



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة محمد البشير الإبراهيمي برج بوعريريج
Université de Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A.
كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الأرض والكون
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers
قسم العلوم البيولوجية
Département des Sciences Biologiques



Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine Des Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Ecologie et Environnement

Spécialité : Biodiversité et Environnement

Intitulé

**Etude comparative entre les huiles essentielles des
feuilles sèches et fraîches de l'inule visqueuse
(*Inula viscosa L.*)**

Présenté par : Belaabed Thana et Chikh Mouna

Membres de jury :

Président : M^r Benyoucef .N MCB (Univ Mohamed El Bachir El Ibrahimi)

Encadrant : M^{elle} Regoui.C MAA (Univ Mohamed El Bachir El Ibrahimi)

Examineur: M^{me} Fellah.F MAA (Univ Mohamed El Bachir El Ibrahimi)

Année universitaire : 2019/2020

Remerciements

En premier lieu, nous remercions **ALLAH** le tout puissant de nous avoir données la volonté, la santé et le courage pour réaliser ce travail.

Ce travail n'aurait pu se faire sans le soutien de nous parents que nous remercions de tous cœur pour leurs encouragements.

Un immense merci à notre promotrice **Mlle REGOUI CHELBIA**. recevez ici nos sincères remerciements pour la confiance et les conseils que vous nous avez accordés. Merci également pour votre encadrement, votre disponibilité et votre gentillesse.

Nous adressons nos sincères remerciements aux membres du jury nous nous remercions vivement: **M^r BENYOUCEF NABIL** de nous avoir fait l'honneur de présidé le jury de ce mémoire. Nous remercions notre examinateur : **M^{me} FELLAH FAHIMA**, pour nous avoir fait l'honneur d'accepter d'examiner ce modeste travail.

A tous les enseignants.

Toutes nos salutations à tous nos collègues de la promotion de master 2(2020) pour les sympathiques moments qu'on a passé ensemble.

Que toute personne ayant participé de près ou de loin à l'élaboration de ce travail, trouve ici l'expression de nos très vifs remerciements.

Dédicaces

Je tiens tout d'abord à remercier ALLAH le tout puissant de m'avoir donné la santé, la force et le courage afin d'achever ce travail.

A mes Parents

A mes sœurs *Chifaa, Ritedj* et *Chahd*

A mon frère *Hatem Abd el-mouhcín*

A tous ceux qui m'aiment

Thana

Liste des abréviations

MS: Métabolites Secondaires.

CP: Composés Phénoliques.

MHR: Masse de l'Huile Récupérée.

MMV: Masse de la Matière Végétale.

HD: Hydrodistillation.

SD: Steam Distillation.

CG: Chromatographie Gazeuse.

SM: Spectrométrie de Masse.

CG/SM: Chromatographie Gazeuse couplée à une Spectrométrie de Masse.

MS: Matière Sèche.

Listes des figures

Figure 01: Les parties aériennes d' <i>Inula viscosa</i> (Boumaza, 2011).	04
Figure 02: Miel d'inule (Boumaza, 2011).	07
Figure 03: Dispositif d'Hydrodistillation, le Clevenger (Lamamra, 2007).	13
Figure 04: Dispositif de l'extraction par entraînement à la vapeur d'eau (El Haib, 2011).	14

Liste des tableaux

Tableau 01: Rendements des huiles essentielles de la plante sèche et fraîche (Boumaza, 2011).	11
--	----

TABLE DES MATIERES

Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction	1

CHAPITRE I : Généralités sur *Inula viscosa*

I.1. Présentation d' <i>Inula viscosa</i>	2
I.2. Systématique	2
I.3. Description botanique	3
I.3.1. Parties aériennes	4
I.3.1.1. Tige	4
I.3.1.2. Feuille	5
I.3.1.3. Fleur.....	5
I.3.1.4. Fruit.....	5
I.3.2. Parties souterraines.....	5
I.4. Répartition géographique	6
I.5. Intérêts d' <i>Inula viscosa</i>	6
I.5.1. Intérêt apicole	6
I.5.2. Intérêt écologique	7
I.5.3. Aspects phytochimiques	8
I.5.4. Aspects pharmacologiques	8

CHAPITRE II : Métabolites primaires et secondaires

II.1. Métabolites primaires	9
II.2. Métabolites secondaires	9
II.2.1. Huiles essentielles	9
II.2.2. Composition chimique d' <i>Inula viscosa</i>	11

Chapitre III : Méthodes d'extraction des huiles essentielles

III.1. Méthodes d'extraction des huiles essentielles	13
III.1.1. Hydrodistillation	13
III.1.2. Entraînement à la vapeur d'eau	13

III.1.3. Hydrodiffusion	14
III.1.4. Extraction par du CO2 supercritique	14
III.1.5. Extraction assistée par micro-ondes	15
III.1.6. Expression à froid	15
III.1.7. Extraction par solvants volatils	15
III.2. Rendement en huile essentielle	16
III.3. Analyse de l'huile essentielle extraite	16

CHAPITRE IV : Analyse bibliographique

IV. Analyse bibliographique	17
Conclusion	20

Références bibliographiques



Introduction

Introduction

Le bassin méditerranéen présente une très grande diversité en espèces végétales et un grand intérêt pour toute étude scientifique qu'elle soit biologique ou écologique, vue sa grande richesse et l'hétérogénéité des facteurs historiques, paléogéographiques, géologiques et écologiques.

L'Algérie par sa position biogéographique offre une très grande diversité écologique et floristique qui reste très peu explorée, estimée à plus de 3000 espèces appartenant à plusieurs familles botaniques, dont 15% sont endémiques (**Louni, 1994**).

Dans le cadre de la valorisation de la flore algérienne, nous nous sommes intéressés à une espèce de la famille des Astéracée. La plante sur laquelle a porté notre choix est une espèce aromatique : *Inula viscosa*.


Cette espèce est largement utilisée en médecine traditionnelle, autour du bassin méditerranéen, *Inula viscosa* appelée communément « Inule visqueuse », est une espèce végétale peu exigeante en facteurs écologiques, on peut la trouver un peu partout en Algérie.

Les extraits bruts des plantes commencent à avoir beaucoup d'intérêt comme source potentielle de molécules naturelles bioactives, elles ont fait l'objet d'étude pour leur éventuelle utilisation comme alternative à la protection des végétaux (**Boudjemaa, 1999 in Boukemaya, 2016**).

Notre étude bibliographique a porté sur l'extraction des huiles essentielles de l'inule visqueuse et leur rendement.

Cette étude est subdivisée en quatre chapitres, le premier présentera des généralités sur *Inula viscosa*, le second traitera les métabolites primaires et secondaires et le troisième abordera les méthodes d'extraction des huiles essentielles, et dans le dernier chapitre on exposera notre analyse bibliographique.

Et enfin, nous finirons par une conclusion.



CHAPITRE I
Généralités sur
Inula viscosa

I.1. Présentation de la plante:

La flore Algérienne est caractérisée par sa diversité florale, estimée à plus de 3000 espèces appartenant à plusieurs familles botaniques (**Gaussen et al., 1982; Anonyme, 2014 in Chaou, 2017**).

L'inule visqueuse est une plante des régions méditerranéennes, très connue et largement utilisée en médecine traditionnelle. Elle appartient à la famille des Astéracées. Cette famille est l'une des plus répandue dans le monde végétal. Elle comprend plus de 13 tribus, 1000 genres et 23000 espèces (**Guignard, 1994**). Aussi, il en existerait 109 genres et 408 espèces en Algérie et 111 genres et 638 espèces en France (**Quezel et Santa, 1963 in Chaou, 2017**).

- **Inula** : viendrait du grec : Inéo, qui signifie « je purge » allusion à une propriété thérapeutique de la plante (**Fauron et al., 1983 in Chaou, 2017**).
- **Viscosa** : il signifie « visqueuse » (**Fournier, 1947 in Chaou, 2017**).

