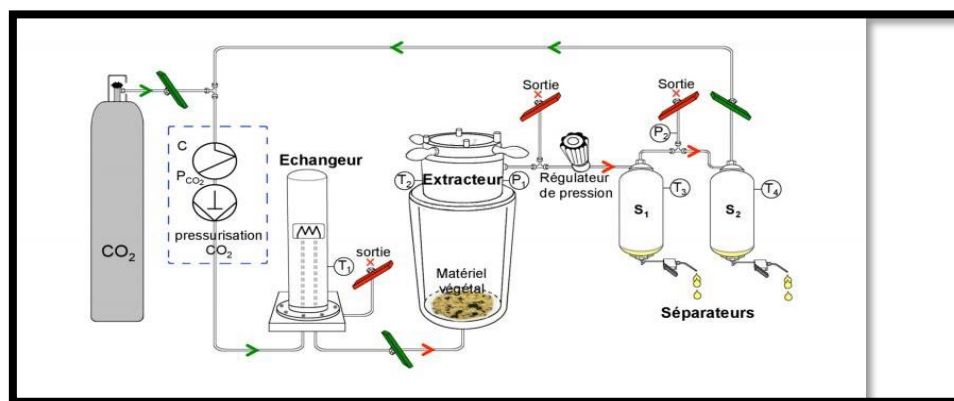


Figure 04: L'extraction Par CO_2 Supercritique.

I.5.5. L'extraction par un solvant :

L'extraction par un solvant est une technique sélective qui repose sur la solubilité des espèces à extraire dans un solvant donné. Le solvant doit alors être non miscible à l'eau, dissoudre facilement l'espèce à extraire et être liquide à la température de l'extraction. Sa densité nous permet de situer la position de la phase organique pour achever l'extraction [15].

Chapitre I : Les huiles essentielles

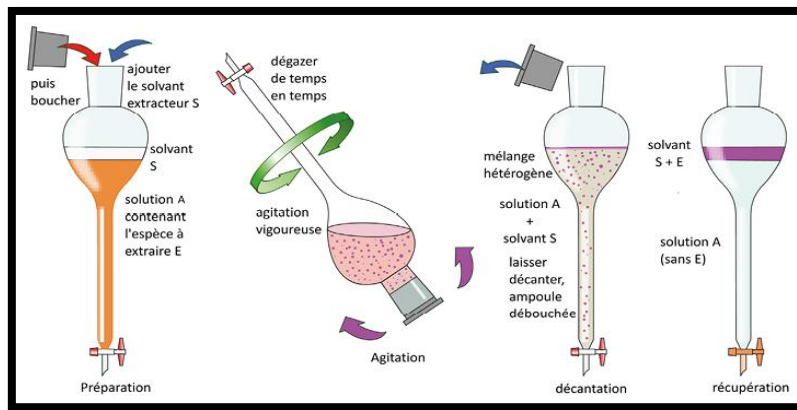


Figure 05: L'extraction par un solvant.

I.5.6. La macération :

Ce procédé est surtout préconisé pour les racines et les graines. La plante est laissée à tremper à température ambiante, en vase clos, dans un endroit sombre et frais. Dans la plupart des cas, le solvant utilisé est un mélange d'eau et d'alcool pour prévenir la fermentation et/ou la détérioration. A la fin de la période de macération qui est propre à chaque plante, le liquide est égoutté, le marc humide pressé, filtré et mis en flacon ou bouteille. Le produit ainsi obtenu est couramment appelé teinture [16].



Figure 06: macérer des plantes.

I.6. Les compose des huiles essentielles :

Les huiles essentielles sont constituées de substances complexes. Ce sont des liquides contenus dans les composés aromatiques des plantes. Des molécules diverses entrent dans leur composition.

- ❖ **Les terpènes** - Les terpènes sont des hydrocarbures produits notamment par les conifères. Les terpènes sont des composants importants des huiles essentielles.

Chapitre I : Les huiles essentielles

- ❖ **Les Aldéhydes** : les aldéhydes sont des composés organiques. Le plus connu des aldéhydes est le formolaldéhyde qui est le formol en solution aqueuse.
- ❖ **Les phénols** : les phénols sont des dérivés hydroxylés du benzène et des hydrocarbures aromatiques.
- ❖ **Les cétones** : les cétones sont de structure très proche des aldéhydes. La plus célèbre cétone est l'acétone qui sert de dissolvant pour vernis.
- ❖ **Les esters** : les esters ont une odeur très agréable ; ce sont les esters qui donnent aux fruits leur bonne odeur naturelle[17].
- ❖ **Acides** : Les acides sont des anti-inflammatoires très puissants, même à l'état de traces. Ils sont le plus souvent bien tolérés et agissent comme anti-inflammatoires, antispasmodiques, antalgiques, hypotenseurs.
- ❖ **Lactones** : Comme les cétones, les lactones sont souvent retrouvées à l'état de traces dans les huiles essentielles, mais elles sont très toxiques, et leurs contre-indications sont identiques. On les utilise pour traiter des pathologies à production de mucus, comme la bronchite.
- ❖ **Coumarines** : Si les coumarines sont souvent présentes à l'état de traces, elles sont cependant très efficaces. Elles ont des propriétés calmantes pour ce qui concerne le système nerveux. Elles sont néanmoins photo sensibilisantes [18].

I.7. Activités biologiques et pharmacologiques des HE :

I.7.1. Activités biologiques :

Les plantes aromatiques et les épices sont utilisés depuis des siècles dans les préparations alimentaires non seulement pour la saveur qu'ils procurent mais aussi pour leurs propriétés antibactériennes et antifongiques. Thym, thym, sauge, romarin et clous de girofle De nombreuses plantes aromatiques sont fréquemment utilisées comme ingrédients alimentaires. Huiles Tous les éléments essentiels de ces plantes ont une caractéristique commune : ils sont riches en composés Phénols tels que l'eugénol, le thymol et le carvacrol. Ces composés ont un effet puissant Activité antibactérienne. Le carvacrol est le plus actif de tous. Connu pour être non toxique, il est Il est utilisé comme conservateur et arôme alimentaire dans les boissons, les desserts, etc. les préparatifs. Le thymol est l'ingrédient actif du rince-bouche et l'eugénol y est utilisé Produits cosmétiques, alimentaires et dentaires. Ces trois composés ont un effet antimicrobien Contre un large spectre de bactéries : Escherichia coli, Bacillus cereus, Listeria monocytogenes, Salmonella intestinale, Clostridium jejuni, Lactobacillus saki, Staphylococcus aureus et HelicobacterBiroli.[19,20].

Chapitre I : Les huiles essentielles

Il affiche également d'autres familles des complexes Propriétés antibactériennes intéressantes : certains alcools, aldéhydes et cétones monoterpènes (géraniol, linalol, menthol, terpinéol, thujanol, myrcinol, citronnelle, néral, thuyone, camphre, carvone, etc.), phénylpropane (cinnamaldéhyde) et monoterpène (terpinène, p-cymine). Les industries alimentaires, cosmétiques et pharmaceutiques sont très sévères Intéressé par les propriétés de ces composés, d'autant plus qu'il s'agit d'arômes naturels.

En conséquence, de nombreux chercheurs du monde entier étudient son potentiel en tant que facteur de Stockage [21]. La plupart de ces composés sont aussi de très bons agents. Antifongiques; Le thymol, le carvacrol et l'eugénol sont ici encore les composés les plus actifs. Un grand nombre de composés volatils ont été testés contre une grande variété de champignons : Candida (C. albicans), Aspergillus (A. niger, A. flavus, A. fumigatus), Penicillium chrysogenum et beaucoup d'autres [22].

I.7.2. Activités pharmacologiques :

Les propriétés antioxydants des huiles essentielles sont depuis peu massivement étudiées. Le stress oxydatif, qui survient lors de déséquilibres entre la production de radicaux libres et d'enzymes antioxydants, est en relation avec l'apparition de maladies telles que l'alzheimer[23]. L'artériosclérose et le cancer [24] Une façon de prévenir ce stress oxydatif qui endommage et détruit les cellules est de rechercher, dans l'alimentation, un apport supplémentaire de composés antioxydants (vitamine C, a-tocophérol, BHT, etc.) [25] Les huiles essentielles de cannelle, muscade, clou de girofle, basilic, persil, origan et thym possèdent de puissants composés antioxydants [26]. Le thymol et le carvacrol sont encore une fois les composés les plus actifs. Leur activité est en relation avec leur structure phénolique car les composés de ce type ont des propriétés oxydo-réductrices et jouent ainsi un rôle important en neutralisant les radicaux libres et en décomposant les peroxydes [27] .L'activité antioxydante des huiles essentielles est également attribuable à certains alcools, éthers, cétones, 20 et aldéhydes monoterpéniques: le tinalool, le 1,8-cinéole, le géranial/néral, le citronellal, l'isomenthone, la menthone et quelques mono terpènes: a-terpinène, y-terpinène et l'aterpinolène[26].

Les huiles essentielles sont également utilisées en milieu clinique pour soigner des maladies inflammatoires telles que les rhumatismes, les allergies ou l'arthrite [28] .Plusieurs études ont, par exemple, mis en évidence l'activité anti-inflammatoire de l'huile essentielle de [29-30-31] et de son composé principal, l'a-terpinéol [32]Les composés actifs agissent en empêchant ia

Chapitre I : Les huiles essentielles

libération d'histamine ou en réduisant la production de médiateurs de l'inflammation. Un autre exemple, l'huile essentielle de géranium [28], ainsi que le linalol et son acétate [33] ont montré une activité anti-inflammatoire sur des œdèmes de pattes de souris induit par le carraghénane. Les huiles essentielles représentent donc une nouvelle option dans le traitement des maladies inflammatoires. Le potentiel thérapeutique très varié des huiles essentielles a attiré, ces dernières années, l'attention de chercheurs quant à leur possible activité contre le cancer. De ce fait, les huiles essentielles et leurs constituants volatils font dorénavant l'objet d'études dans la recherche de nouveaux produits naturels anticancéreux [26]. Les huiles essentielles agissent au niveau de la prévention du cancer ainsi qu'au niveau de sa suppression. Il est bien connu que certains aliments, comme l'ail ou le curcuma, sont de bonnes sources d'agents anticancéreux utiles pour prévenir l'apparition de cancer [25]. Certains de ces aliments contiennent des composés volatils dont l'activité chimiopréventive a été mise en évidence. L'huile essentielle d'ail, par exemple, est une bonne source de composés sulfurés [34] reconnus pour leur effet préventif contre le cancer [35,36]. Le diallylsulfide, diallyldisulfide et le diallyltrisulfide en sont des exemples. Ces composés activent, chez le rat, les enzymes intervenant dans le processus de detoxification hépatique de phase I (désagrégation des liaisons chimiques qui relient les toxines carcinogènes les unes aux autres) et de phase II (liaisons des toxines libérées à des enzymes détoxifiantes telle la glutathione S-transférase) [37]. Un autre exemple est la myristicine, un allylbenzène présent dans certaines huiles essentielles, spécialement celle de noix de muscade (*Myristica fragrans*). Cette molécule est connue pour activer la glutathione S-transférase chez la souris [38] et inhiber la carcinogénèse induite par le benzo(a)pyrène au niveau des poumons de la souris [39]. Récemment, il a été découvert que la myristicine induit l'apoptose des neuroblastomes (SK-N-SH) chez l'humain [40]. Il existe d'autres composés volatils qui ont montré une activité cytotoxique contre diverses lignées cellulaires cancéreuses (gliomes, cancer du côlon, du poumon, du foie, du sein, etc.) [26]. Le géraniol, un alcool monoterpénique très fréquent dans les huiles essentielles, diminue la résistance des cellules cancéreuses du côlon (TC118) envers le 5-fluorouracil, un agent anticancéreux. De ce fait, le géraniol potentialise l'effet inhibiteur de la croissance tumorale du 5-fluorouracil [41,42]. L'huile essentielle de sapin baumier et un de ses composés, l' α -humulène, ont montré une activité anticancéreuse significative sur plusieurs lignées cellulaires ainsi qu'une faible toxicité envers les cellules saines [43]. L'activité anticancéreuse du d-limonène, le composé principal des huiles essentielles de Citrus a été prouvée à plusieurs reprises, en particulier au niveau du cancer de l'estomac et du foie [44]. Un dernier exemple est l' α -bisabolol. L'activité antigliomale de cet alcool sesquiterpénique

Chapitre I : Les huiles essentielles

présent en grande majorité dans l'huile essentielle de camomille (*Matricaria*) a récemment été mise en évidence [45].

I.8. Techniques d'évaluation de l'activité antioxydant :

C'est une méthode largement utilisée dans l'étude de l'activité antioxydante. Le DPPH (2,2-diphényle-1-picrylhydrazyl) se caractérise par sa capacité à produire des radicaux libres stables. La présence de ces radicaux DPPH donne lieu à une coloration violette foncée de la solution, qui absorbe aux environs de 517 nm. La réduction des radicaux DPPH par un agent antioxydant entraîne une décoloration de la solution.

- A 1950 µl de la solution du DPPH à 6.34 10⁻⁵M (0.0025g DPPH dans 100ml méthanol) on ajoute 50µl de chaque extrait à différente concentration (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 mg/ml) ;

Pour le contrôle négatif, on mélangeant 50 µl du méthanol avec 1950 µl de DPPH ;

- Le blanc de l'appareil est le méthanol ;
- incubation 30 minutes à température ambiante ;
- La lecture se fait à 515 nm, comparée au standard qui contient l'acide ascorbique à différentes concentrations : 0.01 ; 0.02 ; 0.04 ; 0.06 ; 0.08 ; 0.1 ; 0.12 ; 0.14, 0.16 ; 0.18 ; 0.2 mg/ml [46].

Calcul des pourcentages d'inhibition : Le pourcentage de réduction du DPPH est donné par la formule suivante [47].

$$\% \text{ PR du DPPH} = \frac{(\text{DO cont à } t_0) - (\text{DO éch à } t \text{ 30 min})}{(\text{DO cont à } t_0)} \times 100$$

- % PR du DPPH : pourcentage de réduction ou d'inhibition du DPPH.
- DO cont à t₀ : densité optique du DPPH à t₀.
- DO cont à t₃₀ : densité optique à 30 min après avoir ajouté l'extrait.

I.9. Conclusion

Les huiles essentielles sont des extraits de plantes obtenus par une distillation ou extraction mécanique des plantes. Ce procédé de concentration permet d'isoler quelques molécules

Chapitre I : Les huiles essentielles

présentes dans la plante qui ont des propriétés particulières. Il existe aussi certaines huiles essentielles dites "identiques nature", qui sont les mêmes molécules que celles des plantes mais obtenues synthétiquement par l'industrie chimique.

Chapitre I : Les huiles essentielles

Référence bibliographique:

[1] Puressentiel.FR contact le (06/06/2022)

[2] Futura science.comcontact le (06/06/2022)

[3] **Burt, S.A. (2004).**Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods: A review. *International Journal of Food Microbiology*. 94: 223-253.

[4] **Kordali, S., Kotan, R., Mavi, A., Cakir, A., Ala, A., Yildirim, A. (2005).** Determination of the chemical composition and antioxidant activity of the essential oil of *Artemisia dracunculus* and of the antifungal and antibacterial activities of Turkish *Artemisia absinthium*, *Artemisia dracunculus*, *Artemisia santonicum*, and *Artemisia spicigera* essential oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 53: 9452-9458.

[5] **Sylvestre, M., Pichette A., Longtin, A., Nagau F., Legault, J. (2006).**Essential oil analysis and anticancer activity of leaf essential oil of *Croton flavens* L. from Guadeloupe. *Journal of Ethnopharmacology*. 103: 99-102

[6] **Huet, R., & CIRAD-IRFA. (1991).** Les huiles essentielles d'agrumes. *Fruits*, 46(4), 501–513.

[7] **KH. CHAGRA. (2019).**, étude des propriétés physico-chimiques et biologique et l'efficacité inhibitrice de corrosion du l'huile essentielle du clou du girofle (*Syzyguimaromaticum* (L)), mémoire de master, université Mohamed Khider Biskra, 2019

[8] **Kathleen Hains**, Projet d'intégration, Cégep de Granby.

[9] **Joanna, H. (2012).** Le guide des huiles essentielles et leurs applications thérapeutiques. Lecourrier du livre, paris.

[10] **Kathleen Hains**, Projet d'intégration, Cégep de Granby.

[11] tpehuilesessentiellesetsante.e-monsite.com/pages/i-les-huiles-essentielles-une-utilisation-millenaire/definition/b-les-differentes-techniques-d-extraction.**Contact le**28/05/2022

[12] **Document ressource. (2011),**E. BENETEAUD Source : Comité Français du Parfum

[13] **Le Laboratoire Lescuyer, Source De Santé. (2016),** L'extraction Par Pression À Froid : Un Gage De Qualité Des Huiles Végétales ,2016.

