



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministre de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Echahid Cheikh Larbi Tebessi-Tebessa
Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de biologie appliquée

N° d'ordre :.....

N° de série :.....

Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de

Master académique

Filière : Sciences biologiques

Option : Toxicologie

Thème :

**Etude botanique, phytochimique et
pharmacologique des espèces du genre *Pulicaira***

- **Présenté et soutenu par : Abdelaziz ABDELMALEK**

Devant le jury composé de :

Président : Dr. Amar BENLAKHEL	Université Larbi Tebessi-Tebessa
Promotrice : Dr. Nadia DJERMANE	Université Larbi Tebessi-Tebessa
Examineur : Dr. Salim GASMI	Université Larbi Tebessi-Tebessa

Année universitaire : 2022 / 2023

Dédicaces

Tout d'abord, merci à Dieu Tout-Puissant, qui m'a permis de terminer ce travail et qui m'a inspiré la santé et le bien-être Je dédie cet humble travail

A mon cher frère

KHALED qui nous a quittés si tôt et qui est toujours présent dans nos cœurs. Pas moi je ne t'oublierai jamais, je t'aime sans limites, que Dieu Tout-Puissant vous protège dans sa vaste place au ciel.

A ma mère et mon père,

Je les remercie pour leur soutien et

leur totale confiance en moi, que Dieu les protège, et je leur souhaite tout le bonheur,

A mes frères **KHALED** et **AHMED**

mes soeurs **ZINEB** et **RAWNEK** toujours entourées d'amour.

A mes jeunes frères **MOHAMMED EL AMINE** et **HAMZA SEDDIK**

A mes amis, à tous mes professeurs,

à tous ceux qui me connaissent de près ou de loin...

Remerciement

Le grand merci va au Dieu Tout-Puissant, pour nous avoir donné la force, la volonté et la patience, et qui a guidé et éclairé notre chemin tout au long de notre cheminement.

Jusqu'à ce jour.

Tout d'abord, je tiens à remercier mon encadrant **NADIA DJERMANE** d'avoir accepté de nous encadrer et de nous suivre tout au long de la réalisation de ce mémoire.

Merci à tous les membres du jury qui ont accepté de juger ce travail, à tous ceux qui nous ont accueillis et aidés tout au long de la réalisation de ce modeste ouvrage. Je leur suis reconnaissant.

Je terminerai en rendant hommage à tous les professeurs du primaire, du secondaire et de l'université qui nous ont donné le goût des études. Leur tâche est ingrate et trop peu reconnue. Je leur dois beaucoup.

grâce à...

LISTE DES ABREVIATIONS

Abréviation	l'explication
I'OMS	L'organisation mondial de santé
RHE	Rendement de l'HE en %.
MHE	Masse de l'HE obtenue en gramme.
M	Masse de la plante en gramme(Laghouiter et al, 2015)
DPPH	2-2 phynyle 1-bicrile hydrazyl
ABTS	L'acide 2,2'-azino-bis(3-éthylbenzothiazoline-6-sulphonique)
FRAP	est une méthode colorimétrique de transfert d'électrons
CUPRAC	apacité antioxydante

LISTE DES TABLEAUX

Titre de tableau	Page
Tableau 1 : Exemple de plantes médicinales (Bruneton, 2004)	06
Tableau 2 : Description botanique	12/13
Tableau 3 : Position systématique des espèces de genre de <i>Pulicaria</i>	14
Tableau 4 : Usagetraditionnel de quelques espèces du genre <i>Pulicaria</i>	14
Tableau 5 : Acides phénoliques présents dans quelques espèces du genre <i>Pulicaria</i>	17
Tableau 6 : Flavonoïdes présents dans quelques espèces du genre <i>Pulicaria</i>	18/19
Tableau 7: Les sesquiterpenes	21
Tableau 8 : Rendement en huile essentielle des espèces du genre <i>Pulicaria</i>	22
Tableau 9 : Composées des huiles essentielles présente dans quelques espèces du genre <i>Pulicaria</i>	23/24
Tableau 10 : Activité antioxydant des huiles essentielles de quelques espèces du genre	26
Tableau 11 : Activité antimicrobienne des huiles essentiellesdes espèces du genre <i>Pulicaria</i>	28

LISTES DES FIGURES

Titre de figure	Page
Figure01: Exemple de plantes médicinales (Bruneton, 2004)	06
Figure02: Description botanique	12/13
Figure 3: familles de polyphénols (Collin et Crouzet, 2011).	16
Figure 4 : Structure moléculaire de base des flavonoïdes (benzo- α -prône) avec la numérotation classique(Collin etCrouzet, 2011).	18
Figure 5: Flavonoïdes présents dans quelques espèces du genre <i>Pulicaria</i>	20

CHAPITRE I :
Généralité sur les plantes
médicinales

I.1.Généralités sur les plantes médicinales

Selon la Xe édition de la Pharmacopée française, les plantes médicinales "sont des médicaments végétaux au sens de la Pharmacopée européenne, dont une partie au moins possède des propriétés médicinales". Ces plantes médicinales peuvent aussi avoir des usages alimentaires, condimentaires ou hygiéniques.

Dans le code de la santé publique, il n'existe pas de définition légale d'une plante médicinale au sens juridique, mais en France "une plante" est dite médicinale lorsqu'elle est inscrite à la pharmacopée et que son usage est exclusivement médicinal. C'est-à-dire qu'ils sont présentés pour leurs propriétés préventives ou curatives vis-à-vis des maladies humaines ou animales (**Chabrier, 2010**). Ce sont des plantes utilisées en médecine traditionnelle, dont au moins certaines ont des propriétés médicinales. Leur action provient de leurs composés chimiques (métabolites primaires ou secondaires) ou de la synergie entre les différents composés présents (**Sanago, 2006**).

Globalement, plus de 35 000 espèces de plantes sont utilisées dans le monde à des fins médicinales, ce qui représente la plus large gamme de biodiversité utilisée par les humains. Les plantes médicinales continuent de répondre à un besoin important malgré l'influence grandissante du système de santé moderne (**Boumediou et Addoun, 2017**).

I.1.1.Définition des plantes médicinales

Les plantes médicinales s'entendent des matières premières botaniques, aussi connues sous le nom d'herbes médicinales, principalement utilisées à des fins thérapeutiques, aromatiques et/ou culinaires, ou entant que composant sentant dans la fabrication de cosmétiques, médicaments, aliments naturels et autres produits des antinaturels (**Merzouke et Niboucha, 2020**).

I.1.2. Origine des plantes médicinales

L'histoire des plantes aromatiques et médicinales est intimement liée à l'évolution des civilisations. Dans toutes les régions du monde, l'histoire montre que L'homme a toujours utilisé les plantes pour se nourrir, se vêtir, s'abriter, chasser et se soigner (**COCK, 2011**).

Exemple : (**Lamiaceae**) contient plus d'un millier d'espèces répertoriées comme ayant un usage médicinal, et de nombreuses autres sont utilisées en alimentation et en cosmétique pour leurs propriétés aromatiques. La famille se caractérise par une diversité de produits secondaires, notamment les huiles essentielles (**HE**)...(NaziaNazar, 2022).

Les premiers documents décrivant l'utilisation des plantes en médecine remontent à plus de 6000 ans. Des tablettes d'argile sumériennes (4000 avant JC) détaillent l'utilisation de

plus de 1000 plantes médicinales et aromatiques (AFZAL et al., 2002), (LEVETIN ET MCMAHON, 2003).

En Chine, il existe une longue histoire et culture de la culture de plantes médicinales. Dans cette revue, l'histoire de la culture de la phytothérapie en Chine est résumée, son statut et son problème actuels sont analysés, et les perspectives de recherche de la culture de la phytothérapie sont notées, dans le but d'accélérer la croissance de la recherche sur la culture des plantes médicinales. (Qiao-sheng Guo et al., 2015).

Exemple : Croton (sang de dragon), un médicament traditionnel chinois utilisé pour traiter l'eczéma...(Phillipson, 2001).

En Algérie, on retrouve l'importance ethno-pharmacologique de l'étude de la première enquête ethnobotanique sur les plantes médicinales traditionnellement utilisées par la communauté bédouine dans les steppes algériennes, et l'identification de nouvelles plantes médicinales et usages d'un des peuples autochtones les plus distingués. (Mohamed et al., 2018).

Aujourd'hui, entre 20 000 et 25 000 plantes sont utilisées dans la pharmacopée humaine. 75% des médicaments sont d'origine végétale et 25% d'entre eux contiennent au moins une molécule active d'origine végétale.






les extractions de différents produits sont réalisées sous différentes formes dont les plus importantes sont : les tisanes, les gélules végétales, les suspensions intégrales de plantes fraîches, les teintures mères, les macéras glycérolés et les huiles essentielles (AILLAUD et al., 2012).

Les principaux types de plantes aromatiques et médicinales utiles à l'homme peuvent être définis par leur utilisation principale. Nous pouvons citer :

1. Plantes pour tisanes, boissons hygiéniques et plaisir.
2. Plantes à usage cosmétique
3. Plantes à usage aromatique et condimentaire
4. Plantes à usage alimentaire.
5. Plantes à usage industriel, (AILLAUD et al., 2012).

Chapitre I : généralités sur les plantes médicinales

Tableau.1 : Exemple de plantes médicinales (Bruneton, 2004)

Nom commun	Nom local	Nom scientifique	famille	Partie utilisée	Propriétés utilisées
	Filyo	<i>Mentha pulegium L</i>	Lamiacées	Partie aérienne	Pulmonary antiseptic expectorant Stomatal antispasmodic Refreshing
	Ziitra	<i>Thymus vulgaire</i>	Lamiacées	Partie aérienne	Antiseptique intestinal et pulmonaire, expectorant, diurétique, stomachique, vermifuge, antispasmodique.
	djaïda	<i>Teucrium polium L</i>	Lamiacées	Partie aérienne	Anti-inflammatoires Antipyrétiques Antibactériens
	Limon'	<i>Cymbopogon citratus</i>	Peaceae	Partie aérienne	Insectifuge Antiseptique
	Iklil El-Djabal	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Lamiacées	Partie aérienne	Anti-spasmodique Antibactérien Antioxydants Anti-inflammatoire Anti-métastatique

I.2. Phytothérapie

I.2.1. Définition de la phytothérapie

La phytothérapie est le traitement ou la prévention des maladies par l'utilisation des plantes, elle fait partie des médecines douces ou des médecines douces. (Strang, 2006).

Selon l'OMS, la phytothérapie est considérée comme une médecine traditionnelle et encore largement utilisée dans certains pays, y compris les pays en développement. Il s'agit le plus souvent d'une médecine non conventionnelle faute d'études cliniques (Clément, 2005).

I.2.2. Historique de la phytothérapie

En phytothérapie traditionnelle, les plantes peuvent être utilisées fraîches, ce qui n'est pas toujours possible, ou séchées, entrant éventuellement dans diverses préparations qui préservent leurs principes actifs. Ils sont administrés sous forme de teintures alcooliques, de macéras, de tisanes, de compresses, de baume, etc (Morel, 2008).

