



RÉPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET
POPULAIRE



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

UNIVERSITÉ SAAD DAHLAB DE BLIDA

جامعة سعد دحلب البليدة

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biotechnologie

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master Académique

Spécialité : Biotechnologie et Valorisation des plantes

THEME

**Etude phytochimique et activités antioxydants
de la feuille de verveine (*Lippia citriodora*)**

Présenté par :

- Elmokeddem Chahrazed
- Kerboussi Nesrine

Devant le jury :

BENDALI A	MAA	USDB	Président
GHANAI R	MCB	USDB	Promotrice
Allal .L	Pr	USDB	Examinatrice

Année universitaire : 2020 /2021



Dédicace

Je dédie ce modeste travail à:

*Mes chers parents, que Dieu les protège et leur donne
une longue vie avec santé et bonheur.*

A tous ceux qui me sont chers :

A mon frère Akram et mes sœurs : Samira, Maria.

A ma grande mère et mes tantes, mes oncles

A toute mes cousines Sarah, Soumia, Feriel, manel

A toute mes copines et toute ma famille

A mes chères amies que j'adore Chahramen

Khouloud, Marwa, Wissam, Amira .

*A tous mes ami (e)s et collègues Selma, Nesrine, Rahma, Nour
elhouda, Fiaza et Dallal, Narimen et Khawla et à tous ceux qui
m'ont aidé de près et de loin à la réalisation de ce mémoire.*

CHAHRAZED



Dédicace

Je dédie ce modeste travail a :

Mes grands chers parents Ma mère et mon père

*A ceux qui m'ont toujours encouragé pour que je réussisse dans
mes études .Pour leurs sacrifices et leurs soutiens tous au long
mes études.*

A mon marié. A ma belle-famille. A ma belle sœur

A mes chers frères : Nabil et Ali

*A tous mes ami (e)s et collègues Chahrazed, Narimen, Rahma,
Fiaza et Dallal, Narimen et Khawla et Selma .*

NESRINE

REMERCIEMENTS

Avant tout, on remercie Dieu le tout Puissant, de nous avoir donné la force, la patience et la volonté pour accomplir ce travail.

*Il est difficile d'exprimer, en quelques lignes, nos remerciements à l'égard de notre encadreur de mémoire : **Mme Ghanaï.R**. En effet, nous avons le privilège d'être encadrées et orientées par elle, d'apprécier ses qualités et ses valeurs. Nous lui témoignons notre gratitude pour ses conseils qui nous ont été très utiles et qui nous le seront toujours. Et aussi pour sa patience, sa compréhension et sa disponibilité, gentillesse et surtout merci pour vos qualités scientifiques et humaines. Ses conseils et ses encouragements nous ont permis de compléter ce mémoire.*

*Nos remerciements vont aussi à Mr **Bendali**, de nous avoir fait l'honneur de présider le jury de ce mémoire.*

*On tient aussi à remercier **Mme Allal**, pour l'intérêt qu'elle a porté à notre recherche en acceptant de juger et critiquer notre travail et de l'enrichir avec ces propositions.*

Nos remerciements les plus sincères s'adressent à Mme Bouchareb Djamila du laboratoire BIO-LERA (Ouled aïch à Blida) pour le bon accueil et la réalisation de l'extraction des huiles essentielles.

On remercie également les membres du laboratoire de recherche des plantes médicinales et aromatiques de l'université de Blida pour leurs aides précieuses.

Un grand merci à tous les enseignants de la faculté des sciences de la nature et de la vie, et du département de la biotechnologie de l'université Saad Dahleb de Blida 1 qui ont contribué à notre formation.

En fin, je remercie tous les étudiants de ma promotion « biotechnologie et valorisation des plantes » 2020 /2021.

Etude phytochimique et activités antioxydants de la feuille de verveine (*Lippia citriodora*)

Résumé

Cette étude vise l'évaluation de l'activité antioxydante de l'huile essentielle et de l'hydrolat d'une plante aromatique *Lippia citriodora* prélevée au niveau de deux régions différentes d'Algérie : Aïn Defla et Tiaret. L'analyse phytochimique réalisée sur l'infusé et la poudre des feuilles a permis de révéler la présence des glucosides, des tanins galliques et catechiques, des flavonoïdes, des alcaloïdes. L'extraction des huiles essentielles a été réalisée par hydro distillation (par un appareil de type Clevenger). Le rendement obtenu pour les échantillons prélevés à Aïn defla est de 0.45%, celui des plantes prélevées dans la région de Tiaret est égal (0.33%). L'étude des caractéristiques physicochimiques a montré que les huiles essentielles extraites sont conformes aux normes internationales (AFNOR). L'activité antioxydante de l'huile essentielle et de l'hydrolat a été évaluée par la technique de piégeage du radical libre (DPPH), les résultats obtenus montrent l'existence d'une forte activité antioxydante pour les huiles et les hydrolats des deux échantillons avec des valeurs de IC50 variant entre 167.50 µg/ml (huile essentielle des plantes de Tiaret) et 119.61 µg/ml (huiles essentielles des échantillons prélevées à Aïn Defla). L'étude ethnobotanique réalisée dans des résultats elle a été réalisée en utilisant le questionnaire d'enquête sur les plantes médicinales et aromatiques mis par « google forme » et en interrogeant des individus de différents âges, sexes et niveau intellectuel de plusieurs wilayas du nord Algérien (Alger centre, Blida, Aïn Defla, Djelfa, Tipaza Sétif, Oran, chlef, Relizane, Msila, Skikda, jijal). Les résultats obtenus ont révélé que les femmes utilisent beaucoup plus cette plante que les hommes dans le cadre de phytothérapie.

Mots clés : *Lippia citriodora*, extraction, huile essentielle, hydrolat, activité antioxydante, DPPH, Ethnobotanique.

Phytochemical study and antioxidant activities of verbena leaf (*Lippia citriodora*)

Abstract

This study aims at evaluating the antioxidant activity of the essential oil and the hydrolate of an aromatic plant *Lippia citriodora* collected in two different regions of Algeria: Aïn Defla and Tiaret. The phytochemical analysis carried out on the infused and powdered leaves revealed the presence of glucosides, gallic and catechic tannins, flavonoids and alkaloids. The extraction of essential oils was carried out by hydro distillation (by a Clevenger type apparatus). The yield obtained for the samples taken in Aïn defla is 0.45%, that of the plants taken in the region of Tiaret is equal (0.33%). The study of physicochemical characteristics showed that the extracted essential oils are in accordance with international standards (AFNOR). The antioxidant activity of the essential oil and hydrolate was evaluated by the technique of free radical scavenging (DPPH), the results obtained show the existence of a strong antioxidant activity for the oils and hydrolates of the two samples with IC50 values ranging between 167.50 µg/ml (essential oil of Tiaret plants) and 119.61 µg/ml (essential oils of the samples taken in Ain Defla). The ethnobotanical study carried out in results it was realized by using the questionnaire of investigation on the medicinal and aromatic plants put by "google form" and by questioning individuals of various ages, sexes and intellectual level of several wilayas of the Algerian north (Algiers center, Blida, Ain Defla, Djelfa, Tipaza Sétif, Oran, chlef, Relizane, Msila, Skikda, jijal). The results obtained revealed that women use this plant much more than men in the context of phytotherapy.

Key words: *Lippia citriodora*, extraction, essential oil, hydrolate, antioxidant activity, DPPH, Ethnobotany.

دراسة كيميائية نباتية وأنشطة مضادات الأكسدة لأوراق نبات لويزة (*Lippia citriodora*)

الملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم النشاط المضاد للأكسدة للزيت العطري وهيدروولات نبات عطري *Lippia citriodora* مأخوذ من منطقتين مختلفتين من الجزائر: Aïn Defla و Tiaret. أظهر التحليل الكيميائي النباتي الذي تم إجراؤه على المسحوق والمسحوق للأوراق وجود الجلوكوزيدات والعفص الغالي والكاتيكي والفلافونويد والقلويدات. تم استخراج الزيوت العطرية عن طريق التقطير المائي (باستخدام جهاز من نوع Clevenger). العائد المتحصل عليه من العينات المأخوذة في عين الدفلة هو 0.45% ، والنباتات المأخوذة في منطقة تيارت تساوي (0.33%). أظهرت دراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية أن الزيوت العطرية المستخرجة مطابقة للمواصفات العالمية (AFNOR). تم تقييم النشاط المضاد للأكسدة للزيت العطري والهيدروسول باستخدام تقنية إزالة الجذور الحرة (DPPH) ، وأظهرت النتائج التي تم الحصول عليها وجود نشاط مضاد للأكسدة قوي للزيوت والهيدروسول في كلتا العينتين بقيم IC50 متفاوتة بين 167.50 ميكروغرام / مل (زيت عطري من نباتات تيارت) و 119.61 ميكروغرام / مل (زيوت عطرية من عينات مأخوذة من عين الدفلة). أجريت الدراسة الإثنية النباتية في النتائج باستخدام استبيان مسح النباتات الطبية والعطرية الذي وضعه موقع "google forme" ومن خلال إجراء مقابلات مع أفراد من مختلف الأعمار والجنس والمستوى الفكري من عدة ولايات شمال الجزائر (مركز الجزائر ، البلدية ، عين الدفلة ، الجلفة ، تيبازة سطيف ، وهران ، الشلف ، غليزان ، المسيلة ، سكيكدة ، جمل). أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن النساء يستخدمن هذا النبات أكثر بكثير من الرجال كجزء من طب الأعشاب.

الكلمات المفتاحية: *Lippia citriodora* ، استخراج ، زيت عطري ، hydrolate ، نشاط مضاد للأكسدة ، DPPH ،

Ethnobotany

LISTE DES FIGURES

Figure 01 : La verveine odorante.....	07
Figure 02 : La feuille de la verveine citronnelle.....	07
Figure 03 : La fleur de <i>L.citriodora</i>	08
Figure 04 : Structure chimique de quelque composé de la verveine.....	08
Figure 05 : Montage hydro distillation.....	16
Figure 06 : Montage l'entraînement à la vapeur de l'eau.....	16
Figure 07 : Localisation des plantes étudiées durant la récolte.....	27
Figure 08 : Feuilles de la verveine à l'état fraîche et sèche	28
Figure 09 : Extraction par un Hydro distillateur	29
Figure 10 : Récupération des huiles essentielles.....	29
Figure 11 : Teneur en eau de <i>Lippia citriodora</i> de la région d'Ain-Defla.....	35
Figure 12 : Teneur en eau de <i>Lippia citriodora</i> de la région de Tiaret.....	35
Figure 13 : Rendement en huiles essentielles par rapport à la matière sèche.....	36
Figure14 : Pourcentage d'inhibition des huiles essentielles et de la vitamine C	39
Figure 15 : Pourcentage d'inhibition des hydrolats et de la vitamine C	39
Figure 16 : Valeurs d'IC50 de la vitamine C, des huiles essentielles et des Hydrolats de la verveine des deux régions.....	41
Figure 17 : Utilisation de la verveine selon le sexe.....	43
Figure 18 : Utilisation de la verveine selon la nationalité.....	43
Figure 19 : Utilisation de la verveine selon l'âge.....	44
Figure 20 :.Utilisation de la verveine selon le niveau académique.....	44
Figure 21 : Utilisation de la verveine selon la résidence.....	45
Figure 22 :.Utilisation de la verveine selon la situation familiale.....	46
Figure 23 : Usage de la verveine selon la l'utilisation.....	47
Figure 24 : Usage des plantes médicinales selon l'origine de l'information	48
Figure 25 : Usage de la verveine en fonction de la pratique thérapeutique.....	48

Figure 26 : Pourcentage des médicaments traditionnels et modernes	48
Figure 27 : Choix de la population entre la connaissance de la verveine au non.....	49
Figure 28 : L'appellation scientifique de la verveine.....	49
Figure 29 : L'appellation scientifique de la verveine.....	50
Figure 30 : Usage de la verveine selon le type.....	50
Figure 31 : Pourcentage d'utilisation de la verveine selon la technique de récolte	51
Figure 32 : Répartition saisonnière de la récolte de verveine	51
Figure 33 : Usage de la verveine selon leur état.....	52
Figure 34 : Usage de la verveine selon la méthode de séchage.....	52
Figure 35 : Différentes parties utilisées de la verveine.....	53
Figure 36 : Différents usages de la verveine.....	54
Figure 37 : Différents modes d'utilisations des remèdes à base de verveine	54
Figure 38 : Différents modes de préparations des traitements.....	55
Figure 39 : Utilisation de la verveine selon la dose.....	55
Figure 40 : Usage des plantes selon la précision de dose.....	56
Figure 41 : Différentes mode d'administration.....	56
Figure 42 : Différentes posologies pour enfants.....	57
Figure 43 : Différentes posologies pour les adultes.....	57
Figure 44 : Différentes posologies pour les personnes âgées.....	57
Figure 45 : Différentes méthodes de conservation.....	58
Figure 46 : Différentes maladies traitées.....	59
Figure 47 : Résultats d'utilisation la verveine.....	60
Figure 48 : Effets secondaires d'utilisation de la verveine.....	60
Figure 49 : Usage de la verveine selon la toxicité de la verveine.....	61
Figure 50 : Précaution d'emploi d'utilisation de la verveine.....	61

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 01 : Classification botanique de l'espèce <i>Lippia citriodora</i> (APG III, 2002) ...	06
Tableau 02 : Caractéristique organoleptique d'huile essentielle de <i>Lippia citriodora</i> ...	38
Tableau 03 : Résultats des différentes réactions du screening phytochimique des Feuilles de <i>Lippia citriodora</i> de la région d' Ain-Defla et Tiaret.....	42

LISTE DES ABREVIATIONS

A : Absorbance.

D : Densité.

DPPH : Radical 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl.

HE : Huile essentielle.

L. citriodora : *Lippia citriodora*.

Rd: Rendement.

APG III: Angiosperms Phylogeny Group.

AFNOR : Association Française de Normalisation.

PM : plantes médicinales.

Vit C : Vitamine C.

D.O : Densité optique.

TE : Teneur En Eau.

R.A.E : Un réseau africain d'ethnobotanique.

IC50 : Concentration permettant d'inhiber 50% du radical libre DPPH.

IA : Indice d'acide.

MS : Matière végétale sèche.

MV : Matière végétale.

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

TE : Teneur En Eau.

ROS : réactive oxygen species (ou radicaux oxygénés libres)

TABLEAU DE MATIERE

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction	1
--------------------	---

Chapitre I : Synthèse bibliographique

I. 1. Généralités	04
2 .Origine et répartition géographique.....	05
3. Systématique et dénomination vernaculaire.....	05
4. Classification botanique de la verveine.....	06
5. Description botanique de la verveine.....	06
6. Composition chimique de <i>Lippia citriodora</i>	08
7. Principaux pays producteurs de la verveine	09
8 .Les propriétés de la verveine citronnelle.....	09
8.1. Propriétés médicinales et antioxydantes.....	09
9. L'utilisation de la verveine	10
9.1. Phytothérapie :	10
9.2. Alimentation	10
10 .Effet thérapeutique de <i>Lippia citriodora</i>	11
II. Les huiles essentielles.....	11
1- Généralités.....	11
2. Définition des huiles essentielles.....	12
3. Localisation des huiles essentielles	12
4. Propriétés physico-chimiques des huiles essentielles :.....	12
5 .Composition chimique des huiles essentielles	14
5.1. Terpènes et terpénoïdes.....	14
5.2. Monoterpènes.....	13
5.3. Sesquiterpènes.....	14
6.Propriétés	14
6.1. Propriétés physiques.....	14
6.2. Propriétés physico-chimiques.....	14

6.2.1. Densité :	14
6.2. 2.Indice de réfraction	15
6.2.3. Indice d'acide :	15
6.3. Caractérisation organoleptique	15
7. Méthodes d'extraction des huiles essentielles	15
7.1. Hydro distillation simple	15
7.2. Entraînement a la vapeur d'eau :	16
7.3. Hydro diffusion :	16
7.4. L'extraction assistée par micro-ondes :	17
7.5. Extraction à froid :	17
8. Conservation des huiles essentielles :	17
9. Toxicité des huiles essentielles :	18
10. Intérêts des huiles essentielles	18
10.1. Intérêt thérapeutique	18
10.2. Intérêt des HE en parfumerie	18
10.3. Intérêt agroalimentaire	18
11. Les principes activités biologiques	19
11.1. L'activité antibactériennes	19
11.2. L'activité anti-inflammatoire	19
11.3. L'activité antioxydant	19
III.Les hydrolats	20
IV. L'activité antioxydante	20
IV.1.Définition	21
IV.2.Le radical libre	21
IV.3.Différent types d'antioxydants	21
IV.3.1.Antioxydants synthétiques	22
IV.3.2.Antioxydants naturels	22

IV.4. Mécanisme d'action des antioxydants.....	22
V. L'ethnobotanique.....	22
V.1.Définition.....	22
V.2. Historique.....	22
V.3. Intérêts de l'ethnobotanique.....	23
V.4. Domaine d'étude L'ethnobotanique.....	23

Chapitre II : Matériel et méthodes

1- Généralités.....	25
1. Matériel.....	25
1.1. Matériel biologique.....	25
1.1.2. Présentation des zones d'étude.....	25
1.1.2.1 La région de Tiaret.....	25
1.1.2.2 La région d' Ain Defla (Hammam Righa).....	25
1.1.3 Récolte de la verveine :.....	26
1-3-Matériels non biologique :.....	26
2. Méthodes d'étude :.....	26
2-1- Séchage et conservation des plantes.....	26
2.2 Détermination de La teneur en eau :.....	27
2.3 Extraction des huiles essentielles.....	27
2.3.1. Principe.....	28
2.3.2 Rendement des huiles essentielles.....	29
3. Propriétés physico-chimique :.....	29
3.1 Propriété organoleptique.....	29
a. L'odeur.....	29
b. La couleur.....	29
c. L'aspect.....	29

3.2. Détermination des propriétés physico-chimiques	29
3.2.1. Indice de réfraction :	30
3.2.2. Densité relative à 20°C :	30
3.2.2.1. Mode d'opérateur :	30
3.4. Potentiel d'hydrogène (pH) :	31
3.5. Etude de pouvoir antioxydant de l'HE :	31
3.6. Détermination du pourcentage d'inhibition et l'IC50 :	31
4. Tests du Screening phytochimique	32
4.1. Préparation de l'infusé	32
4.2. Identification de quelques métabolites secondaires	32
4.2.2. Les tanins	32
4.2.3 Les alcaloïdes	32
4.2.4 Les glucosides	33
4.2.5 Les mucilages	33
5. Enquête ethnobotanique	33

Chapitre III: Résultats et discussions

1. La teneur en eau	35
2. Rendements en huiles essentielles :	35
3. Détermination des indices physicochimiques :	37
3.2. Indice de réfraction :	37
3.3. Densité relative :	38
3.4. Potentielle d'hydrogène (ph) :	38
4. Evaluation de l'activité antioxydante :	38
4.2. Détermination d'IC50 :	40
5. Le screening phytochimique :	41
6. Enquête ethnobotanique	42
6.1. Utilisation des plantes selon le sexe, l'âge et le niveau d'étude et la résidence	42
6.2. Selon la situation familiale	46

6.3.La reconnaissance de la plante de verveine :	46
6.3. Origine de l'information	47
6.4. Connaissez-vous la médecine traditionnelle ou la phytothérapie?	47
6.5. Choix entre la phytothérapie et la médecine moderne.....	48
6.7. Connaissez-vous ou avez-vous une idée sur la verveine	48
6.7.1 Quel est le nom local de la verveine?	49
6.7.2 Quel est le nom scientifique de la verveine?	49
6.7.3. Type de plante :	50
6.7.4. Technique de récolte	51
6.7.5. Période de récolte.....	51
6.7.6. Etat de la verveine.....	52
6.7.6.1. Si desséché; méthode de séchage :	52
6.7.7. Parties utilisées.....	52
6.7.8. Usage de la plante	53
6.7.9. Forme d'utilisation	54
6.7.10. Mode de préparation	54
6.7.11. Dose utilisé	55
6.7.12. Mode d'administration	56
6.7.13. Posologie	57
6.7.14. Méthode de conservation :	58
6.7.15. Type de maladie traitée	59
6.7.16. Résultats des soins	59
6.7.17. Effet secondaire	60
6.7.18. Toxicité.....	61
6.7.19. Précaution d'emploi	61
Conclusion	64
Référence bibliographique	67

Annexe

Introduction

Depuis plusieurs années, l'utilisation des plantes médicinales ou des préparations à base des plantes connaît un succès croissant. Ainsi, d'après les estimations actuelles, 80% de la population mondiale dépend principalement de la médecine traditionnelle, où les plantes ont pu démontrer une réelle efficacité (**Ghnimi, 2015**). Un grand nombre des plantes, aromatiques, médicinales, des plantes épices et autres, possèdent des propriétés biologiques très intéressantes, qui trouvent application dans divers domaines à savoir en médecine, pharmacie, cosmétologie et en agriculture (**Mohammedi, 2006**).

L'Algérie, possède une flore très riche et offre des conditions de développement de nouvelles exploitations agricoles des plantes médicinales et aromatiques. Cependant, l'évaluation des propriétés phytothérapeutiques, antioxydantes et antimicrobiennes demeure une tâche très intéressante et utile, en particulier pour les plantes d'une utilisation rare ou moins fréquentes ou non connues en médecine traditionnelle. Ces plantes représentent une nouvelle source de principes actifs. En effet, les métabolites secondaires font et reste l'objet de nombreux recherches in vivo comme in vitro, notamment la recherche de nombreux constituants naturels tels les composés phénoliques, les saponosides et les huiles essentielles (**Mohammedi, 2006**).

Toutes les plantes sont capables de produire des substances naturelles très diversifiées. Le développement des techniques d'analyses chimiques a permis de révéler qu'une espèce végétale peut synthétiser des milliers de constituants chimiques différents ceux-ci appartiennent à deux types de métabolisme primaire et secondaire. En phytochimie et pharmacologie seule une petite partie de 400000 espèces végétales connues était exploitée, et une espèce peut contenir jusqu'à plusieurs milliers de constituants différents et d'intérêts variés (**Remmal et al, 1993**).

La pharmacologie utilise ces molécules car elles ont un effet spécifique sur d'autres organismes, parmi ces substances, les huiles essentielles qui caractérisent les plantes aromatiques (**Remmal et al, 1993**). En effet, les huiles essentielles sont très utilisées par l'homme dans des domaines aussi différents que la pharmacologie ou l'agroalimentaire (**Haddouchi et Benmansour, 2008**).

L'activité antioxydante peut être primaire ou préventive (indirecte), cette dernière est capable de retarder l'oxydation par des mécanismes indirects tels que la réduction d'oxygène (**Madhavi et al, 1996**).

La verveine (*Lippia citriodora*), plante aromatique de la famille des Verbenaceae, parmi les plantes aromatiques les plus populaires dans le monde. Elle est riche en composés phénoliques (polyphénols et flavonoïdes) et son usage traditionnel est connu et fréquent dans le monde, dans

le domaine culinaire et celui de la médecine traditionnelle (**Fillon, 2014**). La verveine utilisée comme tisane vu que ses propriétés aromatiques, antioxydantes, antimicrobiennes, antispasmodiques, antidépressive, sédative, est largement usée dans les produits pharmaceutiques et en médecine traditionnelle. Cette plante, originaire de l'Amérique du sud, est cultivée dans le monde et en Algérie.

Dans le cadre de la valorisation des espèces végétales algériennes, et compte tenu des vertus thérapeutiques que représentent les Verbenaceae, nous nous sommes intéressés à évaluer l'activité antioxydante des huiles essentielles et de l'hydrolat de *Lippia citriodora* provenant de deux régions différentes : la région de Hammam Righa (Ain-Defla) et la région de Tiaret (Tiaret).

Notre travail débute par une recherche bibliographique sur *Lippia citriodora*.. La partie expérimentale consiste à identifier les composés chimiques de la plante par un screening phytochimique et à évaluer le pouvoir antioxydant de l'huile essentielle et de l'hydrolat de l'espèce étudiée par le test DPPH.

Les résultats obtenus sont ensuite amplement discutés. Nous terminerons par une conclusion générale qui résume l'ensemble des résultats obtenus et des recommandations.

Chapitre I :
Synthèse
Bibliographique

I. la verveine (*Lippia citriodora*)

I.1. Généralités

La famille des Verbenaceae (Verbénacées) regroupe des plantes dicotylédones. (Classification APG III). Ce sont des arbres, des arbustes, des plantes herbacées et des lianes, producteurs d'huiles essentielles, largement répandus autour du monde et plus particulièrement dans les zones tropicales et tempérées. Ils supportent les milieux arides mais sont absents du nord et du centre de l'Eurasie. Elle comprend environ 3 000 espèces en 90 genres mais les dernières recherches phylogénétiques réduisent les contours de cette famille au profit des *Lamiacées*, avec entre autres *Avicennia* incluse dans les Acanthacées. Elle ne comprend plus que les 38 genres suivants, 3 genres ont entre autres migré vers la famille des Lamiacés : *Callicarpa*, *Caryopteris*, *Clerodendrum*.,

Le genre *Lippia* montre une grande diversité génétique, ce qui lui permet de synthétiser une variété de constituants de l'huile essentielle dans des plantes cultivées dans les différentes parties du monde.