I.2. Systématique:

D'après **Ciccarelli (2007 in Chaou, 2017)**, *Inula viscosa* a été rattachée au genre *Ditrichia* car elle possède des poils glanduleux sur l'ovaire, ce qui n'est pas le cas des autres espèces du genre *Inula*. D'après (**Fournier, 1947 in Chaou, 2017**), la position systématique de l'inule visqueuse est comme suit:

Règne: végétal

Embranchement: *Spermaphytes*

Sous-embranchement: *Angiospermes*

Classe: *Eudicots*

Sous Classe: *Astéridées*

Ordre: *Astérales*

Famille: *Astéracées*

Genre: *Inula*

Espèce: *Inula viscosa*

Nom commun : Inule, aunée visqueuse

Anglais: Stichky fleabane (**Halimi, 1997**).

Maroc: Terhalâ (**Zeggwagh et al., 2006**).

Kabylie: Amagrammane (**Baba Aissa, 1999**).

Vernaculaires: Magrammane (**Baba Aissa, 1999**). Mersit, *Inula viscosa* est connue en Algérie sous le nom de magramen ou mersit (**Zeguerrou et al., 2013**).

I .3. Description botanique:

Inula viscosa (L.) est une plante annuelle, herbacée, visqueuse et glanduleuse (**Bakkara et al., 2008**). Elle est ligneuse à sa base (forte racine pivotante lignifiée pouvant atteindre 30 cm de long) (**Quezel et Santa, 1963 in Chaou, 2017**). Elle peut atteindre de 50 cm à 1m de hauteur et présente des capitules à fleurs jaunes très nombreux au sommet de la tige (**Benhammou et Atik Bekkara, 2005**).

Les feuilles sessiles sont ondulées, dentées, aiguës (**Bensegueni tounsi, 2001**), crénelées, embrassantes (formant deux petites oreillettes à sa base) (**Bssaibis et al., 2009**), rudes recouvertes sur les deux faces de glandes visqueuses (**Bensegueni tounsi, 2001**), glanduleuses (**Bssaibis et al., 2009**) qui dégagent pendant la phase végétative une odeur forte et âcre (**Bensegueni tounsi, 2001; Bakkara et al., 2008; Haoui et al., 2015**), agréable selon certains, désagréable pour d'autres (**Bssaibis et al., 2009**).

La floraison commence à partir du mois de septembre. Les inflorescences sont de longues grappes (**Bensegueni tounsi, 2001; Rameau et al., 2008**), pyramidales (**Bssaibis et al., 2009**). Les fleurs périphériques sont liguliformes, celles du centre sont tubulaires. Elles sont rayonnantes de couleur jaune et à forte odeur. Les fruits sont des akènes velus à aigrettes grisâtres (**Bensegueni tounsi, 2001**).



A/Plante



B/Fleur

C/ Fruit

Figure 01 : Les parties aériennes d'*Inula viscosa* (Boumaza, 2011).

I.3.1. Parties aériennes:

I.3.1.1. Tige:

La plante *Inula viscosa* est collante et très odoriférante. Ses tiges sont assez ramifiées et pourvues d'un feuillage dense. Avec l'âge, elles deviennent ligneuses et foncées à la base (**Figure A**).

I.3.1.2. Feuille:

Les feuilles sessiles sont insérées directement sur la tige, sans pétioles avec une forme ondulée, alternes, allongées à lancéolées. La base du limbe des feuilles semble entourer la tige partiellement, leur marge est lisse ou dentée avec un sommet aigu (**Figure A**).

I.3.1.3. Fleur:

Comme chez toutes les astéracées, les fleurs sont regroupées en capitules d'environ 10-20 mm de diamètre, entourées par un involucre de bractées, qui peuvent être en partie membraneuses et ciliées. Chez *Inula viscosa* la floraison commence à partir du mois de septembre les inflorescences sont de longues grappes et présentent de nombreux capitules à fleurs jaunes au sommet de la tige. Les fleurs sont en languettes et dépassent assez l'involucre. Les étamines sont accolées par leurs anthères, on ne peut les voir correctement qu'à travers une petite loupe, l'ovaire se trouve sous les pièces florales. Les capitules sont groupés eux-mêmes en panicules assez denses et ils sont portés par des ramifications nombreuses de la tige principale, l'ensemble ayant une forme grossièrement pyramidale (**Baydar, 1998 in Chaou, 2017 et Garbari, 2007**) (**Figure B**).

Formule florale: la composition des fleurs d'*Inula viscosa* est sous la forme suivante:
10S+10P+ (5 x 4) E+2C.

I.3.1.4. Fruit:

Les fruits sont des akènes (fruits secs) velus, un peu ovoïdes, ils sont surmontés par une petite aigrette jaunâtre de soies denticulées (**Baydar, 1998 in Chaou, 2017 et Garbari, 2007**) (**Figure C**).

I.3.2. Parties souterraines:

L'*Inula viscosa* est une plante à racine pivotante, toute glanduleuse visqueuse, à odeur forte, ligneuse à sa base c'est une forte racine pivotante lignifiée pouvant atteindre 30 cm de long.

I.4. Répartition géographique d'*Inula viscosa*:

L'inule visqueuse est commune dans tout le bassin méditerranéen (Oka *et al.*, 2006; Parolin *et al.*, 2014), son aire de répartition naturelle comprend les côtes de l'Europe du Sud (Espagne, Grèce, Italie, Bulgarie), le Moyen-Orient (Jordanie, Syrie et Turquie) (Ulubelen *et al.*, 1987 in Boukemaya et Messaoudi, 2016; Parolin *et al.*, 2014), ainsi que l'Afrique du Nord (Parolin *et al.*, 2014). Elle est très répandue au Nord d'Algérie (Bakkara *et al.*, 2008).

Elle est largement répandue dans le Nord d'Algérie (Quezel et Santa 1962 in Chaou, 2017), dans les rocailles et autant sur les terrains argileux que sableux (Benayache *et al.*, 1991, Ciccarelli, 2007 in Aneur *et al.*, 2016). Elle pousse dans les champs sauvages et dans les alentours du bassin méditerranéen (Brullo, 2000, Parolin *et al.*, 2014), et on la retrouve dans les collines, les zones humides et les bords des routes, comme elle apprécie les sols secs et calcaires (Baytop, 1984, Wenqiao *et al.*, 2004 in Aneur *et al.*, 2016).

Les habitats typiques d'*I. viscosa* sont les rivières asséchées et les champs abandonnés, les bords de routes, sentiers de randonnées, ou même des zones urbaines. Elle apparaît aussi sur les sols argileux et sableux (Bensegueni tounsi, 2001), sur les côtes rocheuses ou dans les marécages naturels et autres zones humides, elle est exigeante en lumière. L'inule visqueuse se produit également dans des surfaces où les sols ont de hautes concentrations en magnésium et en azote (Parolin *et al.*, 2014).

I.5. Intérêts d'*Inula viscosa*:

Les parties aériennes d'*Inula viscosa* sont les plus utilisées, soient les feuilles et les tiges sont séchées et réduites en poudre ou des feuilles fraîches (Ulubelen 1987; Cafarchia *et al.*, 1999 in Boukemaya et Messaoudi, 2016).

I.5.1. Intérêt apicole:

L'inule entre dans les miels d'automne méditerranéens, Un miel uniflore rare. Une des plantes associées à l'arbousier et au lierre, en Afrique du Nord où elle est une plante mellifère essentielle. Le pollen de l'inule est très faible en protéines (Baydar, 1998 in Chaou, 2017).



Figure 02 : Miel d'inule (Boumaza, 2011).

I.5.2. Intérêt écologique:

L'inule visqueuse tire surtout sa réputation de sa qualité d'insecticide végétal qui combat la mouche de l'olive. Le mécanisme d'action est le suivant :

L'inule abrite un parasite de *Bactrocera oleae* : c'est une plante relais dont les inflorescences sont parasitées par la larve d'une mouche (*Myopites stylatus*) qui provoque des galles sur les inflorescences, La larve de myopites est à son tour parasitée en hiver par un parasitoïde, la larve de la mouche de l'olive sera parasitée, à son tour, en été par une petite guêpe qui va également parasiter et tuer la larve de la mouche de l'olive (Warlop, 2005).

On la trouvait fréquemment dans les oliveraies avant qu'elle ne soit arrachée comme "mauvaise herbe" envahissante et encombrante. Des observations montrent que dans une oliveraie "rénovée", l'arrachage de l'Inule a été suivi d'une attaque de Mouche de l'olive sans précédent. Après réintroduction de l'Inule, il faut compter 4 à 5 ans pour que le cycle de la plante relais s'amorce avec l'olivier. C'est un travail à long terme qui exclut l'emploi d'insecticides "durs". Ce qui indique bien la relation Inule-olivier connue intuitivement par les anciens (Bssaibis et al., 2009).

