

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 البليدة 1

Université Blida1



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biotechnologie

Mémoire

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master 2

Option : Biotechnologie et Valorisation des Plantes

Thème

Variabilité morphologique et activité biologique d'une plante
médicinale d'Algérie : la camomille romaine ; *Anthémis nobilis* L

Présenté par :

M^{lle} Choudar Nouria

M^{lle} Kermeche Khaoula

Soutenue le 12 /09/2021

Membre du jury :

Mme Ayadi R

MCA

USDB

Présidente

Mme Moumene S

MCA

USDB

Examinatrice

Mme Ghanai R

MCB

USDB

Promotrice

Année universitaire : 2020/2021

Remerciements.

Nous remercions Dieu, le tout puissant de nous avoir accordé santé et courage pour accomplir ce modeste travail.

Nous exprimons notre gratitude et remerciement à notre promotrice Mme Ghanai R de nous avoir encadré, pour ces orientations, ses conseils qu'elle nous a prodigué et sa disponibilité tout au long de ce travail.

Nous remercions chaleureusement les membres de jury :

Mme AYyadi R qui a accepté de présider le jury

Mme Moumene S pour l'intérêt qu'elle donne pour examiner ce travail

Nous tenons à remercier profondément Mme Bouchareb. D de nous accueillir au sein de son labo.

A toutes personnes ayant participé de près ou de loin à notre formation et à tous ceux qui nous ont apportées leur

soutien et leurs encouragements durant la réalisation de ce travail.

Merci également à tous ceux qui, un jour ou l'autre, nous ont offert.

leur amitié et des moments inoubliables

tout au long de notre cursus.

Universitaire.

Dédicace :

Tout d'abord, je remercie mon « Dieu » le tout puissant qui m'a donné, la volonté, le courage, la patience et l'endurance et qui a guidé mes pas vers le droit chemin pour réaliser ce travail.

Je dédie ce mémoire :

A ceux qui m'ont tout donné sans rien attendre en retour

Ce travail est dédié à l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, à mon père décédé.

À ma chère mère pour son soutien infatigable, sa patience admirable

À mes frères : Mohamed, Samir, Abdelkader, Nabil, Halim, leurs femmes et leurs enfants

À ma sœur Fatma zohra, son mari et ses enfants

À tous les membres de ma famille

À mes amis : Selma, Rahma, Radhia

A ma chère binôme Khaoula et sa Famille

Nouria

Dédicace :

Avec ma gratitude et tous mon amour, je dédie ce travail à :

A mes très chers parents, qui ont consacré leur vie pour bâtir la mienne, qui ont toujours été là pour mes joies ainsi que pour mes peines.

C'est avec émotion que je leurs exprime toute mon affection, mon admiration et mon profond respect.

J'espère que par ce modeste travail, je vous rends un peu de ce sentiment de fierté que j'éprouve d'être votre fille.

A mes très chers frères

A ma sœur et son mari. Samir

A ma chère copine Nouria qui a partagé le travaille avec moi

A mes amies.

A la promotion Biotechnologie végétale Appliqué 2021

A tous ceux que j'aime

Khaoula

Résumé

Le présent travail a été mené dans le but de mettre en évidence la variabilité morphologique des plantes récoltées au niveau de deux localités différentes, Tipaza et Blida. Huit caractères morphologiques ont été choisis pour l'étude de la variabilité morphologique des deux populations. Les résultats obtenus ont montré que les caractères : nombre de fleurs et longueur du dernier entre nœud sont plus variables (avec des coefficients de variation variant entre 88.96% et 63.75%) par rapport aux caractères : nombre des feuilles et longueur du premier entre nœud (coefficients de variation variant entre 51.09% et 58.59%).

L'extraction des huiles essentielles d'*Anthemis nobilis* L, par hydrodistillation de type clevenger, a donné un rendement de 0,02% pour les échantillons récoltés à Blida, et de 0.01% pour celui de Tipaza, Le rendement des huiles essentielles des échantillons récoltés à Blida est légèrement plus élevé que celui des échantillons provenant de Tipaza.

La variabilité morphologique ne semble pas avoir une relation avec le rendement en huile essentielle et L'activité antioxydante de l'hydrolat a été évaluée aussi selon la technique de piégeage du radical libre (DPPH). Les résultats obtenus ont montré l'existence d'une activité antioxydante des hydrolats avec des valeurs d'IC50 de 167.35µg/ml pour les échantillons récoltés à Tipaza, et de 237.28µg/mg pour les échantillons récoltés à Blida.

Mots clés : *Anthemis nobilis* L, huile essentielle, variabilité, morphologie, hydrolat, antioxydant

Abstract

This study deals with a medicinal plant from Algeria. The aim of this work is to study the morphological variability of plants collected at two different localities of Algeria, Tipaza and Blida. Eight morphological characters were chosen for the study of the morphological variability of the two populations. The results obtained showed that the characters: number of flowers and length of the last node are more variable (with coefficients of variation varying between 88.96% and 63.75%) compared to the characters: number of leaves and length of the first node (coefficients of variation varying between 51.09% and 58.59%).

The extraction of essential oils of *Anthemis nobilis* L, by clevenger hydrodistillation, gave a yield of 0.02% for the samples collected in Blida, and 0.01% for that of Tipaza, the yield of essential oils of the samples collected in Blida is slightly higher than that of the samples from Tipaza.

Morphological variability does not seem to have a relationship with essential oil yield. The antioxidant activity of the hydrolat was also evaluated using the free radical scavenging technique (DPPH). The results obtained showed the existence of an antioxidant activity of the hydrolats with IC₅₀ values of 167.35µg/ml for the samples collected in Tipaza, and 237.28µg/mg for the samples collected in Blida.

Key words: *Anthemis nobilis* L, essential oil, variability, morphology, hydrosol, antioxidant

ملخص

تتناول هذه الدراسة نبذة طبية من الجزائر. ويهدف هذا العمل على دراسة التباين المورفولوجي للنبات المأخوذ من منطقتين مختلفين تيبازة والبليدة، وتقييم نسبة الزيوت الأساسية. كما تم تقييم النشاط المضاد للأكسدة من الهيدروسول وفقا لتقنية محاصرة الجذور الحرة (DPPH). تم اختيار ثماني صفات مورفولوجية لدراسة التغيير المورفولوجي للمنطقتين. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن خصائص عدد الزهور وطول العقدة الأخير أكثر متغيرا حيث تتراوح معاملات التباين بين (88.96% و 63.75%) مقارنة بعدد الأوراق وطول العقدة الأولى حيث تتراوح معاملات التباين بين (51.09% و 58.59%).

أعطى استخراج الزيوت الأساسية من *Anthemis nobilis* L، عن طريق hydrodistillation من نوع كليفنجر عائدا قدره 0.02% للعينات التي تم جمعها من البليدة، و 0.01% لعينات تيبازة، فإن نسبة الزيوت الأساسية للعينات التي تم جمعها من البليدة أعلى قليلا من نسبة العينات التي أخذت من تيبازة.

لا يبدو أن التباين المورفولوجي له علاقة بعائد الزيت الأساسي وكذلك تقييم النشاط المضاد للأكسدة للزيوت الأساسية لـ *Anthemis nobilis* L.

أظهرت دراسة نشاط المضاد للأكسدة بواسطة DPPH وجود نشاط مضاد للأكسدة للزيت الأساسي لـ *Anthemis nobilis* L، بقيمة (167.35 ميكروغرام/مل) IC50 للعينات التي تم جمعها من تيبازة و (237.28 ميكروغرام/مل) للعينات التي تم جمعها من البليدة.

الكلمات المفتاحية: *Anthemis nobilis* L، الزيت الأساسي، التغيير المورفولوجي،

Sommaire

Introduction

Partie bibliographique

Variabilité morphologique :

1. Notion de variabilité.....	1
2. Notion de l'espèce et population.....	1
3. Notion de génotype et phénotype.....	1
4. Facteurs de la diversification des populations.....	1
5. Variation d'origine environnementale.....	2
6. Variation d'origine génotypique.....	2
7. Les principaux types de variation.....	2

Etude de la camomille :

1. Généralité.....	3
2. L'origine et répartition.....	3
3. Etymologie.....	4
4. Taxonomie.....	4
5. Description botanique et identification.....	5
6. Composition chimique.....	6
7. Propriétés biologiques.....	6
8. Utilisation traditionnelle.....	7
9. Écologie.....	7

Les huiles essentielles et les hydrolats :

1. Définition.....	8
2. Localisation dans la Plante.....	8
3. Composition chimique.....	9
4. Propriétés.....	10
5. Activités biologiques.....	11
6. Méthodes d'extraction.....	16
7. Domaines d'utilisation.....	19

8. Conservation des huiles essentielles.....	21
9. Facteurs influençant la composition.....	21
10. La toxicité.....	23
11. Les hydrolats.....	23
11. 1. Définition.....	23
11. 2. Composition.....	24
11. 3. Utilisation.....	24
11. 4. Conservation.....	24

Matériel et méthodes

I. Matériel :

I.1. Matériel biologique.....	26
I.2. Matériel non biologique.....	28

II. Méthodes d'étude :

1. Étude de la variabilité morphologique.....	29
a. Mésures biométriques.....	29
b. Analyses statistiques.....	31
2. Détermination la teneur en eau.....	32
3. Extraction de huiles essentielles et du rendement.....	32
4. Evaluation de l'activité antioxydante.....	33

Résultats et discussions

1. Etude morphologique.....	36
1.1. Analyse de la variabilité par les analyse statistique univariées.....	36
1.2. Analyse de la variabilité par l'ACP	39
2. Teneur en eau.....	42
3. Rendement du huiles essentielles.....	43
4. Activité antioxydante.....	44

Conclusion

Référence bibliographique

Annexe

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : la camomille romaine.....	5
Figure 2 : feuilles de camomille romaine.....	5
Figure 3 : les capitules se camomille romaine.....	5
Figure 4 : Schéma d'un montage d'hydrodistillation.....	17
Figure 5 : Schéma d'un montage de distillation par entraînement à la vapeur d'eau.....	17
Figure 6 : Montage de la percolation.....	19
Figure 7 : <i>Anthémis nobilis</i> L de la région de Menaceur-Tipaza.....	27
Figure 8 : <i>Anthémis nobilis</i> L de la région de Soumaa- Blida (l'université Blida 1).....	28
Figure 9 : Les différents caractères morphologiques étudiés.....	30
Figure 10 : Coefficients de variations des différents caractères morphologiques étudiés pour la Population de Tipaza.....	36
Figure 11 : Coefficients de variations des différents caractères morphologiques étudiés pour la Population de Blida.....	37
Figure 12 : coefficients de variation des différents caractères morphologiques étudiés de deux localités.....	38
Figure 13 : Axes 1-2 de L'ACP (Analyse en composantes principales) de deux localités.....	39
Figure 14 : Classification Ascendante Hiérarchique des individus.....	40
Figure 15 : Représentation graphique des intervalles de confiance des caractères morphologiques étudiés pour la Population de Tipaza (a) et la Population de Blida (b).....	41
Figure 16 : Teneur en eau des fleurs d' <i>Anthemis nobilis</i> L provenant de deux régions étudiées.....	37
Figure 17 : Rendement en huiles essentielles par rapport à la matière sèche.....	43
Figure 18 : d' <i>Anthemis nobilis</i> L sèche.....	60
Figure 19 : Montage d'hydrodistillation de type Clevenger.....	61

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : position taxonomique de <i>Chamaemelum nobile</i> L. APGIII.....	4
Tableau 2 : Nombre d'individus pour chaque échantillon récolté et Poids des fleurs.....	27
Tableau 3 : Informations géographique concernant la ville de Menaceur-Tipaza.....	27
Tableau 4 : Informations géographique concernant la ville de Soumaa- Blida.....	28
Tableau 5 : Les Caractères morphologiques étudiés.....	29

Liste des Abréviations

A.nobilis : *Anthemis nobilis* L

ACP : Analyse en Composante Principale

ADN : Acide désoxyribonucléique

ARN : Acide ribonucléique

AFNOR : Association Française de Normalisation

CAH : Classification Ascendante Hiérarchique

CV : Coefficient de variation

HE : Huile Essentielle

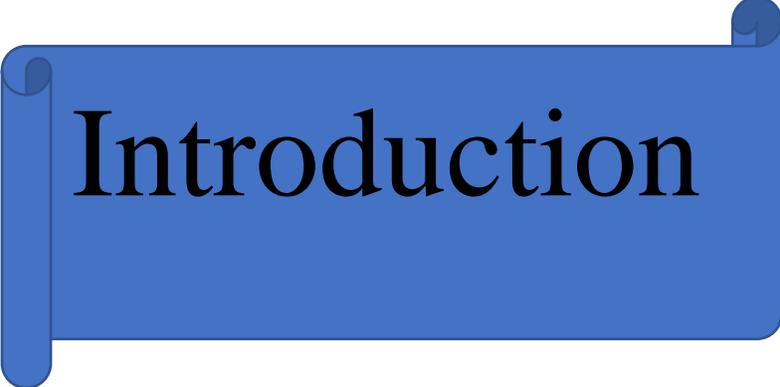
Ha : Hydrolat

M.F: Matière fraîche

M.S : Matière sèche

VHE : Volume de l'huile essentielle

I% : pourcentage d'inhibition



Introduction

L'Algérie par son aire géographique et sa diversité climatique est riche en flore naturelle. La gamme des plantes médicinales et aromatiques fait partie du grand patrimoine végétal de ce pays **(Iserni ,1990)**.

La diversité du monde végétal, sa richesse adaptative et son rôle dans la biosphère font des végétaux un sujet d'étude très important, le monde du végétal est infiniment plastique cette plasticité s'exprime à divers niveau, adaptatif, évolutif, morphologique, physiologique, génétique et témoigne d'une très grande richesse qui reste à explorer **(Samouelian et al, 2009)**.

Les plantes médicinales sont toutes les plantes qui auraient une activité pharmacologique pouvant conduire à des emplois thérapeutiques. Cela grâce à la présence d'un certain nombre de substances actives dont la plupart agissent sur l'organisme humain. **(Naghibi et al, 2005 ; Babulka, 2007)**.

Les astéracées ou composées constituent l'une des familles botaniques les plus importantes. **(Betina, 2004)**. La camomille romaine (*Anthemis nobilis* L) appartient à la famille des Astéracées. Elle est reconnue à la fois par la médecine populaire et le pharmacopées officielles **(Davis, 2007)**.

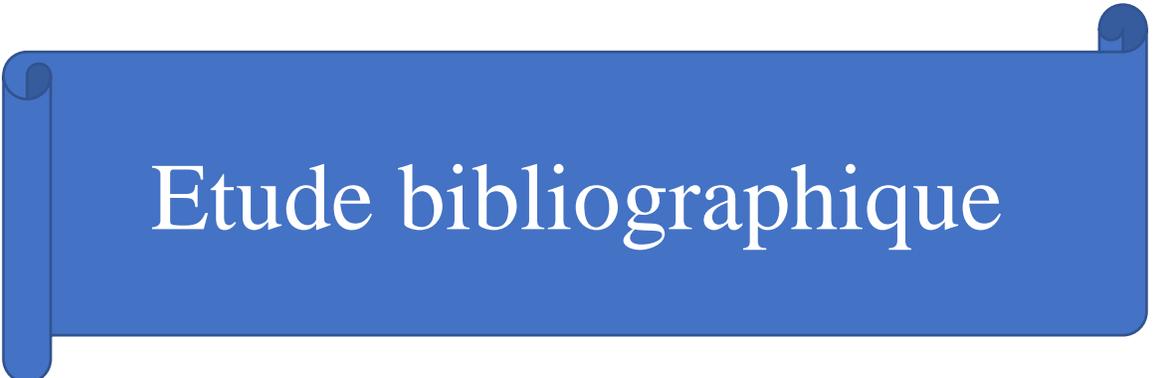
L'huile essentielle d'*Anthemis nobilis* L présente des propriétés stimulantes et antispasmodiques **(Roux, 2008)**, d'après certains auteurs **(Bardeau, 2009 et Bruneton, 2009)** le rendement en huile essentielle est variable, plusieurs facteurs peuvent intervenir notamment la génétique, l'écologie de la plante, le cycle végétatif et la nature du sol.

Les facteurs intrinsèques sont des variables qui dépendant de la plante elle-même (génétique).

L'évaluation des rendements des huiles essentielles a fait l'objet de plusieurs études, l'intérêt à parte sur l'influence de procède de séchage sur le rendement et la composition chimique de l'huile essentielle, les facteurs d'environnements, et les facteurs géographiques **(Selami et al ,2001)**. D'autres auteurs ont essayé de déterminer les conditions optimales de procédés d'extraction permettant d'aboutir aux meilleurs rendements **(Sahraoui et al, 2016)**.

Dans ce contexte, nous nous sommes intéressées à étudier la variabilité morphologique des individus d'*Anthemis nobilis* L provenant de deux régions d'Algérie (Blida et Tipaza) et à évaluer leurs rendements en huiles essentielles. Nos objectifs sont les suivant

- ✓ Extraction des huiles essentielles des capitules d'*Anthémis nobilis*.
- ✓ Étudier la variabilité morphologique par des analyses statistiques.
- ✓ Analyses des résultats obtenus.
- ✓ Par la suite une conclusion qui résume l'ensemble des résultats obtenus suivi par des perspectives importantes qui font suite à ce travail.