I.2.3.Types de la Phytothérapie

✓ L'aromathérapie : est une thérapie qui utilise les essences de plantes, ou huiles essentielles, substances aromatiques sécrétées par de nombreuses familles de plantes, ces huiles sont des produits complexes à utiliser souvent par voie cutanée. **(Strang, 2006).**

✓ La gemmothérapie : repose sur l'utilisation d'extrait alcoolique de jeunes tissus végétaux tels que bourgeons et radicules. **(Strang, 2006).**

✓ Herboristerie : correspond à la méthode la plus classique et la plus ancienne de phytothérapie. L'herboristerie utilise la plante fraîche ou séchée ; il utilise soit la plante entière, soit une partie de celle-ci (**écorce, fruits, fleurs**). La préparation repose sur des méthodes simples, le plus souvent à base d'eau .

✓ décoction, infusion, macération. Ces préparations existent également sous la forme plus moderne de capsules de poudre de plantes sèches que le sujet avale. **(Strang, 2006).**

✓ Homéopathie : utilise les plantes principalement, mais pas exclusivement ; les trois quarts des souches sont d'origine végétale, le reste étant d'origine animale et minérale. **(Strang, 2006).**

✓ Phytothérapie pharmaceutique : utilise des produits d'origine végétale obtenus par extraction et qui sont dilués dans de l'alcool éthylique ou un autre solvant. Ces extraits sont dosés en quantité suffisante pour avoir une action soutenue et rapide. Ils se présentent sous forme de sirop, de gouttes, de gélules, de lyophilisats... **(Strang, 2006).**

I.2.3.Phytothérapie en Algérie

L'art de soigner avec les plantes est connu et pratiqué en Afrique depuis longtemps. Elle utilise des savoirs transmis de génération en génération à certains initiés tels que les tradipraticiens et les herboristes.

Ainsi, les plantes médicinales et les savoirs relatifs aux plantes médicinales et aux médecines traditionnelles constituent un patrimoine important sur le continent africain **(Aouadhi, 2010).**

En Algérie, les plantes occupent une place importante dans la médecine traditionnelle, elle-même largement utilisée dans divers domaines de la santé. Bien souvent dans certaines zones rurales, il est difficile de savoir si l'herboriste aux plantes « miraculeuses » n'est pas préféré au médecin moderne **(Benmerabet et Abed, 1982).**

Les chiffres recueillis auprès du Centre national du registre du commerce montrent qu'en 2009, l'Algérie comptait 1 926 vendeurs spécialisés dans la vente d'herbes médicinales, dont 1 393 sédentaires et 533 ambulants **(Aouadhi, 2010).**

I.2.4.Principe de la phytothérapie:

La phytothérapie repose sur l'utilisation des plantes médicinales à des fins thérapeutiques. En médecine classique, les fabricants de produits pharmaceutiques extraient l'ingrédient actif des plantes pour fabriquer des médicaments. La logique de traitement est également différente entre la médecine classique et la phytothérapie. La médecine moderne est substitutive, c'est-à-dire que les médicaments conventionnels régulent les fonctions de l'organisme et le soulagent du besoin de se soigner.

En phytothérapie, les plantes sont également utilisées comme médicaments pour réguler les fonctions de l'organisme.

Selon les herboristes, une maladie n'arrive pas par hasard. C'est la conséquence d'un déséquilibre interne de l'organisme qui doit sans cesse s'adapter à son environnement. La phytothérapie se concentre sur analyser les systèmes constitutifs de l'organisme : système neuroendocrinien, hormonal, immunitaire, système de drainage, etc. **(Devoyer, 2012).**

L'Organisation mondiale de la santé **(OMS, 2002)** estime qu'environ 80 % de la population mondiale dépend de la médecine traditionnelle pour les soins de santé primaires. Plus de la moitié de la population mondiale utilise principalement des plantes médicinales pour se soigner **(Sofowora, 2010).**

Les plantes médicinales sont utilisées pour la production de produits pharmaceutiques, de thés, de pommades, de crèmes et d'autres produits naturels. Environ 90 espèces sont utilisées dans la production des produits industriels les plus importants

Les médicaments et les remèdes traditionnels utilisés dans les pays en développement sont généralement fabriqués à partir de mélanges d'herbes récoltées dans la nature. Les plantes sont la principale source de substances actives, et pas seulement en médecine traditionnelle. **(Farnsworth, 1986)**

I.2.5.Intérêts, Avantages et inconvénients de la phytothérapie

Malgré les énormes progrès réalisés par la médecine moderne, la phytothérapie offre de multiples bienfaits. N'oublions pas qu'à toutes les époques, à l'exception des cent dernières années, les hommes ont non seulement eu des plantes pour se soigner, que ce soit pour des maladies bénignes, rhumes ou toux ou plus graves, comme la tuberculose ou le paludisme.

Aujourd'hui, les traitements à base de plantes reviennent sur le devant de la scène, à mesure que l'efficacité des médicaments tels que les antibiotiques **(considérés comme la solution quasi universelle aux infections graves)** diminue, que les bactéries et les virus se sont progressivement adaptés aux médicaments et y sont de plus en plus résistants.

La phytothérapie basée sur les remèdes naturels est bien acceptée par l'organisme, et souvent associée aux traitements conventionnels. Elle connaît actuellement un renouveau exceptionnel en Occident, notamment dans le traitement des maladies chroniques telles que l'asthme ou l'arthrite (**Iserin et al., 2001**).

CHAPITRE II :
Analyse botanique du genre
Pulicaria

II.1. La Famille des Astéracées

II.1.1. Généralité

La famille des Asteraceae, alternativement Compositae, se compose de plus de 32 000 espèces connues de plantes à fleurs dans plus de 1 900 genres au sein de l'ordre des Asterales. Communément appelées famille des asters, des marguerites, des composites ou des tournesols, les Compositae ont été décrites pour la première fois en 1740. Le nombre d'espèces d'Asteraceae n'a d'égal que les Orchidaceae, et quelle est la plus grande famille n'est pas claire car la quantité d'espèces existantes l'espèce de chaque famille est inconnue.

La plupart des espèces d'Asteraceae sont des plantes herbacées annuelles, bisannuelles ou vivaces, mais il existe également des arbustes, des vignes et des arbres. La famille a une distribution étendue, des régions subpolaires aux régions tropicales, dans une grande variété d'habitats. La plupart se produisent dans les climats désertiques chauds et semi-désertiques froids ou chauds, et on les trouve sur tous les continents sauf l'Antarctique. La principale caractéristique commune est l'existence de parfois des centaines de minuscules fleurons individuels qui sont maintenus ensemble par des involucre protecteurs dans les capitules, ou plus techniquement, des capitules.

Les plus anciens fossiles connus sont des grains de pollen du Crétacé supérieur (**Campanien à Maastrichtien**) de l'Antarctique, datés de c. Il y a 76 à 66 millions d'années (**mya**). On estime que le groupe de la couronne des Asteraceae a évolué au moins 85,9 mya (**Crétacé supérieur, Santonien**) avec un âge de nœud de tige de 88 à 89 mya (**Crétacé supérieur, Coniacien**).

Les astéracées sont une famille économiquement importante, fournissant des aliments de base, des plantes de jardin et des plantes médicinales. Les espèces en dehors de leur aire de répartition naturelle peuvent être considérées comme des mauvaises herbes ou envahissantes.

II.1.2. Étymologie et prononciation :

Le nom Asteraceae (*anglais* : /,æstə'reɪsi, -si, aɪ, -si, eɪ, -si, i:/) vient du vocabulaire scientifique international du nouveau latin, d'Aster, le genre type, + -aceae, un suffixe standardisé pour les noms de famille de plantes dans la taxonomie moderne. Le nom du genre vient du mot latin classique aster, "étoile", qui vient du grec ancien ἀστήρ (astér), "étoile". Il fait référence à la forme en étoile de l'inflorescence.

Le nom original Compositae est toujours valide selon le Code international de nomenclature pour les algues, les champignons et les plantes. Il fait référence à la nature "composite" des capitules, qui se composent de quelques ou de nombreuses fleurs individuelles.

Le nom vernaculaire marguerite, largement appliqué aux membres de cette famille, est dérivé du vieux nom anglais de la marguerite (*Bellis perennis*): *dæges ēage*, qui signifie «l'œil du jour». C'est parce que les pétales s'ouvrent à l'aube et se ferment au crépuscule.

II.1.3. Description

Les membres des Asteraceae sont principalement des plantes herbacées, mais certains arbustes, vignes et arbres (**comme *Lachanodes arborea***) existent. Les espèces d'Asteraceae sont généralement faciles à distinguer des autres plantes en raison de leur inflorescence unique et d'autres caractéristiques communes, telles que les anthères jointes des étamines. Cependant, la détermination des genres et des espèces de certains groupes tels que *Hieracium* est notoirement difficile (**voir "composite jaune damné" par exemple**).

✓ **Les racines.**

Les membres de la famille des Astéracées produisent généralement des racines pivotantes, mais parfois ils possèdent des systèmes racinaires fibreux. Certaines espèces ont des tiges souterraines sous forme de caudices ou de rhizomes. Celles-ci peuvent être charnues ou ligneuses selon les espèces.

✓ **Les tiges:**

Les tiges sont herbacées, aériennes, ramifiées et cylindriques à poils glandulaires, généralement dressées, mais peuvent être prostrées à ascendantes. Les tiges peuvent contenir des canaux sécrétoires avec de la résine ou du latex, ce qui est particulièrement courant chez les Cichorioideae.

✓ **Les feuilles :**

Leaves can be alternate, opposite, or whorled. They may be simple, but are often deeply lobed or otherwise incised, often conduplicate or revolute. The margins also can be entire or toothed. Resin or latex also can be present in the leaves.

✓ **Inflorescences :**

Presque toutes les Astéracées portent leurs fleurs en capitules denses appelés capitules. Ils sont entourés de bractées involuquées et, vus de loin, chaque capitule peut sembler être une seule fleur. Les fleurs externes (**périphériques**) élargies dans le capitule peuvent ressembler à des pétales, et les bractées involucrales peuvent ressembler à un calice.

II.1.3. Distribution et habitat :

Les espèces d'Asteraceae ont une distribution étendue, des régions subpolaires aux régions tropicales dans une grande variété d'habitats. La plupart se produisent dans les climats

désertiques chauds et semi-désertiques froids ou chauds, et on les trouve sur tous les continents sauf l'Antarctique.




Ils sont particulièrement nombreux dans les régions tropicales et subtropicales (notamment l'Amérique centrale, l'est du Brésil, la Méditerranée, le Levant, l'Afrique australe, l'Asie centrale et le sud-ouest de la Chine). La plus grande proportion des espèces se trouvent dans les régions arides et semi-arides des latitudes subtropicales et tempérées inférieures. La famille des astéracées comprend 10 % de toutes les espèces de plantes à fleurs.

II.2. Le genre *Pulicaria*




II.2.1. Habitat et distribution géographique de *Pulicaria*

Le genre *Pulicaria* appartient à la famille d'Asteraceae (Compositae), c'est le troisième genre le plus important de la tribu Inuleae, qui contient 100 espèces (arbustes, massifs arbustes et herbes), ils sont distribués en Europe, nord d'Afrique, l'Arabes et l'Asie (Ezoubeiri et al., 2005, Coutinbo et al., 2011).