Lorsque l'on sait que cette dernière est le principal ravageur de l'olivier, on mesure tout l'intérêt pour les oléiculteurs d'avoir la "mauvaise herbe" dans ou à proximité de leurs oliveraies. Assez répandue dans la région méditerranéenne, il n'est généralement pas nécessaire d'en planter, mais il ne faut surtout pas l'arracher.

I.5.3. Aspects phytochimiques:

Un grand nombre d'espèces appartenant au genre *Inula* ont fait l'objet d'études chimiques où se sont identifiés de nombreux métabolites secondaires. Une étude menée par **(Benayache et al., 1991)** sur les parties aériennes d'*Inula viscosa* a montré sa richesse en flavonoïdes, en terpènes et en lactones sesquiterpéniques.

Parmi les composés présents dans cette espèce, nous retenons : Apigénine, quercétine, 2-O-méthylkaempferol (classe des flavonoïdes) **(Bicha, 2003)**, 3 β -acetoxydammar-20, 24-diène (terpènes) **((Oksöz, 1976 in Ramli, 2013)**, α -santonine et inulviscolide (sesquiterpènes lactones) **(Bicha, 2003)**. La plante comporte aussi d'autres substances mineures. Cependant, les racines contiennent de nombreuses substances actives comme l'Inuline et le camphre **(Fournier, 1947 in Chaou, 2017)**.

I.5.4. Aspects pharmacologiques:

L'inule visqueuse a été largement utilisée en médecine traditionnelle pour ses diverses propriétés. Elle agit comme sédatif de la toux et des spasmes bronchiques **(Bellakhdar, 1997)**, corrige l'atonie de l'estomac et de l'intestin **(Lastra et al., 1993)**, améliore l'appétit **(Roulier, 1990 in Ameur et al., 2016)** et abaisse la fièvre.

Dans la région méditerranéenne, elle est utilisée pour ses activités anti-inflammatoires **(Al-Dissi et al., 2001)**, antidiabétiques **(Haoui et al., 2015)**, antipyrétiques, antiseptiques et a prouvé son efficacité contre les inflammations cutanées, **(Khalil et al., 2007 ;Bakkara et al., 2008)**. En outre, elle a de fortes activités antioxydantes **(Celik et Aslanturk, 2010)**. *Inula viscosa* est utilisée pour traiter les troubles gastroduodénaux **(Al-Dissi et al., 2001; Chahmi et al., 2015)** et les troubles intestinaux **(Parolin et al., 2014)**.

La médecine traditionnelle a imputé plusieurs usages d'*Inula viscosa* tels que anthelminthique, expectorante, diurétique, traitement de la bronchite, tuberculose, anémie et comme un cataplasme pour les maux rhumatismaux **(Al-Dissi et al., 2001)**, anti-virale **(Abad et al., 2000)**, antifongique, et contre différentes moisissures **(Benhammou et Atik Bakkara, 2005)**, anti-malaria **(Waller et al., 2003)** et elle est utilisée pour traiter les blessures des animaux **(Chahmi et al., 2015)**.



CHAPITRE II
Métabolites primaires
et secondaires

II.1. Métabolites primaires:

Les métabolites primaires sont caractérisés par leur caractère nécessaire et vital à la survie, de l'organisme et qui sont les glucides (sucres et polysaccharides), source d'énergie, paroi cellulaire (cellulose), les lipides, source d'énergie (membranes cellulaires), les acides aminés, source primaire de construction des protéines, les nucléosides, les acides nucléiques et leurs précurseurs biosynthétiques (ex: acides organiques), source du maintien de l'intégrité génomique (**Guignard et al., 1996**).

II.2. Métabolites secondaires:

Le terme «métabolite secondaire», qui a probablement été introduit par Albrecht Kossel en 1891, est utilisé pour décrire une vaste gamme de composés chimiques dans les plantes, qui sont responsables des fonctions périphériques indirectement essentielles à la vie des plantes. Telles que la communication intercellulaire, la défense et la régulation des cycles catalytiques (**Yezza et Bouchama, 2014**).

Les métabolites secondaires sont présents dans toutes les plantes supérieures, ayant une répartition limitée dans l'organisme de la plante, dont plus de 200.000 structures ont été définies (**Hartmann, 2007**) et sont d'une variété structurale extraordinaire mais sont produits en faible quantité. Ces molécules marquent de manière originale, une espèce, une famille ou un genre de plante et permettent parfois d'établir une taxonomie chimique (**Yezza et Bouchama, 2014**).

II.2.1. Huiles essentielles:

Le terme « huile essentielle » a été inventé au 16^{ème} siècle par le médecin Suisse: **Parascelsus Von Hohenhein** pour désigner le composé actif d'un remède naturel (**Benyahia, 2014**).

Il s'agit d'un extrait pur et naturel provenant de plantes aromatiques (**Roulier, 1990; Wegrzyn, 2005 in Chaou, 2017**). Les huiles essentielles sont des substances odorantes, volatiles, de consistance huileuse, très concentrées, offrant une forte concentration en principes actifs (**Lardry et Haberkom, 2007 in Chaou, 2017**). Il faut réunir une grande quantité de plantes fraîches pour obtenir quelques millilitres de l'huile essentielle (**Nogaret-Ehrhart, 2008**).

Depuis sa 9^{ème} édition, la pharmacopée n'utilise plus le terme huile essentielle. Le terme « huile » se rapporte au caractère visqueux et hydrophobe de ces substances, quant au terme « essentielle », il fait référence à la caractéristique principale de la plante (**AFNOR, 2000**).

Les huiles essentielles sont localisées au niveau des différentes parties des plantes : fleurs, feuilles, écorces, racines. Elles sont obtenues soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par hydrodistillation ou par des procédés mécaniques : pressage ou incision des végétaux qui les contiennent (**ISO, 1997**).

Leurs caractères physico-chimiques sont (**Bonnafous, 2013**):

- Les huiles essentielles sont âcres, inflammables et très odorantes.
- Elles sont solubles dans les solvants organiques apolaires (tels que l'alcool et l'éther) et les huiles fixes, en revanche, elles sont insolubles ou peu solubles dans l'eau.
- Elles sont généralement incolores ou de couleur jaune pâle lorsqu'elles viennent d'être préparées.
- Elles sont liquides à température ambiante. Leur densité est généralement inférieure à 1.
- Elles sont sensibles à l'oxydation et donc de conservation limitée.

Il est important de distinguer huile essentielle et essence. Cette dernière est une sécrétion naturelle élaborée par l'organisme végétal, contenue dans divers types d'organes producteurs et dont la teneur est variable selon la partie de la plante étudiée. En revanche, une huile essentielle est un extrait naturel obtenu par distillation à la vapeur d'eau, c'est-à-dire l'huile essentielle est une essence distillée. Leur volatilité les oppose aux huiles fixes qui sont constituées de lipides. Ces extraits naturels sont des composés liquides très complexes ayant des propriétés et des modes d'utilisation particuliers ce qui a donné naissance à une nouvelle branche de la phytothérapie, dénommée l'Aromathérapie (**Catier et Roux, 2007 in Chaou, 2017**).

Les huiles essentielles se rencontrent dans tout le règne végétal. Cependant parmi les espèces végétales, 10% seulement seraient aromatiques, c'est-à-dire qu'elles synthétisent et secrètent d'infimes quantités d'huile essentielle (**Bachelot et al., 2006 in Chaou, 2017**).

La biosynthèse et l'accumulation des huiles essentielles sont effectuées grâce aux appareils sécréteurs contenus dans les différents organes végétaux (feuilles, fleurs, écorces, bois, racines, fruits et graines). Ces appareils, qui sont considérés comme étant des structures histologiques spécialisées, sont souvent situés sur ou à proximité de la surface du végétal, et ils sont variables selon l'espèce botanique à laquelle appartient l'arbre ou la plante en question (**Lucchesi, 2005 in Ameur et al., 2016**). Ils peuvent être ainsi des cellules sécrétrices (cas des Lauracées), des poils sécréteurs (cas des Lamiacées), des poches sécrétrices (cas des Rutacées) ou des canaux sécréteurs (ex les Astéracées principalement chez *I. viscosa*) (**Couic-Marinier et Lobstein, 2013**).