La verveine, communément appelé ‘‘Louiza ou Tizana’’, est un arbrisseau aromatique cultivé dans les jardins, appréciée pour ses propriétés anti oxydantes, antimicrobiennes, antispasmodiques, antidépressive, sédative, largement utilisée dans les produits pharmaceutiques et en médecine traditionnelle (**Lenoir, 2011**).

Cette plante ramifiée est caractérisée par un parfum (que ces feuilles et ses fleurs exhalent) très agréable rappelant l'odeur du citron. La verveine peut atteindre 2m de haut, ses rameaux sont blanchâtres et ses feuilles lancéolées et rugueuses sont disposées en rosette par trois le long des tiges, au sommet des quelles apparaissent des bouquets de minuscules fleurs blanches disposées également par groupe de trois. Les feuilles récoltées avant la floraison et froissées dégagent une odeur citronnée agréable. Elles contiennent une huile essentielle composée de citral, de terpènes et de géraniol.

Cette plante originaire du Chili et du Pérou (**Ghédira et Goetz, 2017**), elle a été introduite en Europe à la fin du XVIIe siècle par plusieurs botanistes ; puis cultivée sous les climats tempérés au bord de la méditerranéen : Europe du sud et Afrique du Nord (**Nacer Aldeen et al, 2015**).

Au début du XIXème siècle, on la rencontrait la verveine en Inde, à la Martinique, à la Réunion et aussi, en Italie où elle se serait naturalisée, en Tunisie et en Algérie. La verveine odorante est cultivée sous les climats tempérés comme plante aromatique et ornementale ainsi que pour les

feuilles, utilisées en phytothérapie et contient le plus d'huile essentielle, récoltées à la fin de l'été ; elle possède des propriétés similaires à celles de la mélisse à cause de l'évaluation de l'activité antioxydante des huiles essentielles de *M. officinalis* (mélisse) et *L. citriodora* (verveine) montre qu'elles ont effectivement un potentiel antioxydant. En effet, elles contiennent toutes deux une huile essentielle fortement citronnée, calmante et digestive (Slimanie et Dahmane, 2013).

La verveine odorante est légèrement sédative, elle est donc utile dans les troubles du sommeil. Elle est aussi traditionnellement utilisée dans les troubles nerveux. Paradoxalement à son effet sédatif, elle est aussi énergétique, ce qui lui permet de combattre les états dépressifs et la mélancolie.

I.2 .Origine et répartition géographique

La verveine odorante est originaire de l'Amérique du sud ; du Pérou, Chili et de l'Argentine. Elle a été introduite en Europe vers la fin du XVIIème siècle. Sellon Rollet(1998), elle aurait été importée par des explorateurs espagnols en Europe méridionale, voir en Angleterre en 1784. Cette plante a connu un grand succès durant l'époque de l'Angleterre Victorienne, pour la création des pots-pourris du fait de son parfum de citron tenace. Elle est aujourd'hui répandue dans diverses régions tropicales et subtropicales (Chine, Kenyaect), dans des zones tempérées chaudes de l'Europe et de l'Afrique du nord (Maroc, Espagne, Algérie.etc.), en Australie et en Nouvelle Zélande (Anonyme, 2008).

I.3. Systématique et dénomination vernaculaire

La littérature botanique montre une variété de noms, y compris *Lippia citriodora*, *L. triphylla*, *Verbena triphylla* et *Aloysia triphylla*. Un botaniste français publia une description en 1784, et un botaniste espagnol en 1785, en le nommant *Aloysia* en l'honneur de Maria Luisa, princesse de Parme et épouse de Charles IV d'Espagne. En Amérique du Sud, les botanistes lui donnèrent le nom du genre Lippi, en mémoire d'un naturaliste italien d'origine française, Augustin Lippi, assassiné en Abyssinie en 1709 (Ozek. et al, 1996). La verveine odorante est parfois appelée communément : Verveine du Pérou, verveine citronnelle, verveine à trois feuilles, verveine des Indes, Herbe Louise thé arabe, *Lippia citriodora*, *lippia citrodora* *Aloyse citronnée* voir citronnelle tout court (Pierre, 2002).

En arabe et en berbère appelé اللوزية et en anglais appelé lemon verbena, Lemon scented – verbena, vervain, Herb Louisa. En Allemand appelé Zitronen Verbene et parfois Citronenkraut. En Italien appelé lemonsina cedrina, Erba cedrata, cedronella et en Espagnol appelé herba louisa, Yerba de la Princesa. A travers son histoire, elle a vu son nom changer, on la trouve à

différentes époques avec différentes appellations : *Verbena triphylla* (l'Hérit) en 1785 et l'appellation *Aloysia citriodora* (palau) en 1784. L'apparence d'*Aloysia citriodora* (Ortega ex.pers) en 1807. Et appelé *Lippia triphylla* (l'Hérit) Kuntze en 1898. Et *Aloysia triphylla* (l'Hérit) Britton en 1925. La dénomination de cette plante sous différents genres : *Lippia* et *Aloysia* et *Verbena* peut faire l'objet de confusion. En effet, le genre *Lippia* et *Aloysia* diffère du genre *Verbena* par le fruit drupacé à deux graines et non à quatre, et par le calice à quatre sépales au lieu de cinq (Bonjean et al., 2001).

I.4. Classification botanique de la verveine

Selon APG III la classification botanique de l'espèce *Lippia citriodora* est donnée par le tableau 1

Tableau 01 : Classification botanique de l'espèce *Lippia citriodora* (APG III, 2002)

Règne	Plantae
Sous règne	Tracheobionta
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Sous classe	Asteridae
Ordre	Lamiales
Famille	Verbenaceae
Genre	<i>Lippia</i>
Espèce	<i>Lippia citriodora</i>

I.5. Description botanique de la verveine

La verveine odorante, *Lippia citriodora* ou *Aloysia citriodora* (Kunth.), est un sous arbrisseau vivace (figure 1) de la famille des Verbenaceae (Lenoir, 2011), mesurant 1,50 à 3,00 m de hauteur (De Figueiredo et al. 2002), Les tiges sont anguleuses, cannelées à branches droites et ramifiées (Cheurfa et Allem, 2016).



Figure 01 : La verveine odorante. (Vue globale)

Des feuilles vertes pâles, allongées, celle-ci ont une longueur de 3 à 7 centimètres et une largeur de 1 à 2 centimètres, verticillées par trois ou quatre sur les tiges, à pétioles très courts rudes au toucher (fig 02). Elles dégagent une odeur caractéristique de citron lorsqu'elles sont froissées (Chapman, 2009).



Figure 02 : la feuille de la verveine citronnelle (Photo originale).

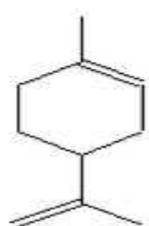
Les fleurs longues disposées en épis, possèdent quatre pétales soudés à la base en un tube et étalés en quatre lobes bicolores : blancs sur la face externe et bleu violacé sur la face interne (Fig3) (Ghédira et. Goetz, 2017).



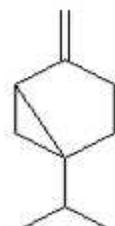
Figure03 : la fleur de *L.citriodora*.

I.6. Composition chimique de *Lippia citriodora*

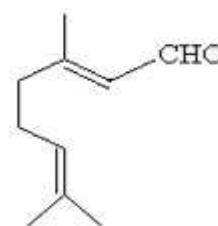
Les parties utilisées de la plante sont les feuilles, fraîches ou séchées. Bien que l'infusé de feuilles de verveine odorante soit largement consommé, sa composition qualitative et quantitative en polyphénols est encore mal connue. Les feuilles contiennent des composés phénoliques à une concentration de 675 mg/l: dérivés hydroxycinnamique avec verbacoside (5,3%), flavonoïdes tel que luteoline 7- glucoside et luteolin 7-diglucuronide (0,8%) et du potassium 440 mg/ml (Carnat et al. 1999) ont étudié huile essentielle de la région Gizeh Egypt., la composition chimique de cette huile est constituée principalement de citral(14.21%), β -caryophyllène(10.71%). En Jordanie (Mohammed et al,2015) ont mis en évidence les principaux composés ;Limonne(17.7%),1,8-cinéole (11.7%),géraniol(10.1%) néral(9.8%), α -curcumène(6.3%)spathulenol(4.6%) (figure4). L'huile essentielle de *Lippia citriodora* Syrien (Mohammad Ghiath Naser Al-Deen et al, 2015.) Par ailleurs, les principaux constituants de l'huile essentielle de *Lippia citriodora* cultivée en Turquie (S.kizil., O .Tonçer, 2006) ont été déterminés comme étant, le limonène(30.33%),le trans-citral(17%).



Limonène



sabinène



géraniol

Figure 04 : Structure chimique de quelques composés de la verveine.

I.7. Principaux pays producteurs de la verveine

Les pays producteurs sont le Mexique, le Chili, le Brésil, le pourtour Méditerranéen (Maroc, Algérie, Turquie et France), l'Afrique du sud et l'Inde. Le marché est réservé principalement pour la consommation en herboristerie mais aussi pour la production de l'huile essentielle (El Hmamouchi, 2006).

I.8 .Les propriétés de la verveine citronnelle

I.8.1. Propriétés médicinales et antioxydantes :

La plupart des espèces sont traditionnellement utilisées comme remèdes gastro-intestinaux et respiratoires. Les parties utilisées de la plante sont les feuilles, les parties aériennes et les fleurs. L'infusé de feuille de verveine odorante est consommé traditionnellement dans l'ensemble de l'Amérique centrale et de l'Amérique du sud, en Afrique tropicale et dans certains pays européens comme traitement gastro-intestinal et sont considérées comme particulièrement efficace pour le traitement des douleurs stomacales et l'indigestion. La verveine odorante peut également être consommée pour ses propriétés antispasmodiques ainsi que pour lutter contre la fièvre. Les feuilles peuvent également être utilisées comme assaisonnement dans certaines préparations culinaires (Pascual et al, 2001).

Elle est agréable à boire et s'emploie surtout dans les digestions difficiles, les indigestions, les ballonnements, les brûlures d'estomac (Pascual et al, 2001). Quand on sait que les troubles digestifs sont un des motifs les plus courants de consultation chez le médecin, l'utilisation régulière de la verveine permettrait des économies importantes sur les coûts de la santé. Et surtout une augmentation de la qualité de vie de toutes celles et ceux qui souffrent au quotidien de ces problèmes. La verveine odorante est également utilisée contre les états nerveux, les palpitations, les migraines, les bourdonnements d'oreille et les vertiges (Pascual et al, 2001).

En applications réellement pharmaceutique ,la tisane de la verveine est recommandée pour traiter les indigestions ,les flatulences ,les gastralgies ,les dyspepsies, les névroses les céphalées et les troubles mineurs du sommeil ;les bourdonnement d'oreilles ,l'asthénie, les vomissement de sang ,en infusion de 5 à 10 g de feuilles dans ½ l d'eau bouillante pendant 10mn ;à raison de 3 à 4 tasses par jours durant 3 semaines au maximum .La verveine odorante est considérée comme vasculotrope , elle aurait un effet vasodilatateur artériel intéressant dans les cas d'artériosclérose ,de plus elle présenterait un effet tonique et décongestif pour la circulation veineuse (varices ,jambes lourdesEtc.) (Bonjean et al. 2001).

Etant plus de la composition en poly phénols de l'infusé de verveine odorante, certaines études se sont intéressées aux effets antioxydants de cet infusé. Des analyses menées in vitro à l'aide de

différents tests ont permis de montrer les propriétés antioxydants de l'infusé. L'infusé de la verveine odorante s'est révélé plus actifs que le trolox lors d'un test au DPPH. L'infusé a une forte activité de piégeage du radical su peroxyde et une activité plus modérée vis-à-vis du radical hydroxyle et de l'acide hypochloreux (**Valentao ,2002**).

A forte concentration, un effet prooxydant a par ailleurs été rapporté. Un extrait de verveine odorante standardisé à 25% de verbascoside a montré une forte activité antioxydant dans un milieu lipophile, ce qui pourrait indiquer une capacité à piéger les radicaux libres au niveau des membranes biologiques.

Ainsi, les propriétés digestives et antispasmodiques pour lesquelles l'infusé de verveine odorante est utilisé en médecine traditionnelle semblent être supportées par des propriétés antioxydants marquées dues en partie, à la présence de divers composés polyphénoliques tels que le verbascoside ou la lutéoline 7-diglucuronide.

I.9. L'utilisation de la verveine

I.9.1. Phytothérapie :

Le genre *Lippia* (Verbenaceae) comprend environ 200 espèces d'herbes, arbustes et arbrisseaux. La plupart des espèces sont traditionnellement utilisées comme remèdes gastro-intestinaux et respiratoires. Les parties utilisées de la plante sont les feuilles, les parties aériennes et les fleurs. L'infusé de feuilles de verveine odorante est consommé traditionnellement dans l'ensemble de l'Amérique centrale et de l'Amérique du sud, en Afrique tropicale et dans certains pays européens comme traitement gastro-intestinal et sont considérées comme particulièrement efficace pour le traitement des douleurs stomacales et l'indigestion. La verveine odorante peut également être consommée pour ses propriétés antispasmodiques ainsi que pour lutter contre la fièvre. Les feuilles peuvent également être utilisées comme assaisonnement dans certaines préparations culinaires (**Pascual, 2007**).

Elle est agréable à boire et s'emploie surtout dans les digestions difficiles, les indigestions, les ballonnements, les brûlures d'estomac .La verveine odorante est également utilisée contre les états nerveux, les palpitations, les migraines, les bourdonnements d'oreille et les vertiges (**Saidi ; 2013**).

I.9.2. Alimentation :

Les feuilles de verveine, fraîches et finement hachées, servent en petites quantités pour agrémenter des salades de fruits ou de légumes, les desserts, les sauces pour flans, les gâteaux,

les crèmes aux œufs, les tartes aux fruits et les boissons rafraichissantes. Les feuilles séchées, ajoutées à une dose de sucre, lui confèrent un arôme agréable (Eberhard et al ; 2001).

I.10 .Effet thérapeutique de *Lippia citriodora*

Lippia citriodora est une herbe largement utilisée à des fins alimentaires. Elle a connu une longue histoire dans la médecine traditionnelle tel que le traitement de l'asthme, du rhume, de la fièvre et de la grippe, elle est utilisée pour lutter contre les flatulences, les coliques, la diarrhée, l'indigestion, l'insomnie et l'anxiété (Abuhamdah et al, 2014).

La verveine odorante est également utilisée contre les états nerveux, les palpitations, les migraines, les bourdonnements d'oreille et les vertiges (Pascual et al, 2001).

Elle est également utilisée pour baisser le taux de glycémie. Les huiles essentielles de cette plante sont utilisées dans le traitement des cancers (Yousefzadeh et Meshkatsadat, 2013).

Des analyses menées in vitro à l'aide de différents tests ont permis de montrer les propriétés anti oxydantes, antispasmodiques et anti-inflammatoires de l'infusé. Des chercheurs ont montré que l'huile essentielle de *Lippia citriodora* possède une activité antibactérienne vis-à-vis d'*Escherichia coli*, de *Mycobacterium tuberculosis*, de *Staphylococcus aureus* et d'*Helicobacter pylori* (Cheurfa, 2016).

II .Les huiles essentielles

II.1- Généralités

Chaque fois que, après avoir écrasé un pétale de fleur, une feuille, une branchette, ou une quelconque partie d'une plante, un parfum se dégage, cela signifie qu'une huile essentielle s'est libérée. On appelle huile essentielle (ou parfois « essence végétale ») le liquide concentré et hydrophobe des composés aromatiques (odoriférants) volatils d'une plante. Il est obtenu par extraction mécanique, entraînement à la vapeur d'eau ou distillation à sec. Leur chimie est complexe mais, en général, elles sont des mélanges de terpènes, d'alcools, d'aldéhydes, de cétones et d'esters (Padrini et Lucheroni, 1996).

Les huiles essentielles sont des substances odorantes, huileuses, très réfringentes, incolores ou jaunâtres, inflammables s'altérant facilement à l'air en se résinifiant. Elles sont liquides à la température ordinaire, elles n'ont pas le toucher gras et onctueux des huiles fixes dont elles se distinguent par leur volatilité, suave, piquante au goût et ne laissent pas de taches durables sur le papier. La densité varie entre 0,8 et 1,2, la plupart sont plus légères que l'eau.

Toutes les essences sont insolubles dans l'eau, mais sont solubles dans l'éther éthylique, le chloroforme, le sulfure de carbone, l'éther de pétrole, et dans l'alcool absolu.

L'association Française de Normalisation (**AFNOR, Edition 2000**) a défini les huiles essentielles comme étant : des produits obtenus soit à partir de matières premières naturelles par distillation à l'eau ou à la vapeur d'eau, soit à partir des fruits de citrus par des procédés mécaniques et qui sont séparés de la phase aqueuse par des procédés mécaniques et qui sont séparés de la phase aqueuse par des procédés physiques.

II.2. Définition des huiles essentielles :

Ce sont des extraits volatiles et odorants que l'on extrait de certains végétaux par distillation à la vapeur d'eau, pressage ou incision des végétaux qui les contiennent. Elles se forment dans un grand nombre de plantes comme sous-produits du métabolisme secondaire. Les huiles essentielles sont des composés liquides très complexes. Ce sont des mélanges naturels complexes de métabolites secondaires volatils, isolés par hydro distillation ou par expression mécanique (**Kalemba, 2003**). 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 (**Burt, 2004**), mais également à partir de gommages qui s'écoulent du tronc des arbres. Les huiles essentielles sont obtenues par hydrodistillation, expression à froid, comme les agrumes (**Burt, 2004**). De nouvelles techniques permettant d'augmenter le rendement de production, ont été développées, comme l'extraction au moyen de dioxyde de carbone liquide à basse température et sous haute pression (**Santoyo et al, 2005**), ou l'extraction assistée par ultrasons ou micro-ondes (**Kimbaris et al, 2006**).

II.3. Localisation des huiles essentielles :

Les huiles essentielles sont produites par des cellules végétales spécialisées et peuvent être stockées dans tous les organes végétaux (**Laurent, 2017**). Les huiles essentielles n'existent quasiment, que dans les végétaux, elle peuvent être stockées dans tous les organes des plantes aromatiques, fleur : orange, rose, lavande, le bouton floral (girofles) ; Feuilles : eucalyptus, menthe, thym, verveine, laurier ; Fruit : fenouil, anis, épicarpe des citrus ; Tige : citronnelle ; Rhizome et racines : gingembre, vétiver, iris ; graines : noix de muscade, coriandre ; bois et écorces : cannelle, santal, bois de rose.

II.4. Propriétés physico-chimiques

Les huiles essentielles représentent l'ensemble des substances volatiles de faible masse moléculaire extraites du végétal, on les appelle parfois essences par ce que, comme l'essence elles s'enflamment, (**Laurent, 2017**).

En ce qui concerne les propriétés physico-chimiques, les huiles essentielles forment un groupe très homogène, les principales propriétés à température ambiante, les huiles essentielles sont liquides sauf la Myrrhe et le Santal qui peuvent être visqueuses ainsi que la Rose et le Camphrier qui peuvent être cristallisées : les huiles essentielles sont volatiles et entraînaient à la vapeur d'eau, elles sont généralement incolores ou jaune pâle et peu solubles dans l'eau, elles sont solubles dans les alcools de titres élevés, solubles dans les huiles fixes et la plupart des solvants organiques apolaires.

À basse température, certaines se cristallisent comme par exemple les huiles essentielles d'Anis, de Menthe des champs ou de Thym saturé (Pierron, 2014).

Leur densité est généralement à 1 sauf (HE de sassafras, de girofle ou de cannelle), et leur indice de réfraction est souvent élevé et elles sont dotées de pouvoir rotatoire. Très altérables, sensibles à l'oxydation et ont tendance à se polymériser donnant lieu à la formation de produits résineux, il convient alors de les conserver à l'abri de la lumière et de l'humidité. (Pierron, 2014).

II.5 .Composition chimique

Ce sont des mélanges complexes et variables de différents composés chimiques dissous l'un dans l'autre formant des solutions homogènes. Ces constituants appartiennent quasi exclusivement à deux groupes caractérisés par des origines biogénétiques distinctes : le groupe des terpénoïdes d'une part et le groupe des composés aromatiques dérivés du phénylpropane d'autre part (Dorosso, 2002).

5.1. Terpènes et terpénoïdes

Dans le règne végétal, les terpénoïdes sont classés dans la catégorie des métabolites secondaires. Leur classification est basée sur le nombre de répétition de l'unité de base : isoprène ; Hémiterpène (C5), monoterpènes (C10), sesquiterpènes (C15), diterpènes (C20). Ils représentent le groupe le plus important (Brunton J. Pharmacognosie photochimie plantes médicinales 3ème édition. Paris) (Lamamra 2018)

5.2. Monoterpènes

Plus de 900 monoterpènes connus se trouvent principalement dans 3 catégories structurales : les monoterpènes acycliques, monocycliques ou bicycliques. Ils constituent parfois plus de 90 % d'HE. Dans cette catégorie de composés, il existe de nombreuses molécules fonctionnalisées, à savoir (Benzeggouta 2005), par exemple:

-Alcools: acyclique (géraniol, citronellol), monocycliques (menthol), bicycliques (bornéol).

-Aldéhydes : le plus souvent acycliques (géraniol, néral, citronellal).

-Ethers : 1,8-cinéole eucalyptol) mais aussi les éthers cycliques tétrahydrofuraniques ou tétrahydropyraniques qui pour certains jouent un rôle majeur dans l'arôme des fruits (oxyde de linalol ou de rose).

- Phénols : thymol, carvacrol

5.3. Sesquiterpènes

C'est la classe la plus diversifiée des terpènes puisqu'elle contient plus de 3000 molécules. Les variations structurales dans cette série sont de même nature que dans le cas précédent, carbures, alcools et cétones étant les plus fréquents 4. Composés aromatiques Contrairement aux dérivés terpéniques, les composés aromatiques sont moins fréquents dans les HE. Très souvent, il s'agit d'allyle et de propénylphénol. Ces composés aromatiques constituent un ensemble important car ils sont généralement responsables des caractères organoleptiques des HE. On peut citer en exemple l'eugénol qui est responsable de l'odeur du clou de girofle (**Chouiteh, .2012**).

II.6. Propriétés

II.6.1. Propriétés physiques :

Les huiles essentielles constituent un ensemble homogène et leurs propriétés physiques sont : des substances huileuses et généralement liquides à la température ambiante ; très rarement colorées et Leur densité est inférieure à celle de l'eau .Elles sont extrêmement volatiles, et perdent rapidement leurs propriétés .Les huiles essentielles sont solubles dans l'alcool, dans l'éther et dans la plupart des solvants organiques mais très peu soluble dans l'eau ; et Leur indice de réfraction et leur pouvoir rotation sont généralement élevés, du fait de leur composition principale en molécules asymétriques ; et Leur point d'ébullition se situe entre 60°et 240°C ;les huiles essentielles sont stables à température ambiante si elles sont conservées de manière adéquate (à l'abri de l'oxydation et de la polymérisation provoquées par l'air, par la lumière et par les variations de température) (**Bruneton ,1993**).

II.6.2. Propriétés physico-chimiques

II.6.2.1. Densité :

La densité d'une substance est égale à la masse volumique de la substance divisée par la masse volumique du corps de référence à la même température. Pour les liquides et les solides, l'eau est

utilisée comme référence, pour les gaz, la mesure s'effectue par rapport à l'air. Elle est notée n'a pas d'unité.

II.6.2.2. Indice de réfraction :

C'est le rapport entre le sinus des angles d'incidence et de réfraction d'un rayon lumineux de longueur d'onde déterminée, passant de l'air dans l'HE maintenue à une température constante.

II.6.2.3. Indice d'acide :

L'indice d'acide d'une matière grasse est le nombre de mg d'hydroxyde de potassium (KOH) nécessaire pour neutraliser les acides gras libre contenus dans 1g de matière grasse. Il mesure la quantité d'acide gras libre présent dans un corps gras.

Le principe s'agit d'une dissolution de la matière grasse dans de l'éthanol neutralisé, puis titrage des acides gras libres présents au moyen d'une solution titrée de KOH en présence de la phénolphthaléine comme indicateur.

II.6.3. Caractérisation organoleptique

Caractéristiques organoleptiques Chaque extrait est caractérisé par ces propriétés organoleptiques telles que l'odeur, l'aspect et la couleur.

II.7. Méthodes d'extraction

Il existe plusieurs méthodes d'extraction des huiles essentielles de corps végétales, voici la principale méthode et les autres méthodes dont nous citons les plus importantes qui sont les suivants :

II.7.1. Hydro distillation simple

La méthode par hydrodistillation est traditionnellement la plus couramment utilisée (environ 80% des cas) car elle est la plus économique (Kaloustian, 2012). Elle consiste à immerger directement le matériel végétal à traiter (intact ou éventuellement broyé) dans un alambic rempli d'eau qui est ensuite porté à ébullition. Les vapeurs hétérogènes sont condensées sur une surface froide et l'huile essentielle se sépare par différence de densité (Fekih, 2015).