Chapitre I : Les huiles essentielles

- [14] **Herzi, Nejia. (2013)**, Extraction et purification de substances naturelles : comparaison de l'extraction au CO₂-supercritique et des techniques conventionnelles. PhD, Institut National Polytechnique de Toulouse, 2013.
- [15] **Azeddine Bouraqadi Idrissi. (2006)**, Extraction Par Solvant : Étude Et Modelisation Du Systeme Tributylphosphate - Acides Monocarboxyliques, École doctorale : Transferts, Dynamique Des Fluides, Énergétique et Procédés. 2006
- [16] **Pierre M., Lis .M. (2007)**, Secrets des plantes. Editions Artemis, Paris 1: 463
- [17] doctissimo.fr/sante/aromatherapie/guide-d-achat/composition-huiles-essentielles contact le 29/05/2022.
- [18] **Pauli, A. (2000)**. Antimicrobial properties of essential oil constituents. *Int. J. Aromather.* 11, 126- 133.
- [19] **Pauli, A. (2001)**. Antimicrobial properties of essential oil constituents. *Int. J. Aromather.* 11, 126- 133.
- [20] **Fabian, D.; Sabol, M. (2006)**. Domaracké, K.; Bujnéková, D. 2006. Essential oils - their antimicrobial activity against *Escherichia coli* and effect on intestinal cell viability. *Toxicol. in vitro* 20, 1435-1445.
- [21] **Burt, S. (2004)**. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods - a review. *Int. J. Food Microbiol.* 94, 223-253.
- [22] **Kalemba, D.; Kunicka, A. (2003)**. Antibacterial and antifungal properties of essential oils. *Curr. Med. Chem.* 10, 813-829.
- [23] **Butterfield D.; Lauderback, C. (2002)**. Lipid peroxidation and protein oxidation in Alzheimer's disease brain: potential causes and consequences involving amyloid beta-peptide associated free radical oxidative stress. *Free Radic. Biol. Med.* 32, 1050-1060.
- [24] **Gardner, P. (1997)**. Superoxide-driven a conitase FE-S center cycling. *Bioscience Rep.* 17, 33-42
- [25] **Béliveau, R.; Gingras, D. (2005)**. Les aliments contre le cancer. Édition du Trécarré. Outremont. 213 p.

Chapitre I : Les huiles essentielles

- [26] **Edris, A.E. (2007).** Pharmaceutical and therapeutic potentials of essential oils and their individual volatile constituents: A review. *Phytother. Res.* 21, 308-323.
- [27] **Braga, P.C; Dal Sasso M.; Culici M.; GaSastri L; Marceca MX ; Guffanti E.E. (2006).** Antioxidant potential of thymol determined by chemiluminescence inhibition in human neutrophils and cell-free systems. *Pharmacology* 76, 61-68.
- [28] **Maruyama, N.; Sekimoto, N.; Ishibashi, H. (2005).** Suppression of neutrophil accumulation in mice by cutaneous application of geranium essential oil. *J. inflamm.* 2, 1-11.
- [29] **Koh, K.J.; Pearce, A.L.; Marshman, G.; Finlay-Jones, J.J.; Hart, P.H. (2002).** Tea tree oil reduces histamine-induced skin inflammation, *Br. J. Dermatol.* 147, 1212-1217.
- [30] **Caldefie-Chézet, F.; Guerry, M.; Chalchat, J.C.; Fusillier, C; Vasson, M.P.; Guillot, J. (2004).** Anti-inflammatory effects of *Malaleuca alternifolia* essential oil on human polymorphonuclear neutrophils and monocytes. *Free Radical Res.* 38, 805-811.
- [31] **Caldefie-Chézet, F.; Fusillier, C; Jarde, T.; Laroye H.; Damez, M.; Vasson, M.P. (2006).** Potential anti-inflammatory effects of *Malaleuca alternifolia* essential oil on human peripheral blood leukocytes. *Phytother. Res.* 20, 364-370.
- [32] **Hart, P.H.; Brand, C; Carson, C.F.; Riley, T.V.; Prager, R.H.; Finlay-Jones, J.J. (2000).** Terpinen-4-ol, the main component of the essential oil of *Malaleuca alternifolia* (tea tree oil), suppresses inflammatory mediator production by activated human monocytes. *Inflamm. Res.* 49, 619- 626.
- [33] **Paena, A.T.; D'Aquila, P.S.; Panin, F.; Pippia, P.; Moretti, M.D.L. (2002).** Anti-inflammatory activity of linalool and linalyl acetate constituents of essential oils. *Phytomedicine* 9, 721-726.
- [34] **Pyun, M.S.; Shin, S. (2006).** Antifungal effects of the volatile oils from *Asium* plants against *Trichophyton* species and synergism of the oils with ketoconazole. *Phytomedicine* 13, 394- 400.
- [35] **Milner, J.Â. (2001).** A historical perspective on garlic and cancer. Recent advances on the nutritional effects associated with the use of garlic as a supplement. *J. Nutr.* 131, 1027-1031.

Chapitre I : Les huiles essentielles

- [36] Milner, J.Â. (2006). Preclinical perspectives on garlic and cancer. Significance of garlic and its constituents in cancer and cardiovascular disease. *J. Nutr.* 136, 827-831.
- [37] Wu, C.C.; Sheen L.Y.; Chen, H.W.; Kuo, W.W.; Tsai, S.J.; Lii, C.K. (2002). Differential effects of garlic oil and its three major organosulfur components on the hepatic detoxification system in rats. *J. Agric. Food Chem.* 50, 378-383.
- [38] S-transferase subunit in mouse liver by myristicin. *Biochem. Biophys. Res. Comm.* 236, 825-828.
- [39] Zheng, G.; Kenny, P.; Lam, L. (1992). Inhibition of benzo[a]-pyrene-induced tumorigenesis by myristicin, a volatile aroma constituent of parsley leaf oil. *Carcinogenesis* 13,1921-1923.
- [40] Lee, B.K.; Kim, J.H.; Jung, J.W.; Choi, J.W.; Han, E.S.; Lee, S.H.; Ko, K.H.; Ryu, J.H. (2005). Myristicin-induced neurotoxicity in human neuroblastoma MSK-N-SH cells. *Toxicol. Lett.* 157, 49-56.
- [41] Carnesecchi, S.; LangSey, K.; Exinger, F.; Gossé, F.; Raul, F. (2002). Geraniol, a component of plant essential oils, sensitizes human colonie cancer cells to 5-fluorouracil treatment. *J. Pharm. Exp. Ther.* 301, 625-630.
- [42] Carnesecchi, S.; Bras-Gonçalves, R.; Bradaia, A.; Zeisel, M.; Gossé, F.; Poupon, M.F.; Raul, F. (2004). Geraniol, a component of plant essential oils, modulates DNA synthesis and potentiates 5- fluorourcil efficacy on human colon tumor xenografts. *Cancer Lett.* 215, 53-59.
- [43] Legault, J.; Dahl, W.; Debiton, E.; Pichette, A.; Madelmont, J.C. (2003). Antitumor activity of balsam fir oil: Production of reactive oxygen species induced by a-humulene as possible mechanism of action. *Planta Med.* 69, 402-407.
- [44] Uedo, N.; Tatsuta, M.; Lishi, H.; Baba, M.; Sakai, N.; Yano, H.; Otani, T. (1999). Inhibition by Dlimonene of gastric carcinogenesis induced by A/-methyl-/V'-nitro-A/-nitrosoguanimidine in wistar rats. *Cancer Lett.* 137,131-136.
- [45] Cavalieri, E.; Mariotto, S.; Fabrizi, C.; Carcereri de Prati, A.; Gottardo, R.; Leone, S.; Berra, L.V.; Lauro, G.M.; Ciampa, Â.R.; Suzuki, H. (2004). a-Bisabolol, a nontoxic

Chapitre I : Les huiles essentielles

natural compound, strongly induces apoptosis in glioma cells. *Biochem. Bioph. Res. Co.* 315, 589-594.

[46] Atoui AK ; Mansouri A ; Boskou G ; Kefalas P. (2005). Tea and herbal infusions:

Their antioxidant activity and phenolic profile. *Food Chemistry* 2005; 89: 27-36.

[47] Yen G.C et Duh.P.D. (1994). Scavenging effect of methanolic extract of peanut hulls on free radical and active oxygen species. *J . Agri. Food Tech.*, vol 42, pp629-632.

Chapitre II

les plantes médicinales

Chapitre II : Les plantes médicinales

II.1. Introduction :

Dans le monde, les plantes ont toujours été utilisées comme médicaments. Ces derniers à base de plantes sont considérés comme peu toxiques et doux par rapport aux médicaments pharmaceutiques. Les industries pharmaceutiques sont de plus en plus intéressées par l'étude ethnobotanique des plantes. [1]

II.2. Définition :

Une plante est dite médicinale (ou fonctionnelle) lorsqu'un de ses membres possède des activités pharmacologiques, pouvant conduire à des usages médicaux. En général, on n'utilise que la partie de la plante : la racine, la feuille, la fleur, la graine, ... la plus riche en principe actif. Par simple définition c'est une plante dont les organes (feuilles, écorce, fruits, etc.) ont des propriétés cicatrisantes et parfois vénéneuses selon sa dose. [2]

Leur efficacité relève de leurs composés, très nombreux et très variés en fonction des espèces, qui sont autant de principes actifs différents. Les plantes médicinales sont importantes pour la recherche pharmacologique et Développement de médicaments, pas seulement dans les constitutions des plantes Directement utilisé comme agent thérapeutique, mais aussi comme matériau Premièrement pour la synthèse de médicaments ou comme modèle pour des composés Pharmacologiquement actif. [3] Ces plantes médicinales contiennent plusieurs ou certains des principes actifs. Il provient du métabolisme secondaire. Les usines produisent déjà 70% de notre production Pharmaceutique, environ 170 000 molécules biologiquement actives ont déjà été identifiées à partir.

II.3. citron :

II.3.1. Définition et Description morphologique du citron :

Les citrons (*Citrus limonia*) font partie de la vaste famille des Rutaceae originaire du bassin méditerranéen, (Gollotions et Torelli, Le fruit de citronner est une baie cortiquée. Selon les espèces, la fleur se transforme en fruit mur, de forme ronde, allongée ou ovale (8 à 12 cm de long sur 5 à 6 cm de diamètre), présentant un téton à une extrémité et quelquefois à chaque extrémité. Il reste longtemps sur l'arbre sans que le goût s'altère [4].

La figure (01) représente les caractéristiques morphologiques d'un citron.

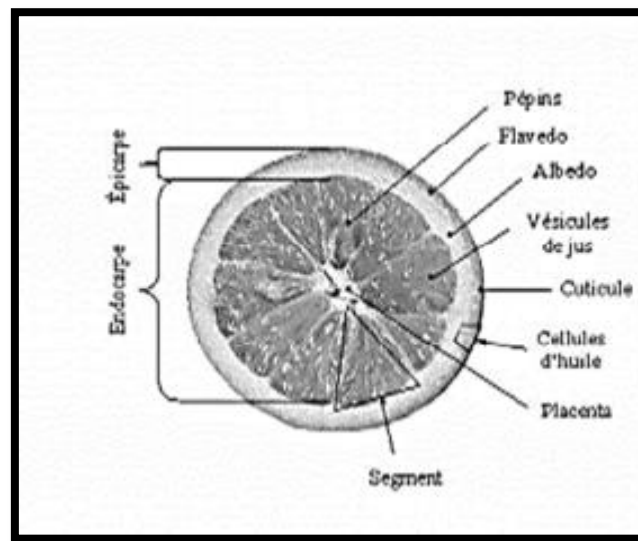


Figure 01: Caractéristiques morphologiques d'un citron

II.3.2. Histoire et distribution de citron :

Le citronnier serait originaire d'Inde ou de Chine mais la multiplicité des variétés rend son origine incertaine. Une étude de 2016 tend à démontrer que le citron serait en fait méditerranéen et issu d'un croisement entre l'orange amère et le cédrat il y a plus de 6.000 ans. Contrairement à ce que l'on pourrait penser, le citron vert n'est pas une variété de citron mais plutôt de lime. Parmi les variétés de citrons, on peut citer le Villa franca ou le Santa Térésa [4]. Il y a en fait des preuves dans le domaine paléo botaniste ou littéraire pour corroborer cette hypothèse.

Autour 700 après Jésus-Christ propagation citron Perse, Irak et Egypte. A partir de la fin persan, prononcé limu et indique génériquement les agrumes, d'où le terme « citron ». Les premières descriptions littéraires du citron que vous avez écrit Arabes la X et XIIe siècle, de travailler Quitus al-Rumia et Ibn Jamie ». Les citronniers ont d'abord été utilisés par les Arabes comme plantes ornementales.

en Europe La première culture de citrons a été lancée Sicile, après le Xe siècle et plus tard dans Gênes (Au milieu de XVe siècle). Les citrons apparaissent dans Açores dans la même période, 1493, par Christopher Colombus, qui les amena à l'île. [5]

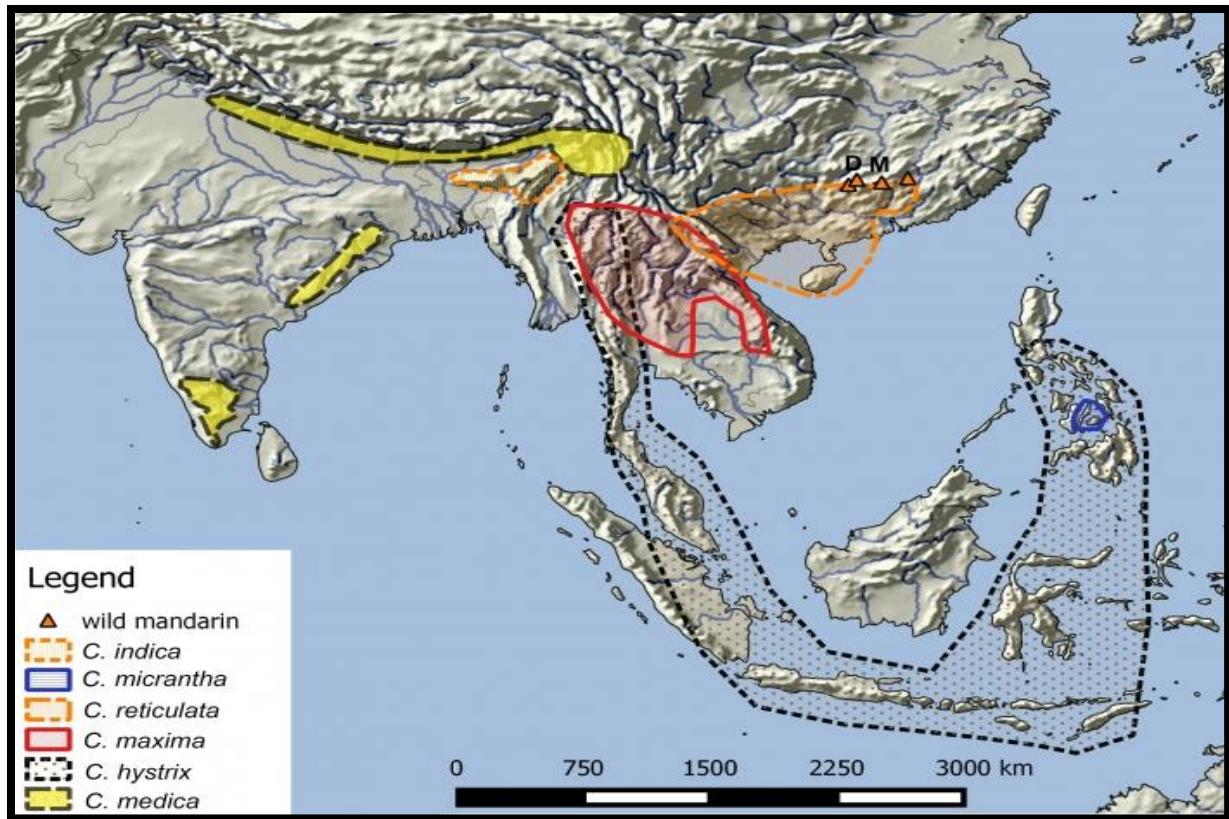


Figure 02 : distribution de citron.

II.3.3. Classification de citron :

Selon Padrini et al. (1996) la classification de citron est la suivante :

Ordre : Sapindales

Famille : Rutaceae

Genre : Citrus

Espèce : Citrus limon [6].

II.3.4. Les genres de citron :

➤ **Citrons jaunes** : il existe plusieurs variétés

- **Eureka** : le plus cultivé dans le monde, d'origine californienne ; rond, peau fine, très acide, peu de pépins ; se trouve toute l'année.
- **Fino (ou mesero, blanco, primofiori)** : ovale avec une petite queue, peau fine, pulpe très juteuse ; d'octobre à janvier.
- **Limoniivernale** : rond, peau fine, pulpe juteuse et peu de pépins ; de décembre à mai.