Etude bibliographique

1. Notion de variabilité :

Le terme variation désigne la diversité des espèces, celle de leur gène, elle reflète et conditionne l'histoire évolutive des espèces, leur capacité d'évolution et d'adaptation, l'équilibre et la pérennité des écosystèmes (**cherkaoui ,2011**).

2. Notion de l'espèce et population :

L'espèce est un groupe de population naturelle actuellement ou potentiellement interfécondé et isolée du point de vue reproductif de tous les autres groupes. Les individus ou groupes d'individus d'une espèce peuvent sensiblement différer entre eux. Cette disparité peut altérer les mécanismes de reconnaissance et augmenter encore la différence, entraînant des séparations.

Les populations se présentent immédiatement comme un ensemble d'organismes d'une même espèce vivant dans la même lieu (**Bidault,1971**)

3. Notion de génotype et phénotype :

Le génotype représente le jeu complet des gènes reçus par un individu, tandis que le phénotype décrit tous les aspects de la morphologie, de la physiologie, du comportement et des relations de ce même individu avec son environnement (**Griffiths et al,2010**).

Selon (**Perbal ,2001**) le phénotype est une réalisation particulière du génotype, la plupart des phénotypes changent constamment au cours de la vie d'un organisme, en fonction des interactions de ses gènes avec une succession d'environnement.

4. Facteurs de la diversification des populations :

Les variations phénotypiques constatées au sein des populations peuvent avoir comme origine, une influence du milieu et de la structure génétique (**Mostefai, 2010**).

Depuis longtemps, l'observation a montré aux botanistes que les plantes appartenant à une même espèce ne sont pas exactement semblables les unes aux autres, à une époque récente depuis la découverte des lois de Mendel vers 1900, que l'étude de la variation intraspécifique s'est trouvée pleinement justifiée pour finalement devenir la base des analyses taxonomiques et le support de toutes les considérations relatives aux phénomènes de l'évolution (**Bidault,1971**).

5. Variation d'origine environnementale :

Ce sont évidemment les facteurs du milieu qui sont directement à l'origine de la variation phénotypique, comme les conditions climatiques et édaphiques (**Bidault,1971 ; Hartl,1994**).

6. Variation d'origine génotypique :

Les variations génotypiques qui sont à l'origine même de l'évolution dépendent de deux facteurs. Les facteurs internes (mutation, recombinaison) et les facteurs externes (Sélection naturelle). La mesure de la variabilité génétique est basée sur la variation phénotypique (**Cain et al,2006**).

Il existe trois grandes approches pour quantifier la variabilité génétique intraspécifique. La première approche phénotypique souvent utilisée car elle est simple et rapide. Une seconde approche indirecte pour mesurer la variabilité génétique et l'analyse enzymatique (**Poteau, 2007**).

7. Les principaux types de variation :

Selon **Bidault (1971)** : Quelle que soit la nature des caractères envisagés, on peut distinguer trois types de variations :

- Une variation individuelle : affectant les diverses parties d'un individu à un moment donné ou les mêmes parties à des moments différents.
- Une variation à l'intérieur d'une unité systématique : qui distingue les populations d'une unité taxonomique.

1. Généralité :

Le mot « aster » du grec signifie « l'étoile » en référence à la forme des fleurs (**Gausсен et Leroy, 1982**). La famille des Astéracées ou Composées est la famille la plus large des plantes à fleurs, famille de plantes dicotylédones, elle comprend près de 13 000 espèces réparties en 1500 genres formant approximativement 10% de la flore du monde (**Pottier, 1981**).

Les Astéracées ont la caractéristique commune d'avoir des fleurs réunies en capitules, c'est-à-dire serrées les unes à côté des autres, sans pédoncules, placées sur l'extrémité d'un rameau ou d'une tige et entourées d'une structure formée par des bractées florales. Les fruits sont des akènes, souvent couronnés d'une aigrette de soies appelée « Pappus » qui favorise la dispersion des graines par le vent (**Messai, 2011**). Les racines des Astéracées sont d'habitude pivotantes et fibreuses. Les tiges sont généralement droites, mais tombent quelque fois au fait de s'élever. Les feuilles sont souvent alternes, et parfois en face, ou verticillées (**Gherboudj, 2014**).

Les principes amers, les corps insaturés, les flavonoïdes, les coumarines, les polyphénols, les terpènes., principaux constituants chimiques des Astéracées expliquent la diversité de leurs activités pharmacologique (**Mezache, 2010**).

Plusieurs espèces sont utilisées en pharmacie : le Semen-contra (*Artemisiacina* Berge), l'Arnica (*Arnica montana* L.), et la Camomille (*matricaria chamomilla* L. et *Anthemis nobilis* L.) (**Guignard, 1994**).

2. L'origine et répartition :

On l'appelle "romaine" pour avoir été identifiée à Rome au XVe siècle, d'où elle nous est Parvenue, via Londres, en tant que mauvaise herbe (**Mourice, 2013**). *Chamaemelum nobile* L a été largement distribuée en Australasie (L'Australie, Nouvelle Zélande), Europe (L'Irlande, France, Portugal, Espagne, l'Italie, Belgique, l'Allemagne, la Slovaquie, la Suisse ...etc), Afrique (L'Algérie, Maroc) et Amérique du Nord. (**Sharafzadeh et Alizadeh, 2011**).

2. Etymologie

L'ancien nom latin de la Camomille romaine était *Anthémis Nobile* L (Nelly, 2013). Anthémis vient du grec anthos qui signifie « fleur » ; nobilis « noble ». Elle est aussi connue sous les noms communs suivants : Camomille odorante, Anthémis noble ou odorant, Camomille, Camomille noble (Pierre et Lys, 2007).

Le nom de cette plante est dérivé du mot grec CHAMOS qui signifie « terre », et le MELOS qui signifie « pomme » ces mots références à la lenteur de croissance et l'odeur de pomme des fleurs fraîches de la camomille (Sharrif moghaddasi, 2011).

Selon plusieurs auteurs la camomille présente plusieurs noms vernaculaires (Pierre et Lys 2007) en français (Camomille odorante, anthémis noble, camomille Romaine), en arabes (Babounj romani, babanq romani), en anglais (Camomille, camomille douce, camomille anglaise), en espagnol (Camomila De jardín, manzanilla fina, manzanilla romana) (Ali Esmail Al-Snafi, 2016).

3. Taxonomie :

La Camomille romaine également appelée « *Anthémis nobilis* L » ou « *Chamaemelum nobile* L ». Est une plante de la sous-famille des Asteroideae, de la tribu des Anthemideae et de la sous-tribu des Anthemidinae. La systématique selon la classification de APGIII de *Chamaemelum nobile* L est la suivante :

Tableau 1 : position taxonomique de *Chamaemelum nobile* L. APGIII

Taxonomie	Description
Règne	Plantae
Sous-embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédoneae
Sous-classe	Astéridées
Ordre	Asteralae
Famille	Asteraceae
Genre	<i>Chamaemelum</i>
Espèce	<i>Chamaemelum nobile</i> L. Syn (<i>Anthémis nobilis</i> L)

4. Description botanique et identification :

La camomille c'est une plante vivace herbacée (**Figure 1**) pouvant mesurer entre 30 et 80 centimètres de hauteur. La tige de Camomille romaine sont pubescentes, rampantes et très ramifiées (**Ernest et Grace, 2001**) et cannelée longitudinalement, Elle porte des feuilles finement divisées en 5 à 9 segments (**Ernest et Grace, 2001**), plus plates et plus épaisses (**Figure 2**), pennées ou bipennées, leur bord est crénelé et elles sont plus ou moins duveteuses sur les deux Faces (**Elisa, 2019**).

Avec un « plumeux » apparence, 2-3 fois pennée et avec une foliole peu poilue Lobes (2,5-4 mm) de couleur vert grisâtre, avec des sections pointues de pics latéraux étroites à pied à 0,5 mm de large. Il forme des pelouses distinctives de rosettes de feuilles de plumeuses qui sont fortement aromatiques, libérant un parfum frais de pomme lorsqu'il est écrasé sous les pieds (**Franke, 2005**). Les racines sont vivaces ; elle atteint une hauteur de 10 à 30 cm (**Ernest et Grace, 2001**).

Les capitules terminaux sont composés de fleurs ont les rayons blancs et le centre jaune (**Figure3**) et ressemblent à de petites marguerites (**Ernest et Grace, 2001**). Ces capitules mesurent entre 18 – 25mm de diamètre et la floraison s'effectue entre juin et août (**Winship et Chatters,2020**).



Figure 1 :la camomille romaine



Figure 2 : feuilles de camomille romaine



Figure 3 : les capitules se camomille romaine

5. Composition chimique :

A.nobilis L contenait 80 % d'eau , 6 à 7 % de matières minérales, de l'huile volatile de couleur bleu clair due au terpénoïde chamazulène (**Anonymous,1991**), La quantité des constituants isolés était différente selon l'origine et l'âge des fleurs, les HEs des parties aériennes des plantes ont été incluses : isobutanoate d'isobutyle (4,4 %), isobutanoate de 2-méthylbutyle (4,3 %), angélate d'isobutyle (24,5 %), angélate de 2-butényle (7,3 %), angélate de 2-méthylbutyle (17,4 %), trans-pinocarvéol (4,5 %), angélate d'isoamyle (7,6 %) et estragol (5,0 %) (**Radulovi et al, 2006**). Autre constituant de camomille des sesquiterpènes, des hydroperoxydes, des flavonoïdes (apigénine, lutéoline, quercétine et leurs glycosides (apiine, lutéoline-7-glucoside et rutine)), des catéchines, des coumarines (Scopolétine-7-glucoside), alcools divers (alcools amyle et isobutyle), des polyacétylènes, des acides phénoliques, des triterpènes et des stéroïdes et des polysaccharides (**Faucounnier et al,1996**) et (**Guimarães et al,2001**).

6. Propriétés biologiques :

L'activité biologique de la camomille était principalement due aux flavonoïdes [apigénine, lutéoline, quercétine, patuletinester], isolés de l'extrait éthanolique des fleurs d'*Anthemis nobilis*. Qui sont très poussées en raison de leurs diverses propriétés physiologiques comme les activités antiallergique, anti-atherogénique, anti-inflammatoire, hépatoprotective, antimicrobienne, antivirale, antibactérienne, anticarcinogénique, anti-thrombotique, cardioprotective et vasodilatatoire (**Hänsel et al,1993**).

Cette plante a de nombreuses propriétés valorisables, ce qui fait d'elle un sujet d'étude très intéressant (**Srivastava et al, 2010**).

Les effets pharmacologiques de cette plante sont :

- Pré-anesthésiante autrement dit anesthésie locale : extraction dentaire.
- Anti-inflammatoire : intéressante pour les neuro arthritiques.
- Antalgique : très utilisée en dentisterie (névrites ; névralgies).
- Antiparasitaire : sur les lambliaoses et les ankylostomes.
- Antispasmodique : spasmophilie.

- Antidépresseur : très efficace pour le traitement de l'angoisse, des troubles du sommeil

7. Utilisation traditionnelle :

Traditionnellement, la camomille a été utilisée pendant des siècles comme un médicament et possède des propriétés anti-inflammatoire, antimicrobien, antiseptique, antioxydant et antispasmodique. Elle est très utile pour soigner les blessures, les ulcères, l'eczéma, les gouttes, les irritations de la peau, les hémorroïdes et autres alésages (**Mourice, 2013**).

La camomille a également été utilisée pour traiter les coliques, croup et fièvres chez les enfants (**Peña et al, 2006**). Il a été utilisé comme emménagogue et tonique utérin chez les femmes. Il est également efficace contre l'arthrite, les maux de dos, les escarres et les crampes d'estomac (**Janmejy et al, 2010**).

Le thé à la camomille est l'une des tisanes les plus populaires au monde et environ un million de tasses sont consommées chaque jour. Des sachets de thé à la camomille sont également disponibles sur le marché, contenant de la poudre de fleur de camomille, pure ou mélangée avec d'autres herbes médicinales populaires (**Janmejy et al, 2010**). Utilisé comme sédatif léger pour calmer les nerfs et réduire l'anxiété (**Forster et al, 1980**) a été appréciée comme relaxant digestif, traiter divers troubles gastro-intestinaux, y compris les flatulences, l'indigestion, la diarrhée, anorexie, mal des transports, nausées et vomissements (**Janmejy et al, 2010**). Il existe également d'autres utilisation, par exemple sous forme de teinture, ou comme gélules (**Pierre, 2017**).

8. Écologie :

La camomille est une plante herbacée vivace à longue durée de vie. Prospère dans les endroits ouverts et ensoleillés mais peuvent tolérer un peu d'ombre avec un Sols humides et moyennement acides, un pH entre 5,5 à 8,0 et fleurisse de juin à août (**Ernest et Grace, 2001**).

1. Définition :

Selon **la Pharmacopée française**, l'huile essentielle est un « produit odorant, généralement de composition complexe renfermant des principes volatils contenus dans les végétaux. Selon l'**AFNOR**, elle désigne obtenu à partir d'une matière première végétale botaniquement définie, soit par distillation à la vapeur d'eau, soit par un procédé mécanique sans chauffage, soit par distillation sèche.

Les HE sont le parfum des plantes. Lorsque nous humons une rose, que nous épluchons une orange ou que nous fripons une feuille de menthe ou de romarin entre les doigts, c'est l'HE en train de se volatiliser qui nous fait éprouver cette sensation olfactive si agréable. Les HE sont à la fois des parfums et des remèdes naturels. Elles doivent être utilisées à très faibles doses, car leurs principes actifs sont hyper concentrés (**Lardry et Haberkorn,2007**).

Définition HE selon la norme (Lardry et Haberkorn,2007) : « une huile essentielle est un produit obtenu à partir d'une matière première végétale, soit par un entraînement à la vapeur d'eau, soit par des procédés mécaniques à partir de l'épicarpe des Citrus, soit par distillation sèche, et qui est séparé de la phase aqueuse par des procédés physiques (**Michel,2017**).

2. Localisation dans la plante :

Les huiles essentielles n'existent quasiment que chez les végétaux supérieurs. Les genres capables d'élaborer les constituants qui les composent sont répartis dans une cinquantaine de familles botaniques parmi lesquelles les Lamiacées, les Astéracées, les Rutacées, les Cannelacées, les Lauracées, les Myrtacées et les Zingibéracées (**Bruneton, 1999**). Les huiles essentielles peuvent être stockées dans tous les organes : fleurs (rose) ; feuilles (citronnelle, eucalyptus, laurier), écorces (cannelier) ; bois (bois de rose, santal) ; racines (vétiver) ; rhizomes (curcuma, gingembre) ; fruits (anis, badiane) et graines (muscade) (**Sangwan et al, 2001**).

Selon **Bruneton, 1999** La synthèse et l'accumulation des HE sont généralement associées à la présence de structures histologiquement spécialisées, souvent localisées sur ou à proximité de la surface de la plante. On retrouve par exemple :

- Les cellules à huiles essentielles : chez les Lauracées et les Zingibéracées.
- Les poils sécréteurs : chez les Lamiacées.
- Les poches sécrétrices : chez les Myrtacées et les Rutacées.
- Les canaux sécréteurs : chez les Apiacées et les Astéracées.

3. Composition chimique :

La détermination de la composition chimique a intéressée de nombreux chercheurs et les méthodes d'analyse chimique de plus en plus sophistiquées ont permis d'identifier un très grand nombre de constituants des huiles essentielles. Leur composition est variable en fonction de la partie concernée de la plante, mais aussi selon l'origine géographique des végétaux utilisés (**Bourrain,2013**).

Les principaux constituants des huiles essentielles appartiennent de manière quasi exclusive, à deux groupes caractérisés par des origines biogénétiques distinctes :

a. Groupe des terpénoïdes :

D'une manière générale, les huiles essentielles ne contiennent que les terpènes les plus volatils, c'est-à-dire ceux dont la masse moléculaire n'est pas trop élevée : Monoterpènes, sesquiterpènes. Ce sont des hydrocarbures ayant respectivement dix et quinze atomes de carbone. Ils peuvent être saturés ou insaturés, acycliques, monocycliques, bicycliques ou polycycliques. Ils peuvent également être accompagnés de leurs dérivés oxygénés : alcools, esters, éthers, aldéhydes, cétones, etc. (**Meryem, 2018**)

b. Groupe des composés aromatiques :

Les composés aromatiques dérivés du phénylpropane (C6-C3) sont beaucoup moins fréquents dans les HE que les monoterpènes et sesquiterpènes. Ce sont très souvent des allyle- et propénylphénols, parfois des aldéhydes. Ils sont beaucoup moins fréquents que les molécules volatiles. Un noyau aromatique est couplé à une chaîne de trois carbones (**Abadlia et Cherbour, 2014**).

- c. **Composés d'origines diverses** : Certains composés aliphatiques de faible poids moléculaire sont entraînés lors de l'hydrodistillation des HE à savoir les carbures, acides, alcools, aldéhydes, esters (**Chaker, 2010**).

4. Propriétés des huiles essentielles :

Les HE sont habituellement liquides à température ambiante et volatiles, ce qui les différencie des huiles dites « fixes ». Leur densité est en grande majorité inférieure à celle de l'eau (**Bruneton,2016**).

Elles sont huileuses, mais non grasses et s'évaporent facilement. Chaque HE est unique et se caractérise par une odeur, une couleur, une viscosité et des propriétés spécifiques. Elles ont un indice de réfraction élevé et la plupart dévient la lumière polarisée. Elles sont solubles dans l'alcool à titre alcoométrique élevé et dans la plupart des solvants organiques mais peu solubles dans l'eau (**Franchomme et Pénéol ,2001**). La couleur des huiles essentielles est très variable. La plupart des huiles essentielles ont une couleur jaune presque imperceptible. Elles foncent au court de leur vieillissement (oxydation). Dans certains cas extrêmes, les huiles essentielles vieilles et oxydées présentent un risque toxique important (**Kaloustian et Hadji-Minaglou ,2012**).