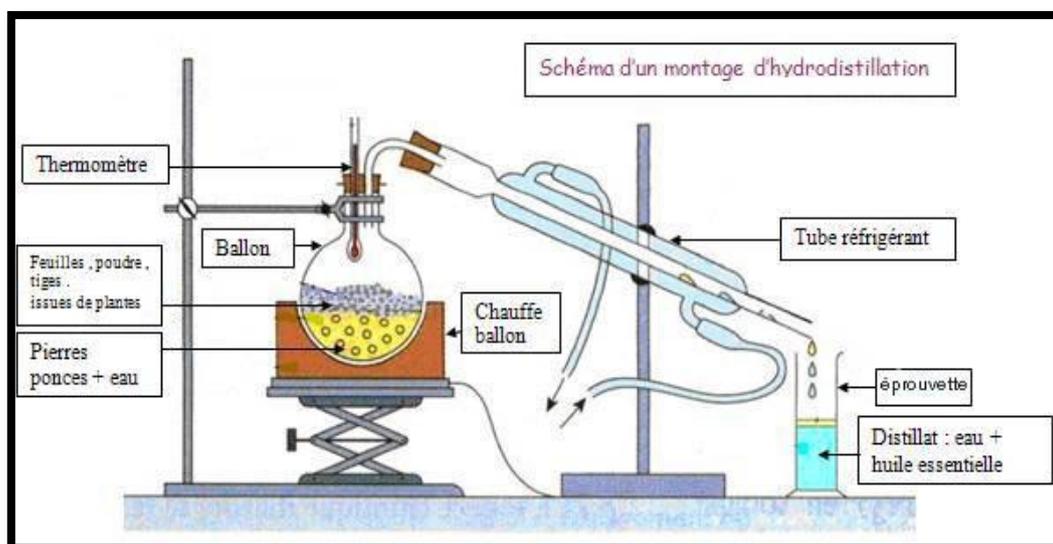


Figure 05 : Montage hydrodistillation (Simple-hydrodistillation [en ligne]. Consulté en Juin 2021. disponible sur: www.researchgate.net.)

II.7.2. Entraînement à la vapeur d'eau :

Dans ce type de distillation, le matériel végétal ne macère pas directement dans l'eau. Il est placé sur une grille perforée au travers de laquelle passe la vapeur d'eau. La vapeur endommage la structure des cellules végétales et libère ainsi les molécules volatiles qui sont ensuite entraînées vers le réfrigérant. Cette méthode apporte une amélioration de la qualité de l'huile essentielle en minimisant les altérations hydrolytiques.

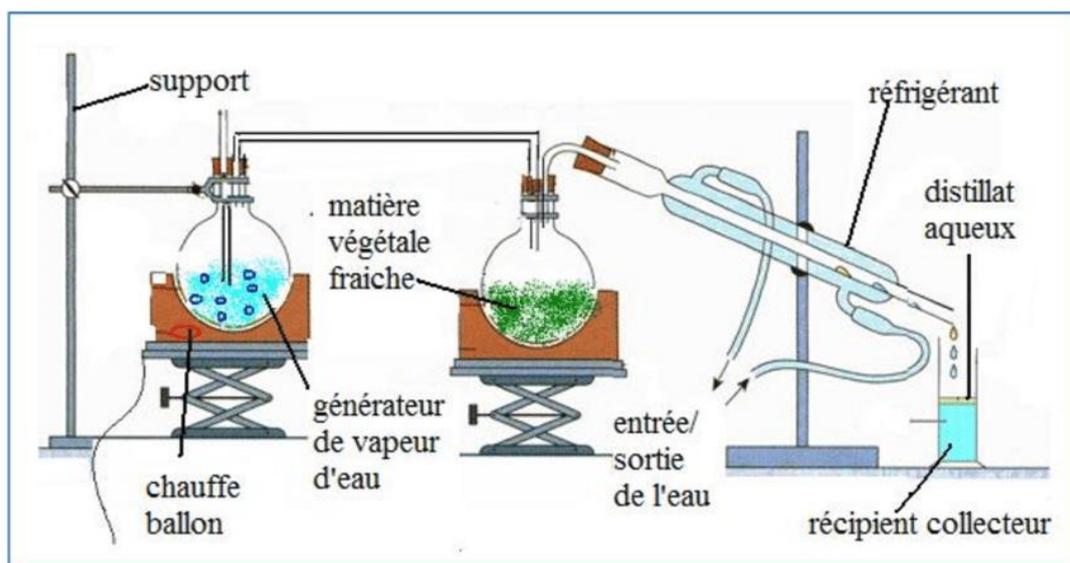


Figure 06 : Montage l'entraînement à la vapeur de l'eau (Boutamani.M. Etude de la variation du rendement et de la composition chimique du *Curcuma longa* et *Myristica fragrans* en fonction du temps et de la technique utilisée. Université des sciences et de la technologie Houari Boumediene, Alger, 2013. [En ligne]. [Consulté en Juin 2021]. Disponible sur: www.memoireonline.com)

II.7.2. Hydro diffusion :

Cette méthode d'extraction est une variante de l'entraînement à la vapeur d'eau, relativement récente. C'est un procédé qui consiste à injecter de la vapeur d'eau du haut vers le bas, à pression réduite, soit l'inverse de la distillation classique. Cette technique utilise l'action osmotique de la vapeur d'eau et met à profit la pesanteur pour évacuer et condenser le mélange eau / HE dispersé dans la charge végétale.

L'avantage de cette technique est traduit par l'amélioration quantitative de l'huile récoltée, l'économie du temps, de vapeur et d'énergie. Cependant, l'huile essentielle obtenue avec ce procédé contient des composés non volatiles (**Piochon, 2008**).

II.7.3. Extraction assistée par micro-ondes

Dans ce procédé la plante est chauffée sélectivement par un rayonnement micro-ondes dans une enceinte dont la pression est réduite de façon séquentielle : l'huile essentielle est entraînée dans le mélange isotropique formé avec la vapeur d'eau propre à la plante traitée. (Sans ajout de l'eau pour les produits traités en frais). Très rapide et peu consommateur d'énergie. (**Zlotorzynki, 1995 cités par Bekhechiet Abdelouahid 2014**).

II.7.4. Extraction à froid :

Les huiles essentielles de fruits d'hespéridés ou encore d'agrumes ont une très grande importance dans l'industrie des parfums et des cosmétiques. Cependant ce sont des produits fragiles en raison de leur composition en terpènes et aldéhydes. C'est pourquoi, spécifiquement pour cette catégorie de matière première, est utilisé un procédé totalement différent d'une distillation classique, qui est l'expression à froid. Le principe de cette technique est basé sur la rupture ou la dilacération des parois des sacs oléifères contenues dans l'écorce des fruits et sur la pression du contenu de ces sacs sur les parois. (**Benouali, 2016**).

II.8. Conservation

Les huiles essentielles de bonne qualité peuvent se conserver plusieurs années sous certaines conditions. Certaines d'entre elles s'améliorent avec le temps à l'exception des huiles essentielles extraites des écorces d'agrumes. Les huiles essentielles sont fragiles et peuvent se détériorer dans de mauvaises conditions de stockage. Elles doivent donc être conservées dans leurs contenants en verre d'origine. Il existe des normes spécifiques sur l'emballage, le conditionnement et le stockage des huiles essentielles (norme AFNOR NF T 75-001, 1996) ainsi que sur le marquage des récipients contenant des HE (norme NF 75-002, 1996) dans un endroit frais à l'abri de la

lumière et des sources de chaleur. Les huiles essentielles sont volatiles, il ne faut donc pas oublier de bien fermer les flacons. Evitez de vous allonger sur les bouteilles afin que les huiles essentielles n'entrent pas en contact avec le compte-gouttes en plastique pendant une longue période car les huiles ont un effet corrosif sur le plastique (**Jouault ,2012**).

II.9. Toxicité

Les HE sont des molécules actives. Elles peuvent avoir de graves effets secondaires. Il est important de respecter la posologie et la durée de la prise. Parmi ces effets, citons : des allergisants ou hyper sensibilisants, photosensibilisants dus aux furocoumarines, neurotoxiques dus aux cétones, néphrotoxiques dus aux terpènes majoritaires dans l'huile essentielle de Térébenthine et des rameaux de Genévrier, hépatotoxiques dus soit aux phénols pris pendant des laps de temps trop importants ou aux doses massives de L'eugénol, qui est l'un des constituants du Thym. Chez l'enfant, 10 ml eugénol peut conduire à une insuffisance rénale a été démontré que le linalol, l'un des constituants d'une autre espèce de thym, est cytotoxique pour les cellules de la peau humaine (**Eisenhut, 2007** et **Eisenhut M. (2007)**).

II.10. Intérêts

II.10.1. Intérêt thérapeutique

Les huiles essentielles présentent différentes propriétés pharmacologiques sur nombreuses cibles de l'organisme. Elles sont de plus en plus utilisées en pharmacie pures ou au sein de spécialités que ce soit à des fins d'aromatisation (excipient) ou comme principe actif, parmi ces propriétés on cite :

Anti-inflammatoire : Les huiles essentielles possédant des aldéhydes ont des propriétés actives contre l'inflammation par voie interne comme l'HE du Gingembre. (**Mayer, 2012**).

II.10.2. Intérêt des HE en parfumerie

Les huiles essentielles à l'état dilué, sont utilisées dans les parfums et les eaux de toilettes. L'industrie de parfumerie consomme d'importants tonnages d'essences (60%) en particulier celles de Rose, de Jasmin, de violettes, de verveine, (**Chouiteh ,2012**).

II.10.3. Intérêt agroalimentaire

En vertu de leurs propriétés antiseptiques et aromatisants, les HE sont employées quotidiennement dans les préparations culinaires (ail, thym, laurier..). Elles sont également très prisées en liquoristeries (boissons anisés, kummel..) et en confiserie (bonbons, chocolat..). Leur

pouvoir antioxydant leur permet de conserver les aliments en évitant les moisissures, conservation du smen par exemple par le thym et le romarin (**Ouis ,2015**).

II.11. Les principales activités biologiques des huiles essentielles

Chaque huile essentielle peut avoir de multiples propriétés. Le chémotype donne déjà une bonne indication quant à ces propriétés. L'usage des huiles essentielles réduit les atteintes virales et microbiennes, réduit l'oxydation des cellules et augmente la vitalité de l'organisme dans ces flux vitaux .Elles apportent à notre organisme, les concentrés de la nature les plus précieux pour rétablir ou conserver l'équilibre indispensable à notre santé (**Dima, 2014**).

II.11.1. L'activités antibactériennes

De nombreuses études ont rapporté les activités des différentes huiles essentielles contre un large spectre de bactéries à Gram positif et à Gram négatif .L'activité antibactérienne varie d'une huile essentielle à l'autre et d'une souche bactérienne à l'autre (**Dima, 2014**).

Les composés phénoliques sont principalement responsables des propriétés antimicrobiennes des huiles essentielles tels que le thymol et le carvacrol qui sont fréquemment présentes dans différentes plantes de la famille de Lamiacées et Verbénacées.

II.11.2. L'activités anti-inflammatoires

Les huiles essentielles possédant des aldéhydes ont des propriétés actives contre l'inflammation par voie interne comme huile essentielle de gingembre (**Solène, 2012**).

II.11.3.L'activités antioxydant

Le pouvoir antioxydant de ces huiles est développé comme substitut dans la Conservation alimentaire. Ce sont surtout les phénols et les polyphénols qui sont responsables de ce pouvoir. (**Richard, 1992**). Lorsque l'on parle d'activité antioxydant, on distingue deux sortes selon le niveau de Leur action : une activité primaire et une activité préventive (indirecte). Les composés qui ont une activité primaire sont interrompus dans la chaîne auto catalytique de l'oxydation (**Multon, 2002**). En revanche, les composés qui ont une activité préventive sont capables de retarder l'oxydation par des mécanismes indirects tels que le complexe formé par des ions métalliques ou la réduction d'oxygène.(**Madhavi et al., 1996**).Des études de l'équipe constituant le Laboratoire de Recherche en Sciences Appliquées à l'Alimentation (RESALA) de l'INRSIAF, ont montré que l'incorporation des huiles essentielles directement dans les aliments (viandes hachées, légumes hachés, purées de fruit, yaourts...) où l'application par vaporisation en surface de l'aliment (pièce de viande, charcuterie, poulet, fruits et légumes entiers...) contribuent à le préserver des phénomènes d'oxydation. (**Caillet et Lacroix, 2007**).

III. Les hydrolats

L'hydrolat (HA) est l'eau distillée (vapeur d'eau recondensée) que l'on sépare de l'huile essentielle à la sortie de l'alambic après décantation.

L'HA est chargé des molécules aromatiques hydrosolubles du végétal et contient une très faible quantité d'huile essentielle (0.05% à 0.1%) des mêmes molécules aromatique que l'HE. (L'ensemble de la littérature sur le sujet rapporte que l'HA contient moins de 5% d'HL).

1% d'HL dans un HA est une valeur limite maximum au-delà de la laquelle une quantité supérieure d'HL qui sera contenue dans l'HA entrainerait un « déphasage » de l'émulsion ainsi constitué. A la sortie de l'alambic, on récupère ainsi 2 à 4 litres d'HA pour un kilo de plantes fraîches traitées. On parle également d' « eau florale » (ou d' « eau aromatique »). L'eau de rose, l'eau de bleuet, l'eau de fleurs d'oranger sont des exemples très connus.

Les HA sont donc hydrosolubles ; ils présentent des principes actifs et des effets thérapeutiques à peu près similaires aux HE, quoique non identiques (**Faucon, 2017**).

Les hydrolats aromatiques étant des produits très doux, parfaitement tolérés par la peau et par les muqueuses, ils sont très largement utilisés pour les soins cosmétiques, par voie externe, sous forme de lotion, pour le corps ou le visage .Ils apaisent nombre de problèmes d'ordre dermatologique. Alors un hydrolat aromatique n'est pas de l'huile essentielle ajoutée à de l'eau. Air, en se résinifiant, ce qui modifie leurs odeurs (**Padrini et Lucheroni, 2003**).

IV. L'activité antioxydante

De nos jours, Il existe un intérêt croissant vis-à-vis de la biologie des radicaux libres. Ce n'est pas seulement dû à leur rôle dans des phénomènes aigus tels que le traumatisme ou l'ischémie, mais aussi à leur implication dans de nombreuses pathologies chroniques associées au vieillissement tels que le cancer, les maladies cardiovasculaires et inflammatoires et la dégénérescence du système immunitaire (**Guinebert et al, 2005**).

L'activité antioxydante peut être primaire ou préventive (indirecte), cette dernière est capable de retarder l'oxydation par des mécanismes indirects tels que la réduction d'oxygène (**Madhavi et al., 1996**).

Les antioxydants sont des substances capables de protéger l'organisme contre les effets du stress oxydatif **(Beirao et Bernardo-Gil., 2006)**.

IV.1.Définition :

Un antioxydant est par définition une espèce chimique plus ou moins complexe diminuant le stress oxydant au sein de l'organisme. Un antioxydant peut donc : prévenir la synthèse de radicaux libres en inhibant l'initiation des chaînes réactionnelles ou désactiver directement les ROS. Les antioxydants peuvent être classés selon leurs modes d'actions : systèmes enzymatiques, inhibiteurs d'enzymes oxydantes, chélateurs de métaux et piègeurs de radicaux libres. Les antioxydants sont un groupe hétérogène composé de systèmes antioxydants endogènes, enzymatiques ou non, de vitamines, d'oligo-éléments ou encore de polyphénols **(Thomas, 2016)**.

Les antioxydants sont des substances capables de neutraliser ou de réduire les dommages causés par les radicaux libres dans l'organisme et permettent de maintenir au niveau de la cellule des concentrations non cytotoxiques de ROS. Notre organisme réagit donc de façon constante à cette production permanente de radicaux libres et on distingue au niveau des cellules deux lignes de défense inégalement puissantes pour détoxifier la cellule **(Favier, 2003)**.

IV.2.Le radical libre :

Un radical libre est une molécule ou un atome ayant un ou plusieurs électrons non appariés, ce qui le rend extrêmement réactif **(Vansant, 2004)**. L'ensemble des radicaux libres et de leurs précurseurs est souvent appelé espèces réactives de l'oxygène **(Favier, 2003)**. L'appellation « dérivés réactifs de l'oxygène » n'est pas restrictive. Elle inclut les radicaux libres de l'oxygène proprement dit mais aussi certains dérivés oxygénés réactifs non radicalaires dont la toxicité est importante tel le peroxyde d'hydrogène H₂O₂. En raison de l'implication des radicaux libres dans diverses pathologies, les recherches de nouvelles molécules pouvant pallier un déficit du système de protection naturelle antiradicalaire sont largement intensifiées **(Novelli, 1997)**.

Depuis quelques années, les chimistes développent des analogues d'antioxydants naturels en les modifiant chimiquement afin d'augmenter leurs propriétés de piégeage des radicaux libres. Ils s'intéressent à la mise au point de pièges plus spécifiques basés sur la réactivité particulière de certains groupements chimiques vis-à-vis des espèces radicalaires **(Novelli, 1997)**.

IV.3. Différent types d'antioxydants

Les antioxydants sont classés selon leur origine en antioxydants naturels ou synthétiques et selon leur mode d'action en antioxydants primaires ou secondaires.

IV.3.1. Antioxydants synthétiques

Dans l'industrie alimentaire, les antioxydants synthétiques, tels que le butylhydroxyanisole (BHA), le butylhydroxytoluène (BHT), la gallate propylée (PG) et le tetra-butylhydroquinone (TBHQ), sont largement utilisés parce qu'ils sont efficaces et moins chers que les antioxydants naturels. Cependant, leur sécurité est très discutée car ils génèrent un besoin de recherche comme matières de substitution d'après des sources naturelles comme antioxydants de la nourriture (**Lisu et al, 2003**).

IV.3.2. Antioxydants naturels

Plusieurs substances peuvent agir en tant qu'antioxydant *in vivo*. Elles incluent le bêta-carotène, l'albumine, l'acide urique, les oestrogènes, les polyamines, les flavonoïdes, l'acide ascorbique, les composés phénoliques, la vitamine E, etc. Elles peuvent stabiliser les membranes en diminuant leur perméabilité et elles ont également une capacité de lier les acides gras libres (**Svoboda et Ampson, 1999 In Mohammedi, 2006**).

IV.4. Mécanisme d'action des antioxydants

La présence d'antioxydants peut d'abord conduire à une diminution de la formation d'espèces réactives de l'oxygène et de l'azote. Les antioxydants peuvent aussi capturer les espèces réactives ou leurs précurseurs. La vitamine E est un exemple de ce comportement car elle inhibe l'oxydation des lipides en réagissant avec des intermédiaires radicaux formés à partir d'acides gras polyinsaturés. Certains antioxydants peuvent se lier aux ions métalliques nécessaires à la catalyse de la formation des oxydants réactifs. D'autres antioxydants peuvent réparer les dommages causés par oxydation aux biomolécules ou peuvent influencer des enzymes qui catalysent les mécanismes de réparation (**Donald et al, 2015**).

V. L'ethnobotanique

V.1. Définition :

L'ethnobotanique est une discipline des sciences naturelles qui étudie l'usage que font de la flore locale des divers groupes humains (**Ramade, 2002**). Cette discipline est l'étude de l'utilisation des plantes par l'homme dans l'histoire d'une société et dans un cadre géographique donnée (**Bonnemaisons, 1997**).

V.2. Historique

Le concept d'ethnobotanique a été proposé pour la première fois par l'archéologue et botaniste Français Rochebrune qui invente en 1879 l'ethnographie botanique. Alors que, l'ethnobotanique proprement dite fut baptisée et définie en 1895 par le botaniste Américain Harshberger qui disait qu'il est important d'étudier attentivement les ethnies primitives et répertorier les plantes dont elles ont trouvé l'utilité pour leur vie économique (**Barreteau et al., 1997**). Très vite ce concept apparue puis devenu évident, que les plantes jouaient et continuent à jouer un rôle prépondérant pour la prospérité de nombreuses populations (**Malaisse, 2004**). Le véritable bond en avant se situe à la fin des années 1970. En 25 ans, le nombre d'articles consacrés à l'ethnobotanique va décupler, pour dépasser à présent la centaine par an. Depuis 1970, l'ethnobotanique devient de plus en plus étendue et enregistre des centaines d'articles scientifiques chaque année. En effet, en 1970 un réseau a été créé à Harare, connue sous le nom de "Un réseau africain d'ethnobotanique" (R.A.E) qui regroupe actuellement plusieurs centaines de membres qui ont publié des articles importants. Aujourd'hui, l'ethnobotanique paraît être une science multidisciplinaire, qui adresse de réels et urgents problèmes de conservation liées aux économies rurales. Cette discipline est basée généralement sur des enquêtes dans une région précise en collaboration avec les différents utilisateurs des plantes tels que les usages ordinaires et herboristes, cependant l'identification des plantes utilisées est indispensable (**R.L.E., 2000**).

V.3. Intérêts de l'ethnobotanique

L'enquête ethnobotanique est le premier maillon d'un processus scientifique qui permet de passer de la connaissance traditionnelle de l'utilisation d'une plante à sa valorisation. La connaissance et la valorisation des plantes employées par les populations contribuent à la gestion durable des diversités floristiques locales. L'étude des connaissances traditionnelles est d'autant plus urgente que ces connaissances et pratiques s'érodent au fil des échanges culturels ou se perdent à jamais. L'ethnobotanique, en effet, est un domaine d'interface par excellence, puisque traitant de l'utilisation culturelle qui est faite des végétaux. (**MALAN , 2016**).

Chapitre II :

Matériel et méthodes

Notre travail consiste à l'étude de l'activité antioxydante de l'huile essentielle et de l'hydrolat de la partie aérienne de la verveine (*Lippia citriodora*), provenant de deux régions différentes d'Algérie : Tiaret et Ain defla, Notre travail a duré 3 mois (Avril-juin).

L'extraction de l'huile essentielle de *Lippia citriodora* a été réalisée au niveau du laboratoire de BIO-LERA. (Ouled aich à Blida).

Les analyses physico-chimiques et l'étude de l'effet antioxydant des huiles essentielles et de l'hydrolat et le screening phytochimique de la plante ont été réalisées au niveau du laboratoire de recherche des plantes médicinales et aromatiques du département de biotechnologie de l'université de Blida 1.

L'étude ethnobotanique a été menée dans le but d'effectuer un inventaire le plus complet possible de la verveine dans plusieurs régions d'Algérie et de réunir généralement des informations concernant les usages thérapeutiques et leur importance.

1. Matériel :

1.1. Matériel biologique

Notre matériel biologique est représenté par les feuilles de la verveine obtenue à partir d'une culture en habitation au niveau des deux régions (Ain defla et Tiaret). (Figure 07), l'identification est faite selon la description donnée par la flore de l'Afrique du nord (Quézel et Santa, 1962), il s'agit de la verveine odorante scientifiquement appelée *Lippia citriodora*.

1.2. Présentation des zones d'étude

1.2.1 La région de Tiaret

Elle est caractérisée par une cordonnée géographique au nord ($35^{\circ} 23' 16''$) ; et Est ($1^{\circ} 19' 22''$). La wilaya de Tiaret est située à l'ouest de l'Algérie ; altitude de 1150 m, elle s'étend sur une partie de l'Atlas tellien au nord et sur les hauts plateaux au centre et au sud, avec un climat tempéré chaud.

1.2.2 La région d'Ain Defla (Hammam Righa)

Hammam righa est une commune de la wilaya d'Ain defla, à 90 km au sud-est de la ville d'Alger. Elle est caractérisée par une cordonné géographique ($2^{\circ} 22' 44''$) au nord, et ($36^{\circ} 22' 01''$) à l'ouest d'Algérie, a 600 mètre d'altitude, jouit d'un climat méditerranéen caractérisé par des étés chauds et secs et des hivers doux et pluvieux.

1.3. Récolte de la verveine :

La récolte a été réalisée au niveau de deux régions Tiaret et Ain Defla (Hammam righa) .Pour la région de Tiaret : la récolte a été faite entre Mai et Juin lorsqu'à peu près la moitié des plantes ont fleuri, Pour la région d'Ain Defla (hammam righa) :dans un jardin la récolte a été faite le 03 mai 2021 la matinée qui correspond au stade préfloraison.

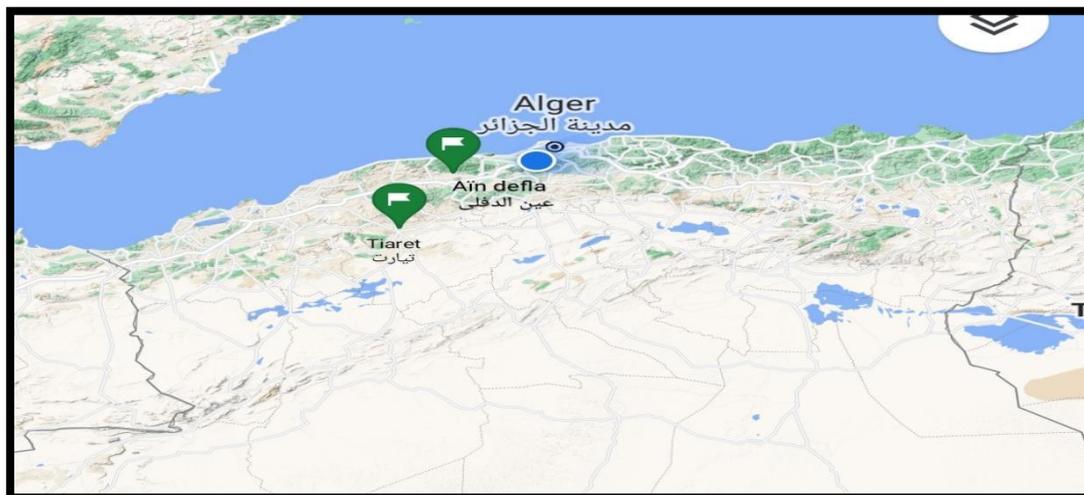


Figure 07 : Localisation des plantes étudiées durant la récolte.