II.2.1. Description botanique

Espèce	Description botanique	Reference
 <p style="text-align: center;"><i>P. arabica</i></p>	<p>Pulicaire arabe est une plante odorante appartenant à la famille des Astéracées, à tige long d'un pied et demi, plus au moins dressé ou étalé à feuilles alternes, très pubescentes sur les deux faces, et à bords entiers, et à fleurs jaunes.</p>	Cuvier, 1826
 <p style="text-align: center;"><i>P. mauritanica</i></p>	<p><i>Pulicaria mauritanica</i> Coss., est une plante herbacée, caractérisée par une odeur de camphre. à des feuilles radiales (5-6 cm). à tiges ramifiées et dressées, portant des feuilles ondulées sur les marges. Les capitules, solitaires, sont fixés par de longs pédoncules épaissis au sommet. Les akènes orange et luisants sont oblongs</p>	Gheriba et al., 2015
 <p style="text-align: center;"><i>P. vulgaris</i></p>	<p>Plante annuelle à tige de 1-4 dm dressée ou ascendante, pubescente ou presque glabre, à rameaux étalés-dressés</p> <ul style="list-style-type: none"> - feuilles molles, oblongues-lancéolées, ondulées, entières ou à peine dentées, pubescentes-blanchâtres en dessous, les caulinaires sessiles, demi-embrassantes - involucre pubescent-tomenteux à folioles linéaires, très étroites - couronne profondément laciniée à laciniures très étroites - capitules assez petites, subglobuleux, en grappes lâches, corymbiformes - fleurs jaunes, à ligules dressées ne dépassant pas 	https://www.tela-botanica.org/bdtfx-nn-53981-synthese

Chapitre II : Analyse botanique du genre *Pulicaria*

	l'involucre.	
 <p style="text-align: center;"><i>P. crista</i></p>	<p>Plante annuelle (vivace), à racines pivotantes, de 12 à 75 cm de haut, à tiges densément ramifiées de la base de la plante à aspect feutré dû au couvert de poils blancs laineux. Ses feuilles sont sessiles ; quelque peu amplexicaules, linéaires à obtus, ondulées et rarement dentées, tomenteuses des deux pages de poils laineux, atteignant 0.5 à 6 cm ; et sont beaucoup plus petites sur les tiges supérieures. Les fleurs sont solitaires, terminales, hémisphériques et hétérogames. Elles sont très visibles, de couleur jaune d'or à orangée, de 0.5 à 1 cm de diamètre, elles ont la spécificité d'être nombreuses, bractées, acuminées, glabres ou ciliées et souvent glandulaires</p>	<p>Chaudhary, 2000</p>
 <p style="text-align: center;"><i>P. incisa</i></p>	<p><i>Pulicaria incisa</i> (Lam.) DC. C'est une plante appartenant à la famille des Astéracées. connu populairement en Algérie sous le nom de « Ameyou » ou « neougde ». C'est une herbe saharo-sindienne cultivée annuellement caractérisée par des tiges dressées et des feuilles sessiles.</p>	<p>Sahar et al., 2022 Samba, 2016</p>
 <p style="text-align: center;"><i>P. undulata</i></p>	<p><i>Pulicaria undulata</i> est une espèce des zones désertiques d'Afrique du Nord et également largement distribuée dans toutes les régions du Moyen-Orient, a des feuilles</p>	<p>Ghazanfar, 1994</p>
 <p style="text-align: center;"><i>P. odora</i></p>	<p>Plante vivace à tige de 3-6 dm dressée, simple ou rameuse au sommet, velue</p> <ul style="list-style-type: none"> - feuilles pubescentes, laineuses en dessous, entières ou obscurément denticulées, les radicales grandes, elliptiques-oblongues, pétiolées, les caulinaires oblongues-lancéolées, sessiles, demi-embrassantes, cordées à la base, dépourvues d'oreilles saillantes - involucre à folioles hispides, les intérieures scarieuses, linéaires, très étroites, longuement acuminées - akènes velus, aigrette rousse - capitules en corymbe portés par des pédoncules épaissis au sommet - fleurs jaunes à ligules, dépassant longuement l'involucre. 	<p>https://www.tela-botanica.org/bdtfx-nn-53972-synthese</p>

II.2.4. Position systématique

Les espèces du genre *Pulicaria* sont classées comme suit :

Tab.: Position systématique des espèces de genre de *Pulicaria*

Règne	<i>Plantea</i>
Embranchement	Spermatophyte
Sous embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylidones
Ordre	<i>Asterales</i>
Famille	<i>Asteraceae</i>
Genre	<i>Pulicaria</i>
Espèce	<i>P.arabica</i> <i>P. mauritanica</i> <i>P. vulgaris</i> <i>P. crispa</i> <i>P. incisa</i> <i>P.undulata</i> <i>P.odora</i>

II.2.5. Utilisation du genre *Pulicaria* en médecine traditionnelle

Les espèces du genre *Pulicaria* ont été utilisées comme une plante médicinale dans nombreux pays.

Tab : Usage traditionnel de quelques espèces du genre *Pulicariaia*

Espèce	Utilisation	Reference
<i>Pulicaria arabica</i>	Utilisée pour traiter les gonflements et les furoncles douloureux	El-Abed et al., 2010
<i>Pulicaria odora</i>	Utilisée traditionnellement comme un agent anti-inflammatoire (Les racines)	Hanbali et al., 2005
<i>Pulicaria crispa</i>	Utilisée comme carminatives pour le traitement de rhume et les colique	El Abed et al., 2010. Ould mohamed vall, 2009
<i>Pulicaria undulata</i>	Utilisée comme inhalateur pour soulager la congestion nasale et bronchique Utilisée comme un insectifuge, galactagogue, antiépileptique, et comme tonique en médecine populaire	El Abed et al.2010. Ould mohamed vall, 2009 Ghazanfar,1994
<i>Pulicaria incisa</i>	Utilisée pour traiter les maladies du cœur et comme un agent hypoglycémiant	Elmann et al., 2012

CHAPITRE III :
Analyse phytochimique du
genre *Pulicaria*

III.1.Introduction

Les substances naturelles d'origines végétales présentent un intérêt important dans de nombreux domaines, ces dernières occupent un rôle majeur dans la recherche chimique durant des années et jusqu'à présent.

Diverses investigations ont été développées pour extraire et isoler des principes actifs des plantes médicinales. Le genre *Pulicaria* de la famille des Asteracées est une source importante dans le règne végétal qui produit de nombreuses substances naturelles.

Selon la bibliographie, plusieurs études phytochimiques antérieures sur des espèces végétales du genre *Pulicaria* ont été étudiées. Ces études ont permis d'isoler et d'identifier divers métabolites secondaires : composés phénoliques (acides phénoliques, flavonoïdes, tanins), composés terpéniques (lactones sesquiterpéniques, composés des huiles essentielles...), et autres composés.

Il a été démontré que ces composés naturels sont potentiellement bioactifs et pourraient être des produits à valeur ajoutée, prometteurs pour le développement de médicaments.

La première investigation phytochimique sur le genre *Pulicaria* a été effectuée en 1968. Depuis ce temps, divers types de constituants chimiques du genre *Pulicaria* ont été rapportés, à savoir : des dérivés phénoliques, des dérivés de mono terpènes, des sesquiterpènes, des di terpènes, des flavonoïdes, des tri terpènes, des stéroïdes, des huiles essentielles... Jusqu'en 2008, 230 composés ont été isolés de 21 espèces de *Pulicaria*.

III.1.Composés phénoliques

III.1.1.Définition des composés phénoliques

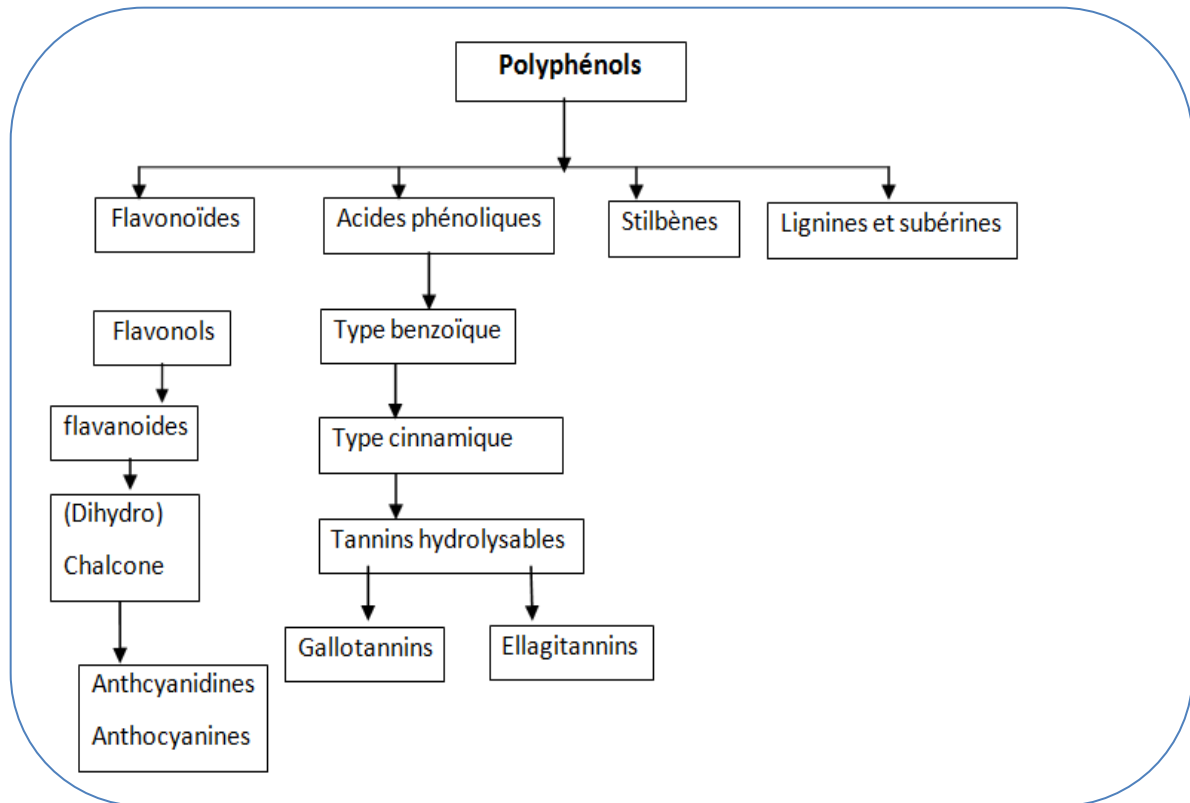
L'appellation « polyphénols » ou « composés phénoliques » regroupe un vaste ensemble de plus de 8000 molécules, divisées en une dizaine de classes chimiques, qui présentent toutes un point commun : la présence dans leur structure d'au moins un cycle aromatique à 6 carbones, lui-même porteur d'un nombre variable de fonctions hydroxyles (OH) (Hennebelle et al., 2004).

Les poly phénols sont les antioxydants les plus présents dans la nature et aussi dans nos assiettes. Ils permettent aux plantes de se défendre contre les phénomènes d'oxydation, certaines agressions extérieures et contre le pourrissement (Menat, 2006).

III.1.2.Classification

Les composés phénoliques (ou poly phénols) représentent un groupe de métabolites secondaires complexe comportant plusieurs familles : dérivés des acides benzoïque et cinnamique, flavonols, flavones, isoflavanones, flavanes, flavanones, chalcones, aurones et stilbène. Certains sont des précurseurs de polymères pariétaux, comme la lignine et la

subérine. D'autres sont des polymères intracellulaires tels que les tanins condensés et les tanins hydrolysables (Regnault-Roger et al 2008).