II.2.2. Composition chimique d'*Inula viscosa*:

Sur le plan chimique, les huiles essentielles sont des mélanges de structures très complexes, pouvant contenir 50 à 300 composés différents (Bonnafous, 2013). Ces derniers sont des molécules très volatiles appartenant à deux groupes chimiques caractérisés par des origines métaboliques distincts, à savoir : le groupe des composés terpéniques, et le groupe des composés aromatiques dérivés du phényl-propane.

Un grand nombre d'espèces d'*Inula* ont fait, à ce jour, l'objet d'études chimiques et de très nombreux métabolites secondaires ont été isolés. Les recherches phytochimiques ont permis de mettre en évidence, dans le genre *Inula* tous les composés caractéristiques :

- Les flavonoïdes : comme les quercétines, apigénines, sakuranétines, hispidulines (Zhang et al., 2009) :
- Les terpénoïdes : sesquiterpènes, lactones (Mamoci et al., 2011 ; Khan et al., 2010).
- Les dérivés d'acide anthranilique (Qin et al., 2008) ;
- Les huiles essentielles avec différents composants chimiques (Haoui et al., 2015).

Le calcul des rendements des huiles essentielles de la plante se fait selon deux états : un état sec et un état frais qui sont rapportés dans le tableau suivant:

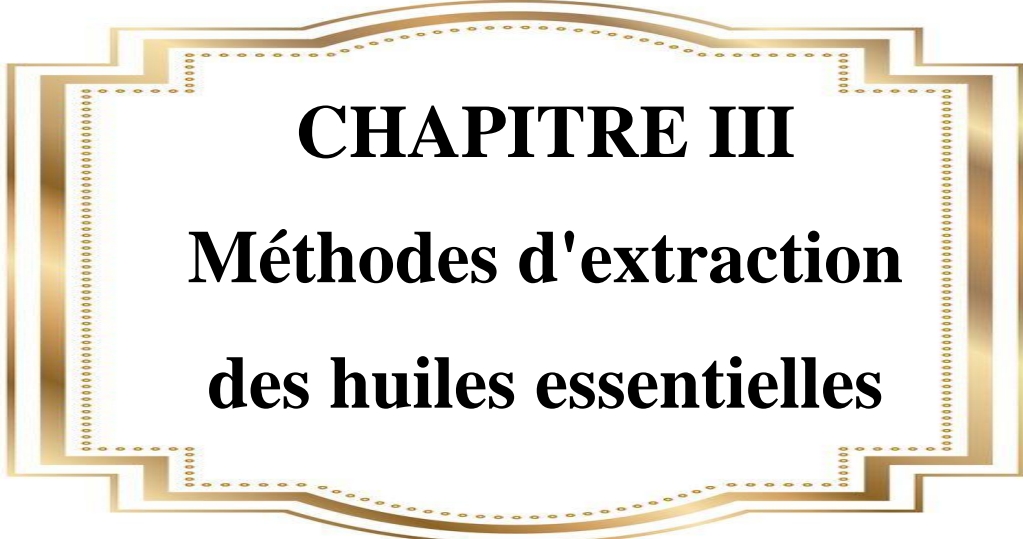
Tableau 01: Rendements des huiles essentielles de la plante sèche et fraîche (Boumaza, 2011).

Plante	<i>Inula viscosa</i>	
	Fraîche	Sèche
Rendement (%)	0,24	0,32

L'analyse qualitative et quantitative des huiles essentielles par Chromatographie Gazeuse couplée à une Spectrométrie de Masse (CG/SM) explique l'évaluation de l'efficacité antifongique par la présence de fortes concentrations de sesquiterpènes et plus particulièrement les carboxyeudesmadienes dans les feuilles de cette plante. Les travaux d'Abu Zarga et al., (2002) ont décrit la présence en plus de 14 composés identifiés dans l'huile essentielle d'*Inula viscosa* de la région jordanienne, 6 nouveaux sesquiterpéniques de type eudesmane.

Ces composés sont l'acide 3 β -hydroxyilicique, l'acide 3 α -hydroxy-epilicique, l'acide 2 α -hydroxyilicique, l'acide 9 β -hydroxy-2-oxoisocostique, l'acide 1 β -hydroxyilicique et l'acide 2 β -hydroxyilicique (AbuZarga et al., 1998); (AbuZarga et al., 2002).

Les travaux antérieurs ont montré la richesse des *Inules* en métabolites secondaires tels que les huiles essentielles, les lactones sesquiterpéniques et les flavonoïdes.



CHAPITRE III
Méthodes d'extraction
des huiles essentielles

III.1. Méthodes d'extraction des huiles essentielles:

Différentes méthodes sont mises en œuvre pour l'extraction des essences végétales. En général, le choix de la méthode d'extraction dépendra de la nature du matériel végétal à traiter (graines, feuilles, ...) et de la nature des composés (Marie, 2005 in Chaou, 2017).

III.1.1. Hydrodistillation:

Le procédé consiste à immerger la matière première végétale dans un ballon lors d'une extraction au laboratoire ou dans un alambic industriel rempli d'eau placé sur une source de chaleur. Le tout est ensuite porté à ébullition. La chaleur permet l'éclatement des cellules végétales et la libération des molécules odorantes qui y sont contenues. Ces molécules aromatiques forment avec la vapeur d'eau, un mélange azéotropique. Les vapeurs sont condensées dans un réfrigérant et l'huile essentielle se sépare de l'eau par différence de densité. La durée d'une hydrodistillation peut varier, elle peut atteindre plusieurs heures selon le matériel utilisé. La durée de la distillation influe non seulement sur le rendement mais également sur la composition de l'extrait (Marie, 2005 in Chaou, 2017).

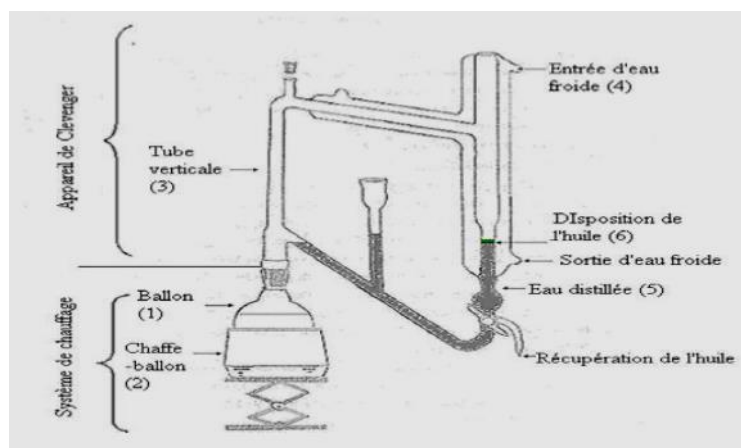


Figure 03. Dispositif d'hydrodistillation, le Clevenger (Lamamra, 2007).

III.1.2. Entraînement à la vapeur d'eau:

L'entraînement à la vapeur d'eau est l'une des méthodes officielles pour l'obtention des huiles essentielles. A la différence de l'hydrodistillation, cette technique ne met pas en contact direct l'eau et la matière végétale à traiter. La vapeur d'eau fournie par une chaudière, traverse la matière végétale située au-dessus d'une grille. Durant le passage de la vapeur à travers le matériel végétal, les cellules éclatent et libèrent l'huile essentielle qui est vaporisée sous l'action de la chaleur pour former un mélange "eau + huile essentielle". Le mélange est ensuite véhiculé vers le condenseur et la séparation se fait par décantation. L'absence de contact direct

entre l'eau et la matière végétale, puis entre l'eau et les molécules aromatiques évite certains phénomènes d'hydrolyse ou de dégradation pouvant altérer la qualité de l'huile

(Lucchesi, 2005 in Chaou, 2017).