Chapitre II : Les plantes médicinales

- **Lisbon** : proche d'Eureka, avec une écorce plus rugueuse et plus parfumée, rond ou ovale avec une petite queue, pulpe très juteuse avec peu de pépins, très acide ; d'octobre à février.
- **Verdelli** : moins juteux, moins parfumé et souvent déverdi avant sa commercialisation de mi-mai à septembre.
- **Verna** : rond, bien jaune, sans pépins ; de février à juillet.
- **Citron de Menton** : cultivé depuis le XVe siècle à Menton, dans le sud de la France, et issu de trois variétés anciennes, plus ou moins juteuses mais toutes très parfumées ; en voie d'obtenir une IGP (indication géographique protégée) ; toute l'année.
- **Citron Meyer** : Sa peau et sa chair sont jaunes et orangées car ce citron résulte du croisement d'une orange ou d'une mandarine et d'un citron. Originaire de Chine, il porte le nom de Franck Meyer qui l'a introduit en 1908 aux Etats-Unis. Très juteux, il a un parfum intense et un jus plus doux. Il se trouve toute l'année.
- **Citron caviar** : Long et assez mince, il a une peau vert foncé, et sa chair renferme de nombreuses billes croquantes qui explosent dans la bouche. Sa saveur est légèrement acide. Rare, ce citron pousse dans les forêts australiennes.
- **Main de Bouddha** : Cette variété de citron est remarquable par sa forme : le fruit est divisé en plusieurs sections qui rappellent des doigts, d'où son nom. Sa peau est très épaisse ; sa chair parfumée est compacte et peu juteuse.
- **Yuzu** : Issu du croisement d'une mandarine et d'un citron, il est originaire de Chine et très cultivé au Japon. Le zeste de ce citron rond est irrégulier, mais facile à détacher et particulièrement parfumé. Sa chair l'est aussi. Il se trouve toute l'année.
- **Citrons verts ou lime** : Cultivés dans de nombreux pays, les citrons verts sont petits et ronds, avec une peau vert vif, une chair plus ou moins juteuse selon leur provenance, mais toujours assez acide. Deux groupes de variétés: à gros fruits (Lime de Tahiti ou de Perse ou Lime bears) et à petits fruits (Gallet ou limette, Mexicana, des Antilles, d'Italie etc). Ceux des Antilles sont les plus parfumés, ceux du Mexique les plus juteux. Toute l'année.
- **Limequat** : c'est le résultat du croisement entre la lime et le kumquat. Les fruits, petits, ronds ou ovales, sont verts et deviennent jaunes à maturité. Verts, ils sont plus parfumés, jaunes ils sont plus acides.
- **Combava ou combawa ou citron kaffir** : Très cultivé en Asie du Sud-est, à la Réunion et à Madagascar, il est petit et rond, légèrement aplati. Son écorce, vert foncé ou jaune, est grumeleuse, très chargée en huiles aromatiques, sa pulpe très acide et

Chapitre II : Les plantes médicinales

assez amère. Ses feuilles, très parfumées s'utilisent en condiment. Mars-avril, octobre-novembre, les feuilles toute l'année.

- **Cédrat** : C'est l'ancêtre du citron. Gros fruit ovale, bosselé, de 10 à 20 cm. Son écorce est très épaisse, sa pulpe très amère et acide, immangeable. Il a été beaucoup cultivé en Corse jusqu'à la fin du XIXe siècle. Il l'est toujours un peu mais aussi en Italie, au Maghreb, en Amérique du Sud. [7]

II.3.5. Composition chimique du citron :

Comme les autres agrumes, le citron est un fruit très juteux renfermant 90% d'eau, fortement acide (pH inférieur à 3). L'acidité est due essentiellement à l'acide citrique accompagnée de faibles quantités d'acides malique, caféique et ferulique. Le citron est un fruit remarquable par sa haute teneur en vitamine C et d'un large éventail de vitamines du groupe B avec des quantités considérables de flavonoïdes (naringosides, hesperidosides). La teneur de ce fruit en glucides est faible mais les fibres (cellulose, hémicelluloses et pectines) représentent 2,1% du poids total. La teneur en protéines ne dépasse pas 1g/100g. Diverses substances minérales ont été identifiées dans le citron. Le potassium est le minéral le plus abondant [8]. Selon Souci et al. (1996) la composition biochimique moyenne du citron (pour 100g de fruit frais) [9].

II.3.6. Effet Thérapeutique De Citron :

Les Citrus contiennent des quantités élevées de composés qui ont des effets bénéfiques pour la santé, y compris les polyphénols, l'acide ascorbique, les caroténoïdes et les tocophérols [10]. Ils ont une valeur très importante dans la médecine traditionnelle et pour la fabrication des produits comestibles [11]. Comme ils présentent plusieurs activités biologiques, telles que l'activité antimicrobienne, anti-inflammatoire, anti-oxydante, anticancéreuse [12]. La consommation d'agrumes frais ou de leurs jus semble être associée à une amélioration des profils lipidiques sanguins, la survie chez les personnes âgées, moins de risque de cancers, l'abaissement de la pression artérielle, ainsi que la réduction des risques d'accident vasculaire cérébral, les maladies cardiaques coronariennes, traiter l'obésité [13]. Les fruits d'agrumes ont également des propriétés antiallergiques qui sont dues à sa richesse en quercitrine, hespéridine et diosmine, étant des inhibiteurs de l'histamine, qui est un neurotransmetteur impliqué dans les réactions allergiques et inflammatoires [14]. L'activité anticancéreuse des flavonoïdes peut se produire par deux effets selon Tripoli Et Al [15]. Effet antimutagène, Effet antiprolifératif.

II.3.7. Utilisation Traditionnelle De Citron :

L'huile essentielle de citron parfumée est utilisée depuis des siècles pour traiter une variété d'affections bactériennes courantes, car le citron est farouchement antibactérien.

L'huile essentielle de zeste est considérée comme un antibiotique.

Chapitre II : Les plantes médicinales

Il est utilisé comme composant de parfum dans les savons, les cosmétiques, l'eau de toilette, les parfums et par l'industrie alimentaire [16].

II.4. Orange :

II.4.1. Définition et Description morphologique d'orange :

L'orange appartient à la famille des Rutacées du genre Citrus et de l'espèce sinensis. Le fruit, de forme sensiblement sphérique ou ovoïde est revêtu d'une peau composée d'une fine pellicule colorée ou « flavédo » riche en huiles essentielles et caroténoïdes, et d'une partie interne blanche ou « albédo » riche en pectine. La partie interne du fruit est divisée en tranches revêtues de fine membrane et contenant généralement les pépins [17]. Elle est composée de plusieurs variétés tel : Orange amère (ou Séville), Canénera, Hamline, Maltaise, Portugaises, Pera, Salustiana, Sanguine, Valencia Washington Navel, Navel, Navelina, Navallate, Jaffa, Shamouti, Valenciate, Tarocco, Tomango, Trovita .

La figure (03) montre une description morphologique d'orange.

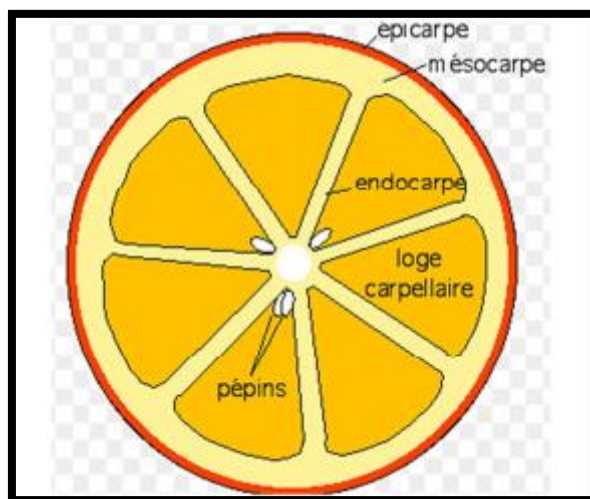


Figure 03 : description morphologique d'orange.

II.4.2. Histoire et distribution de l'orange :

L'orange est originaire des régions tropicales et subtropicales de l'Inde, de la Chine méridionale, de l'Australie septentrionale et de la Nouvelle-Calédonie. La culture des orangers et des pamplemoussiers en Chine remonte à 2400 avant J. C [18].

L'orange douce telle que nous la connaissons ne fera son apparition qu'à la cour du XV^e siècle lorsque des navigateurs portugais la découvrent en Chine. Par sa douceur, elle vaincra

Chapitre II : Les plantes médicinales

très vite l'orange amère. Une fois implanté dans le bassin méditerranéen, l'oranger a été diffusé à travers le monde par les européens, Amérique du Nord et du Sud au XVI^e siècle, Afrique du Sud au XVII^e siècle et Australie au XVIII^e siècle [19].

La culture d'orange progresse peu à peu vers l'ouest, d'abord chez sumériens, puis dans l'ancienne Egypte. Bien que des orangeries fleurissent en Afrique du nord aux II^e et III^e siècles, les arabes n'introduiront le fruit qu'aux alentours de l'an mille. Et ce n'est qu'un demi-millénaire plus tard que l'orange douce, celle consommée de nos jours, apparaît dans nos contrées. Rapportée par les portugais de leur comptoir de Ceylan, elle s'acclimate rapidement dans les orangeries conçues spécialement à cet effet.

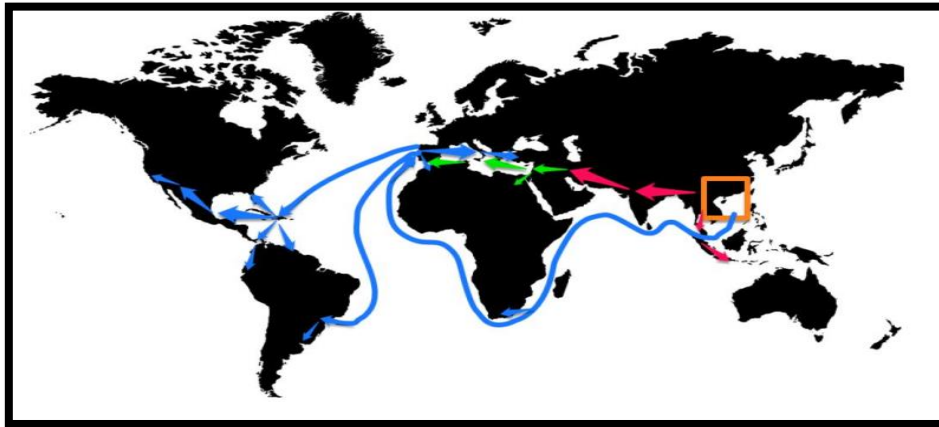


Figure 04 : Distribution des orangers dans le monde à partir de son pays d'origine (La Chine) [20].

II.4.3. Classification d'orange :

La Classification botanique des orangers : Les agrumes appartiennent aux genres citrus, fortunella et poncirus. Ces trois genres sont de la famille des rutaceae.

D'après [21-22], la taxonomie des agrumes est la suivante :

- Classe : Dicotyledoneae.
- Sous classe : Archichlonideae.
- Ordre : Geraniales.

Chapitre II : Les plantes médicinales

- Famille : Rutaceae.

- Sous famille : Aurantioideae.

- Tribu : Citreae.

- Sous tribu : Citrinae.

- Genre : Citrus.

II.4.4. Les genres d'orange :

Les variétés d'oranger Il existe de nombreuses variétés d'oranges, mais un petit nombre d'entre se partagent le marché. Le tableau ci-dessous représente quelques variétés de l'oranger:

- **Thomson** : - Cette variété fait partie des oranges blondes naval
 - Maturation précoce.
 - Une peau fine lisse et brillante. Ses fruits ont une chair plus grossière et moins juteuse.
 - La production de cette variété s'échelonne de la mi-Novembre à Janvier [23].
- **Valencialate** : - C'est une variété est très tardive, récoltée d'Avril-Mai à Juin-Juillet.
 - Ses fruits sont au départ de forme arrondir, mais au moment de la récolte, ils prennent une forme légèrement ovale du fait de l'élégation de leur épiderme au voisinage du pédoncule.
 - Leur poids des fruits est d'environ 170g.
 - Leur peau, ferme et résistante, a une épaisseur de 4mm. Ce qui protège le fruit des chocs lors des manipulations [24].
- **Moro** : - C'est une variété tardive qui fait partie des oranges sanguines.
 - La récolte se situe entre le mois de Février et le mois de Mars.
 - Elles diffèrent des oranges blondes par la présence des pigments qui colore l'épiderme et la pulpe d'une couleur qui tend vers le rouge-sang.
 - La coloration rouge-sang progresse de façon centripète avec la maturation [24].
- **Wachington** : - Le fruit est relativement gros (200à250g), de forme sphérique.
 - L'extrémité ou apparait le navel est légèrement proéminente.
 - Sa peau est d'épaisseur moyenne (5mm) et sa chair est croquante, fine et sans pépins [24].
- **Salustiana** : - C'est une variété à chair non sanguine.

Chapitre II : Les plantes médicinales

- Fruit est de forme sphérique sans pépin et très riche en jus
- Les feuilles sont nettement lancéolées semblables à celle des autres variétés d'orange.
- Arbre vigoureux, plutôt dressé de taille moyenne à grande [25].
- **Maltaise** : - C'est une variété demi-sanguine.
- Le fruit est de forme plutôt ovale, d'un poids de 100 à 180 grammes.
- La peau est plus ou moins lisse, de couleur orange et rouge sanguine.
- Le nombre de pépin est très réduit (de 0 à 3 maximums).
- Elle arrive à maturité fin Janvier jusqu'à début Avril.
- **L'oranger doux** : - C'est un arbre fruitier de taille moyenne, à port sphérique.
- Les Feuilles vert sombre et ovales, persistantes, parfumées et légèrement ailées. Les fleurs sont blanches et très parfumées.
- Les fruits sont de taille moyenne et de coloration variable.
- La récolte des oranges s'effectue de novembre à mars/avril selon les variétés[26].

II.4.5. Composition chimique de l'orange :

Avec plus de 80% d'eau, l'orange est un fruit particulièrement juteux et désaltérant, c'est dans cette eau que sont retrouvés les principaux éléments nutritifs.

- **L'eau**: L'eau est le composant chimique dominant dans la majorité des matières premières végétales, habituellement elle représente 70% à 90% de la masse fraîche [27].
- **Les glucides** : La teneur en sucres peut varier selon l'espèce Elle est comprise entre 8.5% et 12% dans le fruit à maturité .On trouve majoritairement du saccharose (40%) constitué de fructose et du glucose et fournissant rapidement de l'énergie [28].
- **Les acides organiques** : Les acides : citrique, malique, oxalique et succinique, sont les majeurs acides organiques de l'écorce d'agrumes. Environ 1.2% représentant l'acide citrique et en moindre quantité l'acide malique et tartrique [8].
- **Les vitamines** : Les propriétés diététiques et curatives des agrumes sont dues à leur haute teneur en vitamines. Les vitamines sont des substances vitales pour l'organisme, elles sont biologiquement actives [27]. Le profil vitaminique de l'orange est dominé par la vitamine "C" qui constitue 50 à 100 mg de la partie comestible [8]. L'acide ascorbique (forme réduite ou AA) est en équilibre avec l'acide déshydroascorbique (forme oxydée ou DHA), les deux formes étant convertibles entre elles par voie enzymatique dans les organismes vivants, leur somme constitue la vitamine (C). La

Chapitre II : Les plantes médicinales

vitamine est très facilement oxydable en une séquence de substances dépourvues d'activité physiologique par tout ce qui provoque une oxydation (lumière, UV, oxygène, pro-oxydants, etc.) ou qui la favorise (catalyseurs comme le fer et le cuivre) intensif de la vitamine C. A l'inverse, elle est protégée par la présence de réducteurs organiques ou minéraux (tannins, glutathion, cystéine, sélénium, ... etc) et par les chélateurs de métaux comme l'EDTA et l'acide citrique [29].

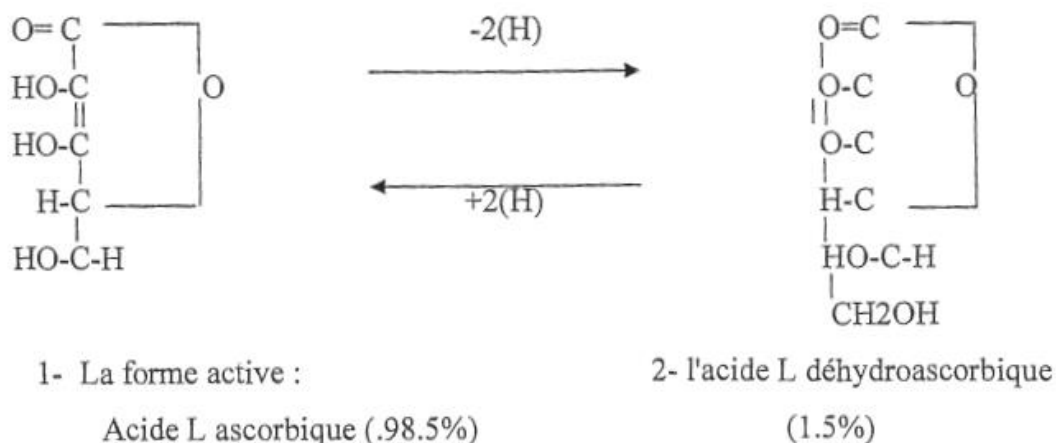


Figure 05 : Structure de la vitamine "C".