Figur : Différentes familles de polyphénols (Collin et Crouzet, 2011).

III.1.2.1. Les Acides phénoliques

Trois catégories de corps entrent dans ce groupe : les acides benzoïques, les acides cinnamiques et les coumarines (Charnayet Tourmeau, 2006).

a. Les acides benzoïques:

Les acides benzoïques sont les plus connus, ils sont très répandus dans le règne végétal (Charnay et Tourmeau, 2006), leurs structures varient comme l'illustre la figure 6, suivant les hydroxylation et les méthylations sur le cycle phénolique aromatique (Collin et Crouzet, 2011).

b. Les acides cinnamiques:

Les acides cinnamiques sont très répandus dans les végétaux, On signale en particulier : l'acide p-coumarique, l'acide caféique, l'acide férulique, l'acide sinapique et l'acide 3, 4, 5 Thiry proxy cinnamique (Charnayet Tourmeau, 2006).

b. Les coumarines

Les coumarines sont des composés phénoliques non volatils, sont très répandues chez

CHAPITRE III: Analyse phytochimique du genre *Pulicaria*

les végétaux, notamment dans les racines et les écorces ; d'odeur sa gréables, certaines servent en parfumerie ou pour aromatiser le tabac ; d'autre sont très toxiques telles que les aflatoxines des champignons inférieurs (Garabeth et al., 2007).

Des recherches pyto chimiques sont réalisées sur les espèces du genre *Pulicaira*, ont permis' isoler et d'identifier des métabolites secondaires à base des acides phénoliques.

Tab : Acides phénoliques présents dans quelques espèces du genre *Pulicaira*

Espèce	Région de récolte	Partie utilisée	Composé	Référence
<i>Pulicaria crispa</i>	Egypte	Partie aérienne	Di- <i>O</i> -caffeoylquinicacid Di- <i>O</i> -caffeoylquinicacidisomer Di- <i>O</i> -caffeoylquinicacidisomer Tri- <i>O</i> -caffeoyl-hydroxyferulicacid Di- <i>O</i> -caffeoylquinicacidisomer <i>p</i> -Coumaroyl- <i>O</i> -caffeoylquinicacid Caffeoylquinicacid- <i>O</i> -methylether Tri- <i>O</i> -caffeoylquinicacid	El-Sabagh et al., 2021
<i>Pulicaria incisa</i>	Egypte	Partie aérienne	Di- <i>O</i> -caffeoylquinicacid Tri- <i>O</i> -caffeoyl-hydroxyferulicacid Di- <i>O</i> -caffeoylquinicacidisomer <i>p</i> -Coumaroyl- <i>O</i> -caffeoylquinicacid <i>p</i> -Coumaroyl- <i>O</i> -caffeoylquinicacidisomer Di- <i>O</i> -caffeoylquinicacidisomer Tri- <i>O</i> -caffeoylquinicacid Tri- <i>O</i> -caffeoylquinicacidisomer	El-Sabagh et al., 2021
<i>Pulicaria odora</i>	Maroc	Racines	2-isopropyl-4-methylphenol Isobutyricacid 2-isopropyl-4-methylphenylester	Ezoubeiri et al., 2005

III.1.2.1. Les Flavonoïdes

Les flavonoïdes constituent un groupe de plus 6000 composés naturels qui sont quasiment universels chez les plantes vasculaires ; Ils constituent des pigments responsables des colorations jaunes, orange et rouges de différents organes végétaux. Les flavonoïdes sont rencontrés dans les fruits (notamment du genre *Citrus* où ils représentent jusqu'à 1% des fruits frais) et les légumes, des boissons telles que le vin rouge, le thé, le café et la bière en contiennent également des quantités importantes. Ils sont trouvés également dans plusieurs plantes médicinales (Derbel et Ghedire, 2005).

Les flavonoïdes sont constitués de ceux des benzoïques présentant plusieurs groupements hydroxyles et sont pour cette raison également nommés poly phénols

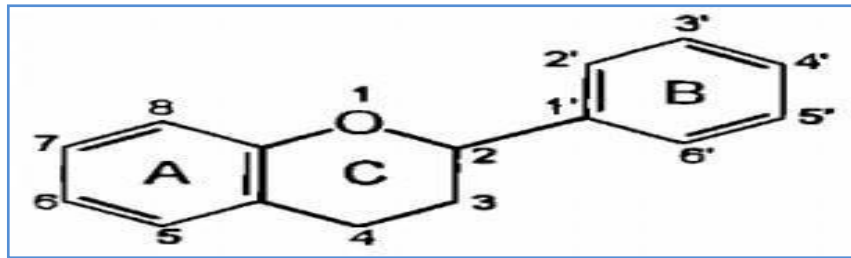


Figure : Structure moléculaire de base des flavonoïdes (benzo- α -prône) avec la numérotation classique (Collin et Crouzet, 2011).

Des recherches phytochimiques sont réalisées sur les espèces du genre *Pulicaria*, ont permis d'isoler et d'identifier des métabolites secondaires à base des flavonoïdes.

Tab : Flavonoïdes présents dans quelques espèces du genre *Pulicaria*

Espèce	Région de récolte	Partie utilisée	Composé	Référence
<i>Pulicaria arabica</i>	Egypte	Feuilles Fleurs	Quercetagetin 3,7-diméthylether Quercetagetin 3, 5,7-trimethyl éther Quercetagetin 3, 5, 7,3' tetramethyl Ether Quercitain 3-glucoside Quercitain-3-glucuronide	<i>El-Negoumy et al.,1982)</i>
	Egypte	Partie aérienne	Quercetagetin 3',4'-diméthylether Quercetagetin3, 5, 6, 7,3'-pentaméthylether Quercetagetin,3,5,6,7,4'-pentaméthylether	Malek et al.,1988
<i>Pulicaria undulata</i>	Egypte	Partie aérienne	7-Methoxy kampferel(Rhamnocitrin) 3,7 dim et hoxy quercetin 7-methoxy quercetin (Rhamentin) Dihydrokaempferol Quercetin 3-O-glucoside (Isoquercetin)	<i>Bishay et al,1982,</i>
	Egypte	Partie aérienne	5, 7, 20, 30,40 penta hydroxyl isoflavone-40-O-b-glu-copyranoside Kaempferol Kaempferol 3-O-b-glucoside Quercetin Quercetin 3-O-b-glucoside quercetin 3-O-b-galactoside quercetin 3,7-di OCH 3	Hussein et al.,2017
<i>Pulicaria crispa</i>	Egypte	Partie aérienne	Quercetagetin-O-hexoside Quercetagetin-O-acetylhexoside Isorhamnetin-O-pentosylhexoside Quercetin-O-hexosideisomer Quercetin-O-hexosideisomer Quercetagetin-méthylether-O-hexoside. IsorhamnetinO-hexauronide Isorhamnetin-O-hexosideisomer Quercetin-O-acetyl-hexoside Isorhamnetin-O-hexosideisomer Luteolin-O-acetyl-hexoside	El-Sabagh et al., 2021

CHAPITRE III: Analyse phytochimique du genre *Pulicaria*

			Chrysoeriol- <i>O</i> -hexoside Eriodyctiol Quercetagetin- <i>O</i> -dimethylether Taxifoline- <i>O</i> -pentoside Quercetin Tetrahydroxy-methoxyflavonol. Rhamnetin Quercetagetin- <i>O</i> -hexosylacetate Quercetagetin- <i>O</i> -dimethyletherisomer Quercetagetin Kaempferol	
<i>Pulicaria incisa</i>	Egypte	Partie aérienne	<i>Quercetin-di-O-hexoside</i> Quercetin- <i>O</i> -hexoside Isorhamnetin- <i>O</i> -hexoside Quercetin- <i>O</i> -hexosideisomer Quercetin- <i>O</i> -hexosylmalonate Isorhamnetin- <i>O</i> -hexosideisomer Eriodyctiol Taxifoline- <i>O</i> -pentoside Quercetin Rhamnetin Kaempferol Quercetagetin-trimethylether Chrysoeriol Isorhamnetin Quercetagetin-tetramethylether Quercetin-di-methylether Quercetagetin-tetramethyletherisomer Tetramethoxy- <i>O</i> -acetyl-Taxifoline Dihydroxy—trimethoxyflavone Quercetin-di-methyletherisomer Quercetagetin-hexamethylether	El-Sabagh et al., 2021

III.1.2.2. Les Composés terpéniques

Les terpènes (Terpénoïdes) sont des constituants habituels des cellules végétales impliqués ou non dans des fonctions métaboliques essentielles. Ce sont des métabolites secondaires résultant de la condensation d'unités isoprénique à 5 atomes de carbone.

Les terpènes sont présents chez tous les êtres vivants et possèdent des structures, des propriétés physiques et chimiques, et des activités biologiques très diverses. Plusieurs d'entre eux sont exploités à l'échelle industrielle (industrie des cosmétiques et des parfums, industrie agroalimentaire pour les arômes et les colorants alimentaires, etc...). Parmi eux certains sont des substances odorantes, comme par exemple le menthol et le thymol, provenant d'huiles essentielles. (ODILE-MEYER, 2004).

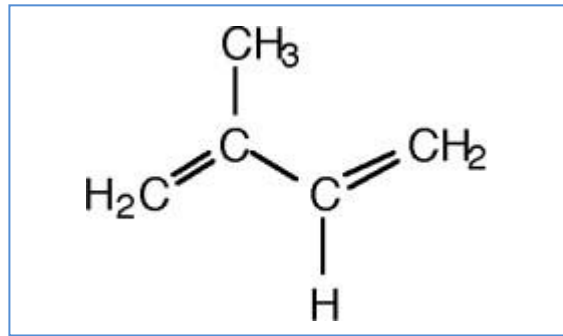


Figure :Structure de 2-méthyl-1,3-butadiène(isoprène)(Lamartietal.,1994).

a. Les monoterpènes.

Les monoterpènes présentent des structures relativement simples et sont généralement très volatils, sont les principaux constituants des huiles essentielles (représentent plus de 90%).

En raison du faible nombre de carbones et du nombre restreint de combinaisons des liaisons (Collet, 2002), ils sont issus du couplage de deux unités d'isoprène (C10),

les variations structurales justifient l'existence de nombreuses molécules : alcool, phénols, aldéhydes, cétone, esters, éthers (Bruenton, 1999 ; Bekheche et Abdelouahid, 2010; Bakkali et al., 2008).

c. Les sesquiterpènes

Les sesquiterpènes sont l'objet de nombreuses cyclisations, de réarrangements, d'oxydation conduisant à un très grand nombre de structures. Celles-ci peuvent se présenter sous forme de lactones (Milpied, 2009).

Les lactones sesquiterpéniques sont surtout connus chez les Asteraceae (où ces lactones sont diversifiées et utiles pour la taxonomie), mais on les trouve aussi dans quelques autres familles, comme les Apiaceae, les Magnoliaceae et les Lauraceae (Judd et al., 2002).

Des recherches phytochimiques sont réalisées sur les espèces du genre *Pulicaria*, ont permis d'isoler et d'identifier des métabolites secondaires à base des terpènes.