La densité ou densité relative d'une huile essentielle est le rapport de sa masse volumique à la masse volumique de l'eau distillée, à 20°C. La densité des huiles essentielles est très souvent inférieure à 1 (densité de l'eau) et varie en fonction de leur composition chimique (**Franchomme et Pénéol ,2001**).

Le pouvoir rotatoire, caractéristique des molécules chirales, exprime la capacité qu'elles ont à dévier la lumière polarisée. Les huiles essentielles sont actives sur la lumière polarisée de manière très variable en fonction de la nature et de la concentration des différentes molécules chirales qu'elles contiennent (**Fernandez et Chemat,2012**).

5. Activités biologiques :

En dépit de leur histoire d'être considérées comme, métabolites secondaires, il devient clair que les huiles essentielles et leurs composants ont des fonctions biologiques spécifiques, dont beaucoup se prêtent à une exploitation commerciale. La diversité et la complexité des composés présents dans les huiles essentielles, offrent à ces dernières la capacité d'affecter de nombreux systèmes biologiques. Les activités biologiques des plus grands centres d'intérêt figurent autour des applications dans la santé, l'agriculture et l'industrie cosmétique et alimentaire. Dans le domaine de la santé et de la médecine, les huiles essentielles ont un large éventail de propriétés biologiques, telles

qu'antimicrobienne, anticancéreuse, analgésique, antioxydante, anti-inflammatoire, d'autres possèdent des effets immuno- modulateurs et antiplaquettaire, et les activités antithrombotiques (**Thormar, 2011**).

a. Activité pesticide et insecticide :

Malgré les nombreuses molécules synthétiques susceptibles d'être utilisées, la protection des végétaux peut également se faire avec certaines essences naturelles. En effet, les pesticides sont très diversifiés et se classent selon leur activité en insecticides, molluscides, nématocides, germicides. Certaines huiles sont reconnues pour leur efficacité sur les champignons phytopathogènes (**Cheng et al, 2004**).

Les huiles essentielles ont des propriétés insecticides essentiellement larvicides, inhibitrice de la croissance et des propriétés anti-nourrissante. Ces potentiels ont été démontrés par des multiples études à travers le monde tels que les études de (Kouassi & al,2004) qui ont montré que les huiles de Melaleuca quinquenervia et Ocimum gratissimum présentent des effets insecticides contre callosobruchus maculatus F. Les propriétés insecticides de l'huile de Juniperus phoenicea sont testées contre un insecte des denrées stockées Tribolium confusum ; cette huile a manifesté un effet anti appétant intéressant. Une étude préliminaire a montré que cette huile présente une toxicité élevée vis à vis de cet insecte (**Bouzouita et al, 2008**), ont démontré l'efficacité insecticide par effet répulsif de l'huile essentielle de Callistemon viminalis contre les adultes d'Acanthoscelides obtectus (Coleoptera).

b. Activité antiseptique :

Le pouvoir antiseptique des huiles essentielles est manifeste par voie externe, par la peau, par les voies respiratoires supérieures, les bronches, les poumons (**Jouhanneau, 1991**). Il s'exerce à l'encontre de bactéries pathogènes, des champignons responsables de mycoses et sur des levures. Ce pouvoir semble moins établi par voie interne digestive pour atteindre une infection sanguine ou organique. Parmi les huiles essentielles les plus antiseptiques, il y a la cannelle, le thym, le girofle, l'eucalyptus, la sarriette, la lavande (**Bruneton,1993**)

c. Activités antioxydants :

Un antioxydant peut être défini comme toute substance capable, à concentration relativement faible, d'entrer en compétition avec d'autres substrats oxydables et ainsi retarder ou empêcher l'oxydation de ces substrats. Ce sont des éléments protecteurs qui agissent comme capteurs de radicaux libres. Ces derniers sont produits quotidiennement par l'organisme (**Shahidi, 1997**). Ce sont des composés très réactifs comportant un électron célibataire et nécessaire à des mécanismes vitaux (**Bartosz, 2003**). Mais, ils deviennent nocifs quand ils sont en excès et induisent certains dommages au niveau de la structure des protéines, des lipides (**Pourrut, 2008**), des acides nucléiques (**Favier, 2003**). En entraînant un stress oxydant qui contribue aux processus de vieillissement cellulaire accéléré et au développement de pathologies telles que l'Alzheimer (**Butterfield et Lauderback, 2002**), l'artériosclérose et le cancer (**Gardner, 1997**). En raison des effets secondaires indésirables des antioxydants synthétiques tels que la toxicité et la cancérogénicité l'intérêt a considérablement augmenté pour trouver des antioxydants d'origine naturelle appropriés pour une utilisation dans les denrées alimentaires et/ou en médecine (**Bamoniri et al, 2010**).

Cependant, cette activité ne pouvait être observée qu'en utilisant une concentration élevée de l'huile essentielle et son oléorésine (**Baser et Buchbauer, 2010**). Le thymol et le carvacrol sont les composés les plus actifs. Leur activité est en relation avec leur structure phénolique car les composés de ce type ont des propriétés oxydo-réductrices et jouent ainsi un rôle important en neutralisant les radicaux libres et en décomposant les peroxydes (**Braga et al, 2006**). L'activité antioxydante des HEs est également attribuable à certains alcools, éthers, cétones et aldéhydes monoterpéniques : le linalool, le 1,8-cinéole, le géraniol/nérol, le citronellal, l'isomenthone, la menthone et quelques monoterpènes : α -terpinène et γ -terpinène (**Edris, 2007**).

d. Activités anti-inflammatoires :

L'inflammation est une réponse pathophysiologique du tissu vivant à une blessure qui conduit à l'accumulation locale du fluide plasmatique et des cellules sanguines. Bien qu'il s'agisse d'un mécanisme de défense qui aide le corps à se protéger contre soi-même : infections, brûlures, produits chimiques toxiques, allergènes ou autres stimuli nocifs ; Les événements complexes et les médiateurs impliqués dans la réaction inflammatoire peut induire, maintenir ou aggraver de nombreuses maladies (**Sosa et al, 2002**) chroniques telles

que l'arthrite, l'arthrose, la maladie inflammatoire de l'intestin...etc. Les médicaments actuellement utilisés sont des anti-inflammatoires non stéroïdiens et les corticostéroïdes. Tous ces médicaments ont des effets toxiques potentiels tels que le saignement gastro-intestinal significativement associé à l'utilisation aiguë d'anti-inflammatoires non stéroïdiens comme la dose régulière d'aspirine, le diclofenac, le kétorolac, le naproxène ou le nimésulide (**Pilotto et al, 2003**). Les plantes médicinales utilisées dans la médecine traditionnelle pour traiter les cas d'inflammations semblent être une alternative fiable et logique à la recherche d'agents anti-inflammatoires sûr et efficace. Il est bien connu que la dénaturation des protéines tissulaires conduit à des maladies inflammatoires et des arthrites. Les produits naturels qui peuvent empêcher la dénaturation des protéines seront donc utiles pour le développement de la thérapie anti-inflammatoire (**Alhakmani et al, 2010**). Les HEs sont utilisées en milieu clinique pour soigner des maladies inflammatoires telles que les rhumatismes, les allergies ou l'arthrite (**Maruyama et al, 2005**). Plusieurs études ont, par exemple, mis en évidence l'activité anti-inflammatoire de l'huile essentielle de *Melaleuca alternifolia* (**Koh et al, 2002 ; Caldefie-Chézet et al, 2004 ; Caldefie-Chézet et al, 2006**) et de son composé principal, l' α -terpinéol (**Hart et al, 2000**). Les composés actifs agissent en empêchant la libération d'histamine ou en réduisant la production de médiateurs de l'inflammation. Un autre exemple, l'huile essentielle de géranium (**Maruyama et al, 2005**) ainsi que le linalol et son acétate (**Peana et al, 2002**) ont montré une activité anti-inflammatoire sur des œdèmes de pattes de souris induit par le carraghénane. Les huiles essentielles représentent donc une nouvelle option dans le traitement des maladies inflammatoires (**Piochon, 2008**).

e. Activité spasmolytique :

De nombreuses HE sont réputées pour diminuer ou supprimer les spasmes gastrointestinaux. Cette allégation est d'ailleurs établie de façon clinique pour l'HE de Menthe poivrée. Ces HE agissent par différentes actions. L'action spasmolytique est de type neurotrope et/ou musculotrope. Les molécules lipophiles se fixent sur la membrane des cellules musculaires lisses et entraînent une inhibition de l'entrée du calcium dans les cellules ce qui aboutit à une relaxation des fibres lisses. (**Bruneton ,2016**). Ces observations ont été faites in vitro, et ont démontré une activité spasmolytique marquée sur l'iléon de Cobaye isolé et, dans une moindre mesure sur la trachée de ce même animal.

(**Lis-Balchin et Hart,1999**). Les HES ayant révélé cette activité sont : l'angélique, le basilic, la camomille, le girofle, la lavande fine, la mélisse, la menthe poivrée et le thym.

Elles stimulent les sécrétions gastriques par une action anticholinergique, d'où l'action « digestive » ce qui a pour conséquence des effets positifs sur la nervosité et l'insomnie. Groupes chimiques présentant cette propriété : Les esters, Les alcools monoterpéniques et aromatiques, Les phénols monoterpéniques et aromatiques, Les éthers (**Millet,2010**)

f. Activité antifongique :

L'augmentation de la prévalence des infections fongiques, couplée à une résistance accrue aux antifongiques et à des problèmes de toxicité rencontrés sur le long terme avec les traitements actuels, rend donc nécessaire la recherche de nouveaux traitements des mycoses (**White et al,1996**).

Les différentes études sur l'effet des huiles essentielles sur les dermatophytes montrent qu'ils n'existent pas de groupe chimique particulier responsable de celle-ci. Cependant, il semblerait que les phénylpropanoïdes (ex, estragole, eugénol) et les alcools sesquiterpéniques représentés par l' α - bisabolol présentent des propriétés antifongiques intéressantes, dont nous citerons quelques exemples (**Waikedre, 2010**).

g. Activité calmante et relaxante :

Les HE peuvent calmer, détendre ou faciliter le sommeil lors d'une diffusion atmosphérique. Les troubles du système nerveux sont un domaine dans lequel les HE ne sont pas assez exploitées. (**Franchomme et Penoel,2001**). L'action neuropharmacologique des HE a été étudiée par voie cutanée (**Rho K-H et al,2006**) et atmosphérique (**Park et Lee,2004**) sur les désordres psychologiques comme le stress, l'anxiété, la dépression, l'insomnie... montrant une amélioration des symptômes sans effets secondaires.

h. Activité antibactérienne :

Toutefois, l'action des huiles essentielles sur la cellule bactérienne demeure encore insuffisamment élucidée (**Lakhdar et al,2012**). Plusieurs mécanismes seraient mis en jeu (**Bakkali et al,2008**)

- Précipitation des protéines et des acides nucléiques ;
- Inhibition de la synthèse des macromolécules (ADN, ARN, protéines et peptidoglycanes) (**El Amri et al,2014**)

- Inhibition de la perméabilité membranaire sélective et détérioration membranaire ;
- Inhibition de la glycolyse et déplétion potassique ;
- Modification de la morphologie de la cellule bactérienne ;
- Absorption et formation d'un film autour de la cellule bactérienne avec inhibition des processus de respiration, d'absorption et d'excrétion.

Les H.E. présentent une propriété constante : un pouvoir anti-infectieux, à différents degrés pour chacune d'entre elles. Les HE peuvent donc être comparées aux antibiotiques, de par leur pouvoir anti-infectieux. Les HE bénéficient d'un recul d'utilisation de 5000ans tandis que les antibiotiques ne sont utilisés que depuis 50 ans. Ainsi on a pu voir que les HE ne provoquent pas de phénomène de résistance, alors que les antibiotiques entraînent des résistances (**Drs et Van,2012**).

D'autre part, les HE augmentent l'immunité de l'hôte alors que les antibiotiques la diminuent.

6. Méthodes d'extraction :

Les huiles essentielles sont des produits obtenus soit à partir des matières premières naturelles par distillation, soit à partir des fruits de citrus par des procédés mécaniques et qui sont séparés de la phase aqueuse par des procédés physiques (**Stahl-Biskup et Saez, 2002**). Les huiles essentielles sont extraites principalement par deux méthodes de distillation (Entraînement à la vapeur d'eau et hydrodistillation) et une méthode d'expression à froid (cas particulier des agrumes). Lesquelles peuvent être mises en œuvre sur les systèmes discontinus ou continus, à la pression ambiante, en surpression ou en dépression (**Romdhane et Tizaoui, 2005**). La durée de la distillation peut être ramenée de quelques minutes jusqu'à 30 heures, avantage, suivant les paramètres intervenant au cours du procédé.

a. La distillation :

Selon **Bruneton (1999)** Signale que le principe de la distillation repose sur la propriété qu'ont les HEs d'être volatiles sous l'effet de la chaleur, l'huile est alors entraînée par la vapeur d'eau. Après condensation, l'huile essentielle se sépare du distillat par décantation. Il existe deux méthodes de base de distillation pour l'obtention des HEs qui reposent sur le même principe : entraînement des constituants volatils du matériel végétal par la vapeur

d'eau. La différence entre eux réside dans le degré de contact entre l'eau liquide et le matériel végétal (**Benjilali, 2004**).

b. L'hydrodistillation :

L'hydrodistillation proprement dite est la méthode normée pour l'extraction d'une huile essentielle (**Afnor, 1992**). Le principe consiste à immerger directement la matière végétale à traiter dans un ballon rempli d'eau (**Figure4**) qui est ensuite porté à ébullition, les vapeurs hétérogènes vont se condenser sur une surface froide et l'huile essentielle sera alors séparée par différence de densité (**Bruneton, 1993**). Les inconvénients de cette méthode sont : la calcination du matériel végétal, ce qui entraîne une modification de la composition et des caractéristiques chimiques de l'huile essentielle, la non maîtrise de la température du récipient contenant le mélange (eau + organes végétaux) et la modification de l'odeur, de la couleur et de la composition de l'huile essentielle au cours de la distillation (**Chalchat et al, 1997**).

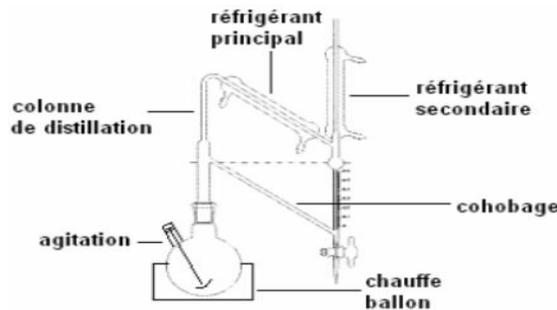


Figure 4 : Schéma d'un montage d'hydrodistillation

c. Entraînement à la vapeur d'eau :

A la différence de l'hydrodistillation, cette technique ne met pas en contact direct l'eau et la matière végétale à traiter. Le principe de la distillation à la vapeur d'eau consiste à faire passer la vapeur d'eau à travers la plante (**Figure5**) à une température adéquate pour détruire les cellules végétales, libérer les molécules aromatiques et les entraîner dans un serpentin de refroidissement. Là, les vapeurs refroidies retournent à l'état liquide formant un mélange « eau + huile essentielle ». Recueillies dans un essencier, l'huile essentielle et l'eau florale se séparent par simple différence de densité. 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 nuire à la qualité de l'huile (Neffati, 2010).

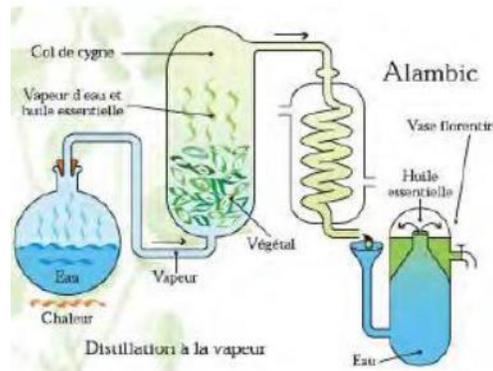


Figure 5 : Schéma d'un montage de distillation par entraînement à la vapeur d'eau

d. L'extraction par micro-ondes :

C'est un procédé utilisant les micro-ondes et les solvants transparents aux micro-ondes pour extraire de façon rapide et sélective des produits chimiques de diverses substances (Paré, 1997). Le matériel végétal est immergé dans un solvant transparent aux micro-ondes de manière à ce que seul le végétal soit chauffé. Les micro-ondes vont chauffer l'eau présente dans le système glandulaire et vasculaire de la plante, libérant ainsi les produits volatils qui passent dans le solvant (non chauffé). On filtre et on récupère ensuite l'extrait. L'extraction par micro-ondes a le grand avantage de réduire le temps d'extraction à quelques secondes (France, 1996). Ce procédé, très rapide et peu consommateur d'énergie, livre un produit qui, est le plus souvent, de qualité supérieure à celle du produit d'hydrodistillation traditionnelle (Bruneton, 1999).

e. Extraction au solvant et extraction au CO₂ :

L'extraction au solvant (issu de pétrole) : ce procédé permet de tripler la quantité d'huile essentielle récupérée. Ce procédé consiste à épuiser le matériel végétal par un solvant à bas point d'ébullition, qui sera ensuite éliminé par distillation sous pression réduite ; l'évaporation du solvant ne donne pas une huile essentielle, mais une concrète (dans le cas du traitement du matériel végétal frais), mélange odorant de consistance pâteuse ou solide due à la présence de cires et des tanins extraits par le solvant. Après traitement à l'alcool à 95 °GL à froid, la concrète est débarrassée des cires par précipitation et filtration, pour conduire à l'absolue. Lorsque l'extraction au solvant est réalisée sur du matériel sec,

notamment des épices (gingembre, poivre), il s'agit d'oléosine. Pour L'extraction au CO₂ : Dans cette technique, un courant de CO₂ à forte pression fait éclater les poches à essence, et entraîne les huiles que l'on récupère en l'état (**Lahlou,2004**).

f. Expression à froid :

Le procédé d'extraction par expression à froid est assurément 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 (citron, orange, mandarine, ...) (**Buronzo,2008**) 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 et reçoit tout le produit habituel de l'entraînement à la vapeur d'eau, d'où la dénomination d'huile essentielle (**Teuscher et al ,2005**).

g. Percolation :

La percolation est une variante de l'entraînement à la vapeur (**Figure 6**). Cette technique relativement récente et particulière. Elle exploite ainsi 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. Cette méthode diffère de la distillation à la vapeur seulement par le fait que la vapeur entre dans l'alambic par le haut, donc au-dessus des plantes, et non par dessous. La percolation convient parfaitement aux bois ou aux matériaux fibreux, car la vapeur peut s'y infiltrer (**Lardry et Haberkorn,2007**).