1.4. Matériels non biologique :

Appareillages et équipements :

L'ensemble des verreries, l'appareillage et les réactifs utilisés sont montré dans l'annexe 1

2. Méthodes d'étude :

2.1. Séchage et conservation des plantes

La plante fraîchement récoltée est laissée sécher sur des papiers (figure 08) à l'ombre dans un endroit sec et aéré, pendant quelque jour. Elles sont conservées dans des sachets en papiers dans un endroit sec à l'abri de la lumière et de l'humidité.



a- Plante fraîche



b-Plante sèche

Figure 08 : Feuilles de la verveine.

2.2. Détermination la teneur en eau :

Pour la détermination de la teneur en eau de la plante, une prise d'essai de 65 g (m1) de feuilles de *Lippia citiodora* est disposée pour séchage à l'air libre. L'échantillon est pesé quotidiennement jusqu'à ce que sa masse devienne constante (m2). La différence entre m1 et m2 représente la quantité d'eau contenue initialement dans l'échantillon utilisé. La teneur en eau (TH) est estimée par la formule suivante :

$$M_S\% = (P_S / P_F) \cdot 100$$

M1 : masse de l'échantillon « à état frais en g ».

M 2 : masse de l'échantillon « après séchage en g ».

TH (%) : Teneur en eau est exprimé en pourcentage.

$$100 - M_s = \text{la teneur en eau}$$

2.3 Extraction des huiles essentielles

L'extraction des huiles essentielles est faite par hydro distillation de type Clvenger (figure 8). Les feuilles séchées sont découpées en petits morceaux et pesés à l'aide d'une balance.

2.3.1. Principe

L'hydro distillation consiste à immerger directement le matériel végétal à traiter dans un alambic rempli d'eau (fig8) qui est ensuite porté à l'ébullition. Les vapeurs hétérogènes sont condensées sur une surface froide et l'huile essentielle se sépare de l'eau par différence de densité. (BRUNETON, 1999).

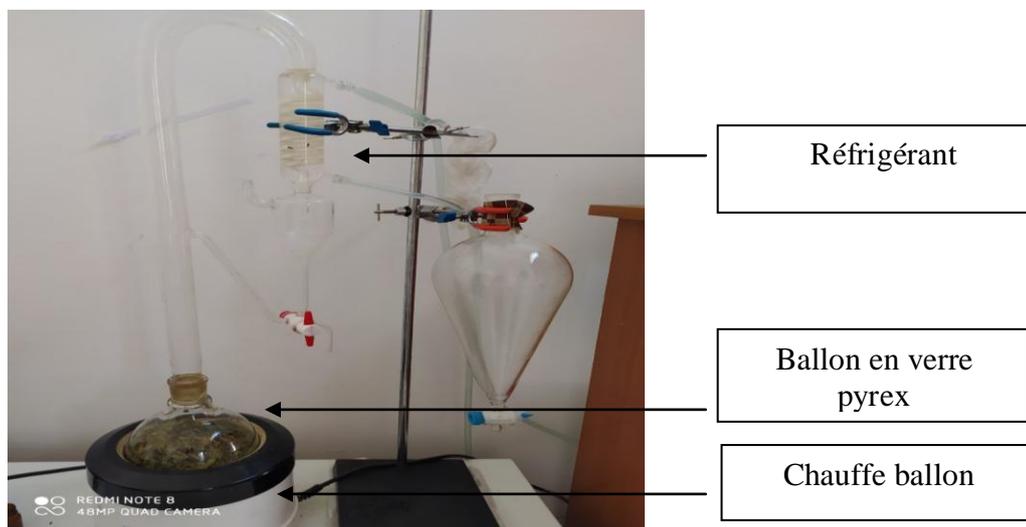


Figure 09 : Extraction par un Hydro distillateur.

Mettre 100g du matériel végétal sec dans un ballon rond de 1000 ml et introduire 650 ml d'eau dans le même ballon.

Chauffer le contenu avec une chauffe ballon. La vapeur se charge de substance volatils, puis condensée grâce un réfrigérant, Poursuivre la distillation jusqu'à obtention de maximum des HE, La récupération des HE est faite après la lecture du rendement à l'aide de la burette graduée attaché à l'appareil.

A la fin de chaque extraction, ces huiles essentielles ont été récupérées directement sur un eppendorf (figure 10).

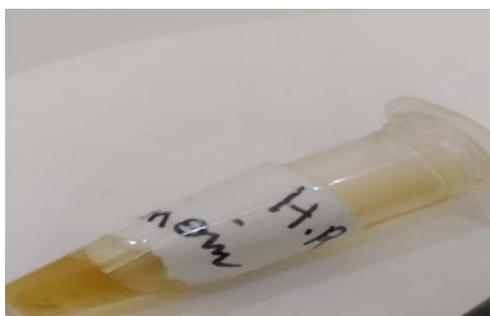


Figure 10 : Récupération des huiles essentielles.

2.3.2 Rendement des huiles essentielles

Le rendement en huile essentielle est défini comme étant le rapport entre la masse d'huile essentielle obtenu et la masse de la matière végétale utilisé. Le calcul se fait selon la formule suivant :

$$R(HE) = (M_{HE} / M_{MV}) \cdot 100$$

R(HE) : Le rendement en huile essentielle (%).

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

M_{MV} : la masse de la matière végétale en gramme.

3. Propriétés physico-chimique :

3.1 Propriété organoleptique

Chaque huile essentielle est caractérisée par ces caractères organoleptiques tels que :

L'odeur, l'aspect physique et la couleur (**Hameurlaine, 2009**). L'observation à l'œil nu permet de définir les propriétés organoleptiques de notre HE telle que la : Couleur, l'odeur, l'aspect, et l'état.

a. L'odeur

L'odorat est un sens chimique très sensible et l'habileté des parfumeurs à classer et caractériser des substances chimiques parvient à doser les produits naturels et leur perception peut aller jusqu'à dix millièmes de grammes par litre d'air.

b. La couleur

La couleur de l'huile essentielle peut être déterminée à l'œil nu, sauf en présence d'une solution étalon, on peut l'utiliser pour évaluer le degré de ressemblance entre la couleur du produit étalon et celle de l'huile essentielle.

c. L'aspect

L'aspect d'un extrait dépend des produits qui la constituent, qui peuvent nous apparaître sous forme solide, liquide ou bien solide- liquide.

3.2. Détermination des propriétés physico-chimiques

Les HEs sont caractérisées par leurs propriétés physiques (densité relative, indice de réfraction) ainsi que par leurs propriétés chimiques (indice d'acide, pH)

3.2.1. Indice de réfraction :

Cette mesure indique le rapport entre l'angle d'incidence et de réfraction d'un rayon lumineux de 589 nm passant de l'air dans l'HE tout variation de cet indice signifie que la molécule n'a pas pure ou qu'elle a été mélangée avec autre substance. (Zahalka, 2015).

Mode opératoire :

- Etalonner le réfractomètre avec l'eau distillée.
- Placer 2 à 3 gouttes des huiles essentielles testées sur l'appareil.
- Régler le réfractomètre jusqu'à la stabilisation.

Lire la valeur de l'indice de réfractomètre sur le cercle gradué.

$$I_{20} = I_T + 0,00045 (T - 20 \text{ }^{\circ}\text{C})$$

I₂₀: indice à 20 °C.

I_T: indice à la température ambiante.

T : température ambiante.

3.2.2. Densité relative à 20°C :

La densité relative d'une huile est le rapport de la masse d'un certain volume d'huile à 20°C à la masse d'un volume égal d'eau distillée à 20°C.

3.2.2.1. Mode d'opératoire :

La densité relative est mesurée par une suite de pesées à l'aide d'un pycnomètre. Après nettoyage et séchage du pycnomètre, il a été pesé et rempli d'eau distillée.

Le pycnomètre a été retiré, essuyé extérieurement et pesé.

La même procédure est suivie pour l'huile en remplissant le pycnomètre par le même volume d'huile. Ensuite, le pycnomètre est essuyé et pesé.

La densité relative se détermine :

$$D_{20} = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0}$$

- **D** : la densité relative
- **m₀** : masse du pycnomètre vide
- **m₁** : masse du pycnomètre rempli d'eau distillée
- **m₂** : masse du pycnomètre rempli d'huile

3.4. Potentiel d'hydrogène (pH) :

PH l'abréviation de potentielle d'hydrogène, mesure l'activité chimique des ions hydrogènes (H⁺) en solution. Plus couramment, le PH mesure l'acidité ou la basicité d'une solution. Il s'agit d'un coefficient permettant de savoir si une solution est acide, basique ou neutre : cette mesure a été effectuée à l'aide d'un PH-mètre.

3.5. Etude de pouvoir antioxydant de l'HE :

L'activité antioxydante in vitro a été évaluée par la mesure du pouvoir de piégeage du radical DPPH (1,1- Diphenyl-2-picrylhydrazyl) selon la méthode décrite par (**Burits et Bucar, 2000**), où 50µl de chacune des solutions méthanoliques de l'huile essentielle testées à différentes concentrations (200, 400, 600, 800 et 1000 µg/ml) sont mélangées avec 5 ml d'une solution méthanolique de DPPH (0,004 %). Après une période d'incubation de 30 minutes à la température du laboratoire, l'absorbance est lue à 517nm. L'inhibition du radical libre DPPH par la vitamine C a été également analysée à la même concentration pour comparaison. On détermine la cinétique de la réaction et les paramètres de calcul de l'activité antioxydant pour la vitamine C et pour l'huile essentielle (Pourcentage d'inhibition, l'index IC50).

3.5.1. Principe

Le 2,2-diphényl-1-picryl-hydrazine (DPPH) est un radical organique stable de couleur rouge pourpre. En présence des composés antiradicalaires, le radical DPPH est réduit et change de couleur en virant au jaune, ce qui entraîne une diminution de son absorbance.

3.6. Détermination du pourcentage d'inhibition et l'IC50 :

Selon **Sharififar et al (2009)**, L'inhibition du radical libre de DPPH en pourcentage (I%) est calculée de la manière suivante :

$$I\% = \frac{A \text{ blanc} - A \text{ échantillon}}{A \text{ blanc}}$$

Avec :

I% : pourcentage d'inhibition

A blanc : Absorbance du blanc (méthanol)

A échantillon : Absorbance du composé d'essai.

La cinétique des réactions de l'huile essentielle et de la vitamine C avec le DPPH a été inscrite à chaque concentration examinée. Les concentrations en huile essentielle et en vitamine C, en fonction des pourcentages du DPPH inhibés, ont été tracées à la fin de la réaction afin d'obtenir l'index IC50. Ce paramètre est défini comme la concentration d'antioxydant requise pour diminuer la concentration du DPPH initiale de 50 %.

4. Tests du Screening phytochimique

Le but de ces tests est de connaître la composition en métabolites secondaires, ils sont effectués soit sur la poudre du broyat, soit sur un infusé (BOUYER, 1996).

4.1. Préparation de l'infusé

- A 10 g de poudre végétale, sont ajoutés 100 ml d'eau distillée bouillante, laissé infuser pendant 15 min avec agitation de temps en temps, après filtrer.

4.2. Identification de quelques métabolites secondaires

4.2.1. Les anthocyanes

A 5 ml d'infusé, sont ajoutés quelques gouttes d'ammoniaque ½.

L'apparition d'une couleur rouge, indique la présence des anthocyanes.

4.2.2. Les tanins

A 5 ml d'infusé, sont ajoutés quelques gouttes d'une solution de $FeCl_3$ à 5%.

La réaction donne une coloration bleue noir en présence des tanins.

✓ Les tanins catéchiques

15 ml d'infusé, sont additionnés à 7 ml de réactive de Stiasny (10 ml de formol a 40% et 5 ml d'HCL concentré).

La réaction donne une coloration rouge en présence des tanins catéchiques.

✓ Les tanins galliques

A 5 ml d'infusé, sont ajoutés 2 g d'acétate de sodium et quelques gouttes de $FeCl_3$.

La réaction donne une coloration bleue foncée en la présence des tanins galliques.

4.2.3 Les alcaloïdes

Introduire 1g de poudre végétale dans un tube à essai, ajouter 10ml d'acide sulfurique (10%) Agiter énergiquement pendant 2 mn et filtrer, ajouter 2 gouttes du réactif de dragendorff.

Résultats : apparition d'un précipité rouge orangé.

4.2.4 Les glucosides

A 2 g de poudre végétale, sont ajoutées quelques gouttes d'acide sulfurique.

La formation d'une coloration rouge brique ensuite violette indique la présence des glucosides.

4.2.5 Les mucilages

On introduit 1ml de l'infusé dans un tube et on lui ajoute 5ml d'éthanol absolu, l'obtention d'une précipitation floconneux indique la présence des mucilages.

5. Enquête ethnobotanique

Notre enquête, qui à duré un mois, s'est basée essentiellement sur des questionnaires adressés au public. Les données collectées sont traitées, analysées et préparées pour être exploitables dans le futur.

Cette enquête permet d'avoir des informations sur l'utilisation de la phytothérapie traditionnelle chez la population de l'Algérie, elle a été réalisée en utilisant le questionnaire d'enquête sur les plantes médicinales et aromatiques mis par « Google forme » et en interrogeant des individus de différents âge, sexe et niveau intellectuel ; en ciblant des pharmaciens, tradipraticiens ,enseignants, des médecins et des étudiants universitaires ; de plusieurs wilaya du nord Algérien (Alger centre, Blida, Ain Defla, Djelfa, Tipaza Sétif, Oran, Chleff, Relizane, Msila, Skikda, Jijel).

Notre enquête ethnobotanique a été réalisée à l'aide des fiches questionnaires (Annexe 2) sur l'espèce végétales *lippia citriodora* de la famille des verbénacées, d'intérêt médicinal et alimentaire, au niveau de plusieurs sites de la wilaya d'Alger et le totale des personnes sont 90.

Chapitre III :
Résultats et Discussions

1. La teneur en eau

La teneur en eau de notre échantillon est exprimée en pourcentage. Le résultat obtenu est montré dans la figure suivante :

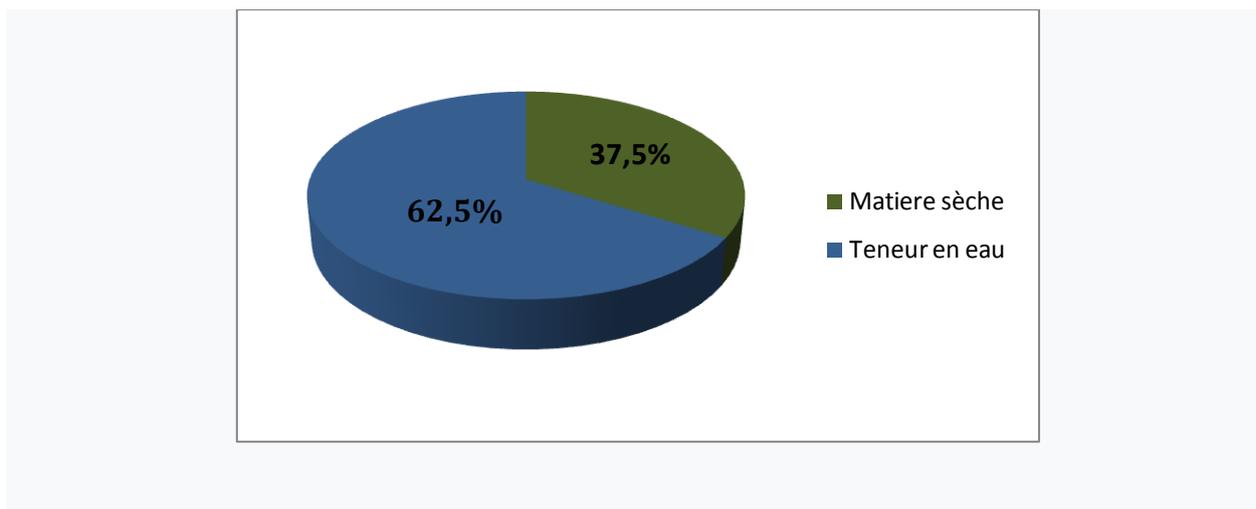


Figure 11 : Teneur en eau et de matière sèche de *Lippia citriodora* de la région d’Ain-Defla.

Et pour la région de Tiaret en utilisant 65g de matière fraîche, après 4 jours de séchage, le poids fixe à 22g, Les valeurs prises chaque jour sont présentées dans le tableau :

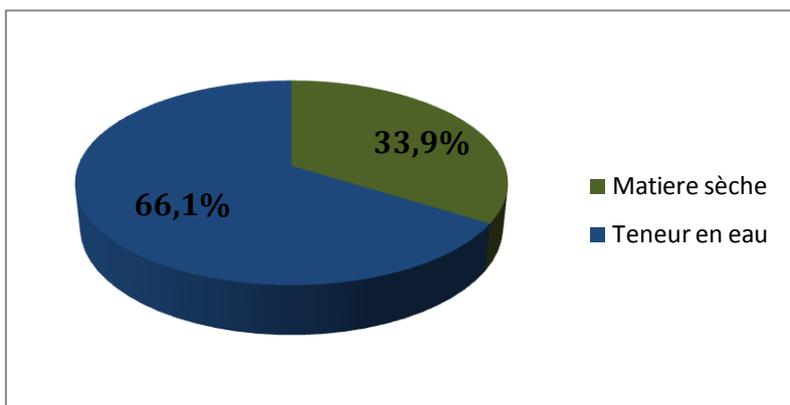


Figure 12 : Teneur en eau et de matière sèche de *Lippia citriodora* de la région de Tiaret.

D’après les résultats montrés dans les deux figures, nous constatons que les teneurs en eau varient entre 62.5% à 66.1%. Ces résultats nous permettent de calculer les rendements en huiles essentielles dans la matière fraîche.

2. Rendements en huiles essentielles :

Les rendements en huiles essentielles des feuilles de *Lippia citriodora* sont exprimés en pourcentage par rapport à la matière végétale sèche. Les résultats sont montrés dans la figure 13:

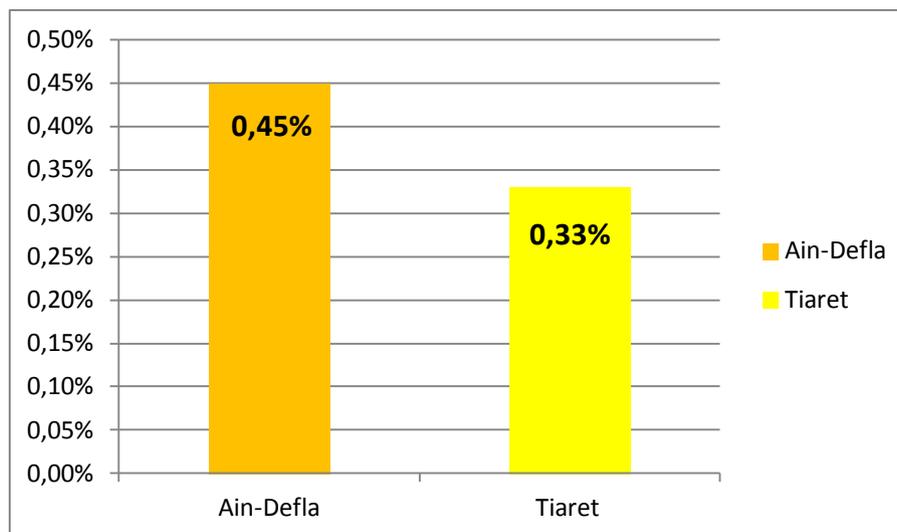


Figure 13 : Rendement en huiles essentielles par rapport à la matière sèche.

Le rendement des huiles essentielles des échantillons (feuilles) récoltés à Ain-Defla est légèrement plus élevé (0.45%) que celui des échantillons provenant de Tiaret (0.33 %).

Les échantillons de *Lippia citriodora* de la région d'Ain Defla et de Tiaret ont fourni des taux relativement supérieurs par rapport aux plantes récoltées au niveau de la Kabylie d'Algérie (0.29%) (Taleb Toudert et al. 2002). Zoubiri, en travaillant sur l'espèce récoltée à Blida, qui se situe au nord d'Algérie, a obtenu un rendement de 0.36% qui est un taux relativement similaire au rendement des échantillons de la région de Tiaret (0.33%) mais plus faible comparativement à celui de *Lippia citriodora* provenant de l'Argentine 3.8% (Claudia B Duschatzley ; 2005) et nettement supérieur à celui rapporté par Belkamel (2003) qui a obtenu un rendement de 0,17 %

Selon Taleb-Toudert et al (2002), le taux du rendement en huile essentielle de *Lippia citriodora* atteint 0.35%. Ce résultat est relativement similaire pour la verveine de la région de Tiaret.

Dans une autre étude faite par El Hmamouchi (2006) le rendement moyen de l'huile essentielle obtenue à partir de la matière sèche des échantillons de *Lippia citriodora* est de 0,4% qui sont proche de celui des échantillons d'Ain Defla.

Généralement, le rendement des huiles essentielles est différent d'une famille botanique à une autre, d'une espèce à une autre et même dans les plantes de la même espèce. De plus, cette différence de teneur en HE peut être liée à plusieurs facteurs tels que la zone géographique de collecte, le climat, le moment de la collecte, la méthode d'extraction (Bendjilali, 2004).

3. Détermination des indices physicochimiques :

Les propriétés des huiles essentielles de *Lippia citriodora* extraite par hydro distillation provenant d'Ain-Defla et de Tiaret sont indiquées dans le tableau suivant :

Tableau 02 : caractéristique organoleptique d'huile essentielle de *Lippia citriodora* :

Propriété	Odeur	Volatilité	Mobilité	Couleur
HE de Ain-Defla	Citronné caractéristique de l'espèce.	Oui	Mobile	Jaune orangé 
HE de Tiaret	Fort caractéristique de l'espèce.	Oui	Mobile	Jaune 

Ces caractéristiques sont en accord avec ceux reportées par **Taleb-Toudert et al. (2002)** et **Saidi. (2014)** qui a analysé les huiles essentielles de *Lippia citriodora* de la région de Miliana d'Algérie

3.1. Indice de réfraction :

L'indice de réfraction est considéré comme un critère de pureté, également utilisé pour identifier les huiles. En effet un indice de réfraction variant essentiellement avec la teneur en monterpènes et en dérivés oxygénés. Une forte teneur en monterpènes donnera un indice élevé (**Makhlofi A ,2007**).

L'indice de réfraction de l'huile essentielle des échantillons récoltés à Ain-Defla est égal à 1.472 à une température de 20 C° celui de l'huile essentielle des échantillons provenant de Tiaret est de 1.479 à température de 20 C°. Les données de la norme AFNOR indiquent des valeurs variant entre 1,475 et 1.495. Selon **Slimani (2013)**, la valeur de l'IR est de 1.479

Les résultats des analyses physiques relèvent que les indices de l'HE de *Lippia citriodora* sont conformes à la norme AFNOR.

3.2. Densité relative :

La densité relative d'une huile est le rapport de la masse d'un certain volume d'huile à 20°C à la masse d'un volume égal d'eau distillée à 20°C. La densité relative trouvée pour l'huile essentielle d'Ain Defla est de 0,895 et celui des échantillons de Tiaret est de 0.912.

Selon, (**El-hawary et al. ,2012**) la densité relative de *Lippia citriodora* des huiles essentielles de la plante prélevée au Maroc est égale 0.891. Elle est presque égale la densité relative de l'huile essentielle des échantillons d'Ain Defla.

La norme AFNOR préconise une densité de 0.890-0920 pour les huiles essentielles de *Lippia citriodora*, nos résultats des analyses physico-chimiques révèlent que l'indice de l'HE de *Lippia citriodora* est conforme à la norme AFNOR.

3.3. Potentielle d'hydrogène (ph) :

- Le pH d'huile essentielle de *Lippia citriodora* de l'huile essentielle des échantillons de la région d'Ain Defla est 4,2.
- Le pH d'huile essentielle de *Lippia citriodora* de l'huile essentielle des échantillons de la région de Tiaret est 4.

Le pH obtenu indique que notre huile extraite est acide.

Selon, (**Slimani.N et al ; 2013**) le ph de *Lippia citriodora* est égale 4 .Les résultats sont relativement similaire pour les échantillons des deux régions Tiaret et Ain defla.

4. Evaluation de l'activité antioxydante :

L'activité antioxydant d'HE et d'hydrolat des feuilles de *lippia citriodora* provenant de deux régions : Ain Defla et Tiaret ont été évaluée par le test du piégeage du DPPH. Les résultats obtenus lors du test de mesure de pourcentage d'inhibition du radical DPPH sont enregistrés dans le tableau de l'annexe 3.