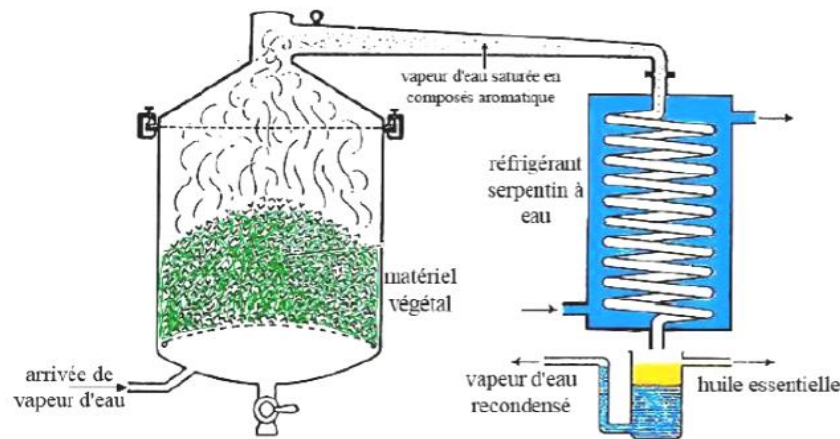


Figure 04. Dispositif de l'extraction par entraînement à la vapeur d'eau (El Haib, 2011)

III.1.3. Hydrodiffusion:

L'hydrodiffusion est une variante de l'entraînement à la vapeur. Cette technique relativement récente et particulière, exploite l'action osmotique de la vapeur d'eau. Elle consiste à faire passer, du haut vers le bas et à pression réduite, la vapeur d'eau au travers de la matrice végétale. L'avantage de cette méthode est d'être plus rapide donc moins dommageable pour les composés volatils, et de ne pas mettre en contact le matériel végétal avec l'eau. De plus, l'hydrodiffusion permet une économie d'énergie due à la réduction de la durée de la distillation et donc à la réduction de la consommation de vapeur

(Bassereau et al., 2007 in Ameer et al., 2016).

III.1.4. Extraction par du CO₂ supercritique:

L'extraction par CO₂ supercritique est fondée sur la solubilité des constituants dans le dioxyde de carbone à l'état supercritique. Grâce à cette propriété, le dioxyde de carbone permet l'extraction dans le domaine liquide et la séparation dans le domaine gazeux. Le dioxyde de carbone est liquéfié par refroidissement et comprimé à la pression d'extraction choisie. Il est ensuite injecté dans l'extracteur contenant le matériel végétal, puis le liquide se convertit à l'état gazeux pour être conduit vers un séparateur où il sera séparé en extrait et en solvant. L'avantage de cette méthode est la possibilité d'éliminer et de recycler le solvant par simple compression. De plus les températures d'extraction sont basses et permettent de

préservent les constituants les plus fragiles. Cette technique est utilisable pour les essences difficilement distillables (**Martini et Seiller, 1999 in Ameur et al., 2016**).

III.1.5. Extraction assistée par micro-ondes:

Le procédé d'extraction par micro-ondes appelée "Vacuum Microwave Hydrodistillation" a été développé au cours des dernières décennies à des fins analytiques. Le procédé consiste à irradier par micro-ondes de la matière végétale broyée en présence d'un solvant absorbant fortement les micro-ondes (le méthanol) pour l'extraction de composés polaires ou bien en présence d'un solvant n'absorbant pas les micro-ondes (hexane) pour l'extraction de composés apolaires. L'ensemble est chauffé sans jamais atteindre l'ébullition durant de courtes périodes entrecoupées par des étapes de refroidissement. L'avantage principal de ce procédé est de réduire considérablement la durée de distillation et d'obtenir un bon rendement d'extrait (**Wang et al., 2004 in Ameur et al., 2016**).

III.1.6. Expression à froid:

Le procédé d'extraction par expression à froid est le procédé le plus simple mais aussi le plus limité. Il est réservé à l'extraction des composés volatils dans les péricarpes des hespéridés ou encore d'agrumes qui ont une très grande importance pour l'industrie des parfums et des cosmétiques. Cependant, ce sont des produits fragiles en raison de leur composition en terpènes. Il s'agit d'un traitement mécanique qui consiste à déchirer les péricarpes riches en cellules sécrétrices, l'essence libérée est recueillie par un courant d'eau. Cette technique permet de récupérer tout le contenu en huile essentielle (**Anton et Lobstein, 2005 in Ameur et al., 2016**).

III.1.7. Extraction par solvants volatils:

La technique d'extraction classique par solvant, consiste à placer dans un extracteur un solvant volatil et la matière végétale à traiter. Grâce à des lavages successifs, le solvant va se charger en molécules aromatiques, avant d'être envoyé au concentrateur pour y être distillé à pression atmosphérique. Les solvants les plus utilisés sont l'hexane, le cyclohexane, l'éthanol, le méthanol, le dichlorométhane et l'acétone. Le solvant choisi, en plus d'être autorisé devra posséder une certaine stabilité face à la chaleur, la lumière ou l'oxygène, sa température d'ébullition sera de préférence basse afin de faciliter son élimination, et il ne devra pas réagir chimiquement avec l'extrait (**Kim et al., 2003 in Ameur et al., 2016**). Ces solvants ont un pouvoir d'extraction plus élevé que l'eau si bien que les extraits obtenus contiennent des composés volatils et plusieurs composés non volatils tels que des cires, des pigments, des acides gras et d'autres substances (**Hubert et al., 1992 in Ameur et al., 2016**).

III.2. Rendement en huile essentielle:

Le rendement en huile essentielle est le rapport entre la masse de l'huile essentielle récupérée (MHE) en (g) et la masse de la matière végétale (MMV) sèche utilisée en (g) multiplié par 100 (Lucchesi, 2005 in Chaou, 2017).

$$\mathbf{R\% = (MHE/MMV) \times 100}$$

Avec:

R: Rendement en huile essentielle en pourcentage (%).

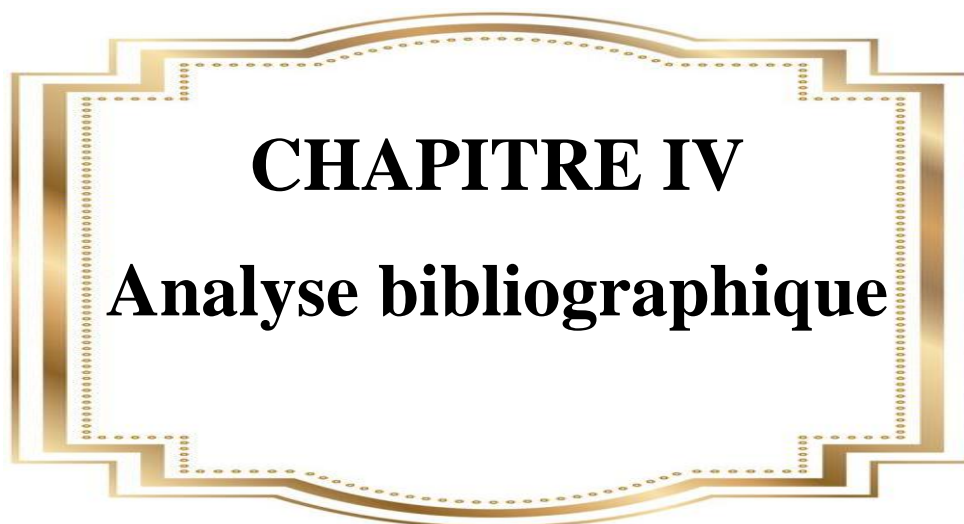
MHE : Masse de l'huile essentielle récupérée en (g).

MMV: Masse de la matière végétale sèche en (g).

III.3. Analyse de l'huile essentielle extraite:

Les propriétés organoleptiques et physico-chimiques constituent un moyen de vérification et de contrôle de la qualité de l'huile essentielle. Le protocole est édicté par AFNOR et par la pharmacopée européenne sur l'huile essentielle d'une plante (AFNOR, 2000).

Les différentes caractéristiques organoleptiques de l'huile essentielle sont: l'aspect, la couleur et l'odeur, après l'extraction ces caractéristiques peuvent être comparées selon la norme AFNOR.



CHAPITRE IV
Analyse bibliographique

Analyse bibliographique:

Les inules ont fait l'objet de nombreuses études phytochimiques du fait de leur richesse en divers métabolites secondaires et en huiles essentielles.