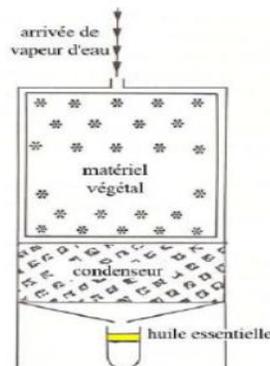


Figure 6 : Montage de la percolation

7. Domaine d'utilisation des huiles essentielles :

Les substances naturelles issues des végétaux ont des intérêts multiples mis à profit dans l'industrie : en alimentation, en cosmétologie, et en pharmacie (**Bahorun, 1997**). Il a eu donc un réveil vers un intérêt progressif de l'utilisation des plantes aromatiques et médicinales dans les pays développés comme dans les pays en voie de développement, parce que les herbes fines guérissent sans effet secondaire défavorable. Ainsi, une recherche de nouvelles substances naturelles est un choix normal (**Scientific Correspondance, 2003**).

Quatre domaines principaux exploitent les diverses potentialités qu'offrent les huiles essentielles.

1. **Médecine** : en tant que médicament pour l'homme ; exemple : contre le diabète (**Amjad,2005**) contre les maladies de stress (**Lee et al, 2003**) contre le Malaria (**Dastidar et al, 2004**).
2. **Pharmacie** : Les huiles essentielles peuvent avoir un intérêt médicamenteux, en particulier dans le domaine des antiseptiques externes, comme par exemple : *Thymus vulgaris* (Thym), *Satureja montana* (Sariette). Elles sont aussi employées pour aromatiser des formulations médicamenteuses destinées à la voie orale. Elles constituent par ailleurs le support de l'aromathérapie. Les plantes aromatiques sont aussi utilisées à l'état brut, en particulier pour les préparations d'infusion (menthe, mélisse, verveine, fleurs d'oranger, etc.) et sous la forme de préparations galéniques simples (**Randrianarivelo, 2010**).
3. **Parfumerie** : C'est le débouché principal des huiles essentielles où la cosmétologie et le secteur des produits d'hygiène en sont les marchés principaux. On note aussi l'utilisation des huiles essentielles dans les préparations pour bains (bain « calmant » ou « relaxant ») avec la possibilité d'absorption percutanée des constituants terpéniques.
4. **Industrie Agro-alimentaire** : Certains plantes sont utilisées brutes (épices et aromates), d'autres le sont sous forme d'huiles essentielles ou de résinoïdes. Tous les secteurs alimentaires en utilisent : boissons alcooliques ou non, confiserie, produits laitiers, produits, carnés, soupes, sauces, boulangerie, snacks, la nutrition

animale (**Randrianarivelo, 2010**). Agriculture pour lutter contre les insectes et les nématodes par exemple (**Amjad, 2005**)

5. **Diverses industries** : L'industrie chimique est le principal utilisateur des isolats issus des huiles essentielles comme matières premières pour la synthèse de principe actifs, médicamenteux, de vitamines, de substances odorantes, exemple : pinènes, sclaréol, linalol, citronellal, citral eugénol, safrole, etc.... Ces isolats sont également utilisés en parfumerie (**Randrianarivelo, 2010**)

8. Conservation des huiles essentielles :

La plupart des molécules constitutives des huiles essentielles sont insaturées, ce qui les rend instables et sensibles à l'altération. Selon les conditions de conservation. Les essences naturelles peuvent être sujettes à des réactions secondaires telles que : le réarrangement moléculaire, la polymérisation, l'oxydation, la fermentation, l'hydrolyse, etc. Il est possible de limiter ces dégradations en prenant certaines précautions (**Bruneton,1993**) :

- l'utilisation des flacons de faible volume en aluminium, en acier inoxydable ou en verre brun, entièrement remplis et fermés de façon étanche ;
- le stockage à basse température ;
- la conservation sous atmosphère d'azote ;
- l'adjonction d'antioxydants, etc...

9. Facteurs influençant la composition :

En fait, les essences produites par différentes espèces de plantes varient dans leurs caractéristiques physico-chimiques selon plusieurs facteurs. Ces derniers peuvent influencer à la fois sur la composition chimique proprement dite et le rendement de leur extraction.

- a) **L'espèce botanique** : Toutes les plantes ne sont pas aromatiques et même quand elles le sont, les constituants sont variables tant dans leur nature que dans leurs proportions (**Sangwan et al, 2001**).

- b) **Le chémotype** : Une espèce morphologiquement homogène peut donner des huiles essentielles de compositions chimiques différentes. Ce phénomène a été mis en évidence pour le thym et le basilic (**Kasali et al, 2005**). Le nombre des molécules chimiquement différentes qui constituent une huile essentielle est variable. La plupart sont poly-moléculaires, c'est à dire composées d'une grande diversité de composés (jusqu'à 500 molécules différentes dans l'huile essentielle de rose). A côté des composés majoritaires (entre 2 et 6 généralement), des composés minoritaires et un certain nombre de constituants sont présents sous forme de traces. Il existe quelques huiles dites mono-moléculaires, telle le Bois de Rose (*Aniba rosaeodora*), la Menthe Pouliot (*Mentha pulegium*) ou la Gaulthérie couchée (*Gaultheria procubens*) qui sont constituées presque exclusivement d'une molécule majoritaire. La Sauge sclarée (*Salvia sclarea*), le Citron (*Citrus reticulata*) sont bi-moléculaire et le Clou de Girofle (*Eugenia caryophyllus*) est tri-moléculaire (**Cole et al, 2007**).
- c) **Le cycle végétatif** : pour une espèce donnée, la proportion des constituants d'une huile essentielle peut varier tout au long du développement de la plante. Le rendement est généralement optimal juste avant la floraison car après, la plante perd environ 70 % de son huile essentielle (**Masotti et al, 2003**).
- d) **La période de récolte** : dans le cas de la fleur de jasmin, la teneur en huile essentielle est plus élevée et l'arôme est plus riche au coucher de soleil. Les fleurs d'ylang-ylang donnent un meilleur rendement en huile essentielle en mai et juin, bien qu'elles s'épanouissent tout au long de l'année (**Angioni et al, 2006**).
- e)) **L'organe végétal** : citons le cas du *Curcuma longa* où l'huile essentielle de rhizomes contient des curcumines que l'on ne retrouve pas dans les feuilles (**Angioni et al, 2006 ; Masotti et al, 2003**).
- f) **Les facteurs extrinsèques** : Ceux-ci ont trait aux facteurs environnementaux (température, nature du sol, ensoleillement...) et aux pratiques culturales qui ont également une influence certaine (**Anaç, 1984**).
- g)) **Les procédés d'obtention** : au cours de l'hydrodistillation, l'eau, l'acidité et la température peuvent induire l'hydrolyse des esters, mais aussi des réarrangements,

des isomérisations, des racémisations, des oxydations ; l'état de la matière première a donc également une influence non négligeable sur la composition chimique des essences (**Baydar H et Baydar N. G, 2005 ; Kovats, 1987**).

10. La toxicité des huiles essentielles :

Les huiles essentielles ne sont pas des produits qui peuvent être utilisés sans risque. Comme tous les produits naturels : "ce n'est pas parce que c'est naturel que ce soit sans danger pour l'organisme". Cet aspect des huiles essentielles est d'autant plus important que leur utilisation, de plus en plus populaire, tend à se généraliser avec l'émergence de nouvelles pratiques thérapeutiques telle que l'aromathérapie. Certaines huiles essentielles sont dangereuses lorsqu'elles sont appliquées sur la peau en raison de leur pouvoir irritant (huiles riches en thymol ou en carvacrol), allergène (huiles riches en cinnamaldéhyde (**Smith et al, 2000**)). Ou phototoxique (huiles de citrus contenant des furocoumarines (**Naganuma et al, 1985**)). D'autres huiles essentielles ont un effet neurotoxique.

Les réactions de toxicité sont généralement dose-dépendantes, des doses qui diffèrent suivant la voie d'application (**Tisserand et Young,2014**)). Et qui engendrent des intoxications graves juste à la suite d'ingestion orale d'une quantité d'huile beaucoup plus élevées que la dose thérapeutique (**Palaniappan et Holley,2010**).

11.Les hydrolats :

11. 1.Définition

Le mot hydrolat vient du latin « hydro » qui signifie eau et du français « lat » qui signifie lait. En effet la substance obtenue juste au sortir de l'alambic présente un aspect laiteux.

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

Faiblement concentrés en HE ou autres molécules caustiques ou corrosives, ils ont l'avantage de ne pas avoir de contre-indications ni d'interactions médicamenteuses, ce qui facilite leur administration par voie interne. Dans ce cas, on les absorbe purs ou

dans un verre d'eau, pour des cures de drainage de fond, pour rééquilibrer l'ensemble du tractus digestif ou stimuler les défenses immunitaires.

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. On ne confondra pas. Hydrolat et hydrosol : l'hydrosol étant obtenu par imprégnation prolongée d'HE dans une eau pure (Michel,2017).

11. 2. Composition

Les hydrolats contiennent en petite quantité des composés volatils semblables à ceux présents dans l'huile essentielle ainsi que des composés solubles dans l'eau non retrouvés dans l'huile. La composition des hydrolats s'éloigne donc de celle des huiles : les molécules oxygénées hydrophiles s'y trouvent en grandes quantités alors que les composés lipophiles comme les hydrocarbures terpéniques sont la plupart du temps quasi absents. Certains hydrolats présentent une plus grande proportion de molécules lipophiles (Price L et Price S, 2004).

11. 3. Conservation :

Les hydrolats sont extrêmement vulnérables au développement bactériologique en raison de leur faible teneur en huile essentielle (concentration dépassant rarement les 02), et de la présence de particules végétales. Ils ont aussi tendance à changer de couleur en raison de la présence combinée de particules végétales et de sels métalliques. Pour leur bonne conservation il convient de les stocker à l'abri de la lumière, de l'oxygène et des variations de température (Ferrando ,2006).

11. 4. Utilisations :

Les eaux florales sont utilisées depuis longtemps comme un type de médicament naturel Fermer (Pharm, 1856) mais elles sont aussi très utilisées dans l'industrie de la cosmétique et même dans l'industrie des boissons avec des marques telles que Simone a Soif ! ou Elixia. Sauf exception, toutes les plantes médicinales et aromatiques peuvent se distiller à la vapeur d'eau. L'hydrolat de camomille romaine.



**Matériel et
Méthodes**

Notre travail consiste à l'étude de la Variabilité morphologique et l'activité antioxydants d'hydrolats d'espèce du genre *Chamaemelum* ; *Anthémis nobilis* L provenant de la région de Blida et Tipaza.

L'étude expérimentale a été réalisée, durant la période allant du mois d'avril jusqu'à la fin du mois de juin 2021, au niveau des laboratoires suivants :

- Laboratoire d'extraction des huiles et fabrication des produits naturel Bio.Lera qui située niveau à Blida AADL. Ouledy aich.
- Laboratoire de recherche des plantes aromatiques et médicinales, Département de Biotechnologie, université de Blida 1, où a été réalisée l'activité antioxydante.

1. Matériel :

1.1. Matériel biologique :

L'identification d'*Anthemis nobilis* L a été faite conformément aux critères botaniques cités par différents auteurs (**Quézel et Santa, 1962 ; Davis, 2007 ; Sarembaud et Poitevin 1996 ; Boullard, 2001 ; Pierre et Lys, 2007 ; Burnie et al., 2013**).

- **L'échantillonnage :**

L'échantillonnage est fondamental et résulte de l'impossibilité de collecter des données sur tous les éléments d'une population ou d'une surface, souvent pour des raisons pratiques, techniques ou économiques.

L'échantillonnage permet alors d'étudier le tout par le biais des statistiques. Il est pourtant d'après **Scherrer (1984)**, un des aspects les plus négligés de la biostatistique, c'est ce qu'on peut constater aussi dans les espaces naturels.

Nous avons récolté 2 échantillons dont chaque un est composé au minimum de 15 individus choisis aléatoirement sur différents sites et plus des fleurs (**Tableau 2**).

La récolte a été réalisée manuellement en prélevant la plante entière avec les racines (Stade de floraison), le matin lorsque les fleurs sont fraîchement ouvertes, mais bien écloses quand même pour distinguer toutes les parties de la fleur.

Tableau 2 : Nombre d'individus et poids des fleurs pour chaque échantillon récolté.

Échantillon	Nombre d'individu	Poids des fleurs
Tipaza	16	3Kg
Blida	16	1Kg

- Le 1^{er} échantillon a été récolté le 27 avril 2021 à Tipaza (**Figure 7**).

- Le 2^{eme} échantillon a été récolté le 02 mai 2021 à l'université de Blida (**Figure 8**).

Une fois les échantillons récoltés nous prenons les mesures des différents caractères morphologique de l'espèce et par la suite ils seront séchés pendant environ 3 semaines dans un espace bien aéré, à l'abri de la lumière et de l'humidité.

- **Présentation de la région de Menaceur-Tipaza :**

Le chef-lieu de la commune, Menaceur, est situé à environ 10 km à vol d'oiseau de la mer, dans le piémont nord du mont Zaccar (zabrir) à l'est des monts du Dahra, au sud-est de Cherchell, à environ 35 km au sud-ouest de Tipaza et à deux kilomètres à l'ouest du Méridien de Paris.

Les caractéristiques de la région de Tipaza sont montrées dans le tableau suivant :

Tableau 3 : Informations géographique concernant la ville de Menaceur-Tipaza.

Coordonnées géographiques	Latitude : 36.4947, Longitude : 2.24052
Altitude	208 m
Climat	Climat méditerranéen avec été chaud

**Figure 7** : *Anthémis nobilis*L de la région de Menaceur-Tipaza.

Présentation de la région de Soumaa- Blida :

Blida est située dans la partie Nord du pays à 50 km au sud-ouest d'Alger, dans la zone géographique du Tell central à 260 m d'altitude. Elle est caractérisée par un climat humide, nous échantillonnage s'est effectué au niveau de l'université Saad Dahleb de Blida (**Figure 8**).



Figure 8 : *Anthémis nobilis* L de la région de Soumaa- Blida (l'université Blida1)

Tableau 4 : Informations géographique concernant la ville de Soumaa- Blida.

Coordonnées géographiques	Latitude : 36.5183, Longitude : 2.90528
Altitude	153 m
Climat	Climat méditerranéen avec été chaud

1.2. Matériel non biologique :

La réalisation des expériences de notre étude a fait appel à un matériel classique et aussi un ensemble de réactifs et produits chimiques sont mentionnés dans (**l'Annexe I**).

2. Méthodes d'étude :

Notre étude a porté sur étude morphologiques et le rendement en huiles essentielles ainsi que l'activité antioxydante de l'espèce *Anthémis nobilis* L.

2.1. Étude de la variabilité morphologique :

Dans cette étude, nous avons intégré toutes les mesures des 30 individus, représentant les deux populations, et les 8 variables morphologiques.

a. Mesures biométriques :

La biométrie est définie comme étant l'étude des paramètres morphologique d'un sujet, les mesures sont faites sur l'ensemble des individus.

Les mesures biométriques ont été effectuées sur tout l'appareil végétatif de la plante à l'aide d'un papier millimètre. Les caractères ont été choisis au hasard par manque de travaux réalisés sur la variabilité morphologique de cette espèce. Nous avons procédé à des mesures basées sur 8 caractères morphologique de quelques organes, il s'agit de la tige, les feuilles, les fleurs et les racines (**tableau 5 et figure 9**)

Tableau 5 : Les Caractères morphologiques étudiés.