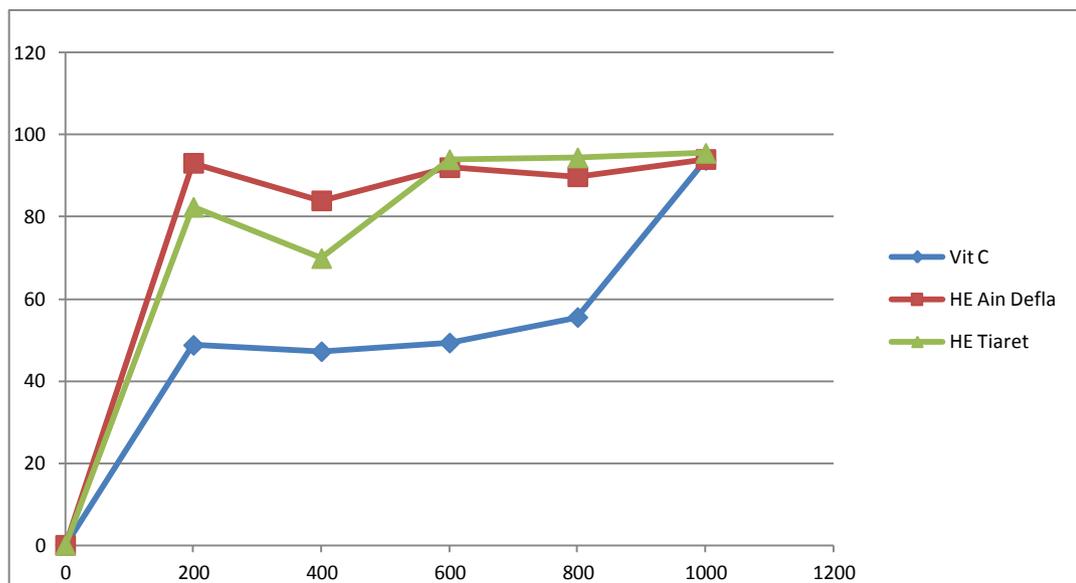


Figure14 : pourcentage d’inhibition des huiles essentielles et de la vitamine C.

D’après la figure 14, nous distinguons que :

Il semble que le pourcentage d’inhibition du radical libre augmente avec l’augmentation de la concentration soit pour la vitamine C ou l’huile essentielle de *Lippia citriodora* des deux régions.

On remarque que le pourcentage d’inhibition du radical libre pour les deux huiles essentielles est supérieur à celui de la vitamine C pour toutes les concentrations utilisées. Pour une concentration de 1000µg/ml, l’huile essentielle d’Ain Defla et Tiaret a révélé un pourcentage d’inhibition de DPPH de 94.05% et 94.43% respectivement tandis que la vitamine C est de 93.82 %.

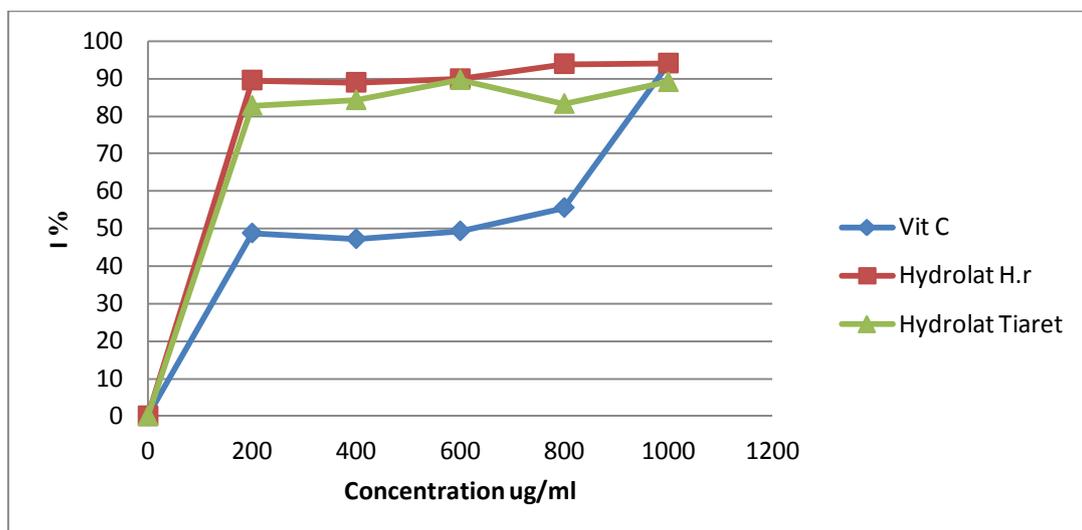


Figure 15: pourcentage d’inhibition des hydrolats et de la vitamine C.

On remarque que le pourcentage d'inhibition du radical libre pour les deux hydrolats est supérieur à celui de la vitamine C pour toutes les concentrations utilisées. Pour une concentration de 1000 μ g/ml, l'huile essentielle d'Ain Defla et Tiaret a révélé un pourcentage d'inhibition de DPPH de 91.24% et 89.07% respectivement tandis que la vitamine C est de 93.82 %.

Il semble que l'HE de *Lippia citriodora* et l'hydrolat des deux régions ont une activité antioxydante. Il semble aussi que cette activité est liée à la présence des composés phénoliques dans l'huile essentielle. Le rôle principal des composés comme réducteurs des radicaux libres est souligné dans plusieurs rapports (Villano, 2007)

4.2. Détermination d'IC₅₀ :

L'IC₅₀ est inversement lié à la capacité antioxydante d'un composé, car il exprime la quantité d'antioxydant requise pour diminuer la concentration du radical libre de 50 %.

Plus la valeur d'IC₅₀ est basse, plus l'activité antioxydante d'un composé est grande, nos résultats sont présentés dans la Figure suivante :

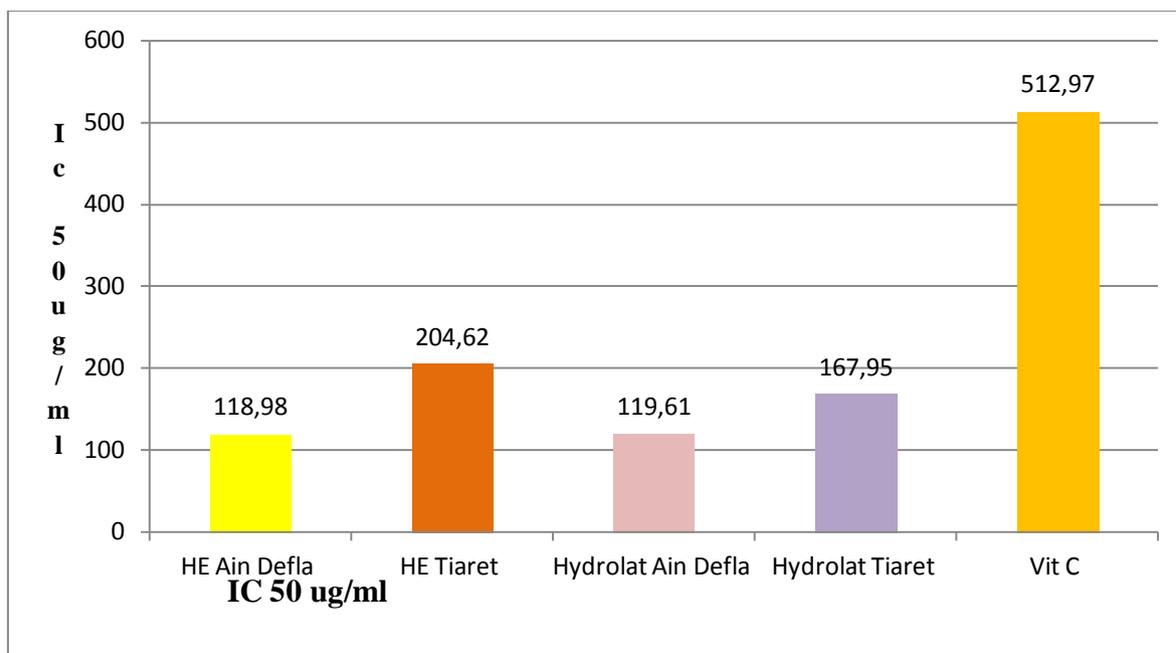


Figure 16 : valeurs d'IC₅₀ de la vitamine C, des huiles essentielles et des hydrolats de la verveine des deux régions.

D'après les valeurs des IC₅₀ obtenues dans le tableau ci-dessus, nous remarquons que l'HE des échantillons de la région d'Ain Defla présente la valeur d'IC₅₀ la plus faible (118.98 μ g/ml), suivi par l'HA des échantillons de la région d'Ain Defla (119.61 μ g/ml) ensuite l'HA des échantillons de la région de Tiaret (167.50 μ g/ml) et l'HE des échantillons de la région de Tiaret

204.62 µg/ml .). Cependant, l'acide ascorbique ayant un IC50 le plus grand par rapport à tous les extraits, de 512,97µg/ml, possède alors la plus faible activité anti radicalaire comparativement aux autres extraits testés.

Il semble d'après ces résultats que l'HE d'Ain Deffa est l'antioxydant le plus efficace avec un IC50 (118.98µg/ml) par rapport à la vitamine C.

L'étude de **Dopico-Garcia et al, (2008)** sur l'extrait aqueux de *Lippia citriodora* enregistre une forte activité antioxydante qui dépasse les 90 % à une concentration de 0.075mg/ml; par contre le résultat d'inhibition à 50 % qui est de l'ordre de 0.0314mg/ml est inférieur à nos résultats.

Zheng et Wang (2001) ont apportés que *Lippia citriodora* a révélé une activité antioxydante grâce à la présence dans sa composition de certains phénols.

Mothana et al. (2008) dans une étude sur *Lippia citriodora* du Yémen ont obtenus une concentration d'inhibition de 50 % des radicaux libres IC 50 = 30 ug/ml est inférieure a nos résultats.

Dans une autre étude faite par **Evelyn Ivana et al. (2010)** et qui a fait l'objet de mettre en évidence l'activité antioxydant de l'huile essentielle de *Lippia grandis* d'Amazonie Brésilienne et qui ont enregistré un IC 50 de 18.9±0.6 µg/ml, et un 19.7±1.2 pour l'extrait méthanolique, Ces résultats aussi inférieure a nos résultats.

Dans une autre étude faite par **Evelyn Ivana et al. (2010)** en étudiant l'activité antioxydante des huiles essentielles de *Lippia grandis* d'Amazonie Brazilienne ont enregistré un IC50 de 240.4±3.7ug/ml, et un 260.2±8.0 ug/ml pour l'extrait méthanolique de la même plante, supérieur a l'activité antioxydant d'huile essentielle et d'hydrolat des deux régions.

5. Le screening phytochimique :

L'analyse qualitative de la poudre et de l'infusé des feuilles de *Lippia citriodora* a été faite par les réactions qualitatives de caractérisations. Ces réactions sont basées sur des phénomènes de coloration ou de précipitation par des réactifs spécifiques à chaque famille de composé.

Les résultats des tests phytochimiques sont regroupés dans le tableau suivant :

Tableau 03: Résultats des différentes réactions du screening phytochimique des feuilles de *Lippia citriodora* de la région d'Ain-Defla et Tiaret.

Métabolites secondaires	Les résultats d'Ain Defla	Les résultats de Tiaret
Les anthocyanes	-	-
Les tanins	++	++
Les tanins caté chiques	+	+
Les tanins galliques	+	+
Les alcaloïdes	+	+
Les glucosides	++	+
Les mucilages	-	-

+ Présence / - absence

D'après les résultats montrés dans le tableau ci-dessus, nous distinguons la richesse de la verveine en Alcaloïdes notamment pour les plantes provenant de la région de Ain defla et de Tiaret, de même nous avons enregistré une présence importante des glycosides. Concernant les tanins les résultats sont positifs (catéchique, gallique).on note aussi l'absence des anthocyanes et des mucilages dans les plantes des deux régions.

6. Enquête ethnobotanique

6.1. Utilisation des plantes selon le sexe, l'âge et le niveau d'étude et la résidence

- Selon sexe

Au niveau des régions étudiées, les deux sexes femmes et hommes exercent la médecine traditionnelle.

Les résultats obtenus ont montré que les femmes utilisent beaucoup plus les plantes que les hommes (femmes 78.9 % et homme 21.1%) (figure16) parce que les hommes sont occupés par le travail dans de nombreux domaines, même s'ils sont dans le domaine de l'agriculture, contrairement aux femmes, elles sont occupées par les utilisations des plantes et leurs produits, que ce soit en cuisine ou en médecine, en nourrissant les animaux, etc. ce qui explique le fait que les femmes sont plus concernées par le traitement phytothérapeutique et par la préparation des recettes à base de plantes médicinales. En Algérie, d'une manière générale, ce sont les femmes qui cuisinent et qui utilisent plus les plantes médicinales pour soigner leurs familles.

Ces résultats sont en cohérence avec les résultats obtenus dans d'autres travaux ethnobotaniques réalisés à l'échelle nationale dans la wilaya de Tizi-Ouzou (56,5% femmes et 43,5% hommes) (Derridj et al, 2010), dans la région du Jijel (femmes : 68%, hommes : 32%) (Aribi, 2013).

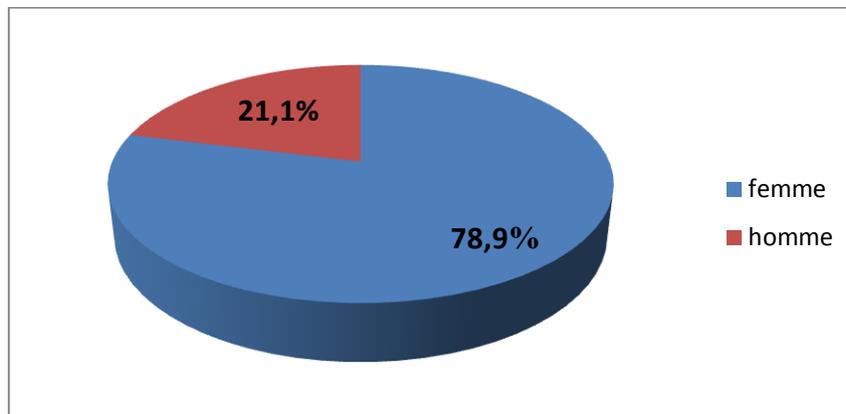


Figure 17 : Utilisation de la verveine selon le sexe.

-Selon la Nationalité :

Les résultats obtenus ont montré que la population algérienne représentent 98.9% et 1.1%représente la population Palestine.

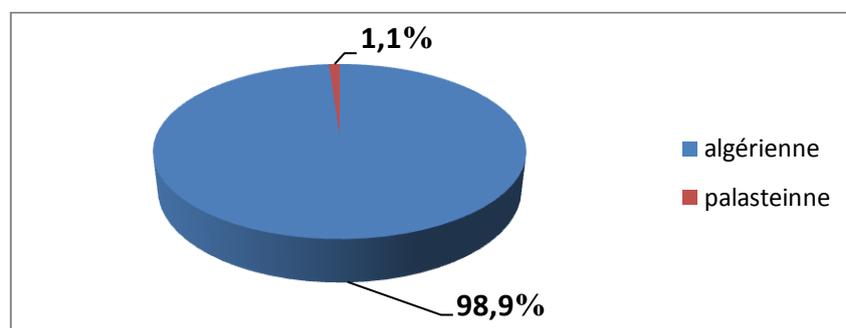


Figure 18 : Utilisation de la verveine selon la nationalité.

-Selon l'âge :

L'enquête ethnobotanique réalisée auprès de la population des zones d'études a touché différentes classes d'âge. Les résultats obtenus varient dans la catégorie d'âge de moins 10 à plus de 40 ans. (Figure 19)

L'utilisation de la plante médicinale au niveau des plusieurs régions étudiée est répandue chez toutes les classes d'âge .Ces valeurs varient selon l'âge, nous avons remarqué que les personnes âgées de 20 à 40 ans utilisent beaucoup plus les plantes (81.1%) que les personnes âgées de plus de 40 ans avec un taux de 6.7%. Ainsi, les personnes de 10 à 20 ans utilisent les plantes avec un

taux de 12.2% .La connaissance des propriétés et usages des plantes sont généralement acquis suite à une longue expérience accumulée et transmise d'une génération à l'autre.

Ces valeurs ne confirment pas les résultats obtenus dans d'autres travaux sur l'utilisation des plantes médicinales ; **Mehdioui et Kahouadji (2007)** qui montrent effectivement que les personnes âgées connaissent bien la phytothérapie traditionnelle par rapport aux autres classes d'âges.

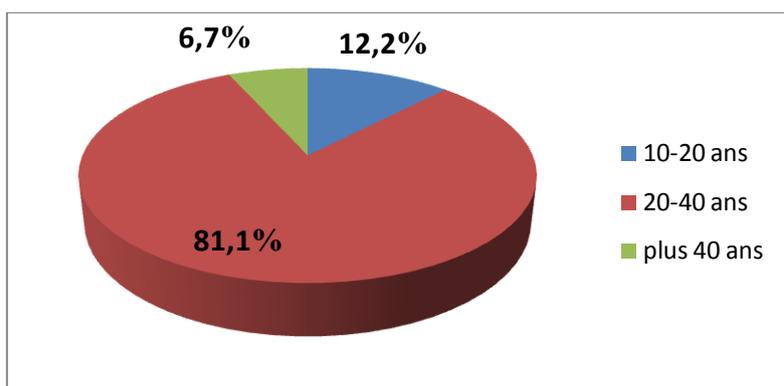


Figure 19 : Utilisation de la verveine selon l'âge.

-Selon le niveau académique :

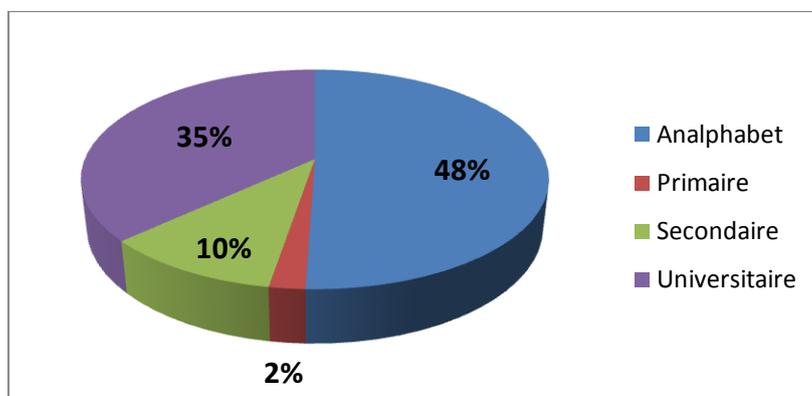


Figure 20 : Utilisation de la verveine selon le niveau académique.

Les résultats sont montrés dans la figure 20. Sur la totalité des usagers de la médecine traditionnelle, les analphabètes dominent avec un pourcentage de 48%. Ce pourcentage d'utilisation est très faible chez les personnes ayant un niveau primaire (2%), faible pour les secondaires (10%). Les universitaires utilisent les plantes médicinales avec un pourcentage de 35%.

Les résultats obtenus sont confirmés par d'autres études ethnobotaniques réalisées au Maroc par **Mehdioui et Kahouadji (2007)**, La verveine peuvent être dangereuses lorsqu'elle est utilisée inconsciemment, et cela s'affirme chez certaines personnes analphabètes qui utilisent les plantes médicinales par une manière irrationnelle, autres analphabètes ne peuvent pas comprendre précisément les consignes verbales transmises par les herboristes et guérisseurs. Ce taux d'analphabétisme clairement élevé chez les utilisateurs des plantes médicinales constitue un vrai obstacle au développement local. **Benlamdini et al (2014)**, dans une étude au niveau de Haut Atlas oriental (Haute Moulouya, Maroc) trouvent que, 41% des personnes utilisent les plantes médicinales sont analphabète, 26% ont un niveau primaire, 24% ont un niveau secondaire et 9% sont universitaires. De même, **Orch et al (2015)**, dans une étude ethnobotanique des plantes médicinales utilisées dans la région d'Izarène (Nord du Maroc), trouvent que 75 % des personnes enquêtées étaient analphabètes ou avaient un niveau scolaire primaire. **Aribi (2013)** trouve que dans la région de Jijel que la majorité des usagers des plantes médicinales sont analphabètes (52%).

Selon la résidence

A travers l'étude ethnobotanique menée auprès de la population algérienne (figure 21). La plus part des gens qui utilisent la verveine proviennent de la région de Blida (24%) suivi par les habitants de Tipaza (19%). Les pourcentages des populations d'Ain Defla et d'Alger sont égaux à 13% et 9% respectivement. Les autres wilayas présentent des pourcentages faibles variant de 1% à 2%.

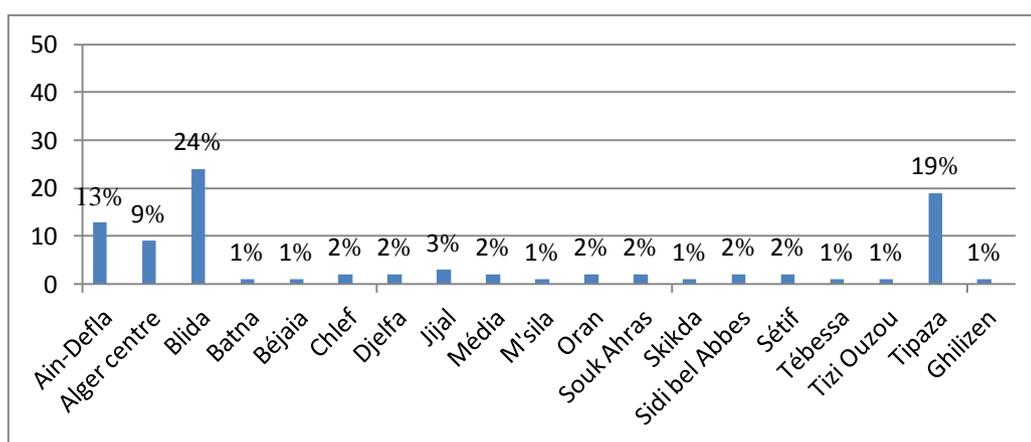


Figure 21 : utilisation de la verveine selon la résidence.

6.2. Selon la situation familiale

Concernant la situation familiale des patients (figure22), la population célibataire utilisent beaucoup plus la verveine citronnelle avec un pourcentage de 78.9%, ces résultats sont différents par rapport à ceux obtenus par d'autres auteurs ; **El Hafian et al (2014)** en travaillant au Maroc montrent que 70% des usagers de la verveine sont des personnes mariées.

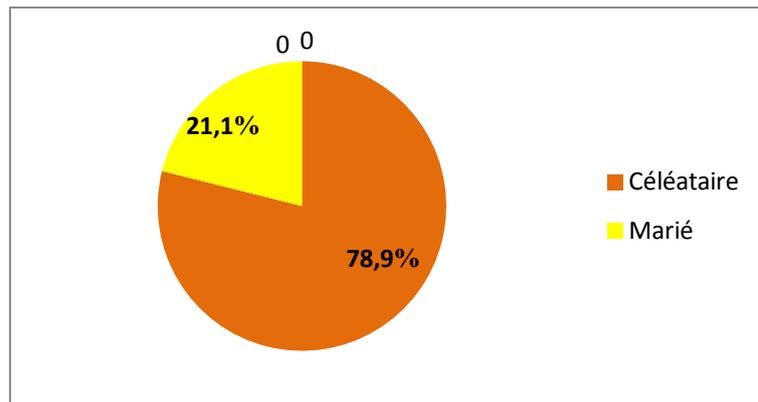


Figure 22 : Utilisation des plantes selon la situation familiale.

6.3. La reconnaissance de la plante de verveine

La connaissance des usages des plantes médicinales et leurs propriétés sont généralement acquise suite à une longue expérience accumulée et transmise d'une génération à une autre. La transmission de cette connaissance est actuellement en danger parce qu'elle n'est pas toujours assurée (Anyinam, 1995).

Selon les résultats obtenus (fig23) 94.4% de la population connaissent la verveine et l'utilisent comme remèdes contre des maladies bien déterminées et 5.6% ne connaissent pas la verveine.

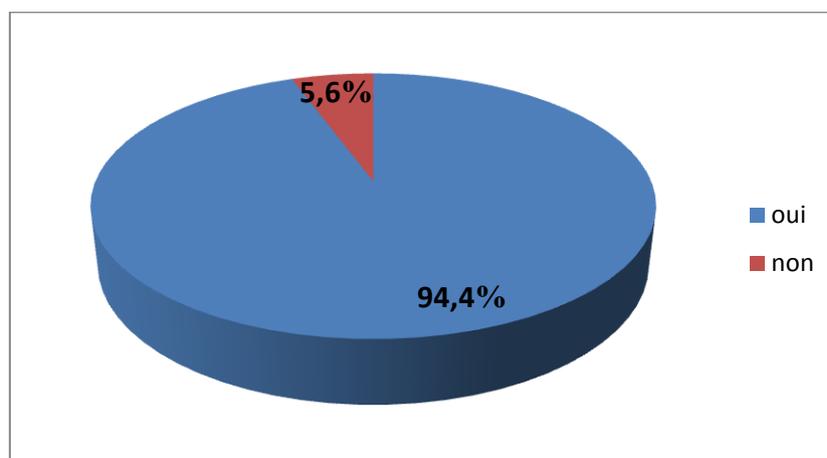


Figure 23 : usage de la verveine selon la l'utilisation.