CHAPITRE III: Analyse phytochimique du genre *Pulicaria*

Tableau : Composés terpéniques de quelques espèces du genre *Pulicaria*

Espèce	Région de récolte	Partie utilisée	Composé	Reference
<i>Pulicaria arabica</i>	Egypte	Partie aérienne	Dérivés caryophylène	Hafez et al., 1987
<i>Pulicaria crispa</i>	Egypte	Partie aérienne	Pulicariolid(10 α ,14-Epoxy-8-epiconfertin) Ivalbin/epi-ivalbin Hydroxy-4-oxoxanthenolide/epoxy-hydroxy-guaienolide Pulicariolid(10 α ,14-Epoxy-8-epiconfertin) Ivalbin/epi-ivalbin Dihydroxyguaiadienolide/epoxy-hydroxy-guaienolide Xanthatin/epixanthatin HydroxyacetoxyXanthanolide. CrispiosideB Pulicariolid(10 α ,14-Epoxy-8-epiconfertin) Pulicaricacid Dihydro-pulicaricacid Xanthatin/Epixanthatinisomer Puliglutoicacid. Pulicaricacid Pulicanadiene-C Salvicinolide Puliglutone Unknowntriterpenoid Salvicinolidemethylesterisomer Hautriwaicacid Hautriwaicacid	El-Sabagh et al., 2021
<i>Pulicaria incisa</i>	Egypte	Partie aérienne	Hydroxy-4-oxoxanthenolide/epoxy-hydroxy-guaienolide Ivalbin/epi-ivalbin HydroxyacetoxyXanthanolide. CrispiosideB Pulicariolid(10 α ,14-Epoxy-8-epiconfertin) Pulicaricacid Dihydro-pulicaricacid Xanthatin/Epixanthatinisomer Puliglutoicacid. Pulicaricacid Salvicinolidemethylester Salvicinolide Puliglutone Unknowntriterpenoid Unknowntriterpene	El-Sabagh et al., 2021

D'après les résultats mentionnés dans le tableau, les extraits de la partie aérienne des espèces du genre *Pulicaria* sont très riches en composés terpéniques en particulier les sesquiterpènes, les extraits de *P. crispa* et de *P. incisa* ont permis d'isoler et d'identifier 36 composés terpéniques, dont 15 Composés sont commun : (Hydroxy-4-oxoxanthenolide/ epoxy-hydroxy-guaienolide ; Ivalbin/epi-ivalbin ; HydroxyacetoxyXanthanolide ;

CHAPITRE III: Analyse phytochimique du genre *Pulicaria*

CrispiosideB ; Pulicariolid (10 α ,14-Epoxy-8-epiconfertin) ; Salvicinolin/Salvicin. ; Pulicaricacid ; Dihydro-pulicaricacid ; Xanthatin/Epixanthatinisomer ; Puliglutoicacid. ; Pulicaricacid, Pulicanadiene-C ; Salvicinolide ; Puliglutone ; Hautriwaicacid/Hardwickiicacid. (El-Sabagh et al., 2021).

III.1.2.3. Les huiles essentielles

Les huiles essentielles sont définies comme étant des produits de composition chimique assez complexe renfermant les principes volatiles contenus dans les végétaux et plus ou moins modifiés au cours de la préparation. Ces huiles 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. (Brunton, J, 2009).

a. Rendement

Le rendement en huile essentielle est le rapport entre la masse de huile essentielle extraite et la masse de la plante avant l'extraction, et le rendement conforme à la relation suivante

$$\text{Le rendement\% : RHE\%} = (\text{MHE}/\text{M}) \times 100$$

RHE : Rendement de l'HE en %.

MHE : Masse de l'HE obtenue en gramme.

M : Masse de la plante en gramme (Laghouiter et al, 2015)

Le tableau suivant résume le rendement étudié en huile essentielle de quelques espèces du genre *Pulicaria*.

Tableau : Rendement en huile essentielle des espèces du genre *Pulicaria*

Les espèces du genre <i>Pulicaria</i>	Origine de la plante	Partie utilisée	Rendement %	Reference
<i>P. arabica</i>	Algérie	Partie aérienne	0,20	Djermame et al., 2016
	Algérie	Partie aérienne	0,69	Djermame et al., 2023
	Algérie	Partie aérienne	0.40	Ammar et al. ,2020
<i>P. mauritanica</i>	Algérie	Partie aérienne	0,35	Gherib et al., 2016
	Maroc	Partie aérienne	0,65	Cristofari et al., 2011
	Maroc	Partie aérienne	0,45	Lboumhamdi et al., 2020
<i>P. vulgaris</i>	Tunisie	Partie aérienne	0,05	Zardi-Bergaoui et al., 2020
		Racines	0,02	
<i>P. crispa</i>	Egypt	Partie aérienne	0,60	Dekinash et al., 2019
<i>P. incisa</i>	Egypt	Feuilles	0,66	Shahat et al., 2017
		Fleurs	0,33	
<i>P. undulata</i>	Algerie	Partie aérienne	1,20	Boumaraf et al., 2016
	Egypt	Partie aérienne	0,17	Mustafa et al., 2018
	Sudant	Partie aérienne	2,50	Kamali et al., 2009
<i>P. odora</i>	Maroc	Racines	0,80	Hanbali et al., 2005

CHAPITRE III: Analyse phytochimique du genre *Pulicaria*

D'après les résultats de tableau, le pourcentage de rendement en huile essentielle des espèces de l'Afrique du genre *Pulicaria* variait de 0,02% à 2,50%. Le pourcentage de rendement enhuile essentielle maximal étant obtenu pour l'espèce *P.undulata* avec un taux de 0,17-1,20-2,50 % suivi par le rendement de *P.odora*(0,80%), ensuite le rendement de l'huile essentielle de *P.arabica* (0,20-0,40-0,69), *P. mauritanica* (0,35-0,45-0,65%), *P. crispa*(0,33%) et *P. incisa*(0,66 %), et en dernierl'huile essentielle de *P.vulgaris*avec un taux de (0,026-0,06).

Ces résultats signifient que le rendement en huile essentielle vari entre la même espèce et aussi les espèces du même genre.

Le rendement en huile est influencé par plusieursfacteurs à savoir l'espèce, les changements climatiques (température, humidité...), typed'organe végétal utilisé, le milieu de récolte, la période de récolte et de séchage de la planteainsi que la technique d'extraction utilisée... (**Haikal et Omar, 1993 ; Benayad, 2008**)

b.Composition chimique

L'analyse par GC/MS des huiles essentielles des espèces du genre *Pulicaria* a été réalisé et les résultats sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau : Composées des huiles essentielles présente dans quelques espèces du genre *Pulicaria*

Espece	Origine de l'espece	Partieutilisé	Composés identifiés		Composésmajoritaires	%	References
			Nombre	Total %			
<i>P.arabica</i>	Algérie	Partie aérienne	24	99,90	Bicyclo(4,4,0)dec-1-ene, 2-isopropyl-5-methyl-9-methylene	17.23	Djermene et al.,2016
					1H-indene,1 ethylideneoctahydro	13.24	
					β-Bourbonene,	7.34	
	Agerie	Partie aérienne	08	99,6	α-Cadinol	35	Djermene et al.,2023
					δ-Cadinene	22.5	
					τ-Muurolol	12.6	
					τ-Cadinol	11.7	
	Algerie	Partie aérienne	35	93,2	epi-α-cadinol	23.9	Ammar et al.,2020
					δ-cadinene	21.1	
					α-cadinol	19.8	
<i>P. mauritanica</i>	Algérie	Partie aérienne	21	97	Carvotanacetone	89.2	Gherib et al., 2016
	Maroc	Partie aérienne	25	94,30	Carvotanacetone	87.3	Cristofari et al., 2011
	Maroc	Partie aérienne	42	92,10	Carvotanacetone	87.3	Lboumhamdi et al., 2020

CHAPITRE III: Analyse phytochimique du genre *Pulicaria*

<i>P. vulgaris</i>	Tunisie	Partie aérienne	19	93,20	cis-β-Guaiene	59.7	Zardi-Bergaoui et al.,2020
					τ-cadinol	5.2	
					5-epi-7-epi-α-eudesmol	4.7	
					β-eudesmol	4.4	
	Racines	21	97,20	γ-Irone	39.2		
				7-epi-silphiperfol-5-ene	19.3		
				2,5-dimethoxy-p cymene(8.5		
					γ-himachalene	8.0	
<i>P. crispa</i>	Egypt	Partieaérienne	08	99,90	Carvotanacetone	81.99	Dekinash et al.,2019
<i>P. incisa</i>	Egypt	Feuilles	49	86,69	Carvotanacetone	66.01	Shahat et al.,2017
					chrysanthenone	13.26	
	Fleurs	68	84,29	Carvotanacetone	50.87		
				Chrysanthenone	24.3		
<i>P. odora</i>	Maroc	Racines	27	86,41	Thymol	47.83	Hanbali et al., 2005
					thymolisobutyrate	30.05	
Algerie	Partieaérienne	31	68,40	δ-cadinene(8.2		
				α-cadinol	4.7		
				thujanol	4.7		
<i>P. undulata</i>	Egypt	Partieaérienne	64	93,90	Carvacrol	46.5	Mustafa et al., 2018
					xanthoxylin	18.1	
					carvotanacetone	8.7	
	Sudant	Partieaérienne	43	80,97	Carvotanacetone	55.87	
β-linalool					4.55		

D'après les résultats mentionnés dans le tableau, les huiles essentielles des espèces du genre *Pulicaria* récoltées dans différentes régions d'Afrique (l'Algérie, la Tunisie, le Maroc, l'Egypte et le Sudan) variaient qualitativement et quantitativement dont: (8-24-35), (21-45-42), (19-20), (8), (49-68), (27), et (31-64) composés sont identifiées ce qui correspond à (99,6-99,90-93,2), (97-94,30-92,10), (93,20-97,20), (99,90), (86,69-84,29), (86,41), (68,40-93,90-80,67) (%) des volatils totaux *P. arabica* de l'Algérie, *P. mauritanica* de l'Algérie et du Maroc, *P. vulgaris* de Tunisie, *P. crispa* d'Egypte, *P. incisa* d'Egypte, *P. odora* du Maroc et *P. undulata* de l'Algérie, Egypte et Sudan respectivement.

Huit composants ont été identifiés pour l'huile essentielle de la partie aérienne de *P. arabica* de Bordj Boariridj, Algérie représentant 99,6% de la totalité de l'huile. Les composants les plus abondants représentés par des sesquiterpènes oxygénés (62.76%) puis les sesquiterpènes hydrogénés (37.19%) (**Djermane et al., 2023**).

Vingt quatre composants représentant 99,90 % de la composition de l'huile ont été identifiés à partir de la partie aérienne de *P. arabica* récoltée de Boussaâda. Les composés les plus dominants étaient le Bicyclo(4,4,0)dec-1-ene, 2-isopropyl-5-méthyl-9-méthylène

(17.23%), 1H-indene, 1-ethylideneoctahydro (13.24 %) et β -Bourbonene (7.34 %) (**Djermane et al., 2016**).