Symboles	Caractère morphologique
A	Longueur de la racine principale
B	Longueur de la tige principale
C	Nombre de capitules
D	Nombre de feuilles
E	E Longueur de la plus haute feuille
F	Longueur de la plus basse feuille
G	Longueur du premier entre-nœud
H	Longueur du dernier entre-nœud

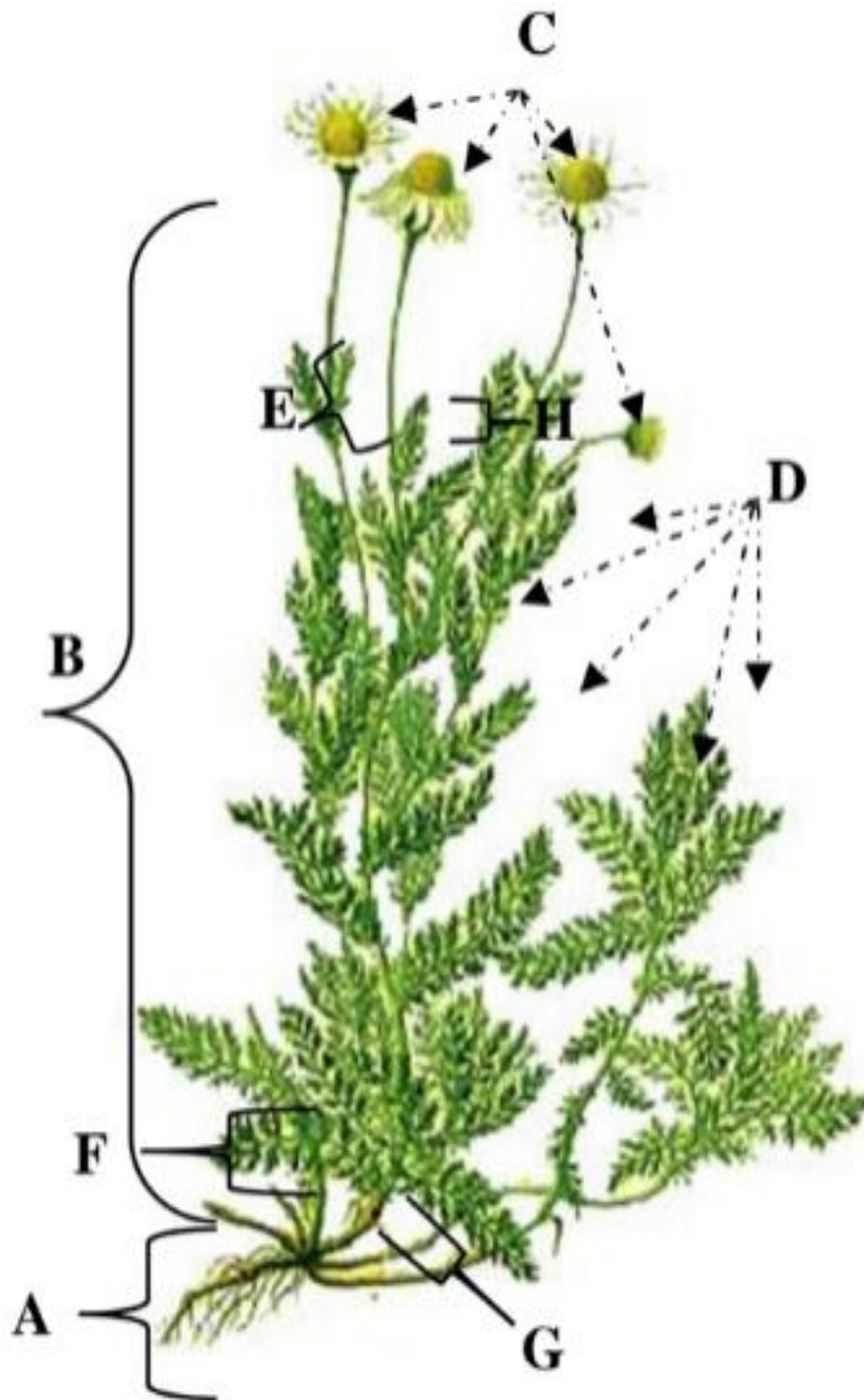


Figure 9 : Les différents caractères morphologiques étudiés.

b. Analyses statistiques :

Les données biométriques sont traitées par des analyses statistiques classiques et des analyses statistiques multivariées :

Ces analyses ont été obtenues en travaillant avec le logiciel PAST.

- **Analyses statistiques classiques :** Les différents paramètres statistiques calculés sont les suivants :

La moyenne : (\bar{X}) $\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N}$ **X_i = variable**

La variance : (σ^2) $\sigma^2 = \frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{N}$ **N = effectif**

L'écart -type : (σ) $\sigma = \sqrt{\sigma^2}$

Les moyennes de nos populations sont comparées au seuil de sécurité de 95 %.

Les intervalles de confiances sont calculés selon la formule suivante :

IC = $\bar{X} \pm t \frac{\sigma}{\sqrt{N-1}}$ **t = valeur de student**

N = effectif

Cette expression de l'intervalle de confiance est valable pour les échantillons dont les effectifs sont inférieurs à 30.

Pour estimer le degré d'homogénéité ou d'hétérogénéité, le coefficient de variation (C.V) est calculé pour les deux localités et pour tous les caractères.

• **Analyses statistiques multivariées :** pour notre étude deux techniques d'analyses multivariées sont appliquées

- La classification ascendante hiérarchique (CAH)

- L'analyse en composante principale (ACP)

La classification ascendante hiérarchique (la CAH) : elle consiste à relier les variables deux par deux en se basant sur la plus grande corrélation qui lie entre eux et donc sur la plus petite distance du khi deux qui les sépare.

Le groupement des paires de variables est recommencé plusieurs fois jusqu'au regroupement complet de toutes les variables. Ce regroupement est représenté par un

dendrogramme ou arbre hiérarchique. (CAH) qui permettent d'apporter des visions complémentaires (**Cordier, 1965**). Elle permet de constituer des groupements homogènes au sein d'un ensemble de données. Dans cette méthode, le classement résulte de regroupements successifs des individus au moyen d'indices de similarité (**Vilain, 1999 ; Cibois, 1983**).

L'analyse en composante principale (L'ACP) : elle porte sur un tableau présentant un ensemble de données ou chaque point d'une ligne (individus) lui correspond plusieurs points d'une colonne (variables). La représentation graphique des individus et des caractères sur des plans permet d'interpréter les deux points séparément.

L'analyse en composantes principales est basée sur le calcul de corrélation linéaire entre deux points ; les variables sont d'autant mieux représentées qu'elles sont proches du cercle de corrélation. Plus elles sont proches les unes des autres, plus elles sont liées entre elles.

2.2.Détermination de la teneur en eau :

Un échantillon frais de *Anthémis nobilis* L est pris et pesé sur terrain au moment de l'échantillonnage, après séchage l'échantillon est pesé de nouveau pour déterminer la masse de la matière sèche.

Le taux de la matière sèche est calculé selon la formule suivante :

$$\%d'eau = \frac{MF - MS}{MF} \times 100$$

MF : Matière fraîche

MS : Matière sèche

2. Extraction de l'huile essentielle et détermination du rendement :

La partie aérienne d'*Anthémis nobilis* L fraîchement récolté a été étalée sur un papier journal, et placée sur un plateau pour sécher à l'air libre, à l'ombre, à température ambiante pendant 3 semaines. Après le séchage les fleurs sont pesées à l'aide d'une balance précise.

L'obtention des HE a été effectuée par la technique d'hydrodistillation sur un appareil de type Clevenger (**figure19**) (**Annexe I**), Cette méthode consiste à immerger directement le matériel végétal à traiter dans un alambic rempli d'eau distillée 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 (**Bruneton, 1999**).

Une quantité de 90 g du matériel végétal sec est déposée dans un ballon de 1000 ml relié à un réfrigérant et rempli de 700 ml d'eau distillée. Le mélange eau distillée/plante est porté à ébullition par un chauffe-ballon pour générer une vapeur d'eau saturée en composés volatils. L'extraction se poursuit pendant 3 h. Le distillat obtenu est récupéré dans un tube (Eppendorf) et additionné de NaSO₂ (anhydre) puis conservé au réfrigérateur à 4°C pour les analyses ultérieures.

Le rendement en huile a été estimé par rapport au volume de l'huile essentielle et de la masse de matière végétale fraîche. Il est exprimé en pourcentage et calculé selon la formule suivante :

$$\text{Rdt HE} = \frac{\text{VHE}}{\text{MVF}} \times 100$$

Rdt HE : Rendement en huile essentielle (%)

VHE : Volume d'huile essentielle (ml)

MVF : Masse végétale

A la fin de chaque extraction, ces huiles essentielles ont été récupérées directement sur un Eppendorf.

4. Evaluation de l'activité antioxydante :

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 517 nm. 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 antioxydante pour la vitamine C et pour l'huile essentielle (Pourcentage d'inhibition, l'index IC50).

- **Détermination du pourcentage d'inhibition et l'IC50 :**

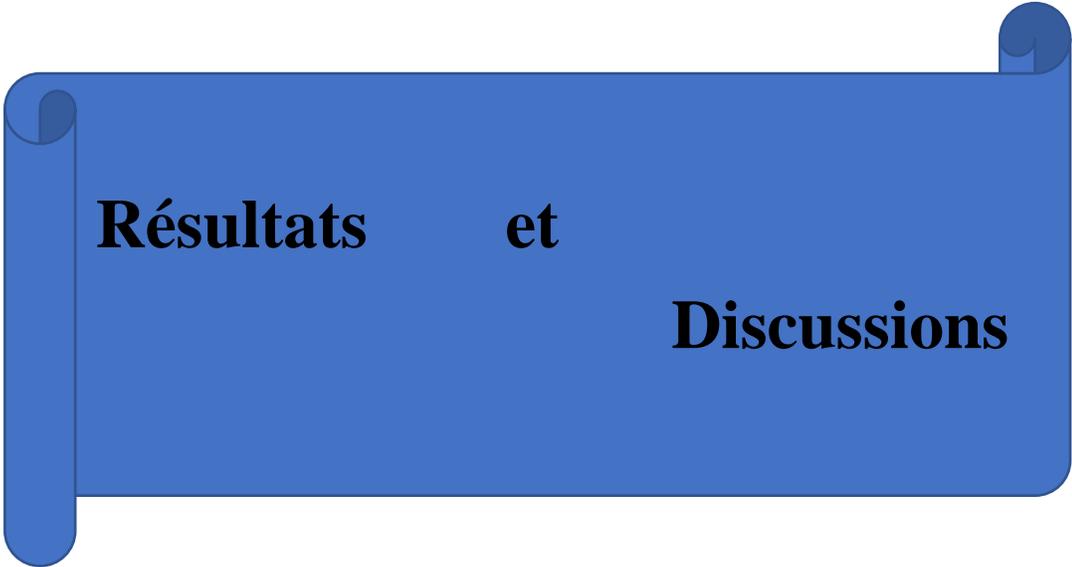
Selon **Sharififar et al (2009)**. L'inhibition du radical libre de DPPH en pourcentage (I%) est calculée de la manière suivante :

$$I\% = \frac{A_{blanc} - A_{échantillon}}{A_{blanc}}$$

A blanc : Absorbance du blanc (metanol)

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 %.



Résultats et Discussions

1. Etude morphologique :

1.1. Analyses de la variabilité par les analyses statistiques univariées :

• La localité de Tipaza :

Les coefficients de variation des différents caractères étudiés sont représentés par la (**figure 10**).

D'après ces résultats obtenus le caractère C (nombre de fleurs) (88,96) est plus variable par rapport à l'ensemble. Cette variabilité est un peu plus faible pour le caractère longueur de la plus basse feuille F (73,73) et la longueur du dernier entre nœud H (63,73).

Les coefficients de variation de trois caractères longueur du premier entre nœud G (51,09) ; longueur de la plus haute feuille E (48,21) et longueur des Tiges B (48,12) sont encore plus faibles.

Les coefficients de variation les plus faibles sont ceux de la longueur des racines A (42,15) et du nombre des feuilles D (38,43).

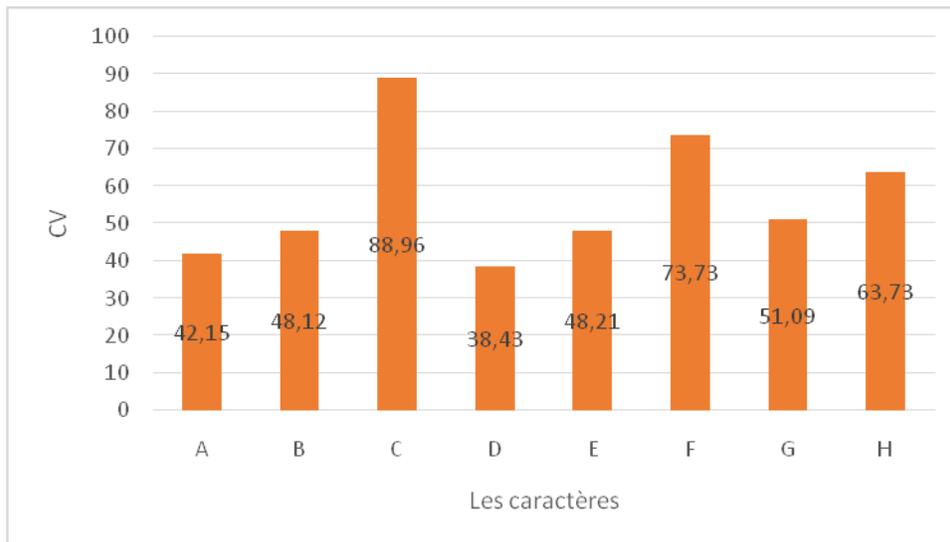


Figure 10 : Coefficients de variations des différents caractères morphologiques étudiés pour la Population de Tipaza

- **La localité de Blida :**

Les coefficients de variation des différents caractères étudiés sont représentés par histogramme (**figure 11**).

D'après ces résultats le caractère H (Longueur du dernier entre nœud) est plus variable par rapport à l'ensemble (63.75). Cette variabilité est un peu plus faible pour le caractère longueur du premier entre nœud G (58.59), nombre de fleurs C (57.58).

Les coefficients de variation de trois caractères longueur de la plus haute feuille E (36.25) ; longueur de la plus basse feuille (35.08) et longueur des racines A (33.07) sont encore plus faibles.

Les coefficients de variation les plus faibles ont été obtenus par nombre des feuilles D (22.4) et longueur des tiges B (20.81).

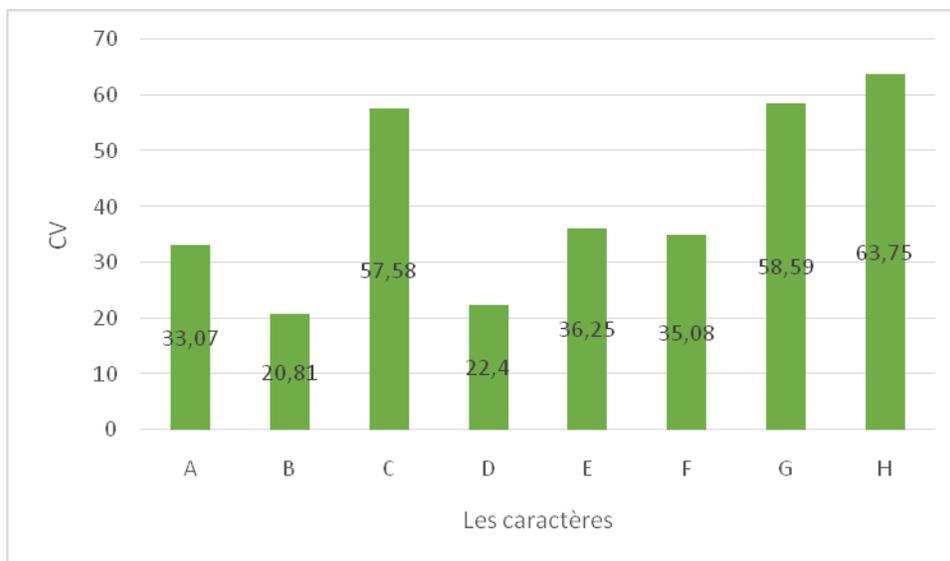


Figure 11 : Coefficients de variations des différents caractères morphologiques étudiés pour la Population de Blida.

- **L'ensemble des deux localités :**

La figure 12 montre coefficients de variation des différents caractères morphologiques étudiés de deux localités.

Nous distinguons nettement que les caractères morphologiques sont en général plus variables pour les individus de la localité de Tipaza.

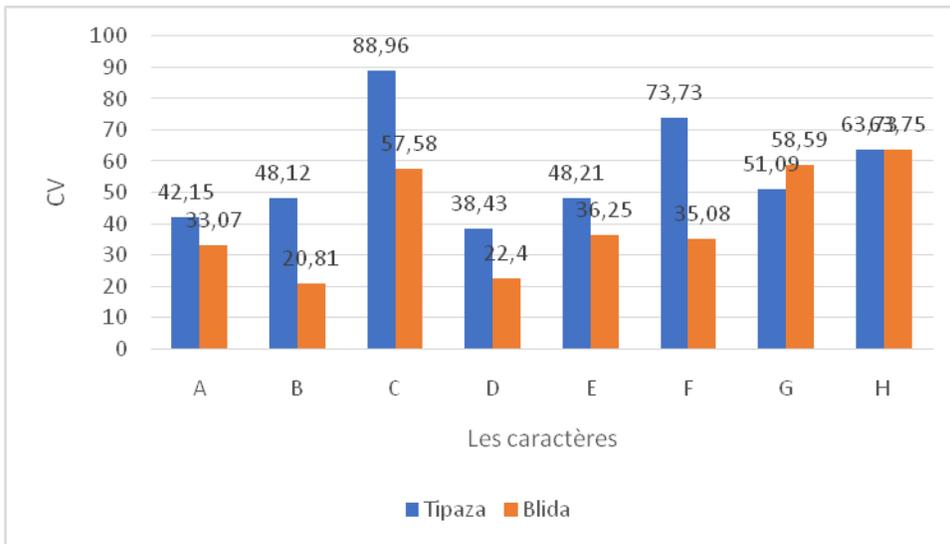


Figure 12 : coefficients de variation des différents caractères morphologiques étudiés de deux localités.