On retrouve également des vitamines de groupe B (B 1 : thiamine) (B9: acide folique), ainsi que la provitamine A peut atteindre 0.05g pour 100 g et des traces de vitamines E.

- **D'autres composants énergétiques (lipides):** L'étude de la composition de l'écorce de quelques variétés d'orange (Valencia, Californie et valencia Florida) en matières lipidiques révèle la présence de phytostérols (sitostérol) et des acides gras dont l'acide linoléique, l'acide oléique, l'acide linoléique, l'acide palmitique et l'acide stéarique [30].
- **Les minéraux :** Les minéraux prédominants dans les écorces d'orange sont le calcium et le potassium, avec de faibles concentrations pour le soufre et le chlore [31].

Tableau 1 : La composition minérale de l'écorce d'orange.

Chapitre II : Les plantes médicinales

Matière minérale	% par rapport à la matière sèche
Mg	0,22
P	0,14
S	0,06
Cl	0,01
K	0,57
Ca	1,59

- **Les fibres :** Elles sont riches en substances pectiniques (50%) qui se rapportent aux polysaccharides. La teneur atteint 30% de la matière sèche de la partie blanche des fruits (l'albédo). Elles exercent une influence favorable sur la membrane muqueuse du système digestive [27]. Elles jouent un rôle important dans les propriétés physico-chimiques de la paroi cellulaire, notamment dans la rétention d'eau [32].
- **Les pigments:** Ils donnent à la pulpe sa couleur plus ou moins marquée, jaune à orange pour les flavonoïdes et les caroténoïdes, jaune pour les xanthophylles, rouge violacé pour la violaxanthine [33].
- **Les huiles essentielles:** Par leur composition chimique, les huiles essentielles représentent un mélange de composés organiques complexes dont les principaux sont les hydrocarbures terpéniques, les terpènes et leurs dérivés oxygénés, les terpénoïdes (alcools, aldéhydes, cétones, esters) [34]. Selon Woodroof et Luch (1975), les huiles essentielles présentes en quantité assez importante dans les écorces d'agrumes contribuent dans l'élaboration des arômes particuliers. Les huiles sont contenues dans des glandes oléifères localisées au niveau du : flavédo.
- **L'acide oxalique:** Intervient dans le métabolisme énergétique, présent dans les feuilles de polygonacées, il forme avec les alcalino-terreux des sels strictement insolubles, non dissociables au cours de la digestion et, par conséquent dépourvus d'efficacité nutritionnelle. Dans tous les cas, l'acide oxalique est solubilisé en milieu aqueux ou, plus souvent, chlorhydrique: à pH 1.5 pendant 30min [29].

II.4.6. Effets thérapeutiques :

En plus d'être un délicieux fruit, l'orange est une plante médicinale utilisée partout dans le monde. Elle possède des vertus thérapeutiques antiseptiques et stomachiques, carminatives et

Chapitre II : Les plantes médicinales

anti-infectieuses, sédatives et calmantes. L'orange est également un tonique digestif bien connu.

L'huile extraite de l'orange est tout aussi réputée que le fruit lui-même. Elle permet de calmer les états nerveux, les anxiétés et contrariétés qui accompagnent les mauvais états émotionnels. Elle aide à mieux dormir et efficace en cas de surmenage.

L'orange est connue pour son effet à calmer les troubles digestifs. En effet, elle aide à la digestion, soulage l'aérophagie et le ballonnement, protège la muqueuse gastrique et stimule l'appétit. On la recommande également pour régler le rythme cardiaque et stopper les problèmes respiratoires comme la toux. Grâce à son effet antiseptique, l'orange aide à soigner les blessures et coupures cutanées. Par ailleurs, c'est un désodorisant naturel efficace [35].

II.4.7. Utilisation traditionnelle :

L'orange douce est un fruit tellement célèbre et courant qu'il est difficile de lui attribuer des usages traditionnels très marqués. Et pourtant...

Dans tous les pays et les cultures (asiatiques, perses, arabes, européennes), l'orange douce a rencontré le succès d'abord grâce à son goût mais aussi grâce à certaines qualités phytothérapeutiques en lien notamment avec sa richesse en vitamine C. Et d'ailleurs la vitamine C elle-même, et sa découverte sont étroitement liées à l'histoire de l'orange.

En effet jusqu'au XVIII^{ème} siècle, les marins au long cours étaient victimes de scorbut, une maladie liée à la carence en vitamine C qui se traduit par le déchaussement des dents des infections gingivales, une forte asthénie, des œdèmes et souvent la mort. Or les bateaux sur lesquels naviguaient ces marins transportaient très souvent des orangers (ou des citronniers) puisque ces fruits rencontraient un immense succès commercial. Comme les médecins de bord avaient constaté que ces marins malades retrouvaient des forces lors des escales où l'alimentation était plus variée, ils ont eu l'idée de compléter l'alimentation de bord avec les fruits qu'ils transportaient, et notamment des citrons et des oranges très riches en vitamine C. Et le scorbut a alors pratiquement disparu.

Cela a également contribué au rayonnement de l'orange puisque les grandes compagnies maritimes tentèrent d'implanter l'orange tout autour de la planète sur les grandes routes

Chapitre II : Les plantes médicinales

maritimes de l'époque pour permettre aux équipages de se ravitailler en oranges et faire provision de vitamine C pour se protéger.

Evidemment l'orange a ainsi bénéficié d'une grande notoriété comme fruit bénéfique pour la santé ce qui a été vérifié ensuite par les scientifiques qui ont identifié la vitamine C (acide ascorbique) ce qui leur a valu d'ailleurs un Prix Nobel de médecine [36].

II.5. Rosmarinus officinalis :

II.5.1. Définition et Description morphologique de Rosmarinus officinalis :

Le romarin, est un arbrisseau de la famille des Lamiacées originaire des pourtours de la Méditerranée. Il possède de nombreuses vertus phytothérapeutiques, mais c'est aussi une herbe condimentaire et une plante mellifère, ainsi qu'un produit fréquemment utilisé en parfumerie. Le romarin peut atteindre jusqu'à 1,50 m de hauteur. - Il possède des feuilles persistantes sans pétiole, coriaces, légèrement enroulés aux bords, vert sombre luisant sur le dessus, blanchâtres en dessous, avec une odeur très camphrée. Les fleurs varient du bleu pâle au violet [37].

- Arbrisseau aromatique touffu, rameux, d'environ 1m de hauteur, à tiges ligneuses [38].

- Les feuilles pouvant atteindre 3cm de long et 4mm de large, sont étroitement lancéolées, acaules, et friables ; le bord est involuté vers le bas (rangée supérieure). Les jeunes feuilles sont pubescentes sur la face supérieure, alors que les plus âgées sont glabres. Elles sont ridées et striées en raison d'une nervure médiane enfoncée, en revanche très proéminente sur la face inférieure, recouverte d'une pubescence blanche dense [39]. - Les fleurs apparaissant dès janvier, bleu pâle ou lilas, sont groupées en grappes axillaires et terminales dans la partie supérieure des rameaux [39].

- Ces inflorescences spiciformes portent en toute saison des fleurs subsessiles. Le calice gamosépale, bilabié en forme de cloche, possède 3 lobes. La corolle gamopétale est longuement tubuleuse avec une lèvre supérieure en forme de casque à 2 lobes et une lèvre inférieure à 3 lobes. Les 2 étamines saillantes dépassent largement la corolle ; 2 autres sont réduites à des crochets. Le fruit est un akène brun [39].



Figure 06 : plante médicinales *Rosmarinus officinalis*

II.5.2. Histoire Et Distribution De *Rosmarinus officinalis* :

Rosmarinus officinalis est une plante herbacée à feuillage persistant, Il est indigène à la Méditerranée où il pousse sauvage, Il peut notamment être trouvé près du littoral méditerranéen en Espagne, au Portugal, au Maroc et en Tunisie où il peut atteindre 6 pieds de haut.

- Le romarin prospère mieux dans les régions chaudes et ensoleillées près des plages, ce qui fait du littoral méditerranéen un lieu de croissance parfait, *R. officinalis* reçu son nom commun d'où il peut être trouvé en abondance, près de la mer ; le terme romarin signifie "rosée de la mer" [40], Le romarin à être trouvé dans une herboristerie italienne, vers 1500 [41].



Figure 07 : Région méditerranéenne *Rosmarinus officinalis*-L.

II.5.3. Classification De Romarin [42]:

Règne : plantes

Embranchement : spermaphytes

Classe : dicotylédones

Ordre : lamiales (labiales)

Famille : lamiaceae

Genre : rosmarinus

Espèce : rosmarinus officinalis L

II.5.4. Les genres de romarin

On dénombre plus de 150 variétés de Romarin. Elles se différencient par leur taille maximale (d'une dizaine de centimètres à 2 mètres), leur tenue (vertical ou rampant), la couleur de leurs fleurs (violette, bleue, blanche, rose) et de leurs feuilles, leur rusticité [43].

- **Rosmarinus officinalis Alba ou Albus :** Romarin à fleurs blanches Fleurs et bourgeons blancs.

Chapitre II : Les plantes médicinales

- **Rosmarinus officinalis Arp** : Romarin "Arp" Supporte particulièrement bien le froid (zones 6 à 10). Ses feuilles ont une odeur Citronnée (Patricia Lanza).
- **Rosmarinus officinalis Athens Blue Spire** : Romarin "Athens Blue Spire" Feuillage dense, arôme puissant (Rush Creek).
- **Rosmarinus officinalis Barbeque** : Romarin "Barbeque" Tiges bien droites, adaptées à l'usage des tiges comme brochettes (Rush Creek).
- **Rosmarinus officinalis Bennenden Blue** : Romarin "Bennenden Blue" Grandes fleurs bleu-ciel, feuilles étroites et foncées (Patricia Lanza).
- **Rosmarinus officinalis Blaulippe** : Romarin "Blaulippe" Buisson compact, fleurs bleu tirant sur le violet. Sensible au froid.
- **Rosmarinus officinalis Blue Lagoon** : Romarin "Blue Lagoon" Buisson compact. Sa floraison le couvre de petites fleurs bleues.
- **Rosmarinus officinalis Corsican** : Blue Romarin "Corsican Blue" Rampant. Fleurs bleu soutenu.
- **Rosmarinus officinalis Fota** : Blue Romarin "Fota Blue" Fleurs bleu foncé soutenu, feuillage vert foncé
- **Rosmarinus officinalis Gorizia** : Romarin "Gorizia" Grandes feuilles et grandes fleurs bleues. Saveur légèrement épicée rappelant le gingembre (Rush Creek).
- **Rosmarinus officinalis Haifa** : Romarin "Haifa" Rampant. Petit et fragile, adapté à la culture en pot en intérieur.
- **Rosmarinus officinalis Jackmann's Blue** : Romarin "Jackmann's Blue" Fleurs bleu ciel, retombant.
- **Rosmarinus officinalis Miss** : Romarin "Miss Jessop's Upright" Jessop's Upright Croissance verticale. Variété utilisée comme haie.
- **Rosmarinus officinalis Pinkie** : Romarin "Pinkie" Fleurs roses, feuilles courtes et ternes (Patricia Lanza) **Rosmarinus officinalis Prostratus** : Romarin "Prostratus" Feuilles brillantes. Croit en s'étalant, adapté aux topiaires (Rush Creek).
- **Rosmarinus officinalis Roseus** : Romarin "Roseus" Fleurs roses (Patricia Lanza).
- **Rosmarinus officinalis Severn Sea** : Romarin "Severn Sea" Les branches sont retombantes. Fleurs bleues tendant vers le violet (Patricia Lanza).
- **Rosmarinus officinalis Sudbury Blue** : Romarin "Sudbury Blue" Feuilles bleu-vert, fleurs bleues (Patricia Lanza).
- **Rosmarinus officinalis Tarentinus** : Romarin "Tarentinus" Buissonnant. Fleurs bleu pâle à violettes.

Chapitre II : Les plantes médicinales

- **Rosmarinus officinalis Tuscan Blue** : Romarin "Tuscan Blue" Croissance rapide, peut atteindre 2 mètres dans de bonnes conditions. Fleurs bleu foncé, feuilles bleu-vert foncé et brillantes. Arôme apprécié pour la cuisine (Patricia Lanza).
- **Rosmarinus officinalis Lavandulaceus** : Romarin "Lavandulaceus" Petite plante rampante, fleurs violettes.

II.5.5. Composition chimique Du Romarin :

Le tableau suivant représente la composition chimique de romarin [44-45-46-47-48].

Tableau 02 : composition chimique de romarin

HE de romarin	Analyse HPLC	Eléments minéraux
l' α -pinène (7 à 80%)	lutéolineglucoside 2.90 mg/g	Al= 146.48 mg/kg
la verbénone (1 à 37%)	naringine-glucoside 7.16 mg/g	Ca=7791.80 mg/kg
camphre (1 à 35%)	lutéoline 2.45 mg/g	Fe=330.16 mg/kg
	apigénine 1.80 mg/g	K=14916.23mg/kg
	L'acide vanillique 0.004 mg/g	Mg=1634.55 mg/kg
l'eucalyptol (1 à 35%)	l'acide caféique 0.012 mg/g	Na=2711.87 mg/kg
	naringine 0.570 mg/g	P=1474.60 mg/kg
bornéol (4 à 19%)	l'acide rosmarinique 2.08mg/g	Cr=97.36 mg/kg
	hispiduline 0.020 mg/g	Sr = 74.65 mg/kg
l'acétate de bornyle (10%)	cirsimaritine 0.080 mg/g	
dérivés triterpéniques (2 à 4 %)	carosol 0.580 mg/g	
	acide carnosique 12.180 mg/g	

II.5.6. Effet Thérapeutique De Romarin :

Le romarin à une action stimulante et tonique. Il a aussi une action sur la fonction biliaire et un effet tonifiant sur le foie. Utilisé dans les congestions du foie et inflammation de la vésicule biliaire accompagnées de crise douloureuses ; paresse d'estomac ; surmenage physique et intellectuel, asthénie.

Il est précieux aussi contre le cortège des symptômes accompagnant ces diverses affections : migraines vertiges, palpitations, oppression, insomnie, nervosité, troubles intestinaux.

Chapitre II : Les plantes médicinales

Le romarin possède d'intéressantes propriétés antioxydantes dues à ses flavonoïdes et à ses terpènes. Il permet de réduire l'action destructrice des radicaux libres. Il présente aussi un effet anti-inflammatoire [49].

II.5.7. Usages Traditionnels:

Rosmarinus officinalis est utilisé par voie topique au Mexique pour soulager la douleur rhumatismale [50] et pour améliorer la circulation du sang et soigner la peau [51]. Le thé du romarin peut être utilisé pour les maux de tête et les rhumes guéris, ainsi il est utilisé comme diurétique efficace et stabilisateur de l'humeur [51]. Rosemary était censée de renforcer la mémoire dans la Grèce antique [41].

II.6. Conclusion

Depuis le début du siècle les nouvelles techniques ont permis d'extraire de nombreux principes actifs, et de mettre en évidence les propriétés pharmacologiques des plantes. Mais ces recherches n'ont pas débouché sur la réintroduction de l'usage des plantes en médecine. Les médicaments sont désormais fabriqués à partir de molécules de synthèses qui ciblent la maladie sans se préoccuper du reste de l'organisme.