6.4. Origine de l'information

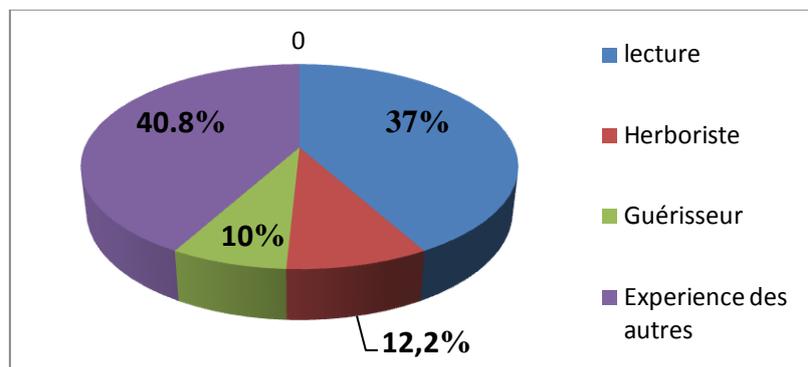


Figure 24 : Usage des plantes médicinales selon l'origine de l'information.

Selon les résultats obtenus (fig24) 40,8% de la population se réfèrent aux expériences des autres pour utiliser la verveine comme remède contre des maladies bien déterminées. Ceci reflète l'image de la transmission relative des pratiques traditionnelles d'une génération à une autre. Aussi 40,8% de la population se réfèrent à la lecture en consultant des livres de phytothérapie ou à travers des programmes télévisés, ou bien en se basant sur leur propre expérience et 12,2% se réfèrent à des herboristes. Alors que 10% des personnes se réfèrent à des guérisseurs. Cette faible proportion s'explique par le taux d'analphabétisme élevé chez les tradipraticiens, rareté des livres et faibles ressources. Ces résultats rejoignent ceux de **Benkhniq et al (2011)** dans la région de Mechraâ Bel Ksiri (Région du Gharb du Maroc) qui indiquent que 63,53% de la population se réfèrent aux expériences des autres, 12,7% se réfèrent aux herboristes et 23,77% des personnes se réfèrent à eux-mêmes pour l'utilisation des plantes médicinales.

6.5. Connaissez-vous la médecine traditionnelle ou la phytothérapie ?

Selon les résultats obtenus (fig25), concernant les pratiques thérapeutiques, 94,4% de la population utilisent la médecine traditionnelle et 5,6% n'utilisent pas la phytothérapie. Au Maroc, **El hafian et al (2014)** signalent que 50% de la population utilisent la médecine traditionnelle, et 5,6% utilisent la médecine moderne. 42% utilisent les deux à la fois

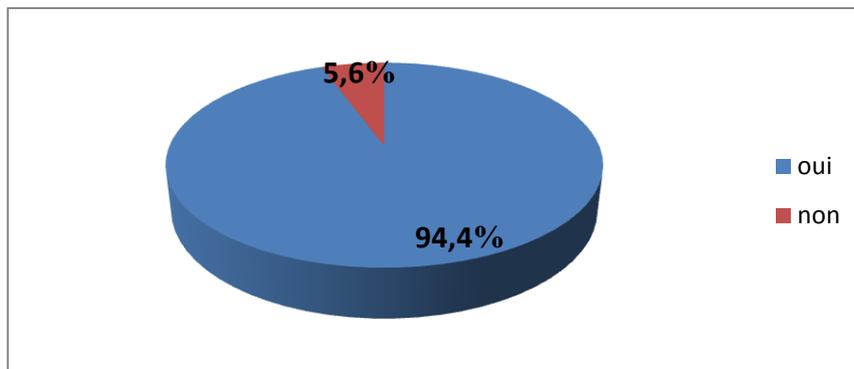


Figure25: usage de la verveine en fonction de la pratique thérapeutique.

6.6. Choix entre la phytothérapie et la médecine moderne

Concernant les pratiques thérapeutiques, 67.8% de la population utilisent les médicaments traditionnels, 32.2% de la population utilisent les médicaments modernes (fig26). Alors des personnes trouvent que les médicaments sont inefficaces et plus nocifs. Ce qui est justifié par le fait que la population locale est intéressée par des remèdes traditionnels pour soulager leurs maux quotidiens, et ces remèdes sont la plupart héritées par leurs ancêtres.

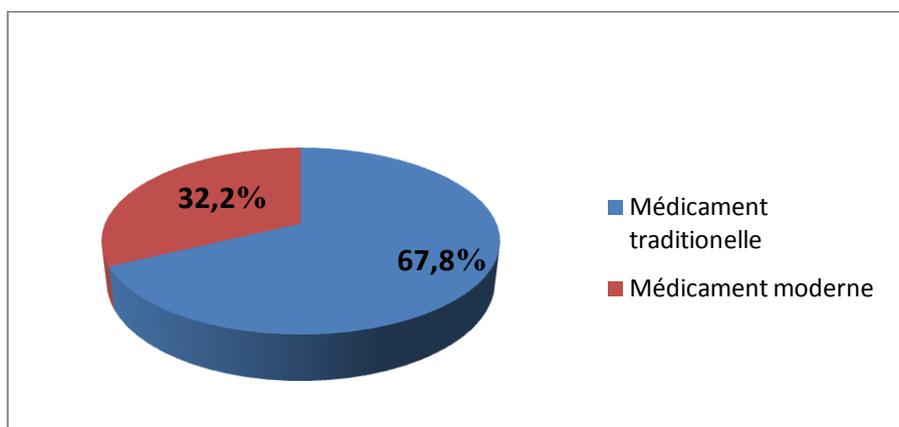


Figure26 : pourcentage des médicaments traditionnels et modernes.

6.7. Connaissez-vous ou avez-vous une idée sur la verveine

Selon la figure 26, la plus part des gens connaissent la verveine avec un pourcentage de 94.4% parce que elle très connue en Algérie et l'utilisent comme traitement de l'asthme, du rhume, de la fièvre et de la grippe, elle est utilisée pour lutter contre les flatulences, les coliques, la diarrhée, l'indigestion, l'insomnie et l'anxiété (Abuhamdah et al. 2014).

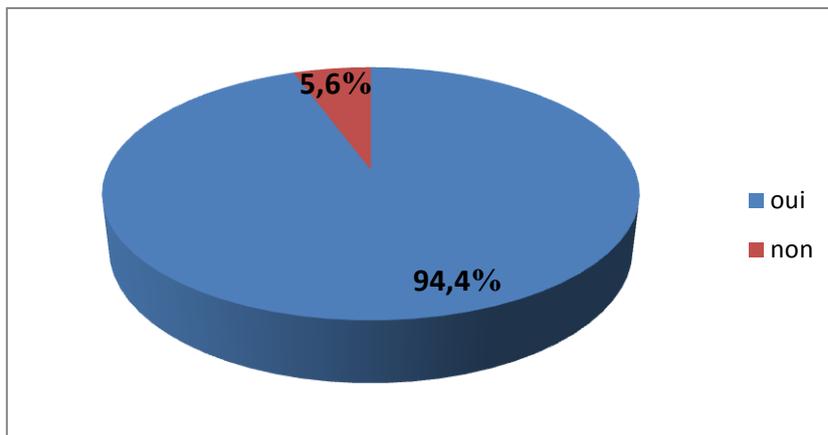


Figure27 : Choix de la population entre connaisse la verveine au non.

6.7.1. Le nom local de la verveine

Selon les résultats obtenus (fig28), la plus part de la population parlent de Louisa avec un pourcentage de 45%, et 20% l'appellent tisane ,19% lui donnent le nom verveine et 1% la nomment soit Louisa leymonia ou verbina officinale , et 3% ne connaissent pas son nom.

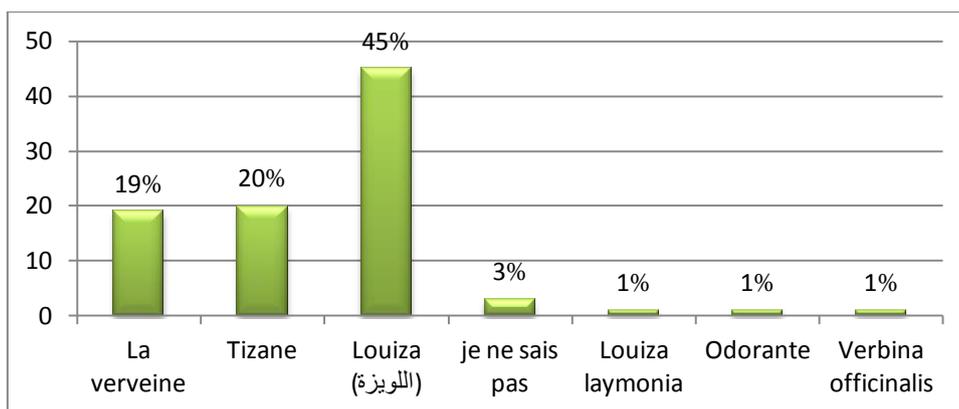


Figure28 :L'appellation locale de la verveine.

6.7.2. Le nom scientifique de la verveine

Concernant le non scientifique de la verveine, 25% de la population ne connaissaient pas le non scientifique et 16% l'appellent *Alyosia citriodora* et 12% *Verbina officinales*

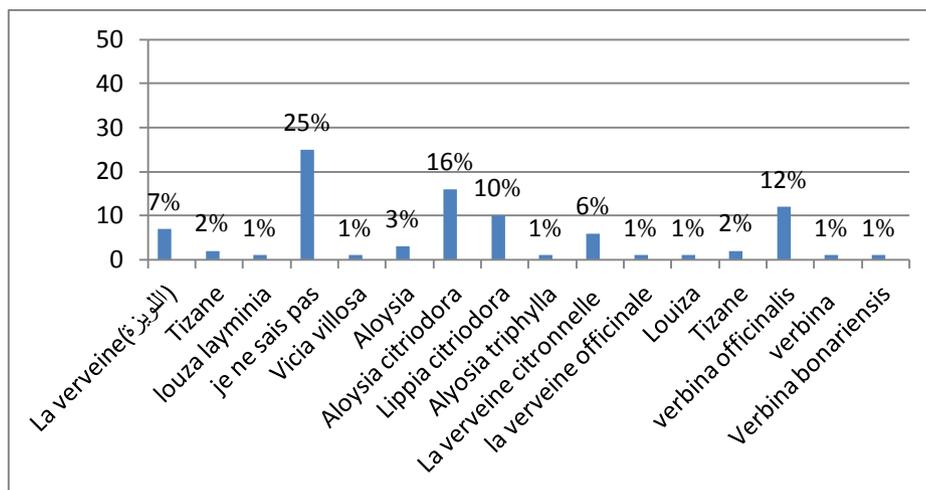


Figure29 :l'appellation scientifique de la verveine.

6.7.3. Type de plante :

Selon la (figures 30), les plantes spontanées sont largement utilisées avec 73%de verveine sauvage. Cela est dû à leur disponibilité durant toute l'année. Contrairement à la verveine cultivée qui est partiellement 22.2% et la verveine adventice de 4.4%. Cette dominance des plantes spontanées est confirmée par le travail de **Chehma et Djebbar (2005)** au niveau du parcours sahariens du Sud-est Algérien, qui trouvent un taux de 58% des plantes spontanées. Certaines plantes adventices présentées dans la région étudiée (11,66%) peuvent avoir plusieurs utilités et possèdent des propriétés médicinales. **Ndjouondo et al (2015)** (Cameroune) montrent que les plantes les plus couramment utilisées sont les plantes spontanées (54,54 %) et secondairement les plantes cultivées (33,33 %) et l'utilisation des adventices est minoritaire (12,12%).

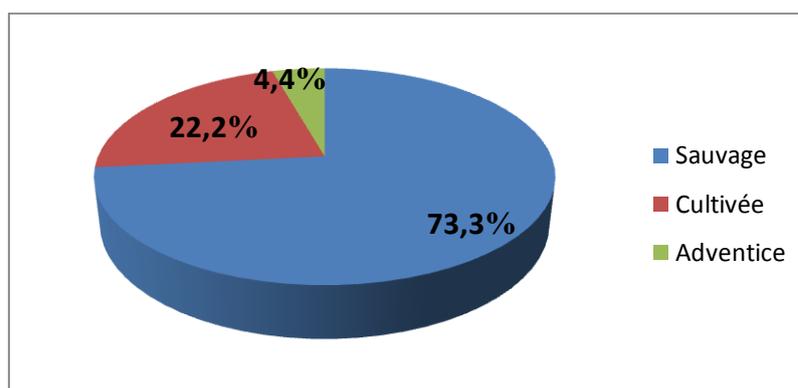


Figure30 : usage de la verveine selon le type.

6.7.4. Technique de récolte

Plus de 98.9% des plantes médicinales sont récoltées manuellement à l'aide de sécateur, couteau, ciseau ou de faucille parce qu'elles sont généralement localisées à l'état sauvage dans des endroits difficile d'y accéder comme les montagnes et rivières. 1.1% des gens répondre que la verveine est récoltée à l'aide de machines agricoles (Fig. 31). **Ndjouondo et al (2015)**

Versants Kambo et Longmayagui (Douala, Cameroun). Journal of Animal & Plant Sciences, 25(3) : 3898-3916 trouvent que 93,94 % des plantes étudiées sont récoltées manuellement et 6,06 % des plantes sont récoltées mécaniquement, ce sont les plantes cultivées.

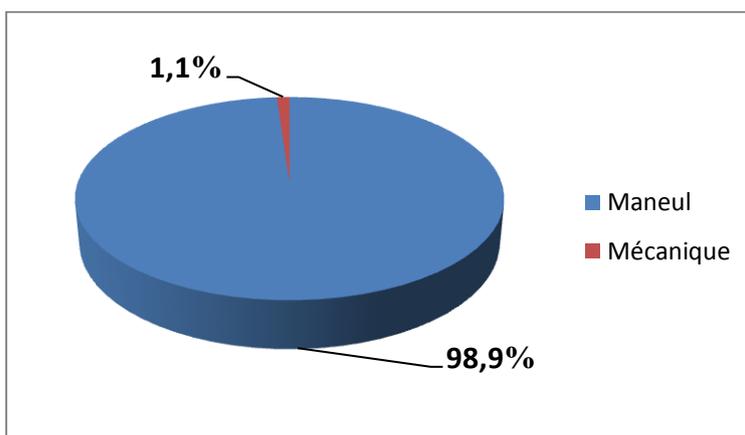


Figure 31 : Pourcentage d'utilisation de la verveine selon la technique de récolte.

6.7.5. Période de récolte

Selon la fig 32, la période de récolte la verveine 8% de la population utilise cette plante pendant toute l'année, quel que soit les conditions climatiques, le reste ne récolte la plante que lorsque le temps est sec et non pluvieux. Nous avons inventorié 32% de récolte au printemps, 45% en été, 10% en automne et seulement 5% en hiver.

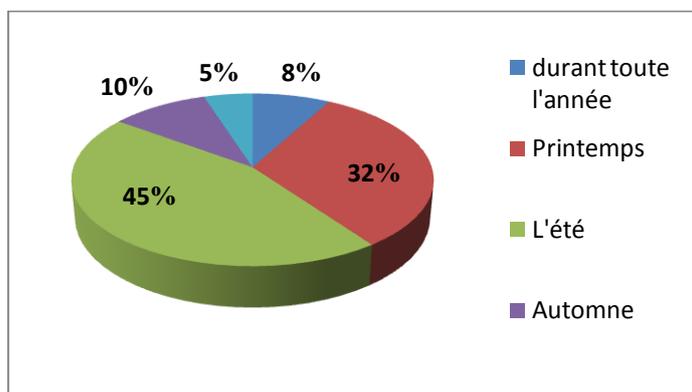


Figure32 : Répartition saisonnière de la récolte de verveine.

6.7.6. Etat de la verveine

Concernant l'état de la verveine (fig 33) 46.7% de la population utilisent la verveine à l'état frais, par contre 53.3% l'utilisent en forme desséchée, elle constitue la base des tisanes, poudres et extraits.

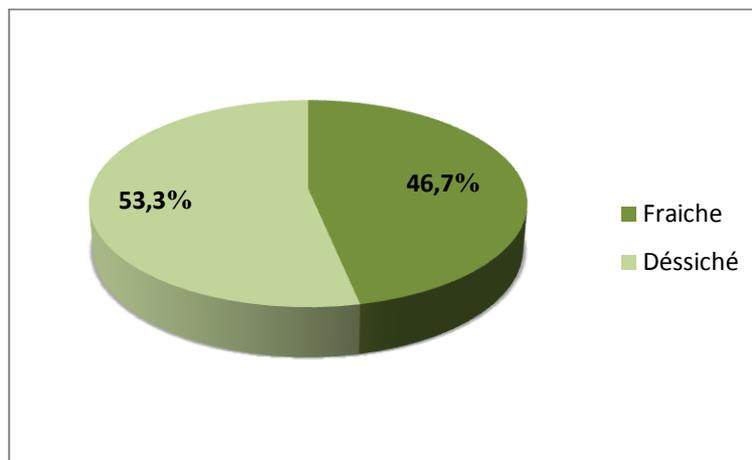


Figure 33 : Usage de la verveine selon leur état.

6.7.6.1. Méthode de séchage :

Environ 61.1% de la verveine est séchée à l'abri de la lumière dans un local ombragé, aéré, chaud et sec, car en plein soleil, les plantes récoltées perdent leurs principaux volatils et huiles essentielles qui sont détruits par la chaleur. Par contre 38.9% est séchée en l'exposant de la lumière. (Fig.34).

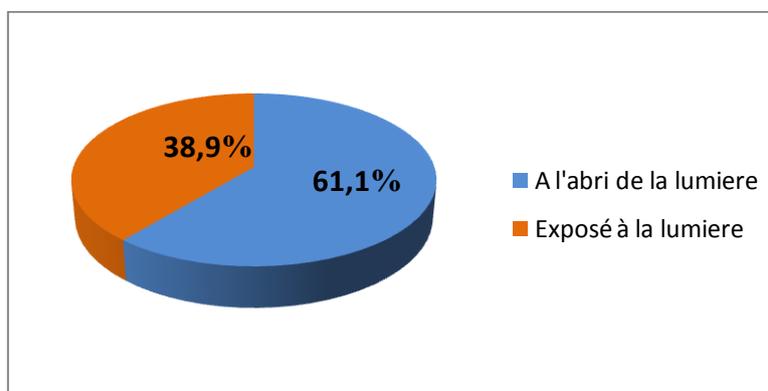


Figure 34 : Usage de la verveine selon la méthode de séchage.

6.7.7. Parties utilisées

Les résultats obtenus montrent que les parties utilisées de la verveine sont toute la partie aérienne, la feuille, la fleur, la graine, la tige, les fruits, bulbe, écorce, les parties souterraines (racines) et la plante entière. Le pourcentage d'utilisations varie entre 1.1% à 85.6% (figure 35).

Les feuilles sont les plus utilisées avec un pourcentage de 85.6%, les tiges et la fleur occupent la deuxième position avec un pourcentage de 17.8 % ; et après la plante entière avec un pourcentage de 10% ensuite les fruits avec 2.2% et puis les graines, les bulbes, rhizome et l'écorce avec le même pourcentage 1%.

Cette différence de proportions dans les parties utilisées de plante se justifie par la variabilité de concentration des principes actifs dans chaque organe de la plante voire chaque espèce. La dominance des feuilles se justifie par le fait qu'elles sont le lieu de la majorité des réactions photochimiques et réservoir de la matière organique qui en dérive (Chamouleau, 1979) Les feuilles fournissent la majorité des alcaloïdes, hétérosides et huiles essentielles. L'importance des fruits est due à la concentration de leur substance amères, glucidiques ou aromatiques associées à certains pigments qui leur donnent une coloration caractéristique. L'utilisation des fleurs est due à leur richesse en huiles essentielles. La dominance des feuilles est confirmée par les travaux de Ould El Hadj *et al* (2003) dans la région de Ouargla (Sahara septentrional Est), qui en enregistrent un taux de 37,31% et celui de Diatta *et al* (2013) dans la région de Ziguinchor (Sénégal) qui trouvent un taux de 46%. Chehma et Djebbar (2005) notent un taux d'utilisation de 84% pour la partie aérienne dont les feuilles y compris.

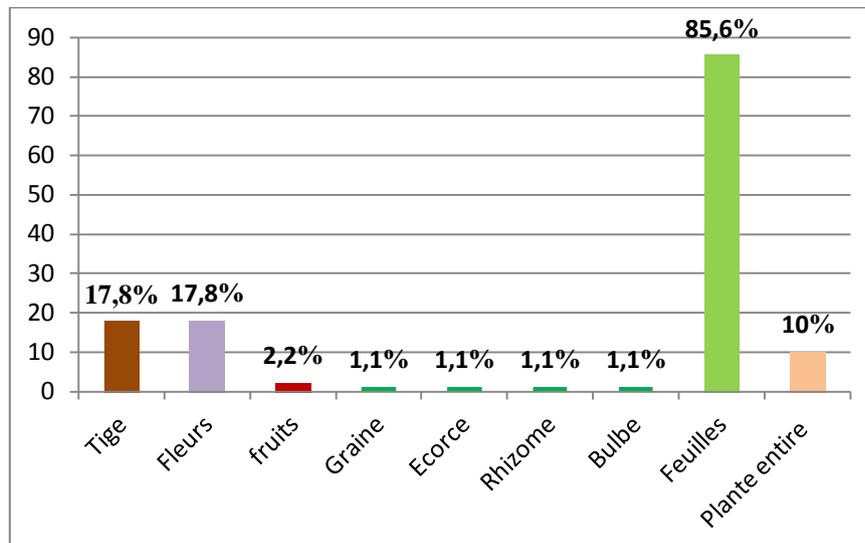


Figure 35 : Différentes parties utilisées de la verveine

6.7.8. Domaine d'utilisation de la plante

La population étudiée tirent les plantes médicinales et surtout pour leur pratique thérapeutique traditionnelle en premier lieu (85.6%), pour leurs alimentation (40%). 38.9% pour les produits cosmétiques et odorants, et 17.8% pour les artisanal. En dernier lieu (2.2%) pour l'usage ornemental et fourragère (Fig. 36).

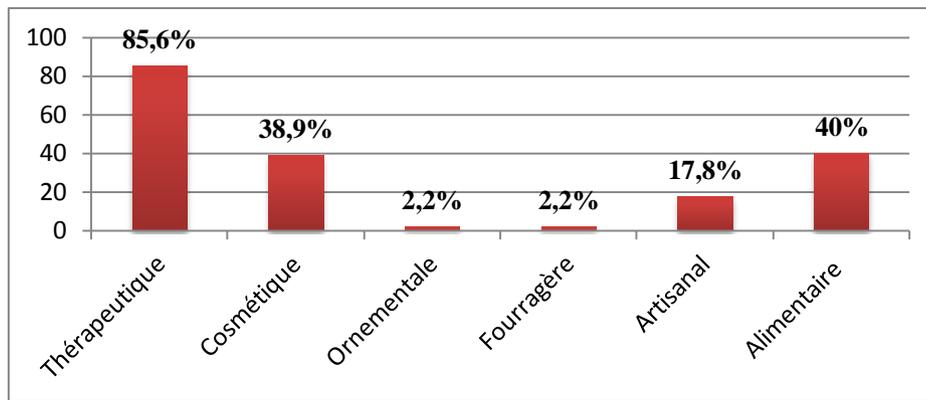


Figure36 : Différents usage de la verveine.

6.7.9. Forme d'utilisation

Pour l’application des traitements, on a rencontré différentes formes d’utilisation, dont la plus utilisée est la tisane avec 97.8%, suivie par les huiles essentielles avec 43.3%, poudre avec 20%, extrait avec 16.7%, et pour les huiles grasse 5.6% (Fig. 37).

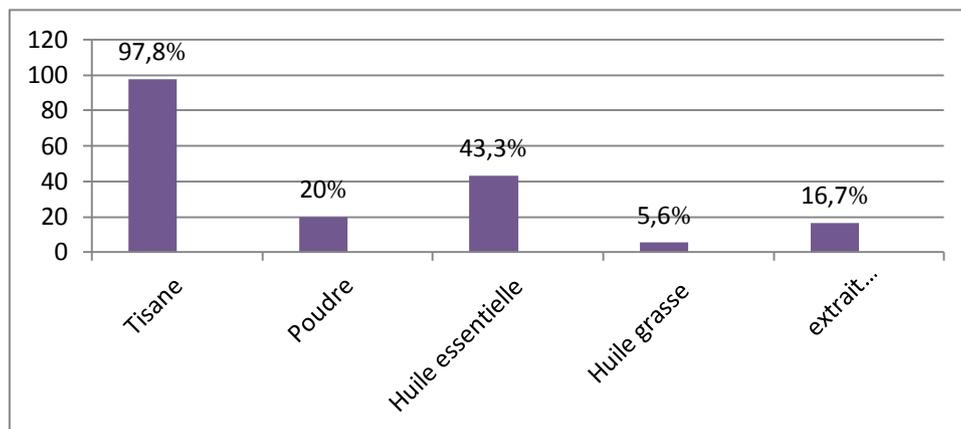


Figure 37 : Différents modes d'utilisations des remèdes à base de verveine.