1.2 Analyses de la variabilité par L'ACP : Les résultats de l'ACP sont montrés dans la (figure 13)

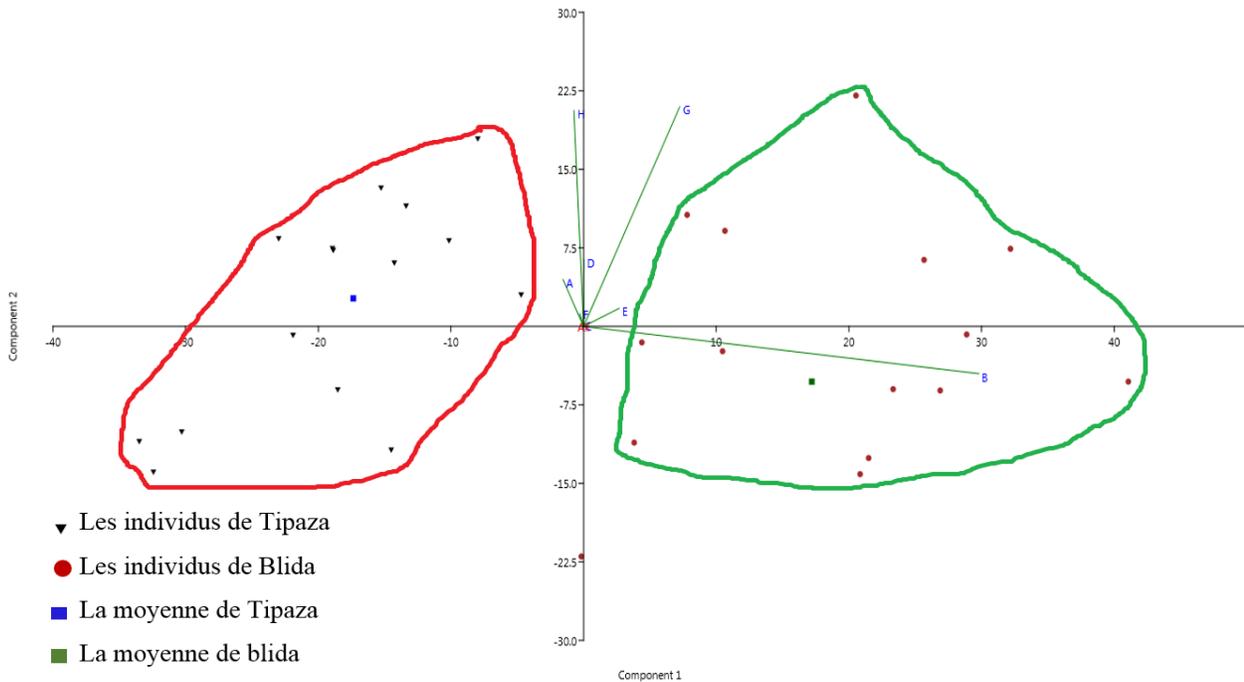


Figure 13 : Axes 1-2 de L'ACP (Analyse en composantes principales) de deux localités.

Sur l'axe 1-2, nous distinguons que les individus de la population de Tipaza sont représentés par un nuage de points d'individu moins vaste, ils sont répartis dans la partie négative des deux axes. Cette répartition est soutenue notamment par longueur des racines (A).

Les individus de Blida occupent la partie positive des deux axes, mais leur répartition est un peu plus large que celle de la population de Tipaza, les caractères qui contribuent à la distribution de ces individus sont en particulier longueur des tiges(B), nombre des feuilles(D), longueur de la plus haute feuille (E), Longueur du premier entre nœud (G)et nombre de Fleurs (C).

Acherouf (2014), en travaillant sur la même espèce provenant de Cherchell et de Blida a noté une distribution moins étendue avec une répartition presque exclusivement sur la partie positive de l'axe 1 et 2 pour les individus de Cherchell, les caractères favorisant cette distribution sont la longueur de la tige principal longueur de la plus haute et de la plus basse

feuille (E, F) ainsi que la longueur du premier et du dernier entre nœud (G, H). Sur l'axe 1-2, cet auteur a distingué que les individus de la population de Blida sont représentés par un nuage de point d'individu très large, ils sont répartis dans la partie positive et négative des deux axes et que l'ensemble des caractères étudiés contribuent à la distribution des individus de cette population.

• **Classification ascendante hiérarchique :**

La figure (14) montre la répartition des 30 individus par la classification hiérarchique.

L'élaboration du dendrogramme permet de séparer les individus de Blida en cinq groupes distincts. Un premier groupe formé par les deux individus 24 et 25 avec un degré de distinction 6 %, le deuxième regroupe les individus 18 et 23 avec un degré de distinction de 10 %, le troisième groupe est formé par 21 et 30 avec un degré de distinction 11.5 %, le quatrième groupe est formé par 20 et 31 avec un degré de distinction 15 % et le cinquième groupe est constitué par 28 et 29 avec un degré de distinction 19 %.

Par contre, cette classification permet de séparer les individus de Tipaza en quatre groupes distincts, Un premier groupe formé par 3 et 9 avec un degré de distinction 6 %, le deuxième regroupe par 2 et 10 avec un degré de distinction de 9 %, la troisième par 7 et 8 avec un degré de distinction 10 % et le quatrième groupe formé par 1 et 6 avec un degré de distinction 16.5%.

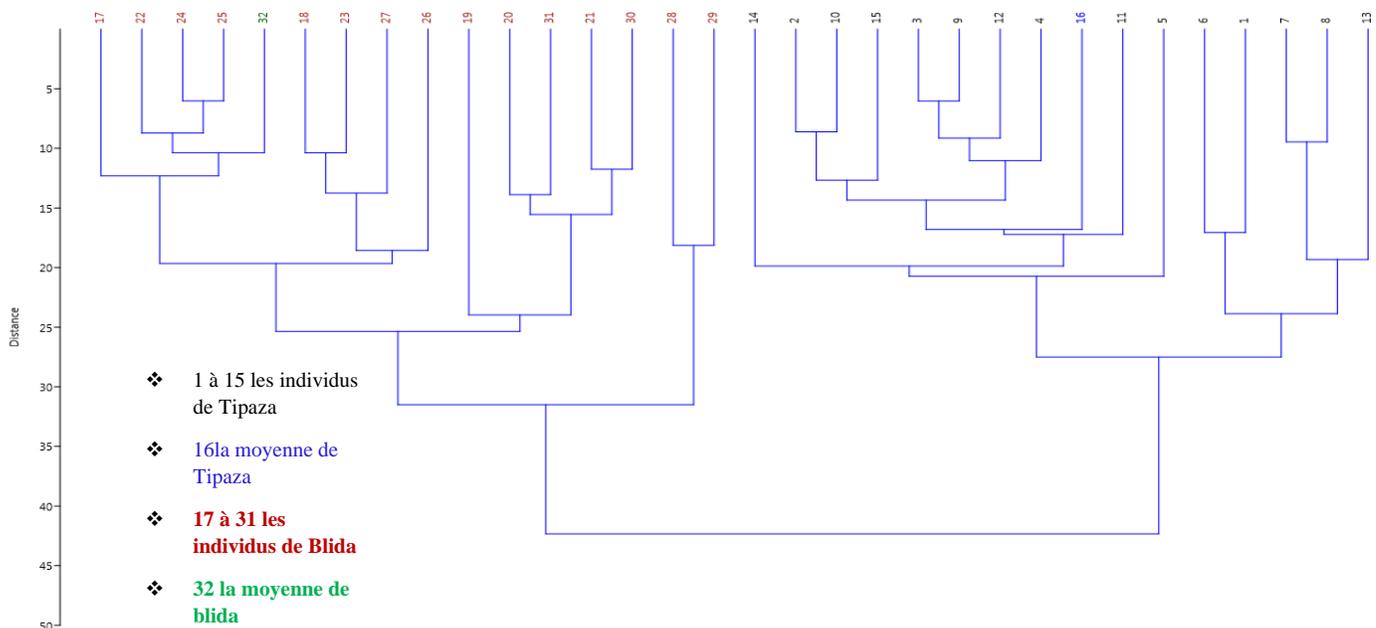


Figure 14 : Classification Ascendante Hiérarchique des individus

On note une nette séparation entre les individus des deux populations.

• **Etude de la variabilité par les intervalles de confiance :**

Les résultats des intervalles de confiance pour les populations des deux localités sont représentés par la figure 15(a et b).

Pour les caractères longueur de la plus basse feuille (F), nombre de fleurs (C) et nombre des feuilles (D) ; les moyennes des deux populations sont proches.

Pour les autres caractères ; longueur des tiges principale (B), longueur de la plus haute feuille (E), longueur du premier entre nœud (G), longueur du dernier entre nœud (H) et longueur des racines (A) ; les moyennes sont plus ou moins différentes entre les individus des deux populations.

Concernant la variabilité intra-population, les deux populations présentent une hétérogénéité pour la longueur des tiges principale (B) et la longueur du premier entre nœud (G).

Les deux populations présentent une forte homogénéité pour la longueur de la plus basse feuille (F), le nombre des fleurs (C) et le nombre des feuilles (D) sont homogènes pour la population de Tipaza et hétérogène pour la population de Blida.

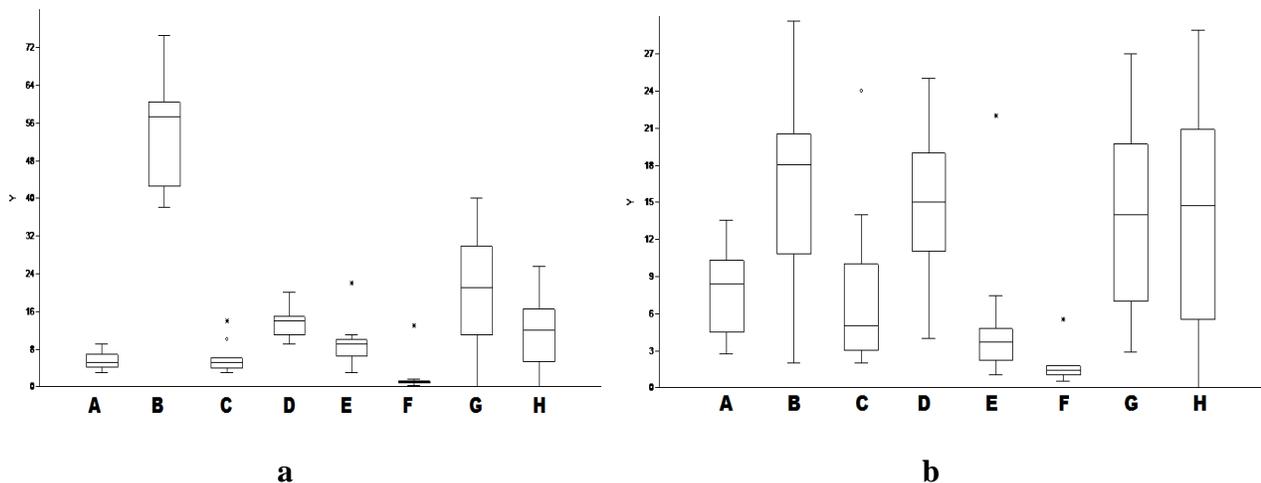


Figure 15 : Représentation graphique des intervalles de confiance des caractères morphologiques étudiés pour la Population de Tipaza (a) et la Population de Blida (b).

(A : Longueur de la racine principale, B : Longueur de la tige principale, C : Nombre de capitules, D ; Nombre de feuilles, E ; Longueur de la plus haute feuille, F ; Longueur de la plus basse feuille, G : Longueur du premier entre-nœud, H : Longueur du dernier entre-nœud).

2. Teneur d'eau :

Les résultats de la teneur en eau des fleurs *d'Anthemis nobilis* L provenant de deux régions étudiées sont représentés dans la **Figure 16**.

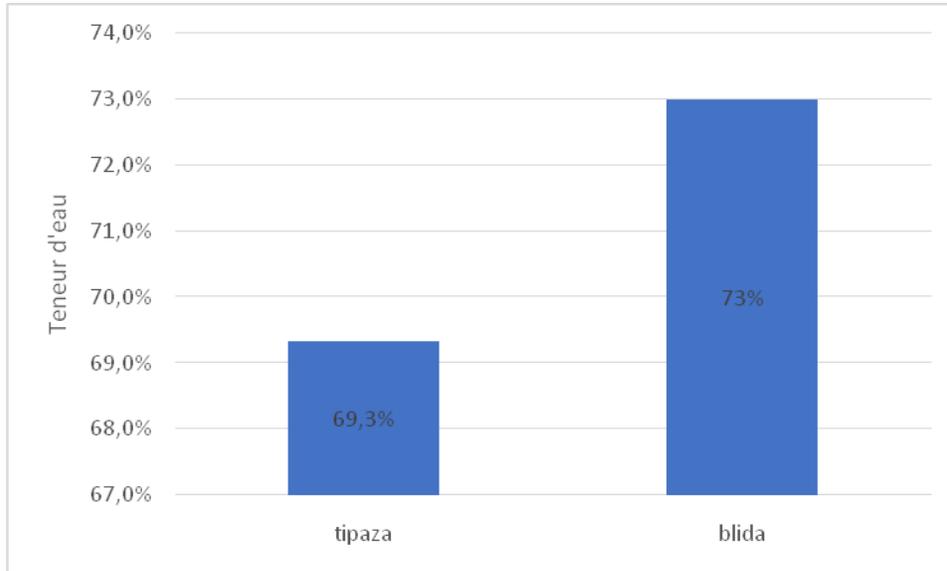


Figure16 : Teneur en eau des fleurs *d'Anthemis nobilis* L provenant de deux régions étudiées.

La détermination de la teneur en eau des fleurs *d'Anthemis nobilis* L a révélé un taux de 69.3% (Tipaza) ; 73% (Blida). Ce qui signifie que 73% ; 69,3% respectivement, représente le taux de matière sèche ayant servi réellement à l'extraction des huiles essentielles.

Les résultats obtenus par **Acherouf, 2014** montrée que de la teneur en eau de la région de Chercell (46%) et Blida (56%) respectivement sont inférieurs que celle de Tipaza et Blida.

D'après nos résultats, la matière sèche varie selon la zone de récolte. Les résultats de la teneur en eau nous permettront de calculer le rendement en HE obtenue dans la matière fraîche.

3. Rendement en huiles essentielles :

Les rendements en huiles essentielles obtenues sont exprimés en pourcentage par rapport à la matière végétale sèche. Les résultats sont montrés dans la **figure 17**.

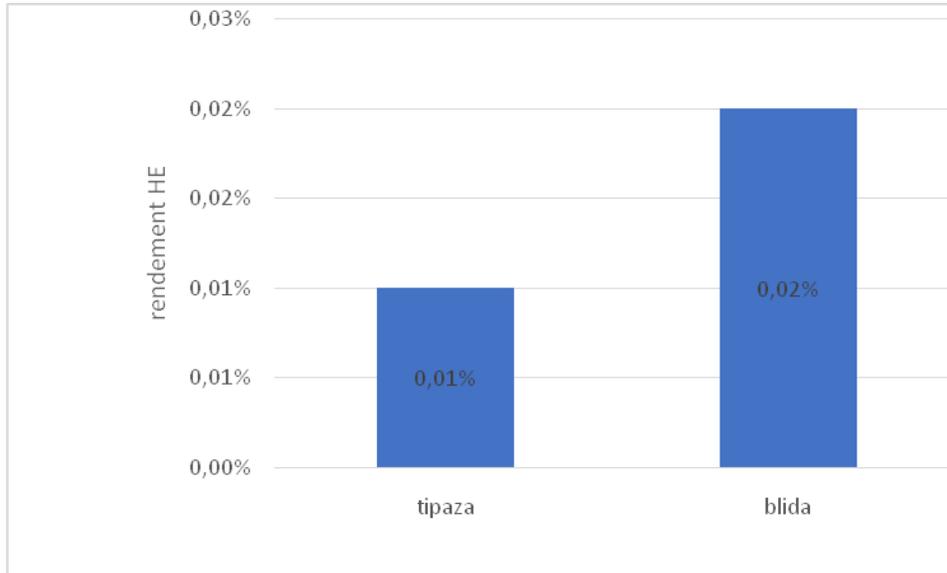


Figure 17 : Rendement en huiles essentielles par rapport à la matière sèche.

Le rendement des huiles essentielles des échantillons récoltés à Blida est légèrement plus élevé (0.02%) que celui des échantillons provenant de Tipaza (0.01%).

Acherouf ,2014 a analysé les huiles essentielles *d'Anthemis nobilis* L récoltée dans la région de Cherchell au mois de mai, il a obtenu un rendement de (0.3%), ce rendement est plus élevé en comparant à nos résultats obtenus pour la localité de Tipaza.