L'inule visqueuse est considérée comme la reine des plantes médicinales, c'est pour cela beaucoup de travaux ont été réalisés, nous essayerons de rappeler quelques travaux antérieurs qui visaient à connaître le rendement des huiles essentielles d'un côté et à savoir leurs différents composants d'un autre côté.

Le premier travail qui traite la composition de l'huile essentielle de l'inule visqueuse date de (1968, Chiarlo in Chaou, 2017) a identifié sept azulènes, le composé majoritaire avec (49%) est 1,4 diméthylazulène, suivi par chamazulène (32%).

De même, d'autres équipes de chercheurs ont étudié la composition chimique de l'huile essentielle d'*Inula viscosa*. L'analyse de l'huile essentielle par chromatographie CG/SM a révélé la présence de plusieurs constituants variés dont les composants majoritaires sont : γ -terpène (36,9%), α -pinène (18,9%), β -pinène (8,9%), p-cymène (11,7%), limonène (18,9%), 2,5-diméthoxy-p-cymène (21,2%), β -caryophyllène (16,58%) et α -cadinol (4,2%) (Benchohra et al., 2011).

La composition chimique de l'huile essentielle obtenue à partir des parties aériennes fleuries d'*Inula Viscosa*, a été analysée par chromatographie CG/SM. Parmi les 53 constituants identifiés qui représentent 60% de l'huile, les sesquiterpènes alcooliques fokiéol (38,8%) et (E)-nerolidol(7,1%) sont les principaux composants (Camacho et al., 2000 in Chaou, 2017).

L'analyse qualitative d'huile essentielle par CG/SM explique cette variance en composition entre les huiles essentielles des différents échantillons d'inule visqueuse et même d'un même échantillon.

Les huiles essentielles n'existent quasiment que chez les végétaux supérieurs

(Lawrence, 1995 in Boukemaya, 2016). Elles peuvent être stockées dans tous les organes végétaux: fleurs, feuilles, écorces, rhizomes, bois, racines, fruits et graines (Svoboda, 2000 in Chaou, 2017). Si tous les organes d'une même espèce peuvent renfermer de l'huile essentielle, la composition de cette dernière peut varier selon sa localisation (Svoboda, 2003 in Chaou, 2017).

Pour l'analyse quantitative, il y a beaucoup de travaux qui traitent précisément le rendement des huiles essentielles extraites d'*Inula viscosa*. Nous essayerons de présenter quelques exemples pour mieux voir les variances entre les teneurs en huile essentielle.

Le premier travail porte sur deux échantillons d'une *Inula viscosa* récoltée au mois d'avril 2013 dans l'Ouest Algérien, la région est Nedroma (climat semi-aride tempéré à 650 m d'altitude) et l'autre d'Ain-Temouchent (climat semi-aride à 143 m d'altitude.)

(Benyahia, 2014).

Les huiles essentielles sont extraites par hydrodistillation dans un appareil de type Clevenger avec un rendement de 0,05 et de 0,09% respectivement **(Benyahia, 2014).**

En comparant les résultats avec les travaux déjà réalisés dans différents endroits dans le monde, on remarque aussi une différence de composition des huiles et cela est dû à un facteur environnemental « la température ».

Dans une autre étude, la plante utilisée provient de la région de Sidi R'zin 10 km au Sud d'Alger. L'inule visqueuse a été récoltée durant deux périodes de l'année. Au mois de mars l'année de 2013, le poids utilisé est de 600 g et au mois d'avril 1600 g. Les feuilles de la plante sont passées par un procédé d'hydrodistillation de type Clevenger. **(Ben Amor, 2013).**

Les résultats obtenus lors de l'extraction de l'huile essentielle de l'inule visqueuse par hydrodistillation à partir des feuilles pour les lots d'avril et de mars sont dissemblables. Il existe une grande fluctuation du rendement au cours des stades phénologiques de la plante. Le plus faible rendement est celui obtenu au mois de mars (0,21%), tandis que celui du mois d'avril il est de (0,37%) **(Ben Amor, 2013).**

Dans ce cas, les stades phénologiques de la plante et la période de récolte ont eu un effet sur le rendement en huiles.

Pour un autre travail effectué au mois de mars 2010 dans la région de Sidi R'zin (Sud d'Alger), la matière végétale (les feuilles d'inule visqueuse) a été prise à l'état sec. Les huiles sont obtenues avec deux méthodes d'extraction, l'hydrodistillation et l'entraînement à la vapeur **(Haoui et al., 2015).**

Le rendement des huiles essentielles d'*Inula viscosa* avec l'hydrodistillation est alors de 0,148% et celui obtenu par l'entraînement à la vapeur est de 0,453% ainsi 33 composés ont été identifiés **(Haoui et al., 2015).**

La méthode d'entraînement à la vapeur a donné un meilleur rendement des huiles par rapport à l'hydrodistillation. Mais pour cette dernière ils ont remarqué de bonnes quantités de composants de l'huile qui ne se trouvent qu'en traces dans les huiles extraites par l'entraînement à la vapeur (exemple de l'acide linoléique).

Le procédé d'extraction a une influence directe sur le rendement et la composition des huiles essentielles; donc le choix de la méthode dépend du domaine de l'utilisation de l'huile essentielle **(Aklil et Bandou, 2017).**

Au mois de février 2017, à la wilaya de Boumerdes (région 1 de «Hammadi» et région 2 de «Benyounes ») une étude a été réalisée pour connaître le rendement et la composition d'*Inula viscosa* en huiles essentielles utilisant l'hydrodistillation de type Clevenger.

Les deux stations ont différents étages bioclimatiques et altitudes (**Aklil et Bandou, 2017**).

La région 1 « Hammadi » est une ville interne située à côté de la wilaya d'Alger, daïra de Khemis El Khechna, entourée par Khemis El Khechna, Rouïba et Meftah, de climat méditerranéen avec un été chaud et sec et un hiver doux et humide, l'altitude est de 32 mètres.

La région 2 « Benyounes » est une ville côtière située au bord de la mer Méditerranée, daïra de Bordj Ménaïel, entourée par Zemmouri , Figuier et Thénia. De climat méditerranéen avec un été chaud humide et un hiver froid. L'altitude est de 47 mètres (**Aklil et Bandou, 2017**).

Un rendement très faible en huiles essentielles chez *Inula viscosa* a été noté, et qui se rapproche pour les deux régions. Celui de Hammadi est de l'ordre de 0,16 % et celui de Benyounes est de l'ordre de 0,15% (**Aklil et Bandou, 2017**).

La teneur et la composition chimique des huiles essentielles varient en fonction d'un grand nombre de facteurs d'ordre naturel (génétique, localisation, maturité, sol, climat, etc...) ou technologique (mode de culture ou d'extraction de l'huile essentielle de la plante)

(**Regnault et al., 2005**).

Les résultats obtenus par (**Boumaza, 2011**) à Oran, ont indiqué un rendement compris entre 0,24% et 0,32% de plante fraîche et sèche ordonnément. Aussi, **Benhammou (2014)** à Annaba a récolté les feuilles et les fleurs au mois d'avril, puis les a séchées pendant 20 jours, il a noté un faible rendement en huiles essentielles d'*Inula viscosa* qui est de 0,19%.

Les rendements trouvés dans les études qu'on a analysées sont alors variés entre 0,05% à Nedroma (**Benyahia, 2014**) et 0,45% à Sidi R'zin (**Haoui et al., 2015**). Donc sont très faibles, ils semblent dépendre du matériel employé, de la méthode d'extraction, de l'âge de la plante, de l'origine de la plante et du stade phénologique.



Conclusion

Conclusion:

Par le présent travail, nous avons tenté de contribuer à mettre en revue la bibliographie traitant la valorisation des huiles essentielles de l'inule visqueuse d'Algérie, en commençant par une description générale de la plante (botanique, répartition géographique) puis les différents intérêts de cette dernière avec sa composition phytochimique en différents métabolites secondaires et en huiles essentielles en citant les différentes méthodes d'extraction.

Parmi les différents métabolites secondaires, l'inule contient des quantités majeures en flavonoïdes et saponosides, par contre les huiles essentielles sont en teneur mineure.

Nombreuses études effectuées sur ce sujet, ont utilisé différentes méthodes d'extraction notamment l'hydrodistillation. On note une variabilité des quantités et de la qualité de ces huiles. Les composants majoritaires dans les huiles essentielles d'*Inula viscosa* sont les sesquitérpènes.