6.7.10. Mode de préparation

Différentes pratiques thérapeutiques sont employées par la population locale pour le traitement. Le mode le plus appliqué dans les régions est l'infusion (82.2%) suivie par aromatisation en cuisine (cuite) (12.2%), décoction (4.4%), cru (1.1%) et pour cataplasme (00%) (Fig.38). La meilleure utilisation d’une plante est celle qui en préserverait toutes les propriétés tout en permettant l’extraction et assimilation des principes actifs. L’infusion est le mode de préparation qui réserve à la plante leurs principes actifs, La décoction permet de réchauffer le corps et désinfecter la plante pour annuler l’effet toxique de certaines recettes, mais elle peut détruire

certaines principes actifs de *Lippia citriodora* utilisées. De plus, les plantes médicinales ont des effets indésirables quand elles sont pratiquées de façon incorrecte par les patients. De ce fait, la médecine traditionnelle doit être pratiquée avec précaution et à l'intérieur des paramètres et des mesures bien précises. Selon Salhi *et al* (2010) les utilisateurs cherchent toujours la méthode la plus simple pour préparer les phytomédicaments, ce qui confirme la dominance du mode infusion dans notre cas. Les travaux de ; Chehma et Djebbar (2005) enregistrent que le mode infusion est le dominant et représente des taux de (50%), (20,45%) et (72,50%) respectivement. Le reste (33%) est préparé sous autre mode ; broyage, distillation à la vapeur, macération,

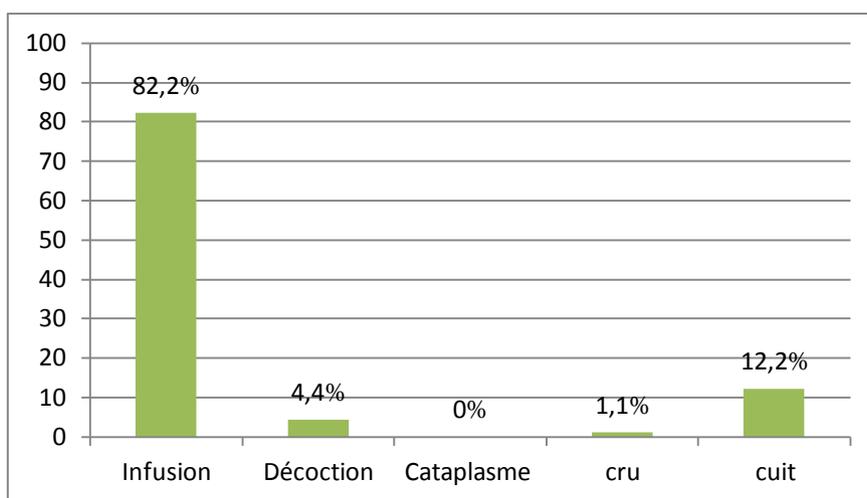


Figure 38 : Différents modes de préparations des traitements.

6.7.11.Dose utilisé

L'utilisation de la verveine par cuillerée représente un pourcentage de 60%. 21.1% utilisent la plante par poignée et 18.9% par pincée. Des doses précises : 73.3% quantité en g /verre et 26.7% quantité en g/litre sont aussi utilisées (fig39 et 40).

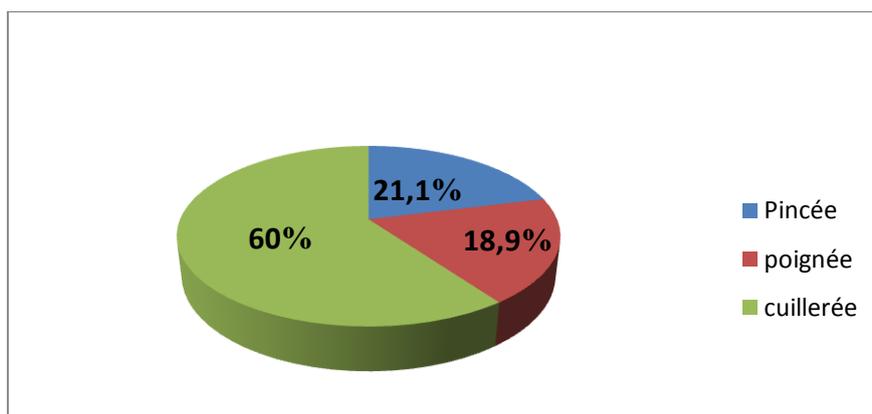


Figure 39 : Utilisation de la verveine selon la dose.

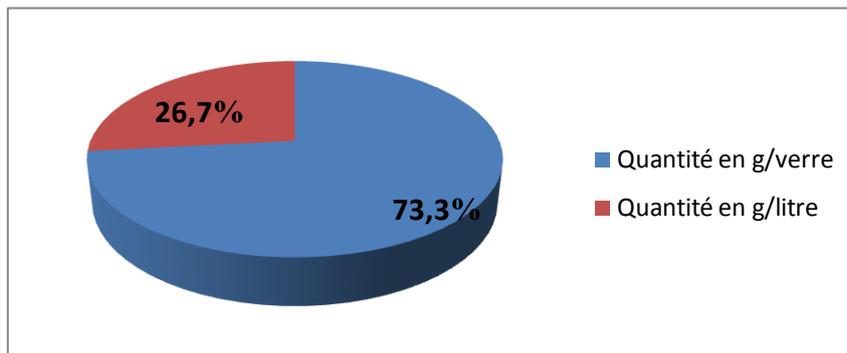


Figure 40 : Usage des plantes selon la précision de dose.

6.7.12. Mode d'administration

La plupart des recettes préparées sont prescrites par voie orale avec un grand pourcentage de 94.4% car elle représente la voie d'administration la plus simple, efficace et rapide. Le massage représente 18.9%, le rinçage et le badigeonnage représentent le même pourcentage 3.3% (fig41) Des résultats semblables ont été notés dans une étude ethnobotanique réalisée par **El hafian et al (2014)** qui ont trouvé que l'administration orale, qui regroupe la majorité des modes de préparation (infusion, macération, décoction, tisane, poudre interne) est la plus préconisée avec un taux de 77%.

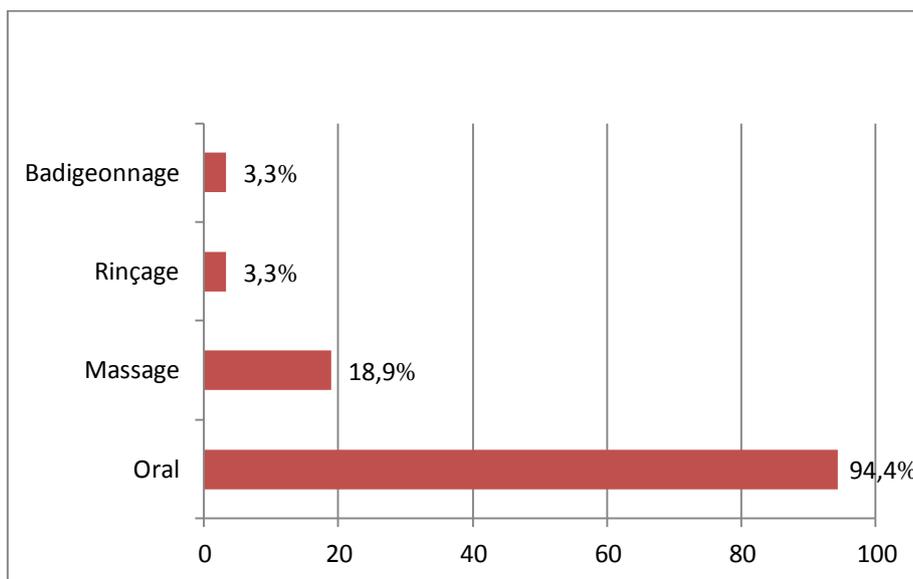


Figure 41 : Différentes mode d'administration.

6.7.13. Posologie

Le dosage des plantes médicinales (la verveine) ne demande pas une précision aussi délicate que celui des médicaments. La marge de tolérance est plus large mais il faut toutefois ne pas trop la dépasser.

Pour l'enfant, une prise unique par jour correspond à 87.8%, suivie par 10% pour deux prises par jour et 2.2% correspond à trios prises par jour (Fig.42).

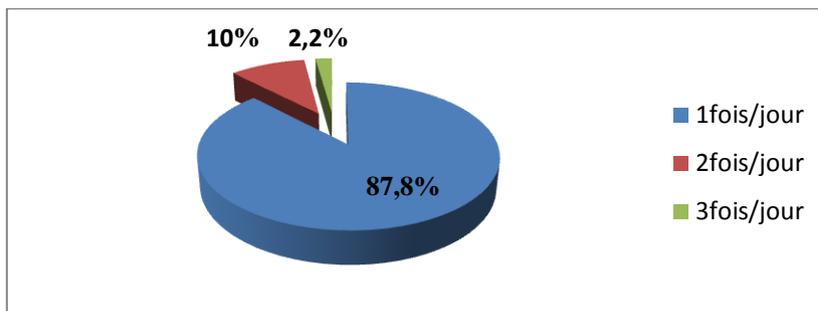


Figure 42 : Différentes posologies pour les enfants

Pour l'adulte, le pourcentage le plus faible c'est 14.4% l'utilisation d'une fois par jour, et 45.6%, utilisé deux fois par jour. Et 40% pour 3 fois (Fig. 43).

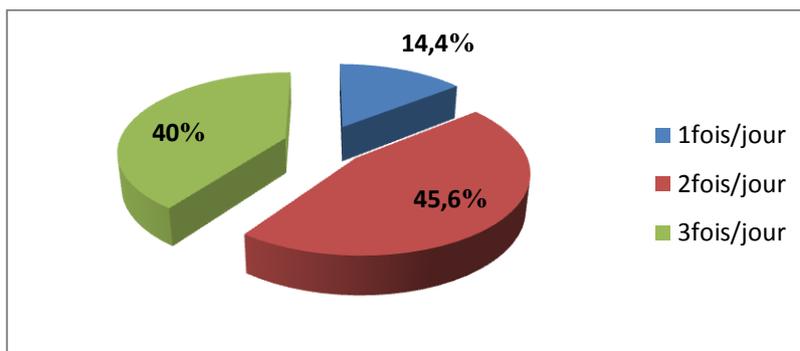


Figure43 : Différentes posologies pour les adultes.

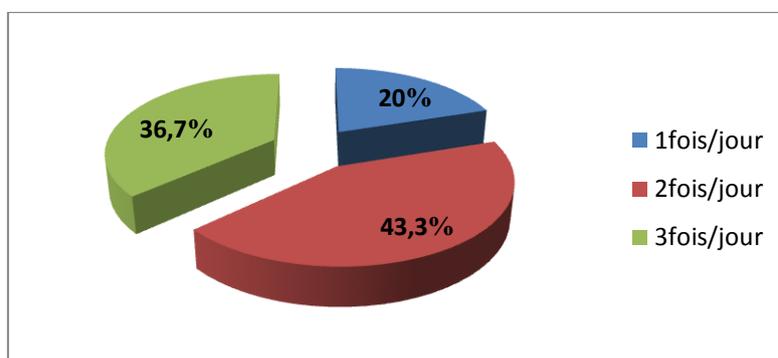


Figure44 : Différentes posologies pour les personnes âgées

Pour la personne âgée, 20%, 43.3%, 36.7% correspond successivement à une, deux et trois prises journalières (Fig. 44). Nous pouvons expliquer ces résultats selon l'Age des personnes. L'adulte est plus fort que l'enfant et la personne âgée ce que lui permet de prendre des prises quotidiennes plus élevées et plus intenses. Cette différence est due à plusieurs paramètres, comme l'absorption dont l'acidité d'estomac d'un enfant en bas âge est nettement plus faible que celle d'un adulte ce qui entraîne une absorption plus faible ou forte de certains principes actifs. Chez la personne âgée, le ralentissement du transit intestinal et la réduction de sécrétion d'acide gastrique perturbent l'absorption des traitements. Le paramètre d'élimination ou la vitesse d'évacuation d'estomac (vidange gastrique) est plus faible chez l'enfant, il en résulte un transit plus long et donc une absorption à travers la paroi gastrique plus forte. Par ailleurs, la capacité de l'organisme à dégrader les traitements à base végétale (métabolisme) n'est pas la même chez l'enfant, adulte et personne âgée. Certains composés sont déconseillés pour les enfants moins de 6 ans, exemple ; la mélisse et la verveine officinale.

6.7.14. Méthode de conservation :

La conservation de la verveine se fait en premier lieu dans des sachets en papiers 52.2%, à l'abri de la lumière (37.8%), c'est la méthode la plus simple et facile. La verveine aussi est placée immédiatement dans des flacons cela représente (25.6%), ainsi, elle est conservée dans des sachets en plastique (18.9%) (fig.45). Les sacs en plastique ne doivent pas être ordinaires comme le polyéthylène qui entraîne des modifications sur les végétaux conservés ou peut donner des odeurs (Delille, 2013).

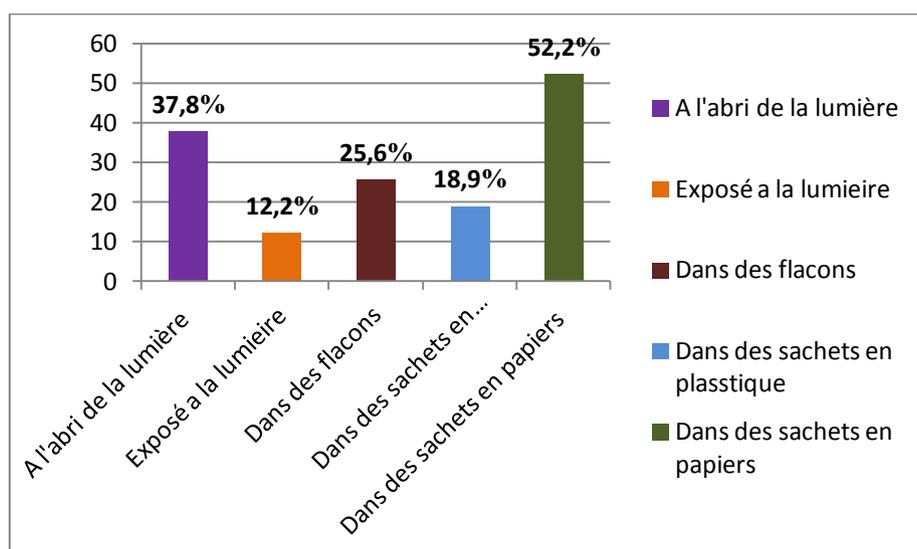


Figure 45 : Différentes méthodes de conservation.

6.7.15. Type de maladie traitée

L'analyse ethnobotanique a permis de répertorier un certain nombre de maladies traitées par les plantes médicinales. D'une façon générale, les résultats obtenus montrent que les symptômes les plus traités sont les affections de tubes digestifs avec un taux de (66.7%), suivi par les affections respiratoires (63.3%), affections neurologiques (20%), affections génito-urinaires (15.6%), affection métaboliques et affections cardio-vasculaire (13.3%), affections ostéo-articulaires (12.2%), affections dermatologiques(7.8%), et en dernier lieu les affections des glandes (4.4%) (fig. 45).

La dominance des affections digestives est confirmée par plusieurs autres auteurs. En effet, Ould El Hadj *et al* (2003) montrent aussi que les pathologies digestives dominent avec un taux de 26,4%. Ces mêmes résultats ont été trouvés par : **Tahri et al (2012)** dans la province de Settat (Maroc). **Hseini et al (2007)** qui ont montré que la plupart des espèces sont utilisées dans les soins de l'appareil digestif.

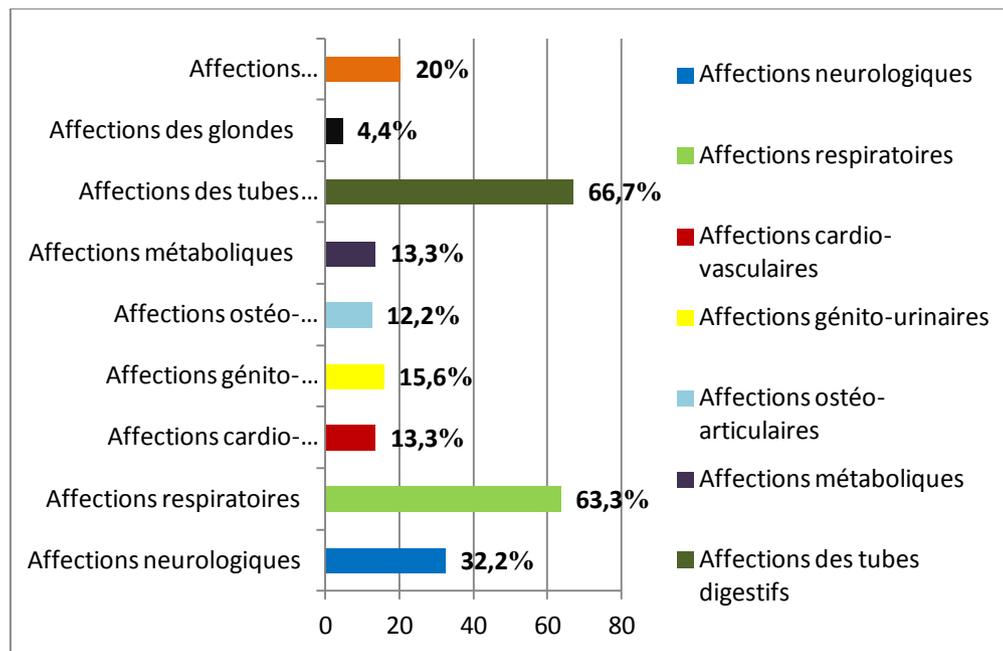


Figure 46 : Différentes maladies traitées.

6.7.16. Résultats des soins

Selon la figure 47 ,52.2% des gens estiment que la verveine permet une amélioration des maladies traitées par contre 47.8% estiment que la verveine permet seulement une guérison de l'état de santé.

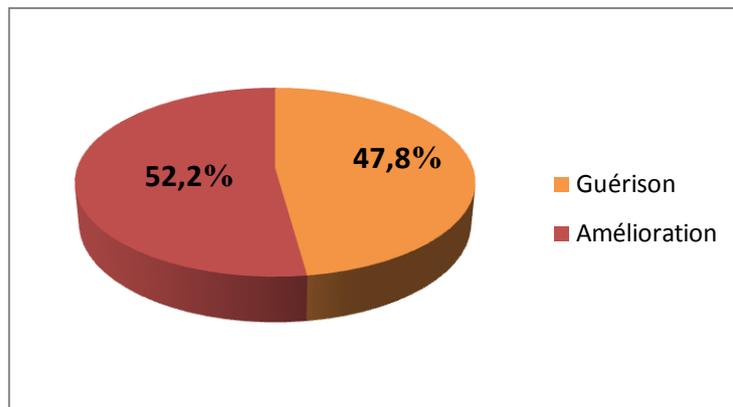


Figure 47 : Résultats d'utilisation la verveine.

6.7.17. Effet secondaire

La résultat obtenue selon la figure 48 ,Le danger pour notre population est que certains tradipraticiens amplifient les indications thérapeutiques des plantes, n'indiquent pas les précautions d'emploi, ne connaissent pas les effets secondaires et toxicité des plantes (Hmamouchi, 1999) Cependant, 90% de la population locale trouvent que la verveine ne provoque aucun effet secondaire et 10% de la population trouvent que la verveine provoque des effets secondaires comme l'allergie et le vomissement, l'inflammation de l'estomac .Des études similaires menées par Benkhniq et al (2011) confirment que 8% des personnes pensent que le traitement par plantes médicinales ; provoque des effets secondaires, états de toxicité et même une aggravation de maladie surtout dans le cas des affections dermatologiques.

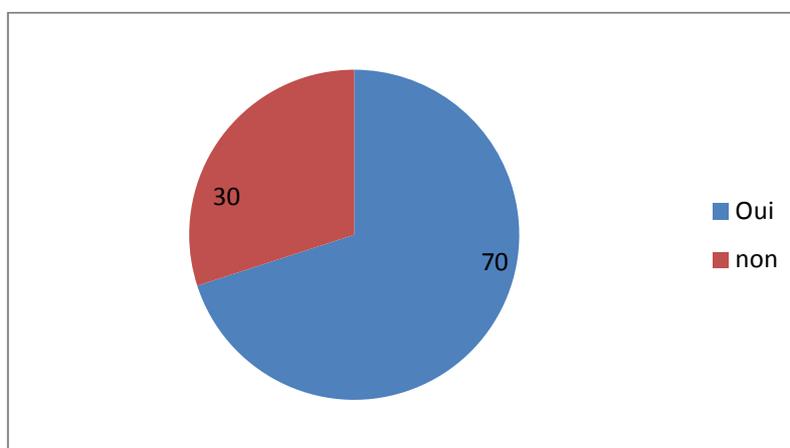


Figure 48 : Effets secondaires d'utilisation de la verveine.

6.7.18. Toxicité

Les résultats obtenus (figure 49) montrent que 71% des individus questionnés affirment que la verveine n'est pas toxique, et 8% n'ont pas une idée, 7 % ne savent pas et en dernier 4% affirment qu'elle est toxique, de même, la présente étude montre que la majorité des usagers de médecine traditionnelle ignorent tout sur la toxicité de ces plantes. Ces résultats coïncident avec ceux obtenus par **Benlamdini et al (2014)** qui ont trouvé que 60% des plantes utilisées ne sont pas toxiques contre 40% qui sont toxiques

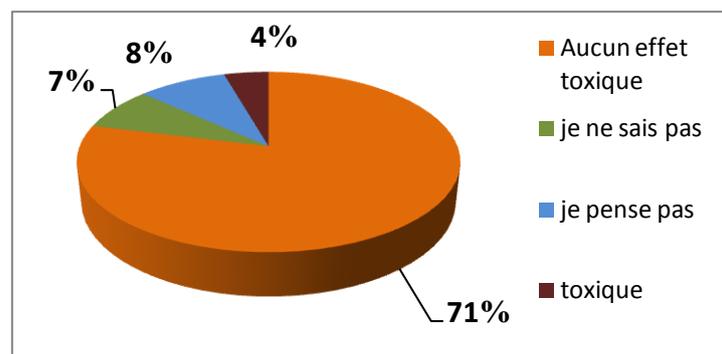


Figure 49: Usage de la verveine selon la toxicité de la verveine.

6.7.19. Précaution d'emploi

Environ 70% des personnes prennent des précautions d'emploi avant l'utilisation des drogues végétales y compris la verveine, ce sont généralement les gens qui ont des maladies chroniques ou sont allergiques à certaines plantes, ainsi que les femmes enceintes et enfants, ils doivent consommer la verveine sous la supervision des tradipraticiens (Fig.51). Aussi la toxicité de certaines plantes nous oblige à prendre des précautions. Il est recommandé de consulter un professionnel de santé en cas de doute sur les indications thérapeutiques, forme d'administration, dosage, fréquence et durée d'utilisation d'une plante médicinale.

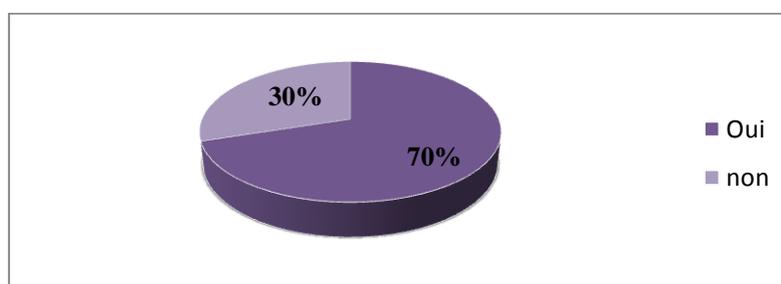


Figure 50 : Précaution d'emploi d'utilisation de la verveine.

Conclusion Générale

Conclusion

Au cours de ce travail, nous nous sommes intéressées à évaluer l'activité antioxydante des huiles essentielles et de l'hydrolat de *Lippia citriodora*, provenant de deux régions différentes : Ain-Defla et Tiaret.

L'extraction des huiles essentielles par hydrodistillation à partir des feuilles a permis d'avoir un rendement plus élevé pour les échantillons récoltés à Ain Defla, le screening phytochimique réalisé sur la poudre et l'infusé des plantes a montré que l'huile essentielle de la verveine contient les tanins, les tanins catéchiques, les tanins galliques, les alcaloïdes, et les glucosides.

L'étude de L'activités antioxydante par le test de piégeage du radical libre DPPH a montré que les huiles essentielles et l'hydrolat de la plante étudiée sont doués de propriétés antioxydant notamment pour les échantillons récoltés Une Enquête ethnobotanique sur l'utilisation traditionnelle de la plante a été effectuée. Les résultats obtenus montrent 67.8% de la population utilisent les médicaments traditionnels, 32.2% de la population utilisent les médicaments modernes et 71% des individus questionnés affirment que la verveine n'est pas toxique, Il serait intéressant de compléter ce travail par :

Des Analyses chromatographique d'HE pour identifier les molécules responsables de déférentes activités.