Chapitre II : Les plantes médicinales

Référence bibliographique :

- [1] **Dibong, S. D., Mpondo, M. E., Nigoye, A., Kwin, M. F. & Betti, J. L. 2011.** Ethnobotanique et phytomédecine des plantes médicinales de Douala, Cameroun. [Ethnobotany and phytomedicine of medicinal plants sold in Douala markets] — Journal of Applied Biosciences 37: 2496 – 2507. ISSN 1997– 5902. Published online at
- [2] **Messaudi S., 2008.** Les plantes médicinales.Ed.3 éme.Dar el fikr-Tunis, PP 14 ;15.)
- [3] **AMEENAH G., 2006.** Plantes médicinales: traditions d'hier et drogues de demain, Molecular aspects of Medicine 27 (1), 1-93.
- [4] <https://www.futura-sciences.com/planet>. Contact le (05/05/2022)
- [5] <https://art/agrumes>. contact le (09/05/2022)
- [6] **adrini, F., Lucheroni, M.T. (1996).** Le grand livre des huiles essentielles - guide pratique pour retrouver vitalité, bien-être et beauté avec les essences et L'aromassage Énergétiques avec Plus de 100 Photographies. Paris : Ed. De Vecchi. pp.11, 15, 61 et 111.
- [7] <https://www.academiedugout.fr> contact le (15/05/2022)
- [8] **Valnet J. (2001),** La santé par les fruits, les légumes et les céréales Vigot 9ème Eds (France), 2001, pp: 274 .
- [9] **Souci, S.W., Fachmann, W., Kraut, H. (1996).** Fruit. In “Food composition and nutrition tables”. Ed. CRC. pp: 892, 893, 928, 929.
- [10] **Ercan, B. ET Ilhami, G.U. (2011).** Polyphénol contents and *in vitro* antioxydant activities of lyophilised aqueous extract of kiwi fruit (*Actinidiadeliciosa*). *Food Research International*, **44**: 1482-1489.
- [11] **Choi, S., Hee-chul, K., Soo-youn, K., Joon-HO, H., Ji-Gweon, P., shin-hae, K., Sanghun, H., Su-Hyun, ET Se-Jae, k. (2007).** Correlation between Flavonoid content and the no production inhibitory Activity of peel extracts from various citrus fruits. *Boil. Pharm. Bull.* **30(4)**: 772-778

Chapitre II : Les plantes médicinales

- [12] Del Rio, J.A., Fuster, M. D., Gomez, P., Porras, I., Garcia-Lidon, A., ET Ortuno, A. (2004). *Citrus limon*: a source of flavonoid of pharmaceutical interest. *Food chem*, 84:457-461.
- [13] Ramful, D., Tarnus, E., Aruoma, O., Bourdon, E ET Bahorun, T. (2011). Polyohénoles composition, vitamine C contenu et capacité antioxydante de pulpe de fruit de citron mauricien. *Food Research International*, 44: 2088-2099.
- [14] Gonzalez-molina, E., Dominguez-perles, R., Moreno, D.A. ET Garcia-viguera. (2010). Natural bioactive compounds of *Citrus limon* for food and health. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 51: 327-345.
- [15] Tripoli, E., Guardia, M., Gimmanco, S., DiMajo, D. ET Giammanco, M. (2007). Citrus flavonoids: molecular structure, biological activity and nutritional properties. *Food Chemistry*, 104: 466-479.
- [16] [healthbenefitstimes.-citron-essential-oil/](#)
- [17] Espirade E. (2002). Introduction à la transformation industrielle des fruits. Ed Tec & Doc. Lavoisier, Paris. 360 p.
- [18] Manner, H.I., Easton, R.S., Smith, V. & Elevitch, C.R. (2005). *Citrus species (Citrus)*, ver. 1.1. In : C. Elevitch (ED). Species Profiles for Pacific Island Agroforestry. Permanent Agriculture Resources (PAR), Honolulu, Hawaii. pp. 31.
- [19] Webber et Hebert, 1967. History and development of the citrus industry. In: The citrus industry. 1. History, World Distribution Botany and varieties. W. Reuther et al, eds. Berkeley, University of California Press: 1- 39.
- [20] ATLAS of fruits history.
- [21] Swingle W. T., (1948). The botany of citrus and its wild relatives of the orange subfamily. In : The citrus Industry History Botany and Breeding, (Webber H.J., Batchelor L.D). University of California Press. Los Angeles. USA, p.p. 129-479.
- [22] Praloran, J.C., (1971). Les agrumes, techniques agricoles et productions tropicales. Ed. Maisonneuve et Larose. Paris. p. 665.
- [23] Mioulane Patrick, (1996). Encyclopédie pratique illustrée du jardin, pp 768.

Chapitre II : Les plantes médicinales

- [24] **Loussert, R., (1989).** Les agrumes arboriculture. Ed. Technique agricoles méditerranéennes, Paris.113p.
- [25] **Chapot et Huet, (1963).** Clémentines avec ou sans pépins. Fruits, 18 (5) : 25- 261.
- [26] **Lery, F., (1982).** L'agriculture au Maghreb. Techniques agricoles et productions méditerranéennes. Ed. GP. Maison neuve et Larose : 338p.
- [27] **Benamara S et A goujou A. (2003),** Production des jus alimentaires Office des publications universitaires Eds (Alger), 2003, pp : 11 – 92.
- [28] **Lapière ID. (1979),** Précis de nutrition GuiruinEds (Paris), 1979, p: 16.
- [29] **Adrian J, potus J, poiffait A &Dauvillier P.(1998) ,** Introduction à l' analyse nutritionnelle des denrées alimentaires. Tee & Doc, Lavoisier Eds (Paris), 1998, pp : 118 – 254.
- [30] **Velduis MK. (1971),** Orange and tangerine juices, In Fruit and végétalejuiceprocessingtechnology, 1971, p : 486.
- [31] **Mahmood AU, Greenman J &Scragg AH. (1998),** Orange and potato peel extracts, In Analysis and use as Bacillus substrates for the production of extra cellular enzymes in continous culture. Enzyme and microbialTechnology, 1998, pp: 130 – 137.
- [32] **Bonnin E, Renard C, Thibault Jf et Ducrod P.(1997),**Les enzymes de dégradation des paroisvégétales : mode d' action et utilisations alimentaires, In Enzymes en agro-alimentaireTee & Doc, Lavoisier (LARRETA- GAROEV) Eds, 1997, pp : 167 – 200.
- [33] **Gross J. (1977),** Carotenoid pigments, in citrus: distribution significance in citrus science and technology. West post Eds (USA), 1977, pp: 302-353.
- [34] **Zeitaun MAM, Neff WE, Holloway RK, Thabekha MM &Rabie M. (1994),** Volatile, fatty acid and triacylglycérol composition of Egyptien mandarin peel oil Rev. Franç. Corpsgras, 1994, pp: 21 – 22.
- [35] **Les produits naturels. (2009-2022),** l'orange, bienfaits de l'orange.
- [36] **Bioénergies aux origines de votre santé,** plantes-et-actifs, l'orange-citrus.

Chapitre II : Les plantes médicinales

[37] **Williams, D. G. (1996).** The Chemistry of Essential Oils: An Introduction for Aromatherapists, Beauticians, Retailers & Students (0th Edition ed.): Micelle Pr (October 1, 1996).

[38] **Bellakhdar, J. (2006).** Plantes médicinales au Maghreb et soins de base : précis de phytothérapie moderne : Eds Le Fennec.

[30] **Pharmacopée-française. (1998).** Pharmacopée française : France. Ministère du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes France. Ministère de l'instruction publique.

[40] **González-Trujano, M., Peña, E., Martínez, A., Moreno, J., Guevara-Fefer, P., Déciga-Campos, M., & López-Muñoz, F. (2007).** Evaluation of the antinociceptive effect of *Rosmarinus officinalis* L. using three different experimental models in rodents. Journal of ethnopharmacology, 111(3), 476-482.

[41] **Foley, D. J. (1974).** Herbs for Use and for Delight: An Anthology from the Herbarist, a Publication of the Herb Society of America: Courier Corporation.

[42] **Quézel, P., & Santa, S. (1963).** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales : Éditions du Centre national de la Recherche scientifique.

[43] **BOULEZAZEN AbdElmoumen, (2017).** Evaluation de l'activité antioxydante et antimicrobienne d'une plante aromatique (*Rosmarinus Officinalis* L.) de la forêt Béni Melloul –Khenchela, (2017), p 8-9-10.

[44] **Bellakhdar, J. (1997).** La pharmacopée marocaine traditionnelle.

[45] **Beloued, A. (1998).** Plantes médicinales d'Algérie : Office des publications universitaires.

[46] **Koşar, M., Dorman, H., & Hiltunen, R. (2005).** Effect of an acid treatment on the phytochemical and antioxidant characteristics of extracts from selected Lamiaceae species. Food chemistry, 91(3), 525-533.

[47] **Luis, J., Pérez, R. M., & González, F. V. (2007).** UV-B radiation effects on foliar concentrations of rosmarinic and carnosic acids in rosemary plants. Food chemistry, 101(3), 1211-1215.

Chapitre II : Les plantes médicinales

[48] Arslan, D., & Özcan, M. M. (2008). Evaluation of drying methods with respect to drying kinetics, mineral content and colour characteristics of rosemary leaves. *Energy Conversion and Management*, 49(5), 1258-1264.

[49] L'histoire du père blaize institution marseillaise, l'herboristerie du père blaize a été créée en 1815, par toussaint blaize.

[50] Ventura-Martínez, R., Rivero-Osorno, O., Gómez, C., & González-Trujano, M. E. (2011). Spasmolytic activity of *Rosmarinus officinalis* L. involves calcium channels in the guinea pig ileum. *Journal of ethnopharmacology*, 137(3), 1528-1532.

[51] Hamedo, H. A., & Abdelmigid, H. M. (2009). Use of antimicrobial and genotoxicity potentiality for evaluation of essential oils as food preservatives. *The Open Biotechnology Journal*, 3(1).

chapitre III

materiel et méthode

Chapitre III : matériel et méthode

III.1. Introduction :

Les plantes médicinales représentent une source inépuisable de remèdes traditionnels et efficaces grâce à leurs différents principes actifs notamment les huiles essentielles. En effet, le présent chapitre est consacré à l'extraction des l'huile essentielle des espèces végétales d'orange, de citron et de romarin par hydro-distillation, et l'activité antioxydante du mélange de ces huiles a été évaluée par la méthode de DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl). Il s'agit d'une étude expérimentale menée Au laboratoire du Département des Sciences Technologiques, Université Ibn Khaldoun, Tiaret.

III.2. Méthodologie du travail :

Un échantillon de les plantes(citron, orange, romarin) a été apporté pour l'étude en laboratoire de l'application pratique de hydro distillation après avoir placé une quantité de ces plantes dans un bécher et y avoir ajouté une quantité d'eau en mélangeant puis en faisant fonctionner l'appareil.

III.3. Matériel de hydrodistillation :

Ballon.

Chauffe-ballon.

Potences.

Thermomètre.

Réfrigérant à eau.

Éprouvette graduée.

Composé organique.

Eau.

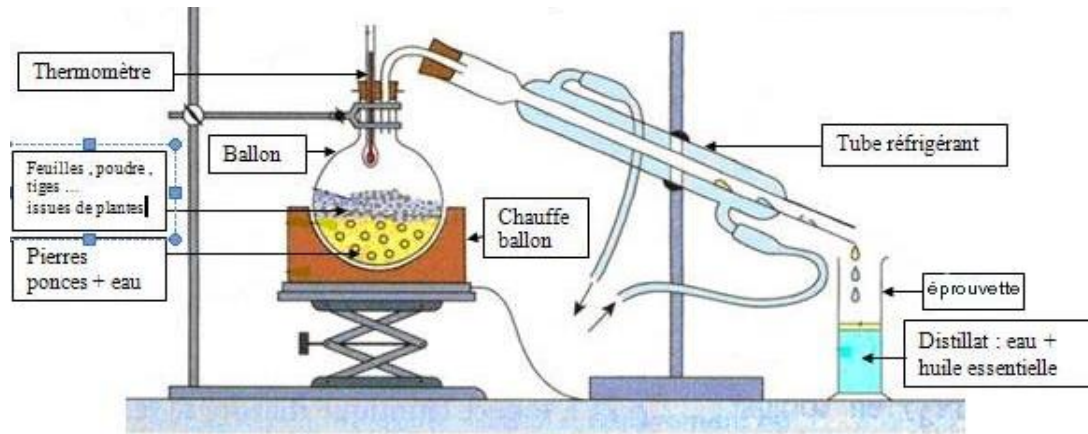


Figure 01 : Montage d'hydrodistillation.

III.4. Description de site d'étude et Situation géographique de la région :

III.4.1. Description de site d'étude :

Nous avons pris ces plantes (orange, citron, romarin) du marché local dans l'état de Tiaret Située à 340 km de la capitale Alger au nord-ouest du pays, la wilaya de Tiaret se présente comme une zone de contact entre le Nord et le Sud. Le territoire de la wilaya est Constitué de zones montagneuses au Nord, de hautes plaines au centre et des espaces semi- arides au Sud. Elle s'étend sur un espace délimité entre 0.34° à 2.5° de longitude Est et 34.05° à 35.30° de latitude Nord.

Tiaret occupe une superficie de 20.086,62 km², elle couvre une partie de l'Atlas tellien

Au Nord et les hauts plateaux au centre et au Sud. Elle est délimitée au Nord par les wilayas deRelizane, Cheleff et Tissemsilt, à l'Ouest par les wilayas de Mascara et Saida, à l'Est par la

Wilaya de Djelfa, au Sud et Sud-Est par Laghouat et El Bayad. [2]

III.4.2. Situation géographique de la région :



Figure 02 : La localisation de Tiaret sur la carte de l'Algérie

III.4.3. Aperçu Pédologique :

Le sol reste l'élément principal de l'environnement, qui règle la répartition des espèces Végétales.

La mise en place du climat, de la végétation et des sols méditerranéens est très

Ancienne et très complexe. Elle commença au début du quaternaire et s'affirme à partir de

L'holocène. Il s'agit dans ce contexte de sols anciens selon le concept de [3].

C'est-à-dire des sols ayant évolué pendant plus de dix milles ans, avec des phases d'accélération et de ralentissement, mais dont le processus fondamental est resté

Pratiquement le même pendant toute la durée de l'évolution.

Les sols les plus répandus sur les monts de Tiaret sont [4].

- Les sols marneux.
- Les sols calcaires et dolomites dures.
- Les sols calcaires friables.
- Conglomérat, alluvions et sables.
- Conglomérat.

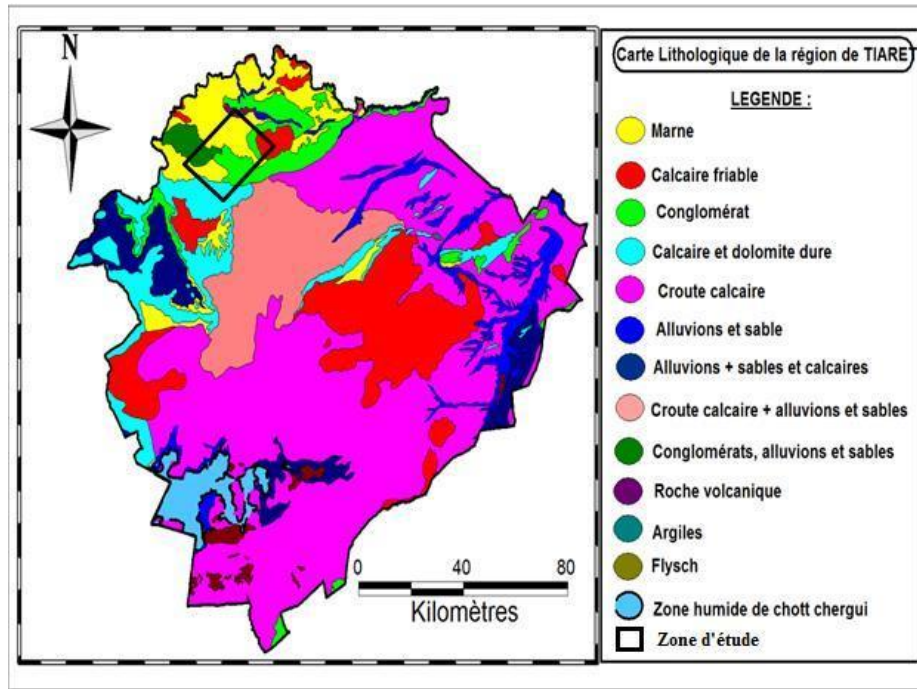


Figure 03: Carte lithologique de la wilaya de Tiaret .

III.4.4. Aperçu climatique :

La pluviosité est le facteur primordial qui permet de déterminer le type de climat. En effet, cette dernière conditionne le maintien et la répartition du tapis végétal. L'altitude, la longitude et la latitude sont les principaux gradients définissant la variation de la pluviosité. En effet, la quantité de pluie diminue du Nord au Sud, de l'Est à l'Ouest et devient importante au niveau des montagnes [5].

III.4.5. Choix d'espèce végétale et collecte :

Nous avons choisi trois plantes (oranger, citronnelle et romarin) pour en extraire les huiles essentielles, puis nous les avons mélangées pour découvrir l'huile prédominante parmi elles.

III.4.6. Préparation de l'échantillon pour l'étude :

Les plantes nouvellement exposées (oranger, citron, romarin) sont mises à sécher à l'ombre dans un endroit sec et bien aéré.

Pendant dix jours, puis broyé manuellement. Ensuite, la poudre obtenue est stockée dans

Flacons en verre fermés jusqu'à leur utilisation ultérieure pour et Extraction d'huiles essentielles.

Chapitre III : matériel et méthode



Figure 04 : les échantillons d'orange, romarin et citron.

III.4.7. Méthode De Hydro-distillation :

Nous avons apporté 600 grammes d'écorces d'orange et de citron et 400 grammes de romarin et les avons mis dans un -ballon, nous avons ajouté 500 ml d'eau et réglé la température sur la première position.



Figure 05 : Montage de l'hydrodistillateur

III.5. Caractéristiques organoleptiques :

Après l'extraction, on a déterminé les caractères organoleptiques de notre huile essentielle et on les a comparés avec ceux de la norme AFNOR.

III.6. Evaluation de l'activité antioxydant :

Dans notre travail, nous avons choisi la méthode de piégeage du radical DPPH pour Valoriser le pouvoir antioxydant. Ce radical de couleur violacée, absorbe entre 515 et 520 nm. En présence d'antioxydant, il est réduit en changeant sa couleur au jaune.