Cependant, trente-cinq composants ont été identifiés pour l'huile essentielle de la partie aérienne de la même espèce mais récoltée de M'sila, représentant 93,2% de l'essence totale. Les sesquiterpènes étaient la partie majeure de l'huile (91,6%) avec la prédominance de sesquiterpènes oxugénés (56.0%) puis les sesquiterpènes hydrogénés (35.6%), les composés majoritaires étaient *epi- α -cadinol* (23.9%), le *δ -cadinene* (21.1%), le *α -cadinol* (19.8%), et *Germacrene D-4-ol* (8.4%) (**Ammar et al., 2020**). Ces résultats signifient que la composition chimique en huile essentielle varie entre la même espèce provenant de différentes régions.

Dis neuf composants représentant 93,20% de la composition de l'huile ont été identifiés à partir de la partie aérienne de *P. vulgaris* récoltée de la Tunisie. Les composés les plus dominants étaient le *cis- β -Guaïène* (59,7%), le *τ -cadinol* (5,2%), *5-*epi*-7-*epi*- α -eudesmol* (4,7%), *β -eudesmol* (4,4%). Cependant, Vint-un composants ont été identifiés pour l'huile essentielle des racines de la même espèce récoltée dans la même région, représentant 97,20% de l'essence totale, dont les composés majoritaires étaient le *γ -Irone* (39.2%), le *7-*epi*-silphiperfol-5-ène* (19.3%), le *2,5-diméthoxy-p cymène* (8.5%) et le *γ -himachalène* (8.0%) (**Zardi-Bergaoui et al., 2020**). Ces résultats signifient que la composition chimique en huile essentielle varie entre les organes de la même espèce.

Trente-un composants ont été identifiés pour l'huile essentielle de la partie aérienne de l'espèce *P. undulata* de l'Algérie récoltée en mai d'Avril, totalisent 68,40% de l'huile, cette huile essentielle était caractérisée par la dominance des terpènes oxygénés (74.3%). *carvotanacétone* (14.8%), *δ -cadinene* (8.2%), *α -cadinol* (4.7%), *thujanol* (4.7%), étaient présents en quantité importante (**Boumaraf et al., 2016**). Néanmoins, soixante-quatre composés étaient identifiés dans l'huile essentielle de la même espèce mais récoltée en mai de novembre au Sudan, dont les constituants dominants étaient les mono terpènes oxygénés (68.28 %) (**Kamali et al., 2009**). Ces résultats signifient que la composition chimique en huile essentielle varie en fonction du mois de récolte de l'espèce végétale.

A la lumière de ces résultats, la composition chimique en huile est influencée par plusieurs facteurs à savoir type d'espèce, type d'organe végétal distillé, la région de récolte, la période de récolte et de séchage de la plante ainsi que la technique d'extraction utilisée.

***CHAPITRE IV: Analyse
pharmacologique du genre
Pulicaira***

CHAPITRE IV: Analyse pharmacologique du genre *Pulicaria*

IV.1. Activité antioxydant

L'activité antioxydant d'une molécule pure ou des extraits est déduite de ses efficacités

à piéger les radicaux libres et donc à ralentir ou inhiber les processus de l'oxydation.

Nombreux tests ont été réalisés pour étudier l'activité antioxydant des extraits végétaux de plantes. La plupart de ces tests sont basés sur la coloration ou la décoloration d'un réactif dans le milieu réactionnel.

Selon la bibliographie, l'activité anti-oxydante des espèces du genre *Pulicaria* a été évaluée par des tests différents.

Tableau : Activité antioxydant des huiles essentielles de quelques espèces du genre *Pulicaria*

Espèce	Origine de la plante	Partie utilisé	Méthode utilisée	Résultats	Références
<i>Pulicaria arabica</i>	Algérie	Partie aérienne	DPPH	L'huile essentielle de <i>P.arabica</i> de Boussaâda a montré une activité anti radicalaire très faible dans le piégeage des radicaux DPPH	Djermane et al., 2016
	Algérie	Partie aérienne	DPPH ABTS FRAP Métalchélate β -carotène CUPRAC Phénanthroline.	L'huile essentielle de <i>P.arabica</i> de Bordj Bouariridj a montré une activité antioxydant faible avec presque tous les tests utilisés. Toutefois, cet extrait exerce une activité remarquable dans la chélation du fer avec une valeur IC50 de 72,89 μ g/ml.	Djermane et al., 2023
<i>Pulicaria incisa</i>	Egypte		DPPH	L'huile essentielle a montré une activité antioxydant contre le radical DPPH avec un pourcentage d'inhibition de 66,19%	Dekinash et al., 2019
<i>Pulicaria undulata</i>	Egypte	Partie aérienne	DPPH ABTS FRAP	L'huile essentielle a montré une capacité modérée à réduire les radicaux DPPH (IC50 : 422,5 μ g/mL), une capacité élevée à réduire les radicaux ABTS (IC50 : 7,9 μ g/mL), et une bonne pouvoir réducteur (dosage FRAP, TEAC 236,5 μ mol TE/g)	Mustafa et al., 2018

Dans une étude *in vitro*, (Djermane et al., 2016) a testé l'effet antioxydant de l'huile essentielle de la partie aérienne de *Pulicaria arabica* récoltée de la région de Boussaâda, utilisant les dosages DPPH. Les résultats ont montré une activité anti radicalaire très faible dans le piégeage des radicaux DPPH. Dans une autre étude du même auteur visant à vérifier à

évaluer la capacité antioxydante de l'huile essentielle de la même plante testés par les différents essais DPPH, ABTS, CUPRAC et FRAP. β -carotène, Phénanthroline. L'huile essentielle a présenté une activité antioxydante faible avec presque tous les tests utilisés. Toutefois, cet extrait exerce une activité remarquable dans la chélation du fer avec une valeur IC50 de 72,89 $\mu\text{g/ml}$ (Djermane et al., 2023).

L'étude de (Dekinash et al., 2019), sur l'activité antioxydante des huiles essentielles de *Pulicaria incisa* par le test DPPH a montré une activité inhibitrice de ces radicaux avec une valeur de 66,19%.

Dans une autre étude *in vitro*, (Mustafa et al., 2018) testé l'effet antioxydant des huiles essentielles de *Pulicaria undulata* utilisant les tests DPPH, ABTS et FRAP. Les résultats ont montré que les huiles essentielles ont une capacité élevée à réduire les radicaux ABTS (IC50 : 7,9 $\mu\text{g/mL}$), et une capacité modérée à réduire les radicaux DPPH avec une valeur d'IC50 de 422,5 $\mu\text{g/mL}$, et les ions de fer (FRAP : 236,5 $\mu\text{mol TE/g}$).

D'après ces résultats, On constate que l'activité anti-oxydante est variable considérablement selon l'espèce, la région de récolte, et le type de test antioxydant réalisé.

IV.2. Activité antimicrobienne

L'activité antimicrobienne *in vitro* est une mesure de l'efficacité d'un agent antimicrobien en solution. Il exprime la sensibilité des micro-organismes à des concentrations connues de principes actifs (médicaments) (Jawetz et al., 1973).

Des nombreuses méthodes sont utilisées pour l'évaluation de l'activité antimicrobienne des extraits végétaux, chaque méthode est basée sur tel principe.

La méthode la plus utilisée c'est la méthode de diffusion en milieu solide, c'est une méthode inspirée de l'antibiogramme qui permet de déterminer l'activité inhibitrice de croissance des extraits par la mesure du diamètre d'inhibition autour d'un disque de cellulose imprégné d'extrait. Une suspension de chaque germe est préparée en eau distillée stérile. Chaque suspension est étalée sur une boîte de pétri. La surface des boîtes est séchée sous haute à flux laminaire avec le couvercle des boîtes légèrement ouvert. Des disques de papier buvard stériles sont ensuite déposés sur les géloses. Ils sont imprégnés d'extrait. La lecture des diamètres d'inhibition D se fait après 24h d'incubation à l'étuve à 37°C.

Pulicaria est l'une de ces plantes qui a démontré des propriétés antimicrobiennes dans diverses études.

Les tableaux suivants montrent l'activité antimicrobienne faite par la méthode de diffusion en milieu gélosé (méthode de disques) et la méthode de dilution sur quelques espèces

CHAPITRE IV: Analyse pharmacologique du genre *Pulicaria*

du genre *Pulicaria*. Les résultats obtenus ont été exprimés en diamètre de la zone d'inhibition (D mm) et en CMI ($\mu\text{L}/\text{mL}$)

Tab: Activité antimicrobienne des huiles essentielles des espèces du genre *Pulicaria*

Espèce	Origine de la plante	Partie utilisée	Méthode Utilisé	Résultats	References
<i>Pulicaria arabica</i>	Algérie	Partie aérienne	Méthode de diffusion en milieu gélosé	Parmi les onze souches testées L'huile essentielle a montré une activité modérée contre huit, le plus grands diamètre a été enregistré vis-a-vis la souche <i>Candida albicans</i> (16.33±2.30mm)	Djermane et al., 2016
<i>Pulicaria mauritanica</i>	Algérie	Partie aérienne	Méthode de dilution	L'huile essentielle a montré un effet antimicrobien modéré contre les bactéries, les levures et les champignons filamenteux (CMI = 2-4 $\mu\text{L}/\text{mL}$).	Gherib et al., 2016
	Maroc	Partie aérienne	Méthode de Contact direct	L'huile essentielle a démontré une inhibition significative de la croissance mycélienne de toutes les souches avec l'inhibition totale d' <i>Alternaria</i> sp. et de <i>Penicillium expansum</i> (CMI : 2 mL/mL)	Znini et al., 2013
<i>Pulicaria incisa</i>	Egypte	Feuilles Fleurs	Méthode de dilution	L'huile des feuilles a montré une forte activité contre <i>Geotricum candidum</i> et <i>Streptococcus pneumoniae</i> avec une valeur de CMI de 3,9 $\mu\text{g}/\text{mL}$. L'huile des fleurs a donné la meilleure activité contre <i>Bacillus subtilis</i> avec une valeur de CMI de 32,3 $\mu\text{g}/\text{mL}$	Shahat et al., 2017
<i>Pulicaria odora</i>	Maroc	Racines	Méthode de diffusion en milieu gélosé	L'huile a montré une activité antibactérienne significative, dont la meilleure activité a été enregistrée contre <i>Streptococcus C</i> (IPT 2-035) avec un diamètre de zone d'inhibition de 75 mm	Hanbali et al., 2005

A travers les résultats obtenus par les chercheurs (**Djermane et al., 2016, Gherib et al., 2016, Shahat et al., 2017, Hanbali et al., 2005**), Le pouvoir antimicrobien des espèces du genre *Pulicaria* a été évalué contre des bactéries à Gram positif, des bactéries à Gram négatif, et des champignons.

L'activité antibactérienne d'huile essentielle de *Pulicaria arabica* a été testée contre quatre bactéries de Gram positif (*Staphylococcus aureus* ATCC 43300, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, Staphylocoque doré, *Streptococcus* groupe D), six bactéries de Gram négatif. (*E. coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Klebsiella pneumoniae*, *Salmonella typhi*, *Citrobacter freundii* et *Enterobacter*.sp.), et une

souche fongique (*Candida albicans*) par la méthode de diffusion en milieu solide. Les résultats ont montré que l'huile essentielle a montré une activité modérée contre huit souches sur onze, la meilleure activité a été enregistré vis-à-vis la souche *Candida albicans* (16.33±2.30mm)(Djermane et al., 2016).