Concernant les échantillons prélevés dans la région de Blida(soumaa) le rendement est beaucoup plus faible de (0,02%) par rapport comparativement aux résultats obtenus par **Acherouf ,2014** pour la même région de récolte, (0.2%)

La variation du rendement en HE au sein d'une même espèce peut être liée à plusieurs facteurs : l'écologie de la plante, les conditions édaphiques, le cycle végétatif et la nature du sol (**Gilly, 1997 ; Bruneton**)

2. Activité antioxydante

Les résultats de l'activité antioxydante sont montrés dans les figures 18 et 19

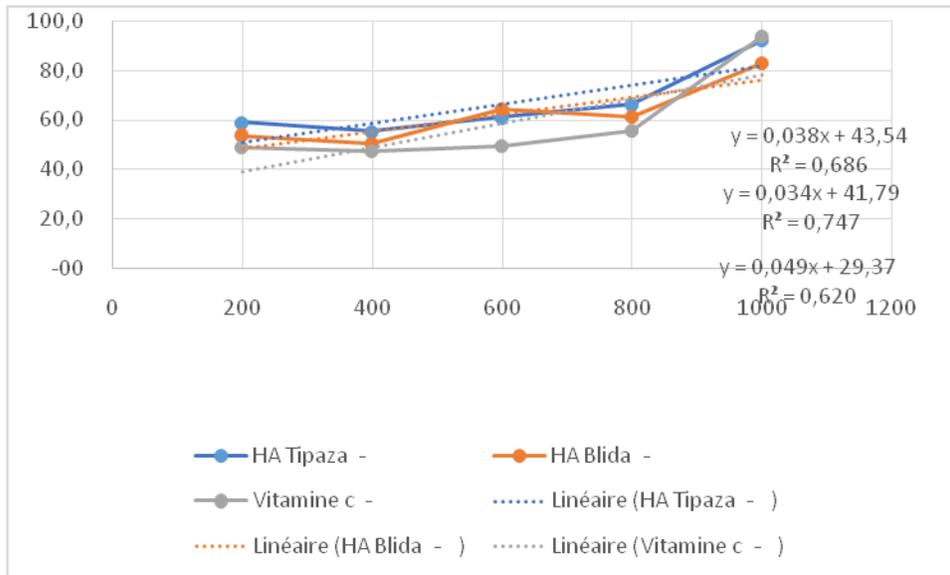


Figure 18 : pouvoir d'inhibition du radical libre par les hydrolats et vitamine C

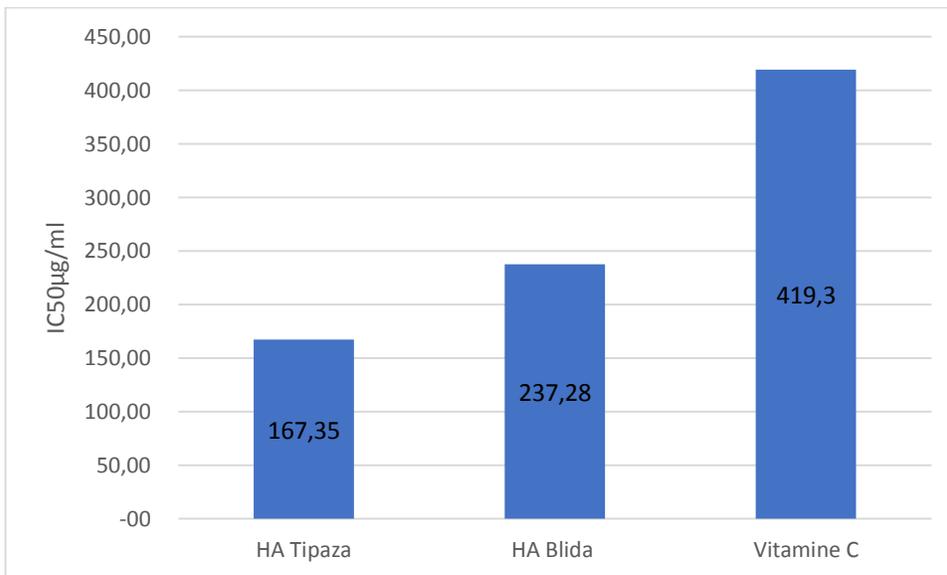


Figure 19 : Valeurs de IC50 des hydrolats et la vitamine C

D'après les valeurs des ICS0 obtenues dans le tableau ci-dessus, nous remarquons que L'hydrolat des plantes de Tipaza présente l'IC50 la plus faible (167.35 µg/ml), suivi par le HA de Blida (237.28 µg/ml), cependant l'acide ascorbique ayant un ICS0 le plus grand par rapport à les deux extraits de (419.30 µg/ml), possède alors la plus faible activité

antiradicalaire comparativement aux autres extraits testes. Nous pouvons dire que l'hydrolat de l'espèce étudiée possède une activité antioxydante non négligeable.

Les résultats obtenus par **(Hajjaj, 2017)** montrent que l'extrait aqueux présente un effet antioxydant très important vis à vis du radical DPPH. En effet, La concentration inhibitrice piégeant 50 % du radical DPPH (IC50) est de $29.75 \pm 0.58 \mu\text{g/ml}$ pour l'extrait aqueux de la *Chamaemelum nobile* L. et $6.1 \pm 0.6 \mu\text{g/mL}$ pour le BHT. Tandis que, l'huile essentielle de cette plante étudiée possède un IC50 très élevé. **(Essaheli et Gouaich ,2020)**

- **Comparaison entre la variabilité et le rendement**

L'analyse de la variabilité morphologique a été étudiée par de nombreux auteurs et sur plusieurs espèces : le basilic **(Baroffio et al, 1964)**, sur l'Atriplex **(Abbad et al, 1975)** et sur le blé dur **(Ghanai, 2004)**.

Les résultats de notre étude ne permettent pas de distinguer une relation entre la variabilité morphologique et le rendement en huiles essentielles.

Nos résultats montrent une différence des rendements en huile essentielle selon les deux stations. Cette différence peut être due à la matière organique du sol ou alors peut être expliquée par les variations climatiques des deux localités.

Le rendement en huile essentielle, dépend de nombreux facteurs (stade de croissance, conditions pédoclimatiques, technique d'extraction, etc.) **(Sefidkon et al ,2001)**.

Conclusion :

Notre travail a été réalisé au niveau de laboratoire de recherche scientifique des plantes aromatiques et médicinales. Nous avons contribué à étudier la variabilité morphologique et sa relation avec le rendement en huiles essentielles pour des individus récoltés dans deux wilayas : Tipaza (Menaceur) et Blida (soumaa).

Les différentes mesures biométriques effectuées sur quelques caractères morphologiques des échantillons prélevés à Tipaza ont montré l'existence d'une variabilité plus ou moins importante pour le nombre de fleurs, la longueur de la plus basse feuille et la longueur du dernier entre nœud par rapport aux autres caractères (longueur du premier entre nœud, longueur de la plus haute feuille et longueur des Tiges). Dans la région de Blida la Longueur du dernier entre nœud, la longueur du premier entre nœud et le nombre de fleurs sont plus variable par rapport aux autres caractères (longueur de la plus haute feuille, longueur de la plus basse feuille et longueur des racines).

L'extraction des huiles essentielles par hydrodistillation de type Clevenger a donné un rendement de 0,01% pour les échantillons provenant de la région de Tipaza, et un rendement légèrement plus élevé de 0,02% pour les échantillons de Blida.

L'étude de l'activité antioxydante des hydrolats par la méthode de piégeage du radical libre, le DPPH, a permis de prouver l'existence d'un pouvoir antioxydant non négligeable.

Il serait intéressant de compléter notre étude en augmentant le nombre d'individus et le nombre des localités d'une part et d'étudier la composition des huiles essentielles d'une autre part.

Références

- Abadlia M et Cherbour A, 2014.** Etude des huiles essentielles de la plante mentha piperita et tester leurs effets sur un modèle biologique des infusoires. Mémoire, Université Constantine 1.
- Acherouf S, 2014.** Variabilité morphologique de quatre populations de camomille (d'*Anthémis Nobilis* L) : relation avec le rendement en huiles essentielles, mémoire. Université Blida 1.
- Afnor, 1992.** Recueil des normes françaises, Huiles essentielles, Paris.
- Alhakmani F, Kumar S and Khan S.A, 2013.** Estimation of total phenolic content, in-vitro antioxidant and anti-inflammatory of flowers of *Moringa oleifera*. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine. 3(8): 623–627.
- Al-Snafi A ,2016.** Medical importance of *Anthemis Nobilis* (*Chamaemelum Nobile*) – _Asian Journal of Pharmaceutical Science & Technology_ Vol 6|Issue 2| 2016 |89-95.
- Amjad H.M, 2005.** Neem seed oil: Bangladesh. Examples of the development of pharmaceutical products from medicinal plants. Bangladesh Council of Scientific and Industrial Research (BCSIR), 10: 59-63.
- Anaç O, 1984.** Gas chromatographic analysis on Turkish rose oil. *Perfum. Flavor* 9,1-14.
- Angioni A, Barra A, Coroneo V, Dessi S, & Cabras P, 2006.** Chemical composition, seasonal variability, and antifungal activity of *Lavandula stoechas* L. ssp. *stoechas* essential oils from stem/leaves and flowers. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54, 4364-4370.
- Anonymous, 1991.** Chamomile. In: Dombek C (Ed.). *Lawerence Review of Natural Products*. St. Louis : Facts and Comparisons.
- Bahorun T, 1997.** Substances naturelles actives : la flore mauricienne, une source d'approvisionnement potentielle. Food and agricultural resarch council, Réduit, Maurit., 83–94.
- Bakkali F, Averbeck S, Averbeck D, Idaomar M, 2008.** Biological effects of essential oils—a review. *Food and chemical toxicology* ;46(2) :446 75.

Bardeau F, 2009. La pharmacie du Bon Dieu, Santé pratique, Editions Fernand Lanore, France, 333 p.

Bamoniri, A., Abdolrasoul H. Ebrahimabadi, Mazoochi A., Behpour M., Kashi J.F. and Batooli H, 2010. Antioxidant and antimicrobial activity evaluation and essential oil analysis of *Semenovia tragioides* Boiss. from Iran. Food Chemistry. 122. 553-558.

Bartosz, 2003. Generation of reactive oxygen species in biological systems. comments on toxicology. 9: 5-21.

Baser et Buchbauer, 2010. Handbook of essential oils: Science, Technology, and Applications. Ed. Taylor and Francis Group, LLC. United States of America. 994p.

Baydar H et Baydar N. G, 2005. The effects of harvest date, fermentation duration and Tween 20 treatment on essential oil content and composition of industrial oil rose (*Rosa damascena* Mill.). Industrial Crops and Products, 21(2), 251-255.

Benjilali B, 2004. Extraction des plantes aromatiques et médicinales cas particulier de l'entraînement à la vapeur d'eau et ses équipements. Manuel pratique. Huiles essentielles : de la plante à la commercialisation. 17-59.

Betina S, 2004 : Etude du génome de l'armoise blanche Algérienne *Artemisia herba alba* asso. Thèse de magister ; université Mentouri Constantine. 79p.

Bidault, 1971 ; M Mehdeb D, 2012. Etude de la variabilité morphologique du pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) dans région de tiaret. Thèse de doctorat. Université d'Oran.

Boullard B, 2001. Plantes médicinales du monde : croyances et réalités, édition De Boeck, 636 p.

Bourrain, 2013. Allergies aux huiles essentielles : aspects pratiques. Revue Française d'Allergologie : 53, 30-2.

Bouzouita N., Kachouri F., Ben Halima M. & Chaabouni M.M, 2008. Composition chimique et activités antioxydante, antimicrobienne et insecticide de l'huile essentielle de *Juniperus phoenicea*. J. Soc Pharmacognosie. Chim. Tunis. Pp119-125.

Braga P.C., Dal Sasso M., Culici M., Gasastri L., Marceca M.X., Guffanti E.E.,2006. Antioxidant potential of thymol determined by chemiluminescence inhibition in human neutrophils and cellfree systems. *Pharmacology* 76, 61-68.

Bruneton ,2016. Pharmacognosie - Phytochimie, plantes médicinales - (5° Edition). Lavoisier.

Bruneton 1999. Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 3ème édition, Ed. TEC et DOC, Paris.

Bruneton,1993. Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes Médicinales, Tec &Doc. Lavoisier, Paris, 2ème édition, 915 p

Bruneton J, 2009. Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales, 4ème édition Lavoisier, 1292 p.

Burnie G ; Forrester S ; Greig D ; Guest S, 2013.Botanica : Encyclopédie de botanique et d'horticulture - Plus de 10 000 plantes du monde entier, édition HF Ullmann, 1020 p.

Burits, M, Bucar, F,2000. Antioxidant activity of *Nigella sativa* essential oil. *Phytotherapy Research*, 14. 323-328.

Buronzo,2008. Grande guide des huiles essentielles santé beauté Marocaine : moyen efficace de lutte contre les ravageurs des denrées alimentaires.

Butterfield et Lauderback, 2002. Butterfield D. and Lauderback C. (2002). Lipid peroxidation and protein oxidation in Alzheimer's disease brain: potential causes and consequences involving amyloid beta-peptide associated free radical oxidative stress. *Free Radical Biology and Medicine*. 32, 1050-1060

Cain M-L; Damman H; Lue R-A; Yoon C-K, 2006. Découvrir la biologie. Edition De Boeck ,812 p.

Caldefie-Chézet F, Guerry M, Chalchat J.C, Fusillier C, Vasson M.P, Guillot J,2004. Antiinflammatory effects of Malaleuca alternifolia essential oil on human polymorphonuclearneutrophils and monocytes. *Free Radical Research*. 38: 805-811.

Caldefie-Chézet F, Fusillier C, Jarde T, Laroye H, Damez M, Vasson M.P ,2006.

Potential anti-inflammatory effects of *Malaleuca alternifolia* essential oil on human peripheral blood leukocytes. *Phytotherapy Research* 20: 364-370.

Catizone P.; Marotti M.; Toderi G.; Tetenyi P, 1990. *Coltivazione delle piante medicinali e aromatiche*. Bologne, Patron Ed. : 399 p.

Chaker, 2010. Thèse sur Caractérisations chimiques et biologiques

Chalchat J.K., Carry L.P., Menut C., Lamaty G., Malhuret R. and Chopineau J,1997.

Correlation between chemical composition and antimicrobial activity. VI. Activity of some African essential oils. *Journal of Essential. Oil Research*. 9: 67-75.

Chao, L. K., Hua, K. F., Hsu, H. Y., Cheng, S. S., Liu, J. Y., & Chang, S. T,2005. Study on the anti-inflammatory activity of essential oil from leaves of *Cinnamomum osmophloeum*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 7274–7278.

Cheng, S. S., Liu, J. Y., Tsai, K. H., Chen, W. J., & Chang, S. T,2004. Chemical composition and mosquito larvicidal activity of essential oils from leaves of different *Cinnamomum osmophloeum* provenances. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 4395–4400.

Chenni, M, 2016. Thèse de Doctorat sur : Etude comparative de la composition chimique et de l'activité biologique de l'huile essentielle des feuilles du basilic "*Ocimum basilicum* L." extraite par hydro-distillation et par micro-ondes.

Cherkaoui ,2011. Génétique et amélioration des plantes : notions de base de l'analyse de la variation des populations naturelles, Université Cadi Ayyad, Marrakech 57 pages.

Cibois P, 1983 : L'analyse factorielle, Press. Univ. France, Ed. Que sais-je ? 43p.

Cole, R. A., Haber, W. A., & Setzer, W. N,2007. Chemical composition of essential oils of seven species of *Eugenia* from Monteverde, Costa Rica. *Biochemical Systematics and Ecology*, 35(12), 877-886.

Dastidar S.G., Manna A., Kumar KA., Mazumdar K., Dutta N.K., Chakrabatary A.N., M. N. & S. Y, 2004. Studies on the antibacterial potentiality of isoflavones. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 23, 99–102.

Davis P, 2007. Aromathérapie de A à Z, édition Vigot, France, 409 p.

Djoubani all ,2017. Evaluation du pouvoir antimicrobien de plusieurs extraits Polyphénolique de deux espèces végétales *Chamaemelum nobile* L. et *Matricaria chamomilla* L. Mémoire de fin d'études. Université M'hamed Bougara Boumerdès. Faculté Science de la Nature et de la Vie, 8p.

Drs et Van,2012. Aromathérapie. Institut de phytothérapie international, Besançon.

Echchaoui M, 2018. Thèse N° : 46 Le pouvoir antibactérien des huiles essentielles. Université Mohammed V- Rabat.

Edris, 2007. Pharmaceutical and therapeutic potentials of essential oils and their individual volatile constituents: A review. *Phytotherapy Research* 21, 308-323.

El Abed D et Kambouche N, 2003. « Les Huiles essentielles », Editions Dar El Gharb.

El Amri J, Elbadaoui K, Zair T, Bouharb H, Chakir S, Alaoui T. I,2014. Étude de l'activité antibactérienne des huiles essentielles de *Teucrium capitatum* L et l'extrait de *Silène vulgaris* sur différentes souches testées. *Journal of Applied Biosciences* : 82(1), 7481-92.

Elisa, 2019. Les Astéracées : description botanique, biologique et étude de Plantes médicinales et toxiques. Thèse pour le diplôme d'état de docteur en pharmacie. Université de limoges

Ernest et Grace, 2001. Herbes culinaires pour nos jardins de pays froid. Livre ,52p.

Essaheli et Gouaich ,2020. Effets biologiques de la camomille romaine *Chamaemelum nobile* L. Mémoire, Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem.

Faucon M ,2012. Traité d'aromathérapie scientifique et médicale. Sang de la terre 880p.