➤ Matériel utilisés

- Eau distille.
- Méthanol 96%.
- BHT (Hydroxytoluènebutylé)
- DDPPH (2.2'-diphenyl-1-picrylhydrazyl)
- Micropipette, portoir et tubes à essai.
- Spectroscopie UV-Visible

III.6.1. Courbe d'étalonnage

La spectrophotométrie est une méthode analytique quantitative qui consiste à mesurer l'absorbance ou la densité optique d'une substance chimique donnée en solution. Plus cette espèce est concentrée plus elle absorbe la lumière dans les limites de proportionnalités énoncées par la loi de **Beer-Lambert** : $A = \epsilon.l.C$.

La courbe d'étalonnage est une moyenne très utilisée dans le dosage des différentes solutions, ainsi que pour examiner la fiabilité des instruments de mesures. En effet, nous avons vérifié la fiabilité du spectrophotomètre utilisé en traçant la courbe d'étalonnage, absorbance de la solution méthanoïque du DPPH mesurée à 517nm en fonction des différentes concentrations (0,1; 0,05 et 0,025mM). La linéarité de la courbe d'étalonnage ($y=ax$) avec un coefficient de détermination R^2 proche à 1 assure la crédibilité des résultats expérimentaux.

III.6.2. Mode opératoire :

La capacité des extraits de la plante à piéger le radical libre DPPH est évaluée en Utilisant la méthode décrite par : A 0,5 ml d'une solution méthanoïque de DPPH À 0,1mM, est ajouté 1,5 ml d'extrait à différentes concentrations. Le contrôle négatif Est préparé, en parallèle, en mélangeant 1,5 ml de méthanol avec 0,5 ml de la solution méthanoïque de DPPH. En suit un

Chapitre III : matériel et méthode

volume de 3ml des huiles essentielles diluées dans le méthanol à différentes concentrations (300, 150, et 75 µl/ml) a été ajouté à 1ml de la solution méthanoïque de DPPH, le mélange réactionnel incubé 30min à l'obscurité et à température ambiante. Les absorbances ont été mesurées à 517nm contre le contrôle négatif (blanc). Expérience est réalisée en triplicata

- Calcul de pourcentage; inhibition

L'activité antioxydant, qui exprime la capacité de piéger le radical libre DPPH est

Estimée par le pourcentage de décoloration du DPPH selon l'équation suivante.

Activité anti-radicalaire **AAR %** : = $[(Abs1 - Abs2) / Abs1] \times 100$

Où : Abs 1 : absorbance du contrôle (solution du DPPH sans extrait).

Abs 2 : absorbance en présence d'extrait ou du standard (BHT).

- L'acide ascorbique (vitamine C) a été utilisé comme antioxydant synthétique de référence (contrôle positif) à différentes concentrations (100, 50 et 25µg/ml) dont la lecture se fait dans les mêmes conditions que l'échantillon testé. La capacité de l'antioxydant (huiles essentielles ou acide ascorbique) à piéger le radical libre est estimé en déterminant le pourcentage de décoloration (réduction) du DPPH en solution dans le méthanol, le pourcentage d'inhibition a été calculé selon l'équation suivante :

➤ Estimation de CI50 :

La grandeur CI50 est défini comme étant la concentration de l'échantillon testé nécessaire pour réduire 50% de radical DPPH•, aussi appelé CI50 (concentration équivalente à 50% de DPPH réduit). Les CI50 sont déterminées graphiquement par régressions linéaires des graphes tracés (taux d'inhibition en fonction de différentes concentrations des fractions testées).

Calcul de concentration inhibitrice CI50

La concentration inhibitrice (CI50) est la concentration de l'échantillon testé

Nécessaire pour réduire et neutraliser 50% du radical DPPH.

Tableau 01 : mélange de l'extrait des huiles essentielles (romarin, orange, citron) avec DPPH et méthanol.

CHAPITRE III : MATERIEL ET METHODE

Extrait de citron	Extrait d'orange	Extrait de romarin	
1 ml	1 ml	1 ml	MHd 1
0,5 ml	0,5 ml	2 ml	MHd 2
0,5 ml	2 ml	0,5 ml	MHd 3
2 ml	0,5 ml	0,5 ml	MHd 4
1,5 ml DPPH			Timon

Nous avons pris 4 tubes à essai, dans le premier tube nous avons ajouté 0,5 ml des HE suivants (romarin, orange, citron) puis 1,5 DPPH dans chaque tube comme suivant :

4 mg DPPH \longrightarrow 100 ml méthanol

Tableau 02 : mélange des huiles essentielles (romarin, orange, citron) avec DPPH et méthanol.

L'huile de citron (MH 3)	L'huile d'orange (MH 2)	L'huile de romarin (MH 1)	
1 ml	1 ml	1 ml	MH 1
0,5 ml	0,5 ml	2 ml	MH 2
0,5 ml	2 ml	0,5 ml	MH 3
2 ml	0,5 ml	0,5 ml	MH 4
1,5 ml DPPH			Timon

Nous avons pris 4 tubes à essai, dans le premier tube nous avons ajouté 0,5 ml des huiles essentielles suivantes (romarin, orange, citron) puis 1,5 DPPH dans chaque tube comme suivant :

4 mg DPPH \longrightarrow 100 ml méthanol

Chapitre III : matériel et méthode

Référence

bibliographique :

- [1] **Walker J.E.M, Saraste M.J, Runswick and N.J.Gay., (1982).**-Distantly related sequences in the alpha-and beta-subunits of ATP synthase, myosin, kinases and other ATP-requiring enzymes and.
- [2] Site officiel de la wilaya, 2014 (Carte. 02).contact le (15/05/2022)
- [3] **Duchaufour, et DUCHAUFOR PH., (1983)** - Pédologie. 2ème éd. XVI. Tome I : pédogenèse et classification. Ed Masson. I.S.B.N. Paris .419 p
- [4] **Carte. 05 ; (CFT, 2014).CFT., 2014-** Conservation des forêts de la Wilaya de TIARET- Service de cartographie et Service des statistiques.
- [5] **Chaâbane, 1993).CHAÂBANE A., 1993** – Etude de la végétation du littoral septentrional de Tunisie: Typologie, Syntaxonomie et éléments d'aménagement. Th. Doct en Ecologie.Uni. Aix-Marseille III. 205 p + annexes

Chapitre IV

resultat et discussion

IV.1. Introduction :

Au cours de ces dernières années, avec l'expansion d'une grande partie du commerce de Produits alimentaires, les industries alimentaires ont de plus en plus recours à l'ajout d'importants additifs aux aliments. Cependant, plusieurs additifs synthétiques ont été interdits à la consommation, du fait que ces derniers ont été suspectés de provoquer des manifestations allergiques, ou même de favoriser la formation de cellules cancéreuses. De ce fait, les industriels ont envisagé l'incorporation de molécules naturelles dans le but de présenter des produits conformes aux exigences des consommateurs, sans effet sur les propriétés sensorielles et nutritionnelles du produit alimentaire. Certains additifs sont devenus indispensables en industrie pour améliorer la conservation des aliments comme conservateurs et antioxydants. [1-2] Les antioxydants sont des composés susceptibles de retarder considérablement ou d'inhiber l'oxydation des lipides ou d'autres molécules. L'origine des antioxydants remonte à l'antiquité. Les anciens Egyptiens détiennent une connaissance de technique remarquable en préservant les cadavres avec des plantes dont les extraits sont riches en composés phénoliques. [3] Les extraits de plantes aromatiques à HES riches en composés phénoliques sont généralement utilisés en tant qu'arômes alimentaires. Actuellement, les HES constituent une source potentielle de substances naturelles. Actuellement, les HES constituent une source potentielle de substances naturelles bioactives, et font l'objet de nombreuses études concernant leurs éventuelles utilisations en tant qu'antioxydants. [4]

Les propriétés antioxydantes des quatre huiles essentielles d'agrumes ont été évaluées à l'aide de la méthode de l'activité de piégeage des radicaux (DPPH), en utilisant la vitamine C (**Acide Ascorbique**) comme témoins positifs. Les résultats ont été rapportés comme la moyenne de trois répétitions.

IV.2. Le rendement :

IV.2.1. Des Huiles Essentielles:

Le rendement est calculé partir de la formule suivante

$$R = \frac{\text{massed'huile}(g)}{\text{massedematérialvégétal}(g)} \times 100$$

$$\diamond \text{ Le rendement d'orange : } R = \frac{1.2}{600g} \times 100 = 0.2\%$$

CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSION

- ❖ Le rendement de citron : $R = \frac{0.79}{600g} \times 100 = 0.13\%$
- ❖ Le rendement de romarin : $R = \frac{4.3}{400} \times 100 = 0.7\%$



Figure 01 : Huile essentielle de romarin.

Tableau 01 : Rendement des Huile essentielle

Huile essentielle	Rendement %
Orange	0.2%
Citron	0.13%
Romarin	0.7%

IV.2.2. Solution Du Hydro-Distilla Solution Aqueuse :



Figure 02 : hydro-distilla du romarin.

- ❖ Le rendement d'orange : $R = \frac{5}{200g} \times 100 = 2.5 \%$
- ❖ Le rendement de citron : $R = \frac{4}{200g} \times 100 = 2 \%$
- ❖ Le rendement de romarin : $R = \frac{2}{200g} \times 100 = 1 \%$
- ❖ Le tableau suivant présente le rendement :

Tableau 02 : Rendement des hydro-distilla :

hydro-distilla	Rendement %
Orange	2.5%
Citron	2%
Romarin	1%

En Algérie, le rendement en HE peut varier d'une région à l'autre selon les facteurs pédoclimatiques. Une étude de [5] a rapporté un taux de (0,68-0,21%) en HE extraite des plantes cultivées dans la plaine de Mitidja. Ce taux est très en dessous du rendement obtenu au cours de nos extractions. Ceci peut être lié aux influences pédologiques (texture, composition, porosité et pH du sol).

D'un autre côté, Plusieurs études ont obtenu un rendement légèrement supérieur au notre qui est respectivement : 0.13 %, 0.2 % et 0.7 %. Ceci peut, éventuellement, être attribué à un déficit en amendements minéraux. Ces derniers contribuent à l'augmentation de la masse végétale et à la quantité d'HE extraite

En résumé, plusieurs études ont confirmé que les fluctuations observées dans le rendement en HE peuvent être attribuées non seulement à l'origine de la plante mais également à l'imbrication d'une multitude de facteurs (biotique et abiotique). Parmi ces facteurs, nous pouvons citer la température, l'humidité relative, la durée totale d'insolation et le régime des vents, apport des engrais organiques et/ou minéraux) et aux méthodes d'extraction. Ce dernier exerce une influence directe chez les espèces végétales.

IV.3. Caractéristiques Organoleptiques De L'huile Essentielle :

Les différentes caractéristiques organoleptiques (aspect, couleur, odeur) de l'essence des plants utilisés sont présentées dans le tableau : 02

CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSION

Tableau 03: propriétés organoleptiques d'huile essentielle

La plante	Aspect	Couleur	Odeur
Orange	liquide limpide	jaune clair	Aromatique
citron	liquide limpide	jaune clair	Aromatique
Romarin	liquide limpide, claire et visqueux	Jaune-brune	Désagréable, attirant et persistant

Les paramètres organoleptiques de nos HE sont en accord avec ceux répertoriés dans les normes AFNOR

IV.4. Résultats De L'évaluation De L'activité Antioxydants :

L'activité anti radicalaire est basée sur la réduction de l'absorbance à 517nm lorsqu'un radical libre stable de 2,2-diphényle-1-picrylhydrazyle (DPPH) est réduit sur Les plantes investiguées et en se basant sur les mélange des huile essentiel des plants cible, on a ciblé deux grandes catégorie des mélanges présents dans ces plante à savoir ; les mélanges des hydro distilla **MDH** et les mélanges des huile essentiel **MH**. Plus, on a testé le pouvoir antioxydant de quatre mélange.

Les tests de l'activité antioxydants de nos mélanges avec la technique de HPTLC et en présence d'un contrôle positif qui est l'acide ascorbique, connu par sa forte activité antioxydants, ont démontré la présence d'un pouvoir anti radicalaire qui a été révélé par l'apparition d'une tache jaune sur la plaque CCM pulvérisée avec le DPPH.

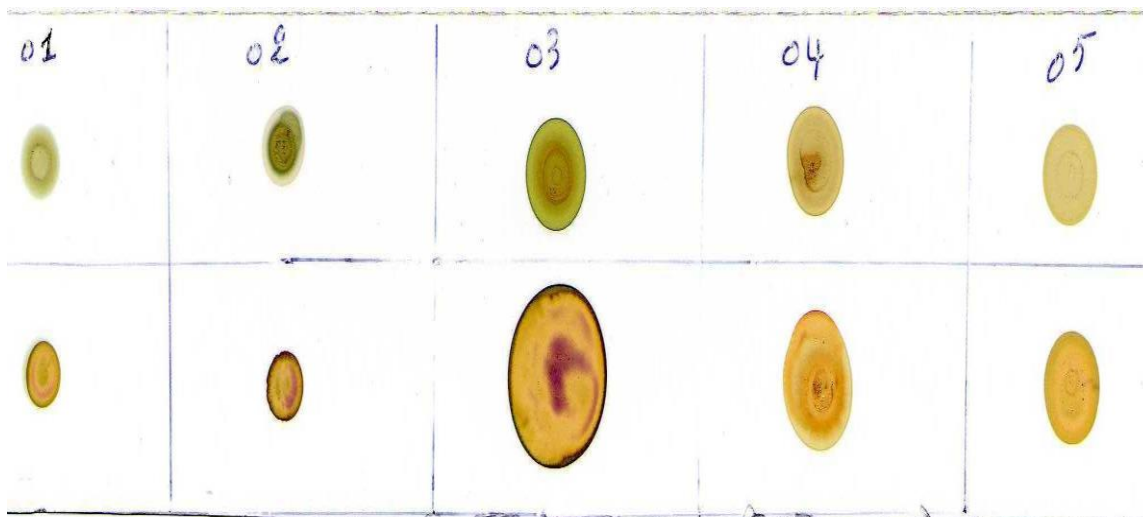


Figure 03 : Chromatogramme des mélanges de au DPPH.

01 : MH1 ; 02 :MH2; 03 :MH3; 04 : MH4 ; 05 : Témoin.

Tableau 04 : Test qualitative du mélange des huiles essentielles **MH** au DPPH

N°	Extrait	Test Antioxydant	
		Positif	négatif
01	Témoin	+	
02	MH1	+	
03	MH2	+	
04	MH3	+	
05	MH4	+	

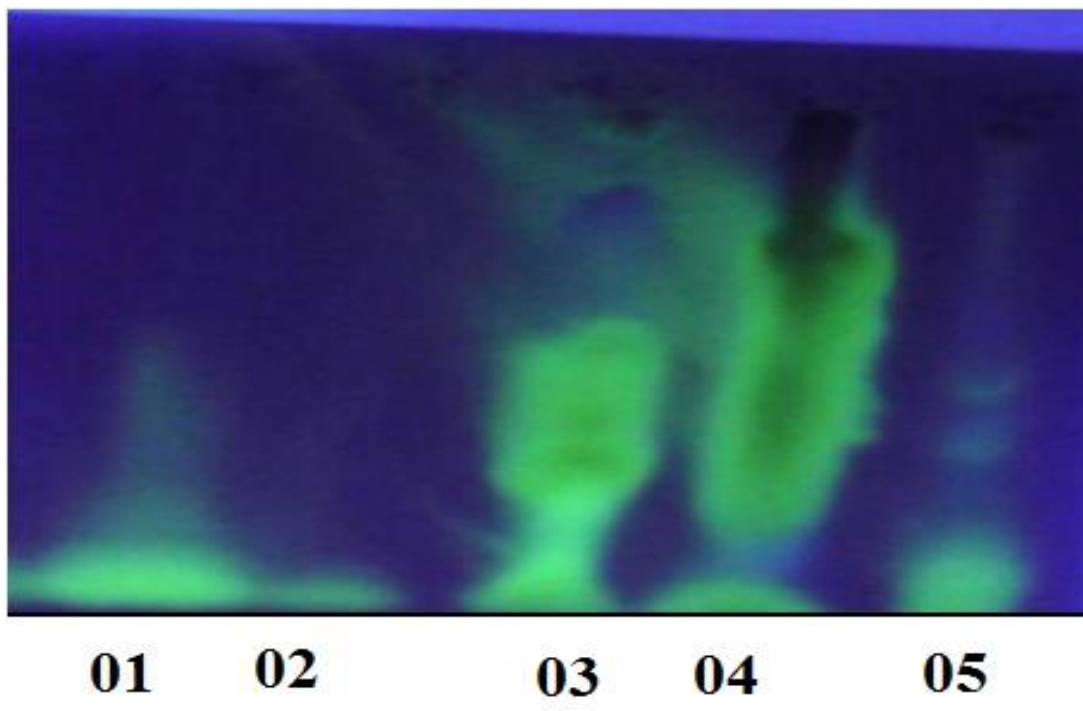


Figure 04 : les mélanges MHD sous lampe UV à 365nm après pulvérisation avec le DPPH.

01 : MHD1 ; 02 :MHD2; 03 :MHD3; 04 : MHD4 ; 05 : Témoin.