L'étude antimicrobienne sur *Pulicaria mauritanica* de l'Algérie a montré que l'huile essentielle de la partie aérienne présentait des activités antibactériennes et antifongiques modérés (CMI = 2-4 µL/mL)(Gherib et al., 2016). L'huile essentielle de la partie aérienne de la même espèce mais d'origine marocaine a démontré une inhibition significative de la croissance mycélienne de toutes les souches fongiques testées avec l'inhibition totale d'*Alternaria* sp. et de *Penicillium expansum* (CMI : 2 mL/mL)(Znini et al., 2013).

Une étude réalisée par Shahat et al., 2017, montrent que l'extrait de l'huile essentielle des feuilles de *Pulicaria incisa* a un effet antimicrobien élevé contre *Geotricum candidum* et *Streptococcus pneumoniae* avec une valeur de CMI de 3,9 µg/mL. Cependant, l'huile des fleurs a donné la meilleure activité contre *Bacillus subtilis* avec une valeur de CMI de 32,3 µg/mL

Autre étude par Hanbali et al., 2005, montrent que l'extrait de l'huile essentielle des racines de *Pulicaria odorata* une activité antibactérienne significative contre les souches testées *Bacillus cereus* (IPL 58605), *Streptococcus C* (IPT 2-035), *Proteus vulgaris* (CIP 58605); *Enterococcus faecalis* (CIP103214), *Escherichia coli* (CIP 54127) et *Pseudomonas aeruginosa* (CIP A 22) , dont la meilleure activité a été enregistrée contre *Streptococcus C* (IPT 2-035) avec un diamètre de zone d'inhibition de 75 mm.

A la lumière de ces résultats, on constate que l'activité antimicrobienne est variée en fonction de la nature du germe testé, de l'origine de l'espèce et de la composition chimique de l'huile essentielle.

Conclusion générale

Depuis des milliers d'année, l'homme utilise les plantes trouvées dans la nature, pour traiter et soigner des maladies. Près de 80% de la population mondiale à recours aux plantes médicinales par manque d'accès aux médicaments prescrits.

Notre travail a pour objectif l'étude bibliographique de quelques espèces du genre *Pulicaria* en Afrique, il s'agit d'une étude botanique, phytochimique, et pharmacologique des extraits de ces espèces notamment les huiles essentielles.

Selon la synthèse de cette étude sur le plan chimique, nous avons vu quelques substances bioactives qui se présentent dans certaines espèces de *Pulicaria* en Afrique tel que : les flavonoïdes, les acides phénoliques, les terpènes et les huiles essentielles qui sont considérés comme des composants importants puisqu'ils peuvent jouer des rôles antioxydants et antimicrobienne et posséder des propriétés biologiques.

Les rendements des huiles essentielles des plantes étudiées sont variés, ainsi, l'ordre de grandeur des rendements en huile essentielles présente comme suit : *P. undulata* > *P. odora* > *P. arabica* > *P. mauritanica* > *P. crisper* > *P. incisa* > *P. vulgaris*.

Les analyses chimiques des huiles essentielles des espèces du genre *Pulicaria* récoltées dans différentes régions d'Afrique, ont permis d'identifier des composés volatiles différentes, dont les sesquiterpènes oxygénés étaient les composés majoritaires.

En effet, l'activité antioxydant des extraits des huiles essentielles du genre *Pulicaria* a été réalisée par différents tests. Les résultats obtenus ont montré une activité anti-oxydante variable considérablement selon l'espèce, la région de récolte, et le type de test antioxydant réalisé.

Par ailleurs, l'évaluation de l'activité antimicrobienne des huiles essentielles des espèces du genre *Pulicaria* a montré qu'elles possédaient une activité antimicrobienne variable considérablement selon l'origine de l'espèce, la méthode d'évaluation de l'activité, et le type du germe testé.

Cette synthèse bibliographique peut fournir une base pour la recherche de nouveaux composés et d'autres études pour mieux évaluer la composition chimique et d'autres activités biologiques des espèces du genre *Pulicaria* poussant en Algérie.

Résumé

Ce travail présente une synthèse bibliographique concernant les résultats de certaines études biologiques réalisées sur les extraits végétaux et en particulier les huiles essentielles des espèces du genre *Pulicaria* en Afrique.

Les résultats de l'analyse phytochimique montrent que les espèces de *Pulicaria* sont riches en substance bioactif tel que les composés terpéniques notamment les sesquiterpènes et les composés phénoliques notamment les flavonoïdes et les acides phénoliques.

Les rendements en huile essentielle extraite de différentes espèces était varié entre 0,02% à 2,50%, dont le pourcentage de rendement maximal étant obtenu pour les huiles essentielles de l'espèce *P.undulata* suivi par le rendement de *P.odora*, ensuite le rendement de l'huile essentielle de *P.arabica*, *P. mauritanica*, *P. crispa* et *P. incisa*, et en dernier l'huile essentielle de *P.vulgaris*.

De plus, Les analyses par GC/MS ont permis d'identifier plusieurs composés dans les huiles essentielles des espèces du genre *Pulicaria* récoltées dans différentes régions d'Afriques, dont les composés dominants sont les sesquiterpéniques oxygénés suivi par les mono terpènes oxygénés.

L'évaluation de l'activité antioxydant des huiles essentielles des espèces du genre *Pulicaria* par différents tests, ont montré une différence dans les résultats, ces résultats est probablement due à la diversité de la composition chimique, méthodes d'extraction, tests d'évaluation et selon la région de l'espèce végétale.

Par ailleurs, l'évaluation de l'activité antimicrobienne des huiles essentielles des espèces du genre *Pulicaria*, a montré qu'elles possédaient un grand pouvoir inhibiteur sur les bactéries Gram positifs que les bactéries Gram négatifs.

Mots clés : *Pulicaria*, Huile essentielle, activité Antioxydant, activité Antimicrobienne.

Abstract

This work presents a bibliographical synthesis concerning the results of certain biological studies carried out on plant extracts and in particular the essential oils of species of the genus *Pulicaria* in Africa.

The results of the phytochemical analysis show that the species of *Pulicaria* are rich in bioactive substances such as terpene compounds, in particular sesquiterpenes, and phenolic compounds, in particular flavonoids and phenolic acids.

The yields of essential oil extracted from different species varied between 0.02% and 2.50%, of which the percentage of maximum yield being obtained for essential oils of the species *P.undulata* followed by the yield of *P.odora*, then the yield essential oil of *P. arabica*, *P. mauritanica*, *P. crispa* and *P. incisa*, and finally the essential oil of *P. vulgaris*.

In addition, GC/MS analyzes have identified several compounds in the essential oils of species of the genus *Pulicaria* harvested in different regions of Africa, the dominant compounds of which are oxygenated sesquiterpenes followed by oxygenated mono terpenes.

The evaluation of the antioxidant activity of essential oils of the species of the genus *Pulicaria* by different tests, showed a difference in the results, these results are probably due to the diversity of the chemical composition, extraction methods, evaluation tests and according to the region of the plant species.

In addition, the évaluation of the antimicrobial activity of essential oils of species of the genus *Pulicaria*, showed that they had a greater inhibiting power on Gram-positive bacteria than Gram-negative bacteria.

Keywords : *Pulicaria*, Essential oil, Antioxidant activity, Antimicrobial activity.

ملخص

يقدم هذا العمل توليفة بيليوغرافية تتعلق بنتائج بعض الدراسات البيولوجية التي أجريت على المستخلصات النباتية وخاصة الزيوت الأساسية لأنواع من جنس *Pulicaria* في إفريقيا.

تظهر نتائج التحليل الكيميائي النباتي أن أنواع *Pulicaria* غنية بالمواد النشطة بيولوجيًا مثل مركبات التربين، على وجه الخصوص السيسكويتربين، والمركبات الفينولية، ولا سيما الفلافونويد والأحماض الفينولية.

تراوحت محصول الزيت العطري المستخرج من مختلف الأنواع ما بين 0.02% و 2.50%، حيث تم الحصول على النسبة المئوية لأقصى محصول الزيوت الأساسية لنبات *P. undulata* يليها نبات *P. arabica* و *P. mauritanica* ثم نبات *P. incisa* و *P. crispa* وأخيرًا الزيوت الأساسية لنبات *P. vulgaris*.

بالإضافة إلى ذلك، حددت تحليلات GC / MS العديد من المركبات في الزيوت الأساسية للأنواع النباتية من جنس *Pulicaria* المتواجدة في مناطق مختلفة من إفريقيا، حيث أن المركبات المهيمنة هي السيسكويتربينات الأكسجينية تليها المونوتربينات الأكسجينية.

أظهر تقييم النشاط المضاد للأكسدة للزيوت الأساسية للنباتات من جنس البوليكاريا باختبارات مختلفة اختلافًا في النتائج، وربما ترجع هذه النتائج إلى تنوع التركيب الكيميائي للزيوت وطرق استخراجها واختبارات التقييم وللمنطقة التي تم أخذ النبات منها.

بالإضافة إلى ذلك، أظهر تقييم النشاط المضاد للميكروبات للزيوت الأساسية لأنواع النباتات من جنس *Pulicaria*، أن لها قوة تثبيط أكبر على البكتيريا موجبة الجرام من البكتيريا سالبة الجرام.

الكلمات المفتاحية: بوليكاريا ، زيت عطري ، نشاط مضاد للأكسدة ، نشاط مضاد للميكروبات.

Références :

Références:

1. **Ahour M, Mateos R, Ben Fredj M, Mtiraoui A, Bravo L, Saguem S (2018).** A comprehensive characterisation of rosemary tea obtained from *rosmarinus officinalis* L. collected in a sub-Humid area of Tunisia. *Phytochemical Analysis* 29(1):87-100.
2. **Adossides, A. (2003).** Stratégie et politique. La filière, Plantes Aromatiques et Médicinales "FAO, Project Assistance.
3. **Afzal, M., Afzal, A., Jones, A., & Armstrong, D. (2002).** A Rapid Method for the Quantification of GSH and GSSG in Biological Samples. *Oxidative Stress Biomarkers and Antioxidant Protocols*, 186(6), 117–122. <https://doi.org/10.1385/1-59259-173-6:117>.
4. **Aillaud. (2012).** Les Plantes aromatiques et médicinales. (Un exemple de développement humain au Maroc: coopérative féminine de Ben Karrich–Tétouan).
5. algérienne. *Le pharmacien du Maghreb, spécial n°2*.
6. **Amarti, F., Satrani, B., Ghanmi, A., Aafi, A., Farah, A., Aarab, L., El Ajjouri, M., uedira, A., Chaouch, A. 2011.** Activité antioxydante et composition chimique des huiles essentielles de quatre espèces de thym du Maroc. *Acta botanic gallica* 158 (4), 513-523.
7. **Algabr. M.N.; Ameddah. S.; Menad. A.; Mekkiou. R.; Chalchat. J.C.; Benayache. S.; Benayache. F.:** Essential oil composition of *Pulicaria jauberti* from Yemen, *Int. J. Med. Arom. Plants*, ISSN 2249-4340, Vol. 2, N. 4, pp. 688-690, (2012).
8. **Al-Hazimi. H.M.G.; Al-khathlan. H.Z.:** Chemistry of Various *Pulicaria* Species (Asteraceae), *Jour. Chem. Soc. Pak.* Vol. 14, N° 3, p 233-240, (1992).
9. **Hichiri. F.; Chriaa. J.; Hammami. S.; Ben Jannet. H. ; Mighri. Z.** : Chemical composition and antimicrobial activities of *Pulicaria laciniata* oils, Isolation and structure elucidation of a bioactive sesquiterpene lactone, *Journal de la Société Chimique de Tunisie*, 11, 77-81, (2009).
10. **Macheix. J.J.; Fleuriet. A.; Allemand Ch. J.:** Les composés phénoliques des végétaux, Ed, Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, p 7, 12, 13, 14, 158, (2005).
11. **Malecky. M. :** Métabolisme des terpénoïdes chez les caprins, thèse de doctorat, INR, UMR 791 Physiologie de la Nutrition et Alimentation, F-75231, Paris, (2007).