La teneur et la composition chimique des huiles essentielles varient en fonction d'un grand nombre de facteurs d'ordre naturel (génétique, localisation, maturité, sol, climat, etc...) ou technologiques (mode de culture ou d'extraction d'huile essentielle de la plante)

(Regnault et al., 2005).

Les rendements sont plus importants dans l'étage bioclimatique méditerranéen à été sec et chaud et hiver doux et humide que dans l'étage bioclimatique méditerranéen à été chaud et humide et hiver froid **(Aklil et Bandou, 2017)**, et plus importants durant le mois d'avril que durant le mois de mars **(Ben Amor, 2013)**.

L'entraînement à la vapeur a donné de meilleurs résultats que l'hydrodistillation selon **(Haoui et al., 2015)**.

L'*Inula viscosa* pourrait être utilisée en médecine traditionnelle; pharmacie; et même comme un insecticide naturel qui peut remplacer les composés chimiques qui ont contribué en partie à la pollution de la biosphère.

Cependant, ce travail théorique reste juste une recherche bibliographique. Il serait beaucoup plus intéressant de réaliser des travaux expérimentaux pour mieux connaître et valoriser cette espèce.



**Références
bibliographiques**

Références bibliographiques

1. **AFNOR, 2000.** Association Française de Normalisation. Huiles essentielles. Monographie relative aux huiles essentielles. Tome 2, 6ème édition. AFNOR, Paris., p (663).
2. **Abad M.J., Geurra P., Bermejo A., Iruruzum A., et Carrasco L, 2000.** Search for antiviral activity in higher plant extracts. *Phytother. Res.* 14., p (604–607).
3. **Abu Zarga M.H., Hamed E.M., Sabri S.S., Voelter W., et Zeller K.P, 1998.** New sesquiterpenoids from the Jordanian medicinal plant *Inula viscosa*. *J.Nat.Prod*, 61., p (798-800).
4. **Abu Zarga M.H., Sabri S.S., Hamed E.M., Khanfar M.A., Zeller K.P., et Atta-Ur-Rahman B, 2002.** A new eudesmane type sesquiterpene from *Inula viscosa*. *Natural Product Research*, 17 (2)., p (99-102).
5. **Aklil A., et Bandou A, 2017.** Evaluation des activités biologiques des extraits d'une Asteraceae. Mémoire de Master en Biochimie Appliquée. Université de Boumerdés., p (20-50).
6. **Al Dissi N.M., Salhab K.S., et Al-Hajj H.A, 2001.** Effect of *Inula viscosa* extracts on abortion and implantation in rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 77 (1)., p (117-121).
7. **Ameur N., Ammara N., et Hammache Y, 2016.** Etude des propriétés antimicrobiennes des huiles essentielles d'*Artemisia herba alba* et de *Rosmarinus officinalis*. Mémoire de Master en Analyse et Contrôle de la Qualité des Denrées Alimentaires. Université de Bordj Bou Arreridj., p (7-9).
8. **Baba Aissa F, 1999.** Encyclopédie des plantes utiles. (Flore d'Algérie et du Maghreb). Substance végétales d'Afriques, d'Orient et d'Occident. Ed.Edas.Alger., p (138).
9. **Bakkara F.A., Benhammou N., et Panovska T.K, 2008.** Biological activities of the essential oil and ethanolic extract of *Inula viscosa* from the Tlemcen region of Algeria. *advances in food sciences*, 29 (3)., p (3-139).
10. **Baytop T, 1984.** Therapy with medicinal plants in Turkey. Anal Press, Istanbul, 3 (2)., p (167).
11. **Bellakhdar J, 1997.** La Pharmacopée marocaine traditionnelle: Médecine arabe ancienne et savoirs populaires, Saint –Etienne, Ed. Ibis Press., p (196-197).

12. **Ben Amor N.A, 2013.** Extraction et valorisation des huiles essentielles de *L'Inula viscosa* L. Mémoire de Master en Chimie. Université d'Ouargla., p (12).
13. **Benayache S., Banayache F., Dendoughi.H., et Jay M, 1991.** Les flavonoïdes d'*Inula viscosa* L. Plantes médicinales et phytothérapie. Tome 25, N° 4., p (170-176).
14. **Benchohra H.A., Hamel L., Bendemered F.Z., et Benchohra M, 2011.** Composition chimique des huiles essentielles. Science Lib, Vol 3, N° 111110, Ed. Mersenne., p (1-7).
15. **Benhammou D, 2014.** Caractérisation phytochimique des huiles essentielles et activités antioxydantes de la plante *Inula viscosa* de la région d'Annaba. Mémoire de magistère en Chimie. Université d'Annaba., p (89).
16. **Benhammou N., et Atik Bekkara F, 2005.** Contribution à l'étude du pouvoir antifongique de l'huile essentielle d'*Inula viscosa*. Mémoire de Master en Chimie. Université de Tlemcen., p (19).
17. **Bensegueni Tounsi L, 2001.** Etude in vitro de l'effet antibactérien et antifongique de: *Inula viscosa*-*Lawsonia inermis*- *Asphodelus microcarpus*- *Aloe vera*- *Juniperus oxycedrus*. Mémoire de Master en Médecine Vétérinaire. Université de Constantine., p (110).
18. **Benyahia A, 2014.** Contribution à l'étude phytochimique et activités biologiques de deux plantes médicinales *Inula viscosa* et *Inula montana*. Mémoire de Master en Chimie. Université de Tlemcen., p (53).
19. **Bicha S, 2003.** Etude de l'effet de la pollution du sol par les métaux lourds sur l'accumulation des métabolites secondaires de l'exsudat chloroforme d'*Inula viscosa*. Mémoire de Master en Biochimie. Université de Constantine., p (119).
20. **Bonnafous C, 2013.** Traité scientifique, Aromathérapie, Aromatologie et Aromachologie, Ed. Dangles, France. p (12).
21. **Boumaza D, 2011.** Séparation et caractérisation chimique de quelques biomolécules actives de deux plantes médicinales: Inule visqueuse, *Rosmarinus officinalis* de la région d'Oran. Mémoire de Master en Chimie. Université d'Oran., p (44).
22. **Boukemaya F., et Messaoudi F, 2016.** Etude phytochimique de la plante *Inula viscosa* L. Ait. (Asteraceae) et évaluation des activités insecticide et antimicrobienne de son extrait éthanolique brut. Mémoire de Master en Biochimie Appliquée. Université de Boumerdés., p (48).
23. **Brullo S., et Marco G. D, 2000.** Taxonomical revision of the genus *Dittrichia* (Asteraceae). *Portugaliae Acta Biologica* , 19., p (341-354).

24. **Bssaibis F., Gmira N., et Meziane K, 2009.** Activité antibactérienne de *Dittrichia viscosa* L. W Greuter. Rev. Microbiol. Ind. San et Environn, 3 (1)., p (44-45).
25. **Celik T.A., et Aslanturk O.S, 2010.** Evaluation of cytotoxicity and Genotoxicity of *Inula viscosa* Leaf Extracts with Allium Test. Journal of Biomedicine and Biotechnology, 10., p (1-8).
26. **Chahmi N., Anissi J., et EL Hassouni M, 2015.** Antioxidant activities and total phenol content of *Inula viscosa* extracts selected from the region of Morocco. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine, 5 (3)., p (228-233).
27. **Chaou S, 2017.** Caractérisation phytochimique de la partie aérienne de la plante médicinale *Inula viscosa* L. (Asteraceae) de la région de Djinnet (Boumerdés). Mémoire de Master en Biochimie Appliquée. Université de Boumerdés., p (3-6).
28. **Couic- Marinier F., et Lobstein A, 2013.** Les huiles essentielles gagnent du terrain à l'officine. Actualités pharmaceutiques, 52 (525)., p (18-21).
29. **El Haib A, 2011.** Valorisation des terpènes naturels issus de plantes marocaines par transformations catalytiques. Thèse de Doctorat en Biochimie. Université de Toulouse., p (158).
30. **Garbari F., et Pagni A.M, 2007.** Glandular hairs of the ovary, a helpful character for Asteroideae (Asteraceae) taxonomy Ann. Bot, Fennici 44., p (1-7).
31. **Gausсен H., Deuroy, J.F., et Ozenda P, 1982.** Précis de botanique II « les végétaux supérieurs », Ed. Masson., p (215-408).
32. **Guignard J.L, 1994.** Abrégé Botanique. 9^{ème} édition Masson, Paris., p (204).
33. **Guignard J.L, 1996.** Biochimie Végétale, Ed. Masson, Paris., p (255).
34. **Halimi A, 1997.** Les plantes médicinales en Algérie, Office des publications universitaires., p (158-159).
35. **Haoui I., Derriche R., Madani L., et Oukai Z, 2015.** Analysis of the chemical composition of essential oil from Algerian *Inula viscosa* L. Aiton. Arabian Journal of chemistry, 21 (4).,p (587-590).
36. **Hartmann T, 2007.** From waste products to eco-chemicals: fifty years research of plant secondary metabolism. Phytochemistry, 68., p (68-2846).
37. **ISO, 1997.** Norme ISO 9235: Matières premières d'origine naturelle Vocabulaire., p (2-8).
38. **Khalil E.A., Afifi F.U., et Al-Hussaini M, 2007.** Evaluation of the wound healing effect of some Jordanian traditional medicinal plants formulated in pluronic F127 using mice *Mus musculus*. Journal of Ethnopharmacology, 129., p (104-112).