Tableau 05 : Test qualitative des mélange des Hydro-distilla extraites **MHD** au DPPH

N°	Extrait	Test Antioxydant	
		Positif	Négatif
01	Témoin	+	
02	MHD1	+	
03	MHD2	+	
04	MHD3	+	
05	MHD4	+	

IV.4.1.Analyse Qualitative Des Extraits :

Le changement de la couleur de la solution méthanoïque de DPPH en présence de chacun des produits à tester a été mesuré à 517 nm. L'activité anti radicalaire est estimée selon L'équation suivante :

$$AAR(\%) = \frac{Absorbance\ controle - Absorbance\ échantillon}{Absorbance\ controle} * 100$$

AAR(%) : pourcentage d'activité Anti-Radicalaire.

IV.4.2.L'activité anti radicalaire des mélanges des huiles essentielles :

L'activité anti radicalaire des mélanges des huiles essentiels estimée en pourcentage est présentée dans le tableau ci-dessous

Tableau 06 : Activité anti radicalaire (AAR%) des mélanges des huiles essentiels.

Extrait	Activité antioxydant		AAR%
	Positif	Négatif	
Témoin	+		0
MH1	+		88,88
MH2	+		70,44
MH3	+		86,28
MH4	+		83,45

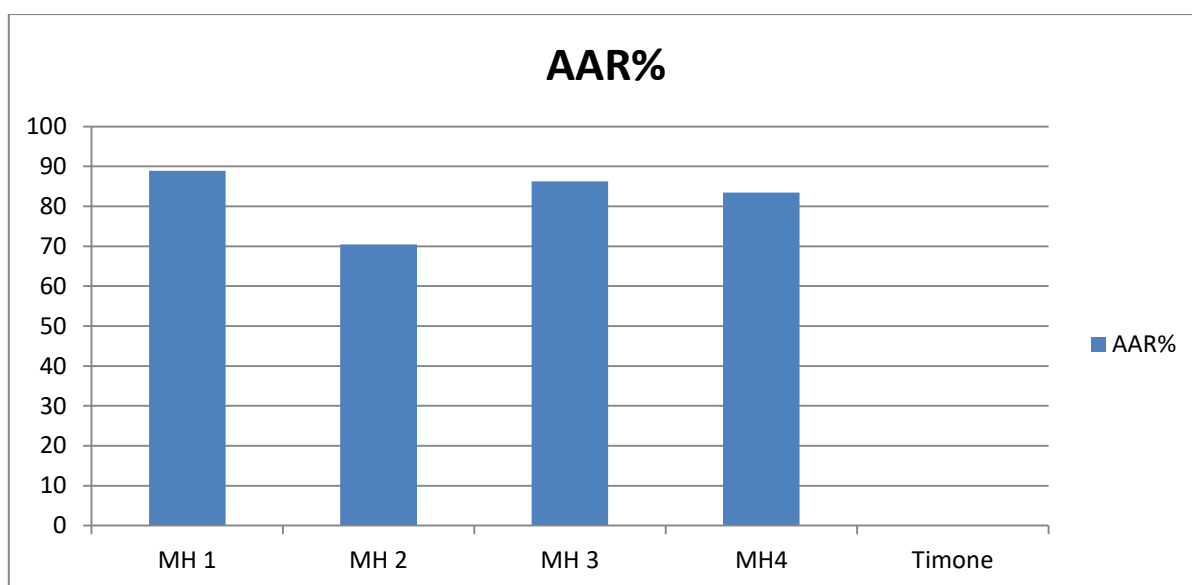


Figure 05 : Activité anti-radicalaire des mélanges des huiles essentiels.

CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSION

Les résultats ci-dessus montrent que l'activité antioxydant plus élevée trouve surtout dans MH avec un pourcentage % puis MH1 88,88% et MH386,28% ; Les autres extraits montrent de des activités plus faibles, MH4 avec 83,45% et MH3 70,44 avec aucune activité de témoin 0%. Les mélange des huile essentiel sont surtout riches en substances chimiques hydrosolubles, leur activité antioxydants démontrée par cette méthode, peu quelle soit, est peut être due surtout à la présence des composés présents dans ces extraits.

IV.4.3. L'activité anti radicalaire des mélanges des hydro distilla des extraites :

L'activité anti radicalaire des mélanges des hydro distilla des extraites estimée en pourcentage est présentée dans le tableau ci-dessous

Tableau 07 : Activité anti radicalaire (AAR%) des mélanges des hydro distilla Extraites.

Extrait	Activité antioxydant		AAR%
	Positif	Négatif	
Témoin	+		0
MHD1	+		54,71
MHD2	+		30,87
MHD3	+		33,53
MHD4	+		21,56

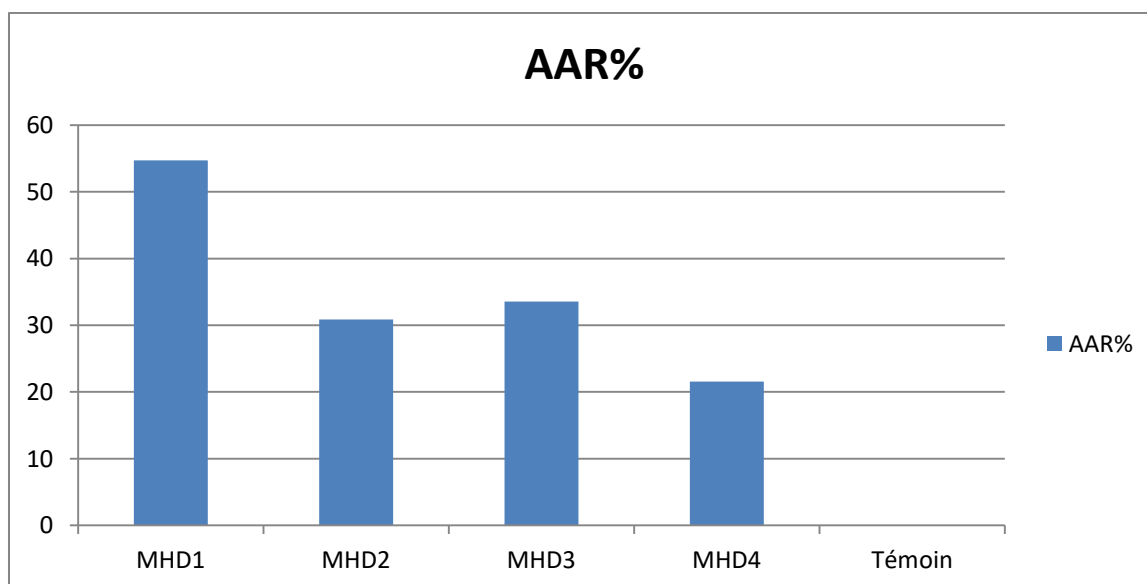


Figure 06 : Activité anti-radicalaire des mélanges des Hydro-distilla extraites.

Les résultats ci-dessus montrent que l'activité antioxydant plus élevée trouve surtout dans **MHD** avec un pourcentage % puis **MHD1**54,71% et **MHD3**33,87% ; Les autres extraits

montrent des activités plus faibles, **MHD2** avec 30,87% et **MHD4** 21,56% avec aucune activité de témoin 0%.

Les mélange des hydro distilla surtout riches en substances chimiques hydrosolubles, leur activité antioxydants démontrée par cette méthode, peu quelle soit, est peut être due surtout à la présence des composés présents dans ces extraits.

D'après les résultats ci-dessus qui démontre que les mélanges des huiles essentielsqui ont un pourcentage (%) d'activité anti radicalaire plus élevée jusqu'à 54,71% appartiennent à les MHD1 et MHD3.

Après la confirmation du pouvoir antioxydant de nos extraits via la technique HPTLC, et dans le but d'approfondir notre étude sur cette activité, une évaluation par quantification spectrophotométrique a été effectuée sur les quatre mélanges étudiés. Par la suite, les courbes ont été tracées et les CI50 ont été calculées et comparées à celle de l'acide ascorbique.

Les valeurs de CE50 sont calculées, en vue de déterminer les concentrations qui réduisent 50% des radicaux libres. Les CE50 moyenne sont obtenues par la moyenne des CE50 évaluées graphiquement et séparément à partir des régressions des trois tests

L'ensemble des résultats obtenus par cette méthode sont affichés dans les supports graphiques suivants :

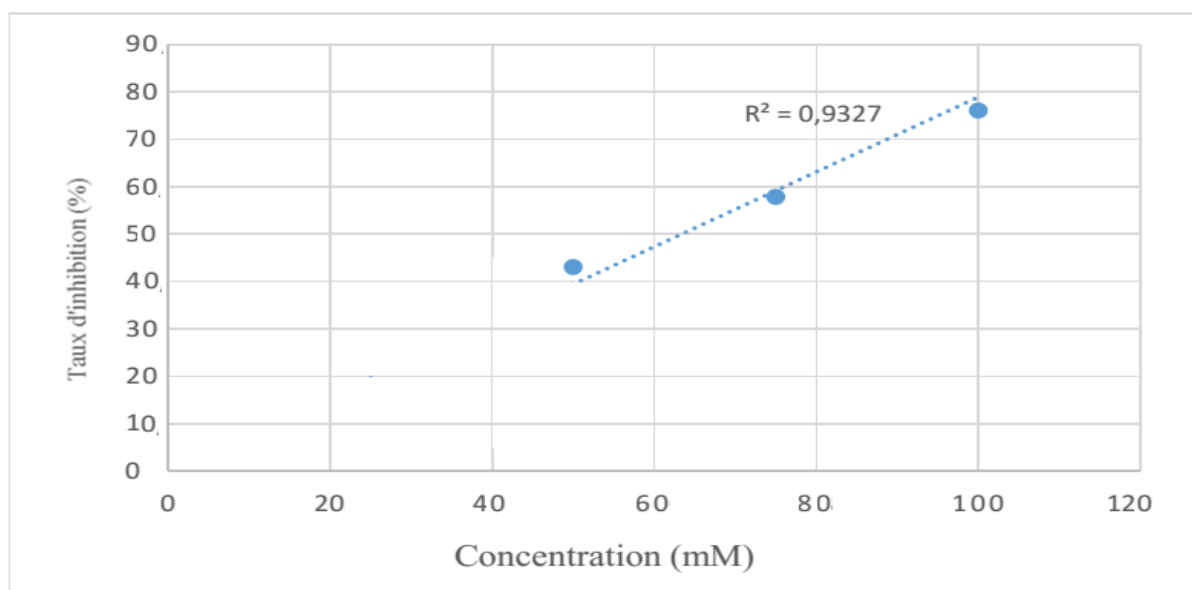


Figure 07 : Courbe d'étalonnage de l'acide ascorbique.

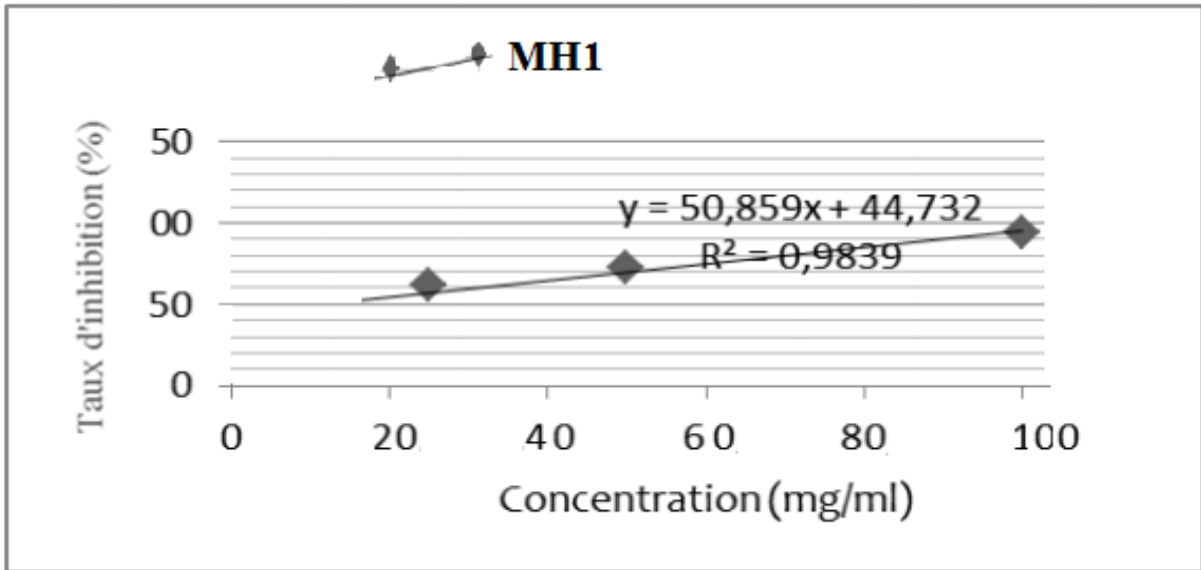


Figure 08 : Activité anti radicalaire du mélange **MH1**.

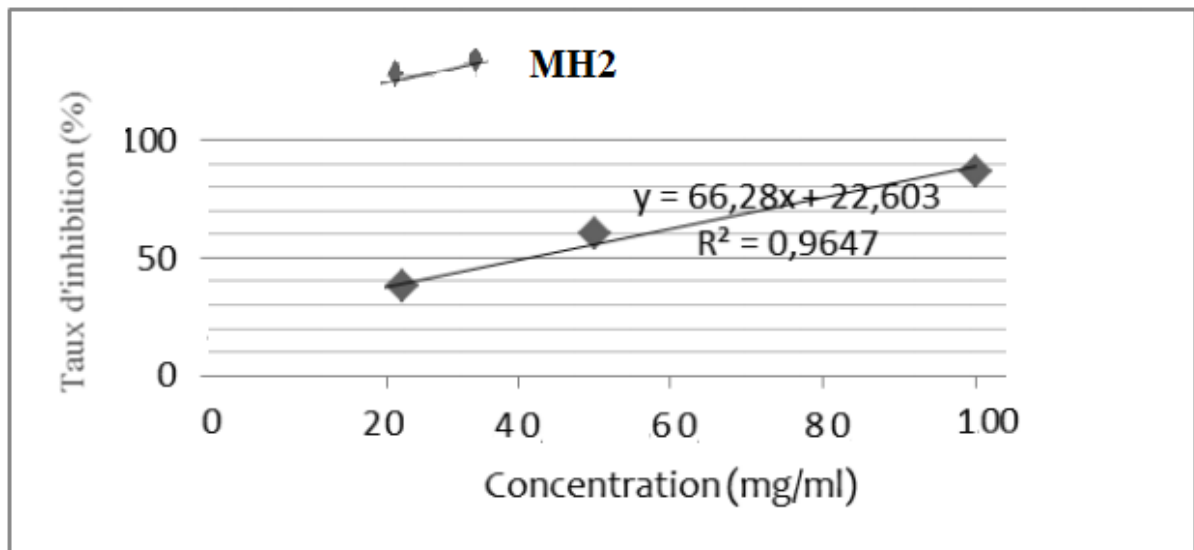


Figure 09 : Activité anti radicalaire du mélange **MH2**.

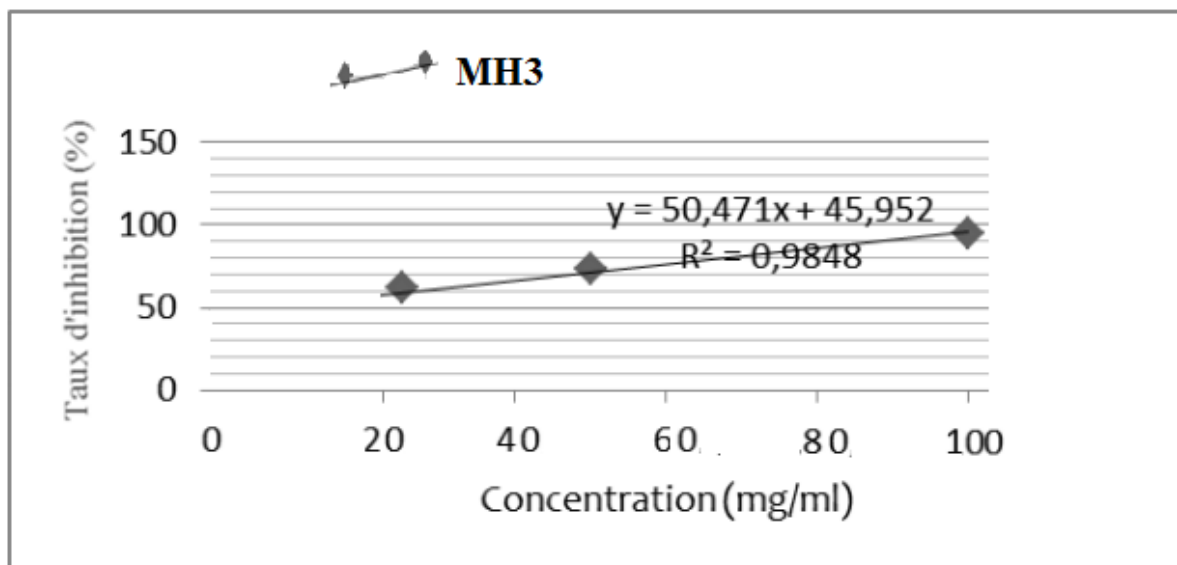


Figure 10 : Activité anti radicalaire du mélange MH3.