Faucounnier ML, Jaziri M, Homes J, Shimomura K and Marlier M, 1996. II *Anthemis nobilis* L. (Roman chamomile), in vitro culture, micropropagation, and the production of essential oils. *Biotechnology in Agriculture and Forestry*, 37, 16-20.

Favier, 2003. Le stress oxydant. Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique.

- Fernandez et Chemat,2012.** La chimie des huiles essentielles. Editions Vuibert 288p.
- Ferrando ,2006.** La production des eaux florales. Congrès de Digne.
- Forster HB, Niklas H, Lutz S.** Antispasmodic effects of some medicinal plants, article.1980. Planta Med.1980; 40 :309–319. [Google Scholar]
- France-Ida, 1996.** Bref survol de diverses méthodes d'extraction d'huiles essentielles. Infoessence. 3 : 5-6.
- Franchomme et Péroël ,2001.** L'aromathérapie exactement - Encyclopédie de l'utilisation thérapeutique des huiles essentielles. R. Jollois.
- Franchomme P,2015.** La science des huiles essentielles médicinales. Guy Trédaniel; 580 p.
- Franke, 2005.** Plant Sources. In R. Franke and H. Schilcher (Eds.) Camomille, Industriel Profiles. CRC Press.
- Gardner, 1997.** Superoxide-driven a conitase FE-S center cycling. Bioscience Reports. 17, 33-42.
- Gausson H. et Leroy H. F, 1982.** Précis de Botanique (végétaux supérieurs). 2^{ème} Ed. 426p.
- Gherboudj O, 2014.** Étude phytochimique et activité antioxydante de matricaria pubescens (desf.) sch. Bip. Et chrysanthemum deserticolum batt. & Trab. (Asteraceae). Thèse de Doctorat en Chimie pharmaceutique. Université Constantine .219p
- Gilly M, 1997.** Médiations sémiotiques, résolution de problème et développement de compétences : à propos de partages égalitaires opérés par de jeunes enfants. In M. Grossen & B. Py (Eds.), Pratiques sociales et médiations symboliques (pp. 249-262). Berne: Peter Lang.
- Griffiths A-J-F; Wessler S.; Lewontin R-C.; Carroll S-B., 2010.** Introduction à l'analyse génétique. Edition De Boeck, Belgique, 856 pages.
- Guignard J.L, 1994.** Abrégé Botanique. 9^{ème} Ed. 204p.

Guimarães R, Barros L, Dueñas M, Calhella RC, Carvalho AM, Santos-Buelga C, Queiroz MG and Ferreira IC, 2001. Carvalho AM and Santos-Buelga C. Nutrients, phytochemicals and bioactivity of wild Roman chamomile: a comparison between the herb and its preparations. Food Chemistry, 136(2), 2001, 718-725.

Hajjaj G, 2017. Screening phytochimique. Etude toxicologique et valorisation Pharmacologique de matricaria chamomilla l. et de l'ormenis mixta l. These de doctorat Présenté pour Formation : Sciences du Médicament. Universite Mohammed V. Rabat. Maroc.

Hänsel R, Keller K, Rimpler H and Schneider G(editors),1993. Hagers Handbuch der Pharmazeutischen Praxis. Drogen A-D. Springer-Verlag, Berlin, 4(3), 808-817.

Hart P.H., Brand C., Carson C.F., Riley T.V., Prager R.H. and Finlay-Jones J.J. (2000). Terpinen-4- oil, the main component of the essential oil of Malaleuca altemifolia (tea tree oil), suppresses inflammatory mediator production by activated human monocytes. Inflammation Research. 49, 619-626.

Hartl,1994 ; in Mehdeb D., 20012. Étude de la variabilité morphologique du pistachier de l'atlas (*Pistacia atlantica* desf.) dans la région de Tiaret. Thèse de doctorat. Université d'Oran.

Hernandez Ochoa L.R,2005. Substitution de solvants et matières actives de synthèse par une combine « solvant/actif » d'origine végétale. Thèse de doctorat, Institut national polytechnique de Toulouse.

Iserni P, 1990 : Encyclopédie des plantes médicinales ; édition Larousse. Paris, p: 35 .110.

Janmejai K Srivastava, Eswar Shankar, and Sanjay Gupta. Chamomile: A herbal medicine of the past with bright future Rapport Mol Med.1er November 2010; 3 (6): 895–901.

Jouhanneau, 1991. La médecine des plantes aromatiques : Phyto-aromathérapie et les huiles essentielles de l'océan indien, Azalées Editions, St Denis, 153 p

Kaloustian et Hadji-Minaglou ,2012. La connaissance des huiles essentielles. Qualitologie et aromathérapie. Springer 210p.

Kasali, A. A., Eshilokun, A. O., Adeola, S., Winterhalter, P., Knapp, H., Bonnländer, B., & Koenig, W. A.,2005. Volatile oil composition of new chemotype of *Ocimum basilicum* L. from Nigeria. *Flavour and Fragrance Journal*, 20, 45-47.

Koh K.J, Pearce A.L, Marshman G, Finlay-Jones J.J, Hart P.H, 2002. Tea tree oil reduces histamine-induced skin inflammation. *British Journal Dermatology*. 147 :1212-1217.

Kouassi S. B.P., C. Kanko; L.R.N. Aboua; K. A. Bekon; A. I. Glitho; G. Koukoua; Y. T. N'guessan, 2004. Action des huiles essentielles de deux plantes aromatiques de Côte d'Ivoire sur *Callosobruchus maculatus* F. du niébé », *C.R. Chimie* 7 1043-1046.

Kovats, 1987. Composition of essential oils. Part 7. Bulgarian oil of rose (*Rosa damascena* Mill.). *Journal of Chromatography*, 406, 185–222.

Lagunez Rivera L ,2006. Etude de l'extraction de métabolites secondaires de différentes matières végétales en réacteur chauffée par induction thermomagnétique directe. Thèse Doctorat, institut national polytechnique de Toulouse. 15-35.

Lahlou,2004. Methods to Study the Phytochemistry and Bioactivity of Essential Oils. *Phytotherapy Research*, 18, 435–448.

Lakhdar L, Hmamouchi M, Rida S, Ennibi O,2012. Antibacterial activity of essential oils against periodontal pathogens: a qualitative systematic review. *Odontostomatol Trop* ;35(140) :38 46.

Lardry et Haberkorn,2007. L'aromathérapie et les huiles essentielles. *Kinésithérapie, la revue* 2007 : 7(61), 14-7.

Laurent Julia, 2017. Conseils et utilisations des huiles essentielles les plus courantes en officine, these. Université paul sabatier toulouse iii.

Lee, K. W., Kim, Y. J., Lee, H. J., & Lee, C. Y ,2003. Cocoa Has More Phenolic Phytochemicals and a Higher Antioxidant Capacity than Teas and Red Wine. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(25), 7292–7295.

Lis-Balchin et Hart,1999. Studies on the mode of action of the essential oil of lavender (*Lavandula angustifolia* P. Miller). *Phytother Res.* Sept 1999 ;13(6) :540-2.

Maruyama N., Sekimoto N. and Ishibashi H,2005. Suppression of neutrophil accumulation in mice by cutaneous application of geranium essential oil. *Journal of inflammation.* 2 :1-11.

Masotti, V., Juteau, F., Bessière, J. M., & Viano, J, 2003. Seasonal and phenological variations of the essential oil from the narrow endemic species *Artemisia molinieri* and its biological activities. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 7115-7121.

Messai A, 2011. Etude phytochimique d'une plante médicinale de l'est Algérien (*Artemisia herba alba*). Thèse de Doctorat des sciences en Chimie Organique. Université Mentouri Constantine.96p.

Mezache N, 2010. Détermination structurale et évaluation biologique de substances naturelles de quelques espèces de la famille Asteraceae : *Senecio giganteus* Desf, et *Chrysanthemum myconis* L. Thèse doctorat, Université Mentouri Constantine.

Michel,2017. Livre TRAITÉ D'AROMATHÉRAPIE SCIENTIFIQUE ET MÉDICALE LES HUILES ESSENTIELLES .3ème édition.

Millet,2010. Le guide Marabout des huiles essentielles - Se soigner par l'aromathérapie auquotidien. MARABOUT.

Mostefai, 2010. Etude de la variabilité génétique intra et inter population et les mécanismes de tolérance à la salinité chez l'*Atriplex halimus* L. Thèse de magistère. Université d'Oran.

Mourice, 2013. *Chamaemelum Nobile* (camomille romain). Bulletin d'information, Hunzaroma Inc.

Naganuma, M.; Hirose, S.; Nakayama, Y.; Nakajima, K.; Someya, T, 1985. A study of the phototoxicity of lemon oil. *Arch. Dermatol. Res.* 278, 31-36.

Naghibi F, Mosaddegh M, Mohammadi M.S et Ghorbani A, 2005: Labiatae family in folk medecine in Iran: from Ethnobotany to pharmacology- *Iranian Journal of pharmaceutical Research*; Vol 2; pp 63-79.

Neffati, 2010. Thèse de doctorat en Sciences de l'université de Caen, Etude de la composition chimique et évaluation d'activités biologiques de l'huile essentielle d'une Apiaceae de Tunisie : Pituranthos chloranthus.

Nelly, 2013. Price en charge des douleurs articulaires par aromathérapie et phytothérapie. Thèse d'Etat de docteur en pharmacie. Université Toulouse III Paul Sabatier. Faculté des sciences pharmaceutiques.192p.

Palaniappan et Holley,2010. "Use of natural antimicrobials to increase antibiotic susceptibility of drug resistant bacteria.," International journal of food microbiology, vol. 140, no. 2–3, pp. 164–8, Jun. 2010

Paré, 1997. Procédé assisté par micro-ondes. Info-essences, Bulletin sur les huiles essentielles.

Park et Lee,2004. The Effect of Aroma Inhalation Method on Stress Responses of Nursing Students. Journal of Korean Academy of Nursing. 1 avr 2004 ;34(2) :344 51.

Paena A.T., D'Aquila P.S., Panin F., Pippia P., Moretti M.D. L, 2002.Anti-inflammatory activity of linalool and linalyl acetate constituents of essential oils. Phytomedicine. 9: 721-726

Peña D, Montes de Oca N, Rojas S. Anti-inflammatory and anti-diarrheic activity of Isocarphacubana Blake.article. Pharmacology online. 2006 ; 3 :744–749. [Google Scholar].

Perbal ,2001. Gènes et comportements à l'ère post-génomique. Edition Vrin, France, 176p.

Pharm, 1856. Eau de Brucchier, formule communiquée 466p.

Pharmacopée française. Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé (ANSM). Pharmacopée française - 11ème édition. 2016.

Pierre et Lys, 2007. Secrets des plantes pour se soigner naturellement. Editions Artémis, Slovaquie. Pp : 89-198.

Pierre,2017. La bible des plantes qui soignent. Editions du chêne.

Pilotto A., Franceschi M., Leandro G., Paris F., Niro V., Longo M.G., D'Ambrosio L.P., Andriulli A. and Di Mario F,2003. The risk of upper gastrointestinal bleeding in

elderly users of aspirin and other non-steroidal antiinflammatory drugs: The role of gastroprotective drugs. *Aging Clinical and Experimental Research*. 15 : (6) : 494-499.

Piochon, 2008. Étude des huiles essentielles d'espèces végétales de la flore Laurentienne : composition chimique, activités pharmacologiques et hémi-synthèse. Mémoire de maîtrise, option ressources renouvelables. Université du Québec à Chicoutimi 13-51.

Poteau, 2007. Génétiquement indéterminé : le vivant auto-organisé. Editions Quae, France, 169 p.

Pottier G., 1981. *Artemisia herba-alba*. Flore de la Tunisie : angiospermes dicotylédones–gamopétales. 1012p.

Pourrut, 2008. Implication du stress oxydatif dans la toxicité du plomb sur une plante modèle, *Vicia faba*. Thèse de doctorat, Toulouse, France.

Price, L; Price, S, 2004. Understanding hydrolats: The specific hydrosols for aromatherapy. Churchill Livingstone. 294 p.

Quezel et Santa, 1963. Nouvelle Flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales, Tome II. Edition du Centre national de la Recherche scientifique. Paris. 788 p

Radulovi NS, Blagojevi PD, Zlatkovi BK and Pali RM, 2006. Chemotaxonomically important volatiles of the genus *Anthemis* L.- a detailed GC and GC/MS analyses of *Anthemis segetalis* Ten. from Montenegro. *Journal of the Chinese Chemical Society*, 56, 2006, 642-652.

Randrianarivelo, 2010. Etude de l'activité antimicrobienne d'une plante endémique de Madagascar « *cinnamosma fragrans* », alternative aux antibiotiques en crevetticulture. Thèse de doctorat. Université d'Antananarivo. 45p.

Rho K-H, Han S-H, Kim K-S, Lee MS, 2006. Effects of Aromatherapy Massage on Anxiety and Self-Esteem in Korean Elderly Women: A Pilot Study. *International Journal of Neuroscience* ;116(12) :1447 55

Romdhane et Tizaoui, 2005. The kinetic modelling of a steam distillation unit for the extraction of aniseed (*Pimpinella anisum*) essential oil. *Journal of chemical technology and biotechnology*: 80(7), 759-66.

Sahraoui. N, Abchich. H, Mellal. M, 2016. Optimisation par plan d'expériences de l'extraction de l'huile essentielle du (*Thymus pallescens*). *International Journal of Scientific Reserach and Engineering Technology* pp 85-93.

Samouelian F.; Boccara M.; Gaudin V, 2009. Génétique moléculaire des plantes, Editions Quae, 230 p.

Sangwan, N. S., Farooqi, A. H. A., Shabih, F., & Sangwan, R. S,2001. Regulation of essential oil production in plants. *Plant Growth Regulation* 34, 3-21.

Sarembaud A ; Poitevin B., 1996. Médicaments à usage homéopathique : dictionnaire pratique

Scientific Correspondance, 2003. Broad spectrum antimycotic drug for the treatment of ringworm infection in human beings. 85 (1): 30-34.

Shahidi, 1997. Natural Antioxidants: chemistry, health effects and applications, Ed aocs mission statement. 174-197

Sharafzadeh et Alizadeh, 2011. German and Roman Chamomile. *Journal of Applied Pharmceutical Science*, 1(10) :01-05.

Sharrif Moghaddasi,2011. stady on chamomile usage and farming. *Adv. Environ. Biol*; 5 :1446-1453.

Sharififar, F., Dehghn-Nudeh, G., Mirtajaldini, M. (2009). Major flavonoids with antioxidant activity from *Teucrium polium* L., *Food Chemistry*. 112: 885-888.

Smith, C.K.; Moore, C. A; Alahi, E. N; Smart, Â. T; Hotchkiss, S. A, 2000. Human skin absorption and metabolism of the contact allergens, cinnamic aldehyde and cinnamic alcohol. *ToxicoS. Appl. Pharmacol.* 168,189-99.

Sosa S., Balicet M.J., Arvigo R., Esposito R.G., Pizza C. and Altinier G.A,2002. Screening of the topical anti-inflammatory activity of some Central American plants. *Journal of Ethnopharmacology*. 8: 211-215.

Srivastava J.K., Shankar E et Gupta S,2010. Chamomile: A herbal medicine of the past with a bright future. *Mol Med Rep*, 3: 895–901.

Tapondjou A L., Ndomo A F., TendonkengF., Tchouangyep F M, 2009. Evaluation des propriétés insecticides des feuilles de *Callistemon viminalis* (Myrtaceae) contre les adultes d'*acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera, Bruchidae). *Tropicultura*. Pp.137-143

Tela botanica, 2011. *Chamaemelum nobile* (L.) All, eFlore, la flore électronique de Tela Botanica. www.tela-botanica.org

Teuscher E, Anton R, Lobstein A,2005. Plantes aromatiques : épices, aromates, condiments et huiles essentielles. Tec & Doc; 522.

Thormar, 2011. *Lipids and Essential Oils as Antimicrobial Agents*. JohnWiley & Sons, Ltd. United Kingdom, 334p.

Tisserand et Young, 2014. “Toxicity,” in *Essential Oil Safety*, 2nd ed., R. Tisserand and R. Young, Eds. London: Elsevier, 2014, pp. 23–38.

Vilain M, 1999 : *Méthodes expérimentales en agronomie pratique et analyse*, Ed. Tec et Doc, 333p.

Waikedre J., Dugay A., Barrachina I., Herrenknecht C., Cabalion P., Fournet A., 2010. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oils from New Caledonian *Citrus macroptera* and *Citrus hystrix*. *Chemistry & Biodiversity* 7, 871–877.

White R.L., Burgess D.S., Manduru M., Bosso J.A., 1996. Comparison of three different in vitro methods of detecting synergy: time-kill, checkerboard, and E test. *Antimicrobial Agents Chemotherapy* 40, 1914–1918.

Winship et Chatters,2020. À Stewart, Pearman et Preston 1994 *Plantes rares en Grande-Bretagne* JNCC Version : v2 2020 (SL, CC).

Annexe I :

Matériel non biologique :

- ❖ Balance
- ❖ Micropipette 10_1000µl
- ❖ Réfractomètre Réfrigérateur Spectrophotomètre
- ❖ DPPH E
- ❖ Au distillée
- ❖ Ethanol
- ❖ Méthanol
- ❖ Vitamine C
- ❖ Pipette 1000 µl
- ❖ Pipette graduée
- ❖ Portoire Tubes à essai



Figure 18 : *d'Anthemis nobilis L* sèche.



Figure 19 : Montage d'hydrodistillation de type Clevenger