39. **Khan A.L., Hussain J., Hamayun M., Gilani S.A., Ahmad S., Rehman G., Kim Y.H., Kang S.M., et Lee I.G., 2010.** Secondary metabolites from *Inula britannica* L. and their biological activities. *Molecules*, 15., p (1562-1577).
40. **Lamamra M., 2007.** Contribution à l'étude de la composition chimique et de l'activité antimicrobienne des huiles essentielles de *Tinguarra sicula* et de *Filipendula hexapetala* gibb. Mémoire de Master en Valorisation des Ressources Végétales. Université de Sétif., p (75).
41. **Lastra C., Lopez A., et Motilva V, 1993.** Gastroprotection and prostaglandin E2 generation of rats by flavonoids of *Dittrichia viscosa*. *Planta Medica*, 59., p (497–501).
42. **Louni D., 1994.** Les forêts algériennes. Forêt méditerranéenne, 15 (1)., p (59-63).
43. **Mamoci E., Buyschaert M., et Hermans M.P, 2011.** Chemical composition and In vitro activity of plant extracts from *Ferula communis* and *Dittrichia viscosa* against Postharvest Fungi. *Molecules*, 16 (3)., p (2609-2625).
44. **Nogaret Ehrhart A.S, 2008.** La phytothérapie: se soigner par les plantes. 1ère édition Eyrolles, Paris., p (192).
45. **Oka Y., Ben Daniel B.H., et Cohen Y, 2006.** Control of *Meloidogyne javanica* by formulations of *Inula viscosa* leaf extracts. *J.Nematol*, 38 (1)., p (46-51).
46. **Parolin P., scotta M.1., et Bresch C, 2014.** Biology of *Dittrichia viscosa* a Mediterranean ruderal plant. *International Journal of experimental Botany*, 83., p (251-261).
47. **Qin J.J., Jin H.Z., FU J.J., Hu X.J., Zhu Y., et Shen Y.H, 2008.** Anthranilic acid derivatives from *Inula japonica*. *Chin Chem Lett*, 19., p (556-558).
48. **Rameau J.C., Mansion D., et Gauberville C, 2008.** Flore forestière française guide écologique illustré Région Méditerranéenne. 3^{ème} édition CNPF., p (1521).
49. **Ramli B, 2013.** Extraction des flavonoïdes de la plante *Inula viscosa* de la région d'Oran et mise en évidence de l'activité microbienne. Mémoire de Master en Chimie. Université d'Oran., p (32).
50. **Regnault-Roger C., Philogène B. G. R., et Vincent C, 2005.** Biopesticides of plant origin. Université de Pau et des Pays de l'Adour, Université d'Ottawa, Agriculture et Agro-alimentaire Canada, Lavoisier, Paris, 1., p (313).
51. **Waller K.L., Muhle R.A., Ursos L.M., Horrocks P., Verdier-Pinard D., Sidhu S., Fujioka H., Roepe P.D., et Fidock D.A, 2003.** Chloroquine resistance modulated in

vitro by expression levels of the *Plasmodium falciparum* chloroquine resistance transporter. *Biology Chimestry*, 278 (35)., p (33593-33601).

52. **Warlop F, 2005.** Etude de la biologie d'un parasite *Eupelmus urozonus*. Thèse de Doctorat en Parasitologie. Université Paul Sabatier de Toulouse., p (12).
53. **Yezza S., et Bouchama S, 2014.** Index des métabolites secondaires végétaux. Mémoire de Master en Phytochimie. Université d'Ouargla., p (47).
54. **Zeggwagh N.A., Ouahidi M.L., Lemhadri A., et Eddouks M, 2006.** Study of hypoglycemic and hypolipidemic effects of *Inula viscosa* L. aqueous extract in normal and diabetic rats. *Journal of Ethnopharmacologie*, 108., p (223–227).
55. **Zeguerrou R., Guesmia H., et Lahmadi S, 2013.** Recueil des plantes médicinales dans la région des Ziban, Ed. Dar El Houda, Algérie., p (978-993).
56. **Zhang H.B., Wen J.K., Wang Y.Y., Zheng B., et Han M, 2009.** Flavonoids from *Inula Britannica* L. inhibit injury-induced neo-intimal formation by suppressing oxidative stress generation. *Ethnopharmacol*, 126 (1)., p (176-183).

Résumé:

Dans le cadre de ce travail ,nous avons passé en revue les travaux réalisés sur une plante médicinale l'inule visqueuse (*Inula viscosa*), très répandue dans tout le circumméditerranéen, notamment en Algérie , celà a porté sur cette plante et sa composition en métabolites secondaires, surtout en huiles essentielles et leur rendement.

Cette étude bibliographique a présenté les travaux réalisés dans le domaine d'extraction des huiles essentielles avec différents procédés dont les plus fréquents sont l'hydrodistillation et l'entraînement à la vapeur où l'hydrodistillation est la plus utilisée, cependant, l'entraînement à la vapeur a donné de meilleurs résultats.

Il y a eu souvent un écart entre les rendements, et une variance de la quantité des différents composants des huiles. Ces résultats dépendent de plusieurs facteurs comme l'étage bioclimatique, l'altitude et les stades phénologiques.

Mots clés: *Inula viscosa* (L.); Extraction; Huile essentielle; Rendement; Hydrodistillation;

L'entraînement à la vapeur.

Abstract:

Through this work, we have done a bibliographical review of a medicinal plant, *Inula viscosa*, which is widespread throughout the Mediterranean region, particularly in Algeria. Our work focused on essential oils and their yield.

This bibliographical study presented works realised in the field of extraction of essential oils with different processes, the most used is hydrodistillation and steam distillation which gives best results.

There is often a variance between the yields, and the quantity of the different components of the oils. These results depend on several factors as bioclimatic stage, altitude and phenological stages.

Keywords: *Inula viscosa* (L.); Extraction; Essential oil; Yield; Hydrodistillation; Steam distillation.

ملخص:

في إطار هذا العمل، قمنا بدراسة ببليوغرافية عن مجموعة مراجع حول نبات الطيون المنتشر في جميع أنحاء البحر الأبيض المتوسط، وخاصة في الجزائر، وركزنا في عملنا على معرفة مردود الزيوت الأساسية لهذا النبات.

قدمت هذه الدراسة المرجعية أعمالاً تم إجراؤها على نبات الطيون، في مجال استخلاص الزيوت الأساسية بعمليات مختلفة مثل التقطير المائي و التقطير بالبخار وأكثرها شيوعاً هو التقطير المائي غير ان التقطير بالبخار اعطى نتائج افضل .

غالباً ما يكون هناك فرق في النتائج المتحصل عليها وتباين في كمية المكونات المختلفة للزيوت حيث تتأثر هذه النتائج بعدة عوامل منها المناخ الحيوي و الإرتفاع و الأطوار الفينولوجية.

الكلمات المفتاحية: نبات الطيون (*Inula viscosa* (L.)، استخلاص، زيت أساسي، مردود، التقطير المائي، التقطير بالبخار.