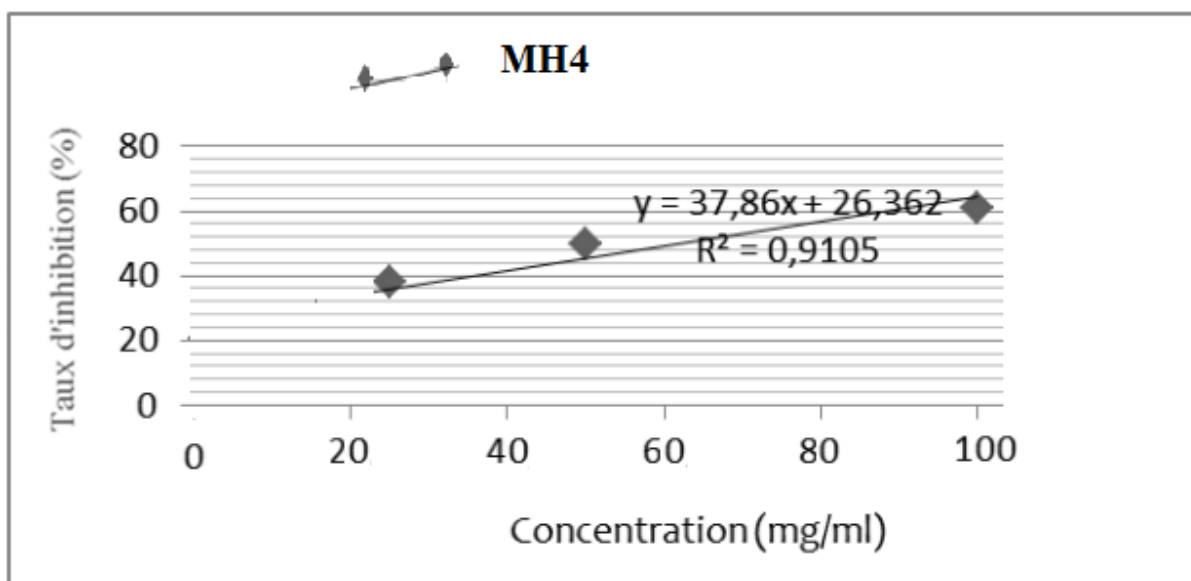


Figure 11 : Activité anti radicalaire du mélange MH4.

A partir des équations $y = ax + b$ mentionnées sur chaque support graphique, on a déduit les valeurs de CI50 pour chaque Mélange. Les valeurs sont regroupées dans le tableau 08

Tableau 08 : CI50 des mélanges des HEs extraites et de l'acide ascorbique

Mélange	MH1	MH2	MH3	MH4	Acide A
CI50 (mg/mL)	0.08	0.10	0.11	0.30	0.11

CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSION

De même, la figure 12 illustre les valeurs de CI50 des mélanges des HEs extraites et de l'acide ascorbique

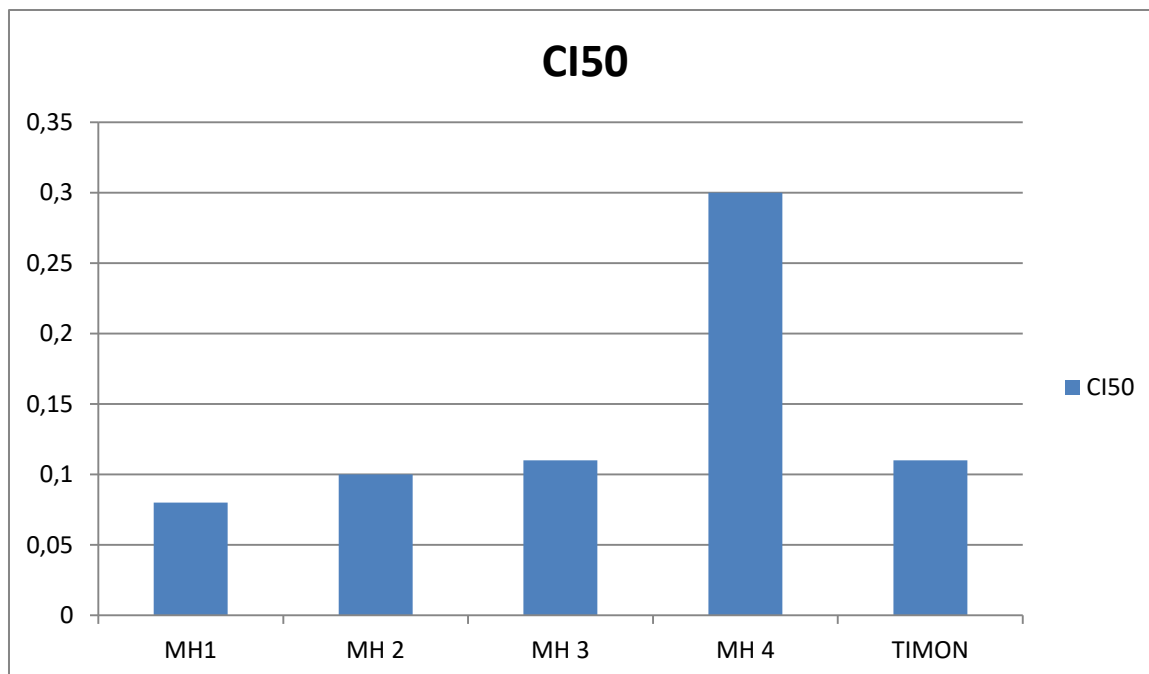


Figure 12 : Activité anti-radicalaire des mélanges des HEs extraites et de l'acide ascorbique.

Tableau 09 : CI50 des mélanges des Hydro-distilla extraites et de l'acide ascorbique

Mélange	MHD1	MHD2	MHD3	MHD4	Acide A
CI50 (mg/mL)	0.35	0.41	0.62	0.69	0.10

De même, la figure 13 illustre les valeurs de CI50 des mélanges des Hydro-distilla extraites et de l'acide ascorbique

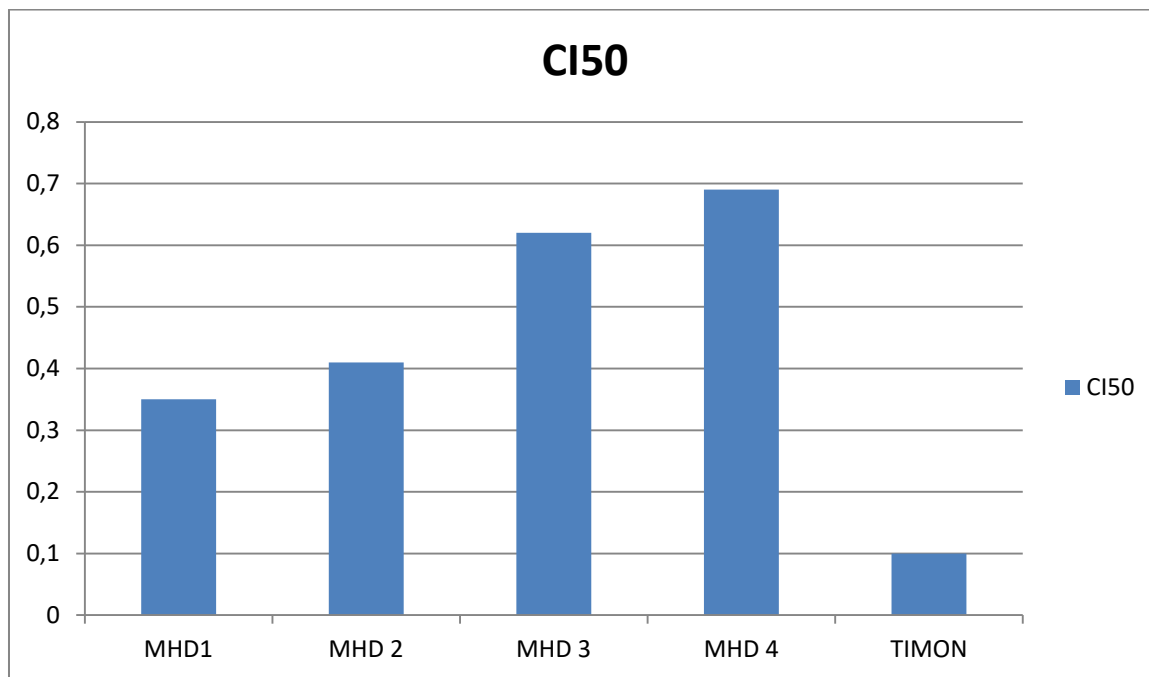


Figure 13 : Activité anti-radicalaire des mélanges des Hydro-distilla extraites et de l'acide ascorbique.

Il est important de souligner qu'une courbe d'étalonnage de DPPH a été tracée dans le but de calculer le nombre de moles de DPPH restantes. Une bonne corrélation concentration – absorbance a été observée ($R^2=0.9995$).

On observe que le profil de variation du pourcentage d'inhibition en fonction des concentrations, pour tous les extraits testés, c'est presque une droite de type $y=a + bx$ avec une bonne corrélation entre les valeurs obtenues dont ($R^2 = 0.94$) pour l'acide ascorbique.

Les résultats exprimés en tant que pourcentage d'inhibition révèlent que tous les mélanges ainsi que l'acide ascorbique pris comme référence sont des antioxydants.

Le mélange **MH1** a présenté la CI50 la plus basse (0.08 mg/ml). La meilleure activité antioxydante obtenue est celle du mélange **MH2** avec une CI50 égale à 0.10 mg/ml, faiblement inférieure à celle de l'acide ascorbique (0.11 mg/ml). Ensuite, le mélange **MH3**, et en dernière position, le mélange **MH4** avec une CI50 égale à 0.30. Ces résultats mettent en évidence l'influence de la technique d'extraction sur les propriétés des huiles essentielles.

La différence dans les résultats peut être expliquée par la grande variabilité des huiles essentielles en termes de qualité. En effet, la relation entre l'activité antioxydante et le

CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSION

profil chimique des huiles essentielles est bien reconnue [6,7], D'ailleurs l'activité antioxydant dépend également de la structure et la nature des antioxydants [8].

Nous avons utilisé une seule méthode pour étudier l'activité antioxydants, puisque, les résultats d'une seule méthode ne peuvent donner qu'une suggestion réduite de l'activité antioxydants. En plus, la complexité chimique des huiles essentielles, souvent un mélange d'une douzaine de composés avec des groupes fonctionnels différents ; la polarité et le comportement de produits chimiques peuvent mener aux résultats dispersés, selon la méthode utilisée. L'activité anti radicalaire de l'huile essentielle des mélange (citron, orange, romarin) a été évaluée suivant la méthode de DPPH. Cette méthode peut être employée pour évaluer de l'activité anti radicalaire dans une durée relativement brève. Presque 90% des études sur l'activité antioxydants utilisent la méthode du DPPH [9-10]. Cette méthode est simple mais fortement sensible [10]. Dans ce test, on intéresse à mesurer l'activité de balayage d'un radical libre (DPPH) par les fractions antioxydants (huile essentielle) [11]. Dans la présente étude, l'huile essentielle des citron, orange, romarin a montré une activité anti radicalaire inférieure à celle de la vitamine C. L'effet anti radicalaire de l'huile essentielle sur le DPPH est dû à leur capacité donatrice d'un atome d'hydrogène [12]. D'après [9], la méthode de DPPH• est indépendante de la polarité du substrat. De même, d'autres auteurs ont rapporté que la polarité du substrat n'affecte pas l'activité de balayage du DPPH [13-14].

Les résultats peuvent être exprimés en tant que : pourcentage de l'activité anti radicalaire ou en pourcentage de DPPH restant ou peuvent également être exprimés en utilisant le paramètre CI50, qui est défini comme la concentration du substrat qui cause une perte de 50% de l'activité de DPPH, L'absorption varie de 0,846 avec la meilleure activité antioxydant avec moins d'extraits d'huiles essentielles (romarin, orange, cédrat), cette dernière expression des résultats fait le cas dans notre travail.

IV.5. Conclusion

Les huiles essentielles sont des extraits de plantes obtenus par une distillation ou extraction mécanique des plantes. Ce procédé de concentration permet d'isoler quelques molécules présentes dans la plante qui ont des propriétés particulières. Il existe aussi certaines huiles essentielles dites "identiques nature", qui sont les mêmes molécules que celles des plantes mais obtenues synthétiquement par l'industrie chimique.

Référence Bibliographique :

- [1] Chemat, F.; Fabiano-Tixier, A.S.; Hellal, A.; Boutekedjiret, C.; Fernandez, X.(2012). « Activités chimiques et biologiques des huiles essentielles », /n Chemat, F. and Fernandez, X. (Eds.), La chimie des huiles essentielles. Ed. Vuibert, Paris 2012, pp. 212-248.
- [2] André, M.L.(2013). « Les Additifs alimentaires : un danger méconnu », Editions Jouvence, France 2013, pp.19-40.
- [3] Škrovankova, S.; Misurcova, L.; Machi, L. (2012). « Antioxidant Activity and Protecting Health Effects of Common Medicinal Plants », /n Henry, J. (Ed.), Advances in Food and Nutrition Research, Elsevier Inc, USA 2012, 67, p. 75-139.
- [4] Bakkali, F.; Averbeck, S. (2008). ; Averbeck, D. and Idaomar, M. Food Chem. Toxicol. 2008, 46, 446-475.
- [5] BOUFERKAS F., TOUABET A., et FOUJIL Y., (1996). Extraction et analyse des essences de trois espèces d'Eucalyptus Algérien et l'étude de comportement chromatographique de deux pomymèressynthétiques. Theses d'ingénieur d'application chimie industrielle, université des sciences et de la technologie Houari Boumedienne. Alger, Algérie, p38.
- [6] Moghaddam et al, (2015), Variation in essential oil composition and antioxidant activity of cumin (*Cuminumcyminum* L.) fruits during stages of maturity.2015, Pages 163-169.
- [7] Ruberto et al,(2000), Antioxidant activity of selected essential oil components in two lipid model systems.2000, Pages 167-174.
- [8] Falleh et al, (2008), Evaluation of different procedures for the extraction of phenolic compounds from a medicinal plant: *Verbena officinalis*.
- [9] Kulisicet al., (2004), Use of different methods for testing antioxidative activity of oregano essential oil, analytical, nutritional and clinical methods. Food Chem. 2004;85:633–640
- [10] Moon & Shibamoto, (2009), Antioxidant Assays for Plant and Food Components 2009, 57, 5, 1655–1666.

CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSION

[11] **Ho *et al.*, (2010)**, Mob as tumor suppressor is activated at the cell membrane to control tissue growth and organ size in *Drosophila*. *Dev. Biol.* 2010.337(2): 274--283.

[12] **Confortiet *al.*, (2006)** ,Comparative Chemical Composition and Antioxidant Activities of Wild and Cultivated *Laurusnobilis* L. Leaves and *Foeniculumvulgare* subsp. *piperitum* (Ucria) Coutinho Seeds. 2006 *Biological & Pharmaceutical Bulletin* 29(10):2056-64

[13] **Pekkarinenet *al.*, (1999)**,Antioxidant Activity and Partitioning of Phenolic Acids in Bulk and Emulsified Methyl Linoleate1999, 47, 8, 3036–3043.

[14] **Kolevaet *al.*, (2002)**, Screening of plant extracts forantioxidant activity. A comparative study on 3 testingmethods.2002,*Phytochem Anal* 13: 8–17

conclusion général

Conclusion Général

De nos jours, l'utilisation des plantes médicinales en phytothérapie est attestée

Croissance remarquable, car elle est et reste la source la plus fiable d'ingrédients actifs, connus pour leurs effets thérapeutiques, doux et sans effets secondaires.

Les huiles essentielles peuvent être utilisées dans de nombreuses applications, telles que l'industrie pharmaceutique, l'industrie alimentaire, l'industrie cosmétique, la parfumerie, etc. Ces produits naturels ont été et restent une source inépuisable de structures complexes et diverses.

Parmi les plantes médicinales, nous avons choisi le citron, l'orange et le romarin car les huiles essentielles de ces plantes peuvent être utilisées de manière très différente pour un large éventail de maux et de symptômes. Cependant, il est recommandé de contacter un spécialiste afin de recueillir des informations personnelles et sécurisées adaptées à votre situation médicale, votre profil et votre âge.

Notre travail s'inscrit dans le cadre de l'évaluation de l'activité antioxydant d'un mélange d'huiles essentielles (citron, orange et romarin) dans la région de Tiaret. Afin d'extraire nos huiles essentielles, nous avons utilisé l'hydro distilla.

Le pouvoir antioxydant de ces huiles a été mesuré par la méthode DPPH, et Les résultats obtenus ont montré que l'effet antioxydant du mélange d'huiles essentielles de plantes (orange, citron, romarin) a un effet déficient par rapport aux spéciales, et c'est normal.