Références

Bibliographiques

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

A

- Abdallah, Z.; Belbali, A. 2019. Etude ethnobotanique des plantes. Thèse de magistère Université Ahmed Draïa- Adrar, Algérie.
- ABUHAMDAH, R.; MOHAMMED, A. 2014. Chemical, molecular pharmacology and neuroprotective properties of the essential oil derived from *Aloysia citrodora* Palau. Thèse de doctorat, Durham University Angleterre.
- ABDI, I., LAHOUEL, N., LEBIOD, B.; HIRECHE, S. E. 2020. Activité anti-inflammatoire *Aloysia citrodora*. Mémoire de fin d'étude ; Université de Jijel. Algérie
- AÏCHOUCHE, M.; BOUFALAKA, H. 2018. Contribution à l'étude activité antioxydant et activité antibactérienne de huile essentielle de *Matricaria pubscens*. Mémoire de fin d'étude, Université Echahid Hamma Lakhdar D'el-oued .Algérie
- AL-DEEN, M., MANSOOR, R.; ALJOUBBEH, M. 2015. Fluctuations of chemical composition of essential oil and antimicrobial of lemon verbena (*Lippia citrodora*) during growth stages in Syria. *International Journal of ChemTech Research*, 8, 704-710.
- ALDEEN, M. G. N., MANSOOR, R.et ; ALJOUBBEH, M. 2015. Fluctuations of phenols and flavonoids in infusion of lemon verbena (*Lippia citrodora*) dried leaves during growth stages. *Nutrition Food Science*. Vol.45 No.5 pp.766-773 ref.26.
- ALI-DELILLE, L. 2013. Les plantes médicinales;Algérie, Berti éditions. Algerie
- ALI, H., EL BELTAGI, H.; NASR, N. 2008. Assessment of volatile components, free radical-scavenging capacity and anti-microbial activity of lemon verbena leaves. *Res J Phytochem*, 2, 84-92.
- ANYINAM, C. 1995. Ecology and ethnomedicine: exploring links between current environmental crisis and indigenous medical practices. *Social science; medicine*, 40, 321-329.
- ARIBI, I. 2013. Etude ethnobotanique de plantes médicinales de la région du Jijel: étude anatomique, phytochimique, et recherche ; activités biologiques de deux espèces. Thèse de magistère, université des sciences et de la technologie HOUARI BOUMEDIENE (USTHB). Algérie
- BARRETEAU, D., DOGNIN, R.et ; VON GRAFFENRIED, C. 1997. Homme et le milieu végétal dans le bassin du Lac Tchad : Séminaire du Réseau Méga-Tchad, Sèvres, du 18 au 20 Septembre 1991, IRD Editions.

Référence bibliographique

- BEIRÃO, A.; BERNARDO-GIL, M. 2005. Antioxidants from *Lavandula luisieri*. Proceedings of 2nd Mercosur Congress on Chemical Engineering. Rio de Janeiro. August 14th to 18th, 2005, Rio de Janeiro, Brazil.
- BENJILALI, B. 2004. Extraction des plantes aromatiques et médicinales cas particulier del'entraînement à la vapeur d'eau et ses équipements. Manuel pratique. Huiles essentielles: de la plante à la commercialisation, 17-59.
- BENKHNIGUE, O., ZIDANE, L., FADLI, M., ELYACOUBI, H., ROCHDI, A. et ; DOUIRA, A. 2010. Etude ethnobotanique des plantes médicinales dans la région de Mechraâ Bel Ksiri (Région du Gharb du Maroc). *Acta botánica barcinonensia*, 191-216.
- BENLAMDINI, N., ELHAFIAN, M., ROCHDI, A. ZIDANE, L. 2014. Étude floristique et ethnobotanique de la flore médicinale du Haut Atlas oriental (Haute Moulouya). *Journal of applied biosciences*, 78, 6771-6787.

B

- BENSAID, A. ; KADRI, Y. 2019. Étude ethnobotanique et antifongique de *Cistanche tinctoria* Et *Cistanche violacea* dans la wilaya d'Adrar. Thèse de magistère Université Université Ahmed Draïa-Adrar. Algérie
- BONJEAN, A. 2001. Histoire de la culture des céréales et en particulier de celle du blé tendre (*Triticum aestivum* L.). Dossier de l'environnement de l'INRA, 21, 29-37p.
- BONNEMAISON, J. 1996. Les fondements géographiques d'une identité. L'archipel du Vanuatu, 199- 205.
- BOUKABOUR, S., TOUATI, A. et SEBTI, M. E. 2011. Etude de quelques huiles essentielles en vue ; une valorisation phytosanitaire. Mémoire de mastère ; Université de Jijel. Algérie
- BURFIELD, T. et REEKIE, S.-L. 2005. Mosquitoes, malaria and essential oils. *International Journal of Aromatherapy*, 15, 30-41.
- BURITS, M. et ; BUCAR, F. 2000. Antioxidant activity of *Nigella sativa* essential oil. *Phytotherapy research*, 14, 323-328.
- BURT, S. 2004. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. *International journal of food microbiology*, 94, 223-253.
- Beirão ARB. Et Bernardo-Gil MG., 2006. Antioxidants from *Lavandula luisieri*. 2nd Mercosur Congress on Chemical Engineering. Portugal. 8p.

C

- CATALAN, C. A. et; DE LAMPASONA, M. E. 2002. The chemistry of the genus *Lippia* (Verbenaceae). *Oregano: the genera Origanum and Lippia*, 1, 127-149.
- Chapman, RE (2009). Chimie des terpènes de la Verveine citronnelle (*Aloysia citriodora*) : variation naturelle et réponse aux variables écologiques et agricoles (Thèse de doctorat, uga). Extrait de https://getd.libs.uga.edu/pdfs/chapman_rebekah_e_200908_phd.pdf.
- CHEHMA, A. et ; DJEBAR, M. R. 2008. Les espèces médicinales spontanées du Sahara septentrional algérien: distribution spatio-temporelle et étude ethnobotanique. *Synthèse: Revue des Sciences et de la Technologie*, 17, 36-45
- CHEURFA, M. et; ALLEM, R. 2016. Évaluation de l'activité anti-oxydante de différents extraits des feuilles d'*Aloysia triphylla* (L'Hérit.) in vitro. *Phytothérapie*, 14, 181-187, Université H.B.Chleff Algérie
- CHOUITAH, O. 2012. Composition chimique et activité antibactérienne des huiles essentielles des feuilles de *Glycyrrhiza glabra*. Thèse de doctorat . Université Université d'Oran1 -Ahmed Ben Bella. Algérie
- COURTIAL, S. 2005. Précis d'aromathérapie vétérinaire à l'usage des pharmaciens d'officine. Université de Nantes. UFR de Sciences Pharmaceutiques et biologiques.

D

- DAMASCENO, E. I. T., SILVA, J. K. R., ANDRADE, E. H. A., SOUSA, P. J. C. et ; MAIA, J. G. S. 2011. Antioxidant capacity and larvicidal activity of essential oil and extracts from *Lippia grandis*. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 21, 78-85.
- DE FIGUEIREDO, R. O., STEFANINI, M. B., MING, L. C., MARQUES, M. O. M. et FACANALI, R. Essential oil composition of *Aloysia triphylla* Britton leaves cultivated in Botucatu, São Paulo, Brazil. XXVI International Horticultural Congress: The Future for Medicinal and Aromatic Plants 629, 2002. 131-134.
- DERRIDJ, A., GHEMOURI, G., MEDDOUR, R. et; MEDDOUR-SAHAR, O. Approche ethnobotanique des plantes médicinales en Kabylie (wilaya de Tizi Ouzou, Algérie). *International Symposium on Medicinal and Aromatic Plants-SIPAM2009* 853, 2009. 425-434.
- DIATTA, C., GUEYE, M. et AKPO, L. 2013. Les plantes médicinales utilisées contre les dermatoses dans la pharmacopée Baïnouk de Djibonker, région de Ziguinchor (Sénégal). *Journal of applied biosciences*, 70, 5599-5607.

Référence bibliographique

- DJENAD, F., AZIRI, H. et BOULEKBACHE, L. E. 2017. Etude comparative de la composition phénolique et de l'activité antioxydante de quelques infusions (Tisane et thé).
- DORMAN, H. D. et DEANS, S. G. 2000. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *Journal of applied microbiology*, 88, 308-316.
- DOUNIAS, E., RODRIGUES, W. et PETIT, C. 2000. Revue de la littérature ethnobotanique pour l'Afrique Centrale et l'Afrique de l'Ouest= Review of ethnobotanical literature for Central and West Africa. *Bulletin du Réseau Africain d'Ethnobotanique*, 5-117
- DUTERTRE, J. M.-J. 2011. Enquête prospective au sein de la population consultant dans les cabinets de médecine générale sur l'île de la Réunion: à propos des plantes médicinales, utilisation, effets, innocuité et lien avec le médecin généraliste.

E

- EBERHARD, T., ROBERT, A. et ; ANNELEISE, L. 2005. Plantes aromatiques, épice aromates, condiments et huiles essentielles. Tec et Doc. Lavoisier. Paris France.
- EL-HAWARY, S. S., YOUSIF, M. F., MOTAAL, A. A. A. et ; ABD-HAMEED, L. M. 2012. Bioactivities, phenolic compound and in-vitro propagation of *Lippia citriodora* Kunth cultivated in Egypt. *Bulletin of Faculty of Pharmacy, Cairo University*, 50, 1-6.
- EL HADJ, M. O., HADJ-MAHAMMED, M., ZABEIROU, H. et CHEHMA, A. 2003. Importance des plantes spontanées médicinales dans la pharmacopée traditionnelle de la région d'Ouargla (Sahara Septentrional-Est Algérien). *Sciences et ; Technologie. C, Biotechnologies*, 73-78.
- EL HAFIAN, M., BENLANDINI, N., ELYACOUBI, H., ZIDANE, L. et ; ROCHDI, A. 2014. Étude floristique et ethnobotanique des plantes médicinales utilisées au niveau de la préfecture d'Agadir-Ida- Outanane (Maroc). *Journal of applied biosciences*, 81, 7198-7213.
- EL HILAH FATIMA, F. B. A., DAHMANI, J., BELAHBIB, N. et ZIDANE, L. 2015. Étude ethnobotanique des plantes médicinales utilisées dans le traitement des infections du système respiratoire dans le plateau central marocain. *Journal of Animal et Plant Sciences*, 25, 3886-3897.

F

- FAUCON, M. 2017. *Traité d'aromathérapie scientifique et médicale, les huiles essentielles: fondements et aide à la prescription*, Éditions Sang de la terre. Pays

Référence bibliographique

- FILLON, L. 2014. Le thé et le syndrome métabolique. Thèse pour le. Diplôme d'État de Docteur en Pharmacie. Fillon Laetitia née le 03 juillet 1990.
- Favier A. (2003) ; Le stress oxydant: intérêt conceptuel et expérimental.

G

- GHÉDIRA, K. et ; GOETZ, P. 2017. Verveine odorante *Aloysia citriodora* Paláu (*Lippia citriodora*). Lavoisier. Paris France
- GHNIMI, W. 2015. Étude phytochimique des extraits de deux Euphorbiaceae: *Ricinus communis* et *Jatropha curcas*. Évaluation de leur propriété anti-oxydante et de leur action inhibitrice sur l'activité de l'acétylcholinestérase. Université de Lorraine.
- GUEDJE, N. M., FOKUNANG, C. N., JIOFACK, R. et ; DONGMO, R. 2010. Opportunités d'une exploitation soutenue des plantes médicinales dans l'aménagement forestier. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 4.

H

- HAMEURLAINE, S. Mise en évidence des huiles essentielles contenues dans la plante *Pituranthos scoparius* de la région de ghardaïa. Thèse de doctorat, Université de Ouargla-Kasdi Merbah. .
- HMAMOUCHE, M. 1997. Plantes alimentaires, aromatiques, condimentaires, médicinales et toxiques au Maroc. Identification of wild food and non-food plants of the Mediterranean region. Chania: CIHEAM-IAMC, 89-108.
- HMAMOUCHE, M. 2001. Les plantes médicinales et aromatiques marocaines. Maroc.
- HOUDA, M. et ; MARIA, B. 2020. Détermination des huiles essentielles des aiguilles de pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.).
- HSEINI, S., KAHOUADJI, A., LAHSSISSENE, H. et ; TIJANE, M. 2007. Analyses floristique et ethnobotanique des plantes vasculaires médicinales utilisées dans la région de Rabat (Maroc occidental). *Lazaroa*, 28, 93.
- HUSSAIN, A. I. 2009. Characterization and biological activities of essential oils of some species of Lamiaceae. Faisalabad, Thèse de doctorat Université of Agriculture.pays

J

- JEAN, B. 2009. Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales (4e éd.), Lavoisier. France

Référence bibliographique

- JOUAULT, S. 2012. La qualité des huiles essentielles et son influence sur leur efficacité et sur leur toxicité. Université de Lorraine.

K

- KACHETEL, L. et ; SAHMI, A. 2017. ÉTUDE DE L'ACTIVITÉ ANTIMICROBIENNE DE L'HUILE ESSENTIELLE EXTRAITE DES FRUITS DE *Coriandrum sativum* L. A. 2017.
- KALEMBA, D. et ; KUNICKA, A. 2003. Antibacterial and antifungal properties of essential oils. *Current medicinal chemistry*, 10, 813-829.
- KALOUSTIAN, J. et ; HADJI-MINAGLOU, F. 2012. La connaissance des huiles essentielles: qualilogie et aromathérapie; Entre science et tradition pour une application médicale raisonnée, Springer.
- KIMBARIS, A. C., SIATIS, N. G., DAFERERA, D. J., TARANTILIS, P. A., PAPPAS, C. S. et ; POLISSIOU, M. G. 2006. Comparison of distillation and ultrasound-assisted extraction methods for the isolation of sensitive aroma compounds from garlic (*Allium sativum*). *Ultrasonics sonochemistry*, 13, 54- 60.
- KIZIL, S. et ; TONÇER, Ö. 2016. Essential oil and microelement composition of *Thymus citriodorus* L. and *Lippia citriodora* HBK.

L

- LAURENT, J. 2017. Conseils et utilisations des huiles essentielles les plus courantes en officine. Université Toulouse III-Paul Sabatier.
- LENOIR, L. 2011. Effet protecteur des polyphénols de la verveine odorante dans un modèle d'inflammation colique chez le rat. Université d'Auvergne-Clermont-Ferrand I.

M

- MADHAVI, D. L., DESHPANDE, S. et ; SALUNKHE, D. K. 1995. Food antioxidants: Technological: Toxicological and health perspectives, CRC Press.
- MALAISSE, F. 2004. Ressources alimentaires non conventionnelles. *Tropicultura*, 22, 30-36.
- MAYER, F. 2012. Utilisations thérapeutiques des huiles essentielles: Etude de cas en maison de retraite. Université de Lorraine.

Référence bibliographique

- MEHDIOUI, R. et ; KAHOUADJI, A. 2007. Etude ethnobotanique auprès de la population riveraine de la forêt d'Amsittène: cas de la Commune d'Imi n'Tlit (Province d'Essaouira). Bulletin de l'Institut scientifique, Rabat, section Sciences de la vie, 29, 11-20.
- MNAYER, D. 2014. Eco-Extraction des huiles essentielles et des arômes alimentaires en vue d'une application comme agents antioxydants et antimicrobiens. Université d'Avignon.
- MOHAMMEDI, Z. 2006. Etude du pouvoir antimicrobien et antioxydant des huiles essentielles et flavonoïdes de quelques plantes de la région de Tlemcen. Mémoire de Magister. Université Abou Bakr Belkaïd Tlemcen. 105p.
- MOTHANA, R. A., ABDO, S. A., HASSON, S., ALTHAWAB, F., ALAGHBARI, S. A. et ; LINDEQUIST, U. 2010. Antimicrobial, antioxidant and cytotoxic activities and phytochemical screening of some yemeni medicinal plants. Evidence-based Complementary and alternative medicine, 7, 323- 330.

N

- NDJOUONDO, G. P., NGENE, J.-P., NGOULE, C., KIDIK, P., NDJIB, R., DIBONG, S. D. ; MPONDO, M. 2015. Inventaire et caractérisation des plantes médicinales des sous bassins versants Kambo et Longmayagui (Douala, Cameroun). Journal of Animal et Plant Sciences, 25, 3898-3916.

O

- OUIS, N. 2015. Etude chimique et biologique des huiles essentielles de coriandre, des fenouils et de persil. Diss. Thèse de doctorat, Université Ahmed Ben Bella-Oran, Alger.
- ÖZEK, T., KIRIMER, N., BASER, K. et ; TÜMEN, G. 1996. Composition of the essential oil of *Aloysia triphylla* (L'Herit.) Britton grown in Turkey. Journal of Essential Oil Research, 8, 581-583.

P

- PADRINI, F. et; LUCHERONI, M. T. 2003. Le grand livre des huiles essentielles, Éditions de Vecchi. PASCUAL, M., SLOWING, K., CARRETERO, E., MATA, D. S. & VILLAR, A. 2001. *Lippia*: traditional uses, chemistry and pharmacology: a review. Journal of ethnopharmacology, 76, 201-214.
- PIERRE, M. et ; LIS, M. 2000. Secrets des plantes: pour se soigner naturellement, Artémis éditions. Pays

Référence bibliographique

- PIERRON, C. 2014. Les huiles essentielles et leurs expérimentations dans les services hospitaliers de France: exemples d'applications en gériatrie-gérontologie et soins palliatifs. Université de Lorraine.
- PIOCHON, M. 2008. Étude des huiles essentielles d'espèces végétales de la flore laurentienne: composition chimique, activités pharmacologiques et hémi-synthèse, Université du Québec à Chicoutimi.

Q

- QNAIS, E., ABU-SAFIEH, K., ABU-DIEYEH, M. et ; ABDULLA, F. 2009. Antinociceptive effect of two flavonoids from *Aloysia triphylla* L. *Jordan Journal of Biological Sciences*, 2, 167-170.

R

- RAMADE, F. 1993. Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement, Ediscience international.
- RASTEGARI, M. 2020. Les dysménorrhées. Université Toulouse III-Paul Sabatier.
- REMMAL, A., BOUCHIKHI, T., RHAYOUR, K., ETTAYEBI, M. et; TANTAOUI-ELARAKI, A. 1993. Improved method for the determination of antimicrobial activity of essential oils in agar medium. *Journal of Essential Oil Research*, 5, 179-184.

S

- SAADI, F., ADJIR, H. et; CHIKHOUNE, A. E. 2018. Evaluation in vitro de l'activité antimicrobienne des huiles essentielles de deux plantes médicinales locales: *Thymus munbyanus* Bioss. Et; Reut et *Rosmarinus officinalis* L.
- SALHI, S., FADLI, M., ZIDANE, L. DOUIRA, A. 2010. Etudes floristique et ethnobotanique des plantes médicinales de la ville de Kénitra (Maroc). *Lazaroa*, 31, 133.
- SANTOYO, S., CAVERO, S., JAIME, L., IBANEZ, E., SENORANS, F. et; REGLERO, G. 2005. Chemical composition and antimicrobial activity of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil obtained via supercritical fluid extraction. *Journal of food protection*, 68, 790-795.

Référence bibliographique

- SHARIFIFAR, F., DEHGHAN-NUDEH, G. et; MIRTAJALDINI, M. 2009. Major flavonoids with antioxidant activity from *Teucrium polium* L. *Food chemistry*, 112, 885-888.

V

- VILLAÑO, D., FERNÁNDEZ-PACHÓN, M., MOYÁ, M. L., TRONCOSO, A. et; GARCÍA-PARRILLA, M. 2007. Radical scavenging ability of polyphenolic compound towards DPPH free radical. *Talanta*, 71, 230-235.

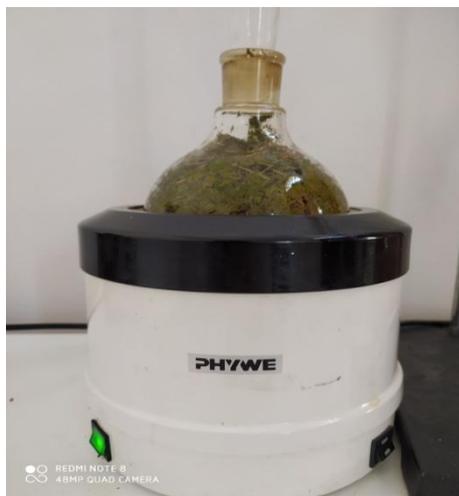
Z

- ZHENG, W. et; WANG, S. Y. 2001. Antioxidant activity and phenolic compound in selected herbs. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 5165-5170.

ANNEXES

ANNEXE 01 :

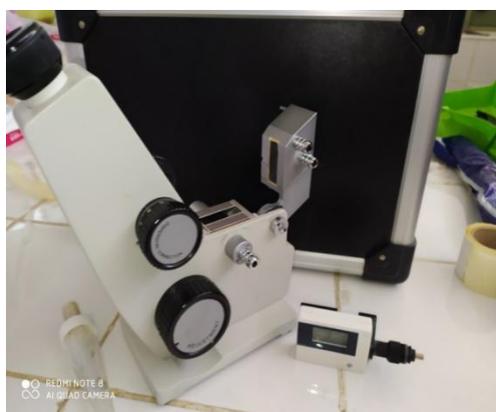
Matériels utilisés :



Balance et CI venger



Spectrophotomètre



Réfractomètre



Appareillage de l'hydro distillation



ph mètre



Micropipette 10_1000µl

Les produits utilisés :

DPPH, Eau distillée, Ethanol, Méthanol, Vitamine C

Matériels utilisés :

Bouteilles, Cuve, Eprouvette graduée, Flacon opaque, Pipette 1000 µl, Pipette graduée, Portoir, Tubes à essai, Balance analytique de précision, Les tubes épindorfs,

ANNEXE 02 :

Tableau : tableau représente les résultats d'inhibitions de vitamine C, des HEs et des hydrolats

	200 µg /ml		400 µg/ml		600 µg /ml		800 µg /ml		1000 µg /ml	
	Do	I%	Do	I%	Do	I%	Do	I%	Do	I%
HE Ain Defla	0.136	93.12	0.317	83.96	0.157	92.05	0.201	89.83	0.229	94.05
HE Tiaret	0.348	82.39	0.595	69.90	0.119	93.98	0.110	94.43	0.088	95.54
Hydrolat Ain Defla	0.207	89.52	0.219	88.92	0.200	89.88	0.205	89.63	0.100	94.94
Hydrolat Tiaret	0.341	82.75	0.311	84.26	0.205	89.3	0.331	83.25	0.216	90.1
Vit C	1.017	48.75	1.044	47.19	1.002	49.31	0.879	55.53	0.12	93.82

ANNEXE 03

Fiche questionnaire utilisée

Questionnaire : Plantes médicinales et phytothérapie

- Date.....
- Commune.....
- Auteur.....
- Lieu dit.....

Profil de personne enquêtée

- Age :
- Sexe : Masculin Féminin
- Profession :
- Situation familiale : Célibataire Marié Veuf Divorcé
- Niveau académique : Analphabète Primaire Secondaire Universitaire
- Origine de l'information : Lecture Herboriste Guérisseur Expérience des autres

Matériel végétal

- Nom local :
- Nom scientifique :
- Type de plante : Sauvage Cultivée Adventice
- Technique de la récolte : Manuel Mécanique
- Moment de la récolte : saison :
- Plante seule Association possible :
- État de la plante : Fraîche Desséché

Si desséché, méthode de séchage : A l'abri de la lumière Exposé à la lumière

- Partie utilisée : Tige Fleurs Fruits Graine Écorce Rhizome Bulbe
- Feuilles Plante entier Autres combinaisons.....
- Usage de la plante : Thérapeutique Cosmétique Ornementale Fourragère
- Artisanal Alimentaire
- Forme d'emploi : Tisane Poudre Huiles essentielles Huiles grasses Extrait
- (Teinture, solution, gélule) Autre.....

▪ **Mode de préparation :** Infusion Décoction Cataplasme Cru Cuit Autre....

▪ **Dose utilisée :** Pincée poignée Cuillerée

▪ **Dose précise :**

Quantité en g/ verre :

Quantité en g/ litre :

Autres :

▪ **Mode d'administration :** Oral Massage Rinçage Badigeonnage Autres.....

▪ **Posologie :** nombre de prise par jour.

Pour les enfants : 1 fois/jour 2 fois/jour 3 fois/jour Autres

Pour les personnes âgées : 1 fois/jour 2 fois/jour 3 fois/jour Autres.....

Pour les Adultes : 1 fois/jour 2 fois/jour 3 fois/jour Autres.....

▪ **Durée d'utilisation (durée de traitement) :**

Un jour Une semaine Un mois Jusqu'à la guérison

▪ **Méthode de conservation :** A l'abri de la lumière Exposé à la lumière Dans des Flacons Dans des sachets en plastiques Dans des sachets en papier Autres....

▪ **Type de maladie :**

Affections dermatologiques

Affections respiratoires

Affections cardio-vasculaires

Affections génito-urinaires

Affections ostéo-articulaires

Affections métaboliques

Affections des tubes digestifs

Affections des glandes

Affections neurologiques

▪ **Résultats :** Guérison Amélioration

▪ Effet secondaire

▪ Toxicité

▪ **Précaution d'emploi :**