12. **Malek.F.R. ;El-AnsariM. ;HassanA. ;RegailaA. ;AhmedA.A. ;MabryT.J.**
:Méthylatedflavonoidaglycones from*Pulicariaarabica*
,Rev,Latinoam,Quim.19, 119,120,(1988).
13. **padrini.F.;Lucheroni.M.T.:**LeGrandlivredeshuilesessntielles.Ed,deVecchi,
(1996).
14. **Mossa.J.S., Hifnawy.M.S., Al-Yahya.M.A., Al-Meshal.I.A.;Mekkawi.A.G.**
Aromatic plants ofSaudiArabia–
GC/MSanalysisofessentialoilsof*Pulicariaarabica*and*P.undulata*.Pharmaceutical
15. **Pares.J.O. ;Oksuz.S. ;Ulubelen.A. ;Mabry.T.J.:**6-
HydroxyFlavonoidsFrom*Pulicariadysenterica*(Compositae),Phytochemistry.
Vol.20,2057,(1981).
16. **Ranilla.L. G.; Kwon Y. I.; Apostolidis.E.;Shetty.K .:**Phenolic compounds,
antioxidant
activityandinvitroinhibitorypotentialagainstkeyenzymesrelevantforhyperglycemiaa
ndhypertensionofcommonlyusedmedicinalplants,herbsandspicesinLatinAmerica.*B*
ioresourceTechnology,101, 4676-4689, (2010 **F.:**Les terpene Moyen-ring,
Fortschritteder chemie organischer naturstoffe / Progressin the chemistry of organic
natural products/Progrédans la chimie des produits
naturelsorganiques,Ed,SpringerVienne,Volume19,pp1-31,(1961).
17. **rjöen.T.**ExtractionandPlanarChromatographicSeparationTechniquesintheAn
alysisofNaturalProducts.FacultyofPharmacyoftheUniversityofHelsinki,p76,(
2004).
Gherib, M., Bekhechi, C., Bekkara, F. A., Bighelli, A., Casanova, J., & Tomi,
F. (2016). Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil
from aerial parts of Algerian *Pulicaria mauritanica*. *Natural product*
communications, 11(1), 1934578X1601100132.
18. **CHAUDHARY S.A.** (2000). In: Flora of the kingdom of saudi arabia (Part 3), vol.
2.
Ministry of Agriculture and Water, Riyadh, Saudi Arabia, pp : 432.
19. **Sahar, D., Saad, S., & Ouafi, S.** (2022). Hypoglycemic, analgesic and anti-
inflammatory effects of *Pulicaria incisa* (Lam.) DC extracts in animal models.
Tropical Journal of Pharmaceutical Research, 21(3), 589-596.
20. **Samba M.,** 2016. Isolement, identification et propriétés pharmacologiques de
moléculesissues de plantes médicinales de Mauritanie, thèse de doctorat, Faculté
des Sciences, UniversitéMohammed V- Rabat.
21. **Ghazanfar, S.A.,** Handbook of Arabian Medicin al Plants. CRC press, Inc., USA,
1994,p. 98.
22. **M. Gherib, C. Bekhechi, F.A. Bekkara, A. Bighelli, J. Casanova, F. Tomi,**
Chemical composition and antimicrobialactivity of the essentialoilfromaerialparts

of algerian *Pulicaria mauritanica*. Nat. Prod. Commun. 11(1), 109-112(2016)

23. **G. Cristofari, M. Znini, L. Majidi, A. Bouyanzer, S.S. Al-Deyab, J. Paolini, B. Hammouti, J. Costa,** Chemical composition and anti-corrosive activity of *Pulicaria mauritanica* essential oil against the corrosion of mild steel in 0.5 M H₂SO₄. Int. J. Electrochem. Sci. 6(12), 6699-6717 (2011)
24. **Lboumhamdi, M. Znini, J. Paolini, J. Costa, L. Majidi,** Chemical analysis of volatile constituents of *pulicaria mauritanica* isolated by hydrodistillation and headspace solid-phase micro-extraction techniques antimicrobial activity of its essential oil. Anal. Bioanal. Chem. Res. 7(2), 197-209 (2020)
- 25.
26. **Zardi-Bergaoui, A. Jelassi, M. Daami-Remadi, F. Harzallah-Skhiri, G. Flamini, R. Ascrizzi, H. Ben Jannet,** Chemical composition and bioactivities of essential oils from *Pulicaria vulgaris* subsp. *dentata* (Sm.) Batt. growing in Tunisia. J. Essent. Oil Res. 32(2), 111-120 (2020)
27. **EA Shahat, RO Bakr, OA Eldahshan, NA Ayoub.** Chemical composition and biological activities of the essential oil from leaves and flowers of *Pulicaria incisa* sub. *candolleana* (Family Asteraceae). Chem. Biodivers. 14(4), e1600156(2017)
28. **M.F. Deginash, M.M. Abou-Hashem, A.M. Beltagy, F.K. El-Fiky,** GC/MS profiling, in-vitro cytotoxic and antioxidant potential of the essential oil of *Pulicaria crispa* (Forssk) growing in Egypt. Int. J. Pharmacogn. Chinese Med. 3(3), 1-7 (2019)
- 29.
30. **F.E.L. Hanbali, M. Akssira, A. Ezoubeiri, C.E.A. Gadhi, F. Mellouki, A. Benherraf, A.M. Blaz-**
31. **quez, H. Boira,** Chemical composition and antibacterial activity of essential oil of *Pulicaria*
32. *odora* L. J. Ethnopharmacol. 99(3), 399-401(2005)
- 33.
34. **M. Boumaraf, R. Mekkiou, S. Benyahia, J.C. Chalchat, P. Chalard, F. Benayache, S. Be-**
35. **nayache,** Essential oil composition of *Pulicaria undulata* (L.) DC. (Asteraceae) growing in Alge-
36. *ria*. Int. J. Pharmacogn. Phytochem. Res. 8(5), 744-749 (2016).
37. **A.M. Mustafa, S.I. Eldahmy, G. Caprioli, M. Bramucci, L. Quassinti, G. Lupidi, D. Beghelli,**
38. **S. Vittori, F. Maggi,** Chemical composition and biological activities of the essential oil from *Pulicaria undulata* (L.) C.A. Mey. growing wild in Egypt. Nat. Prod. Res. 4, 1-5 (2018).

39. **H.H. El-Kamali, M.O. Yousif, O.I. Ahmed, S.S.Sabir**, Essential oil from aerial parts of *Pulicaria undulata* (L.) Kostel from Sudan. *Ethnobot. Leaflets* 13, 467-470 (2009)
40. H.H. El-Kamali, M.O. Yousif, O.I. Ahmed, S.S.Sabir, Essential oil from aerial parts of *Pulicaria undulata* (L.) Kostel from Sudan. *Ethnobot. Leaflets* 13, 467-470 (2009)
41. Ammar S, Noui H, Djamel S, et al (2020) Essential oils from
42. three Algerian medicinal plants (*Artemisia campestris*, *Pulicaria*
43. *arabica*, and *Saccocalyx satureioides*) as new botanical
44. insecticides? *Environ Sci Pollut Res* 27:26594–604
45. El-Negoumy.S.I.; Mansour.R.M.A.; Saleh.N.A.M. : Flavonoids of *Pulicaria arabica*,
46. *Phytochemistry*, Volume 21, Issue 4, pp 953-954, (1982)
47. Malek.F.R. ; El-Ansari M. ; Hassan A. ; Regaila A. ; Ahmed A.A. ; Mabry T.J. : Méthylated
48. flavonoid aglycones from *Pulicaria arabica* , *Rev, Latinoam, Quim.* 19, 119,120,(1988)
49. Bishay.D.W. ; Gomaa.C.S. ; Assaf.M.H. : Flavonoids from *Pulicaria undulata* L. Kostel growing in
50. Egypt. *Bull. Pharm. Sci., Assiut Univ.* 5, 65-71, (1982)
- 51.
52. Abdel-Mogib.M.; Dawidar.A.M.; Metwally.M.A ; Abou-Elzahab.M.: Flavonols of *Pulicaria*
53. *undulata*, *Pharmazie*, 44(11)801,(1989).
54. Hussein, S. R., Marzouk, M. M., Soltan, M. M., Ahmed, E. K., Said, M. M., & Hamed, A. R. (2017). Phenolic constituents of *Pulicaria undulata* (L.) CA Mey. subsp. *undulata* (Asteraceae): Antioxidant protective effects and chemosystematic significances. *Journal of food and drug analysis*, 25(2), 333-339.
55. El-Sabagh, O. A., El-Toumy, S. A., Mounir, R., Farag, M. A., & Mahrous, E. A. (2021). Metabolite profiles of *Pulicaria crispa* and *P. incisa* in relation to their in-vitro/in-vivo antioxidant activity and hepatoprotective effect: A comparative mass spectrometry-based metabolomics. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 194, 113804.
56. Ezoubeiri, A., Gadhi, C. A., Fdil, N., Benharref, A., Jana, M., & Vanhaelen, M. (2005). Isolation and antimicrobial activity of two phenolic compounds from *Pulicaria odora* L. *Journal of ethnopharmacology*, 99(2), 287-292.
- 57.
58. Hafez.S, Sarg T.M, El-Domiatiy. M.M, Ahmed.A.A, Melek.F.R, Bohlman.F.:
59. Caryophyllene Derivatives from *Pulicaria arabica*. *Phytochemistry (Oxford)* 26, 3356-8,
60. M. Znini, G. Cristofari, L. Majidi, J. Paolini, J.M.Desjobert, J. Costa, Essential oil composition
61. and antifungal activity of *Pulicaria mauritanica* Coss., against postharvest phytopathogenic

62. fungi in apples. LWT-Food Sci. Technol. 54(2),564-569 (2013)
- 63.
64. A.M. Mustafa, S.I. Eldahmy, G. Caprioli, M. Bramucci, L. Quassinti, G. Lupidi, D. Beghelli,
65. S. Vittori, F. Maggi, Chemical composition and biological activities of the essential oil from *Pulicaria undulata* (L.) C.A. Mey. growing wild in Egypt. Nat. Prod. Res. 4, 1-5 (2018)
66. M.F. Deginash, M.M. Abou-Hashem, A.M. Beltagy, F.K. El-Fiky, GC/MS profiling, in-vitro cytotoxic and antioxidant potential of the essential oil of *Pulicaria crispa* (Forssk) growing in Egypt. Int. J. Pharmacogn. Chinese Med. 3(3), 1-7 (2019)