

**RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**Ministère de l'Enseignement Supérieur de la Recherche Scientifique**

**Université SAAD DAHLEB DE – BLIDA 1**



**Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie**

**Département De Biologie**

**Mémoire de fin d'études**

En vue de l'obtention du diplôme de master dans le domaine SNV Filière Sciences Biologiques

**Option : Biodiversité et physiologie végétal**

**Thème :**

**Etude de la biodiversité *d'Artemisia campestris L.*  
dans des biotopes différents.**

**Présenté par :**

HADJALA Wafa

**Soutenu le :**

15/07/2021

**Devant le jury :**

Mme CHERIF. H

MCA USDB-1

**Présidente**

Mme AMEDJKOUH. H

MAA USDB-1

**Examinatrice**

Mme BENMANSOUR. N

MCA USDB-1

**Promotrice**

Mme TAKARLI. S

MAA USDB-1

**Co - promotrice**

**Promotion : 2020-2021**

## **REMERCIEMENT**

Avant toutes choses, je remercie Dieu, le tout puissant, pour m'avoir donné la force et la patience.

J'exprime d'abord mes profonds remerciements et ma vive connaissance à Mme Benmansour, Promotrice de ce travail, pour avoir encadré et dirigé ce travail avec une grande rigueur scientifique, sa disponibilité, ses conseil et la confiance qu'il m'accordé m'ont permet de réaliser ce travail.

J'adresse mes sincères remerciements à Mme Takarli, pour ses orientations sa patience et ses conseils extraordinaires qui ont permis l'achèvement de cette étude.

Je tiens également mes vifs remerciements à Mm Cherif d'avoir accepté de présider.

J'exprimemes vifs remerciements à Mme Amedjkouh pour l'honneur qu'il nous a fait en acceptant de faire partie de jury.

À toute personne qui a participé de près ou de loin, directement ou indirectement, à la réalisation de ce travail.

## Dédicace

Je remercie mon Dieu pour tout ce qu'il m'a donné

Je dédie ce travail : A mes parents que dieu les protège En témoignage de ma profonde affection. Qu'ils sachent que ce travail est en partie le fruit de leur soutien ; je leur suis très reconnaissant. Leur fierté à mon égard aujourd'hui est pour moi la meilleure des récompenses.

A ma très chère sœur Khadidja.

A mes deux chers frères Abdlhk et Walid.

A toute la famille Hadjala.

A tous mes collègues de la promo.

A mes chères amies pour leur présence de tous les instants, pour le soutien qu'ils m'ont apporté avec toute mon affection et ma reconnaissance.

## Résumé

Dans le cadre de la valorisation des plantes aromatiques et médicinales, nous sommes intéressés à la diversité de la composition chimique des huiles essentielles de l'espèce d'*Artemisia campestris L.* récoltée dans 05 régions différentes. Nous avons réalisé une synthèse théorique des travaux antérieurs réalisés par 05 équipes de chercheurs : Les Algériens, les Tunisiens et les Serbes. L'étude porte sur la variation de la composition chimique des Huiles essentielles (HE) extraites par hydro distillation des parties aériennes de l'espèce récoltée en Algérie, Tunisie, la Serbie.

Le rendement des huiles essentielles des parties aériennes d'*Artemisia campestris L.* récoltée dans les 04 régions d'Algérie, de Tunisie et de Serbie varie de 0.2 à 0.41%. En revanche celui des huiles essentielles d'*Artemisia* récoltée dans la région de Benguerdane et Tataouine (le sud de la Tunisie) (1.5 %) est plus élevé par rapport à ceux des feuilles de la plante récoltée dans les régions d'Algérie et de la Serbie.

L'analyse chromatographique détaillée des parties aériennes a permis d'identifier : la région de Ain el Bel sud d'Algérie est caractérisée par la présence de  $\beta$ -pinène (20,75 %) et du limonène (10,46%) et du  $\gamma$ -terpinène (10,18 %) comme principaux constituants chimiques. 39 composés ont été identifiés.

A Beni-Khedache (région montagneuse du sud-est de la Tunisie). Déterminé par CPG et GC-MS. Les principaux composés étaient le b-pinène (34,2 %) et le limonène (8,2 %) suivis par le germacrène D (7,3 %), le c-terpinène (6,1 %), le b-myrcène (6,0 %), l'a-pinène (5,3 %), (Z)-b-ocimène (4,6 %), (E)-b-ocimène (4,3 %), b-eudesmol (2,8 %) et p-cymène (2,3 %). Hydrocarbures monoterpéniques constituent la majeure partie de l'huile (72,2%).

L'huile a été analysée par GC et GC/MS et 38 composés ont été identifiés dans la régions Vojvodina, (Serbie). Les principaux composants étaient des alcools sesquiterpéniques : spathulénol (9,2 %) et 4-liydroxy-9-épi-P-caryophyllène ( 0,4 %) ; et hydrocarbures monoterpéniques : P-pinène (9,1 %), a-pinène (3,4%), linonène (2,5%) et gérinacrène D (3,3%).

L'activité antioxydante a été évaluée en utilisant deux méthodes différentes: la technique de blanchissement du  $\beta$ -carotène et la méthode de réduction de radical libre DPPH. Pour le premier test elle a été estimée à 34,8% -11,8 % - 88,7% mg pour les extraits éthanoliques à 50 % et les infusions d'eau d' *Artemisia campestris L.* Pour le second test L'Cl<sub>50a</sub> été estimée à 2,053 – 94,5 – 0,658 mg/ml pour les extraits à 50 % et les infusions d'eau d' *Artemisia campestris L.*

**Mots clés :** *Artemisia campestris L.*, Huiles essentielles, CPG /SM, activité antioxydante.

## Abstract

As part of the valuation of aromatic and medicinal plants, we are interested in the diversity of the chemical composition of essential oils of the species of *Artemisia campestris* L. collected in 05 different regions. We carried out a theoretical synthesis of previous work carried out by 05 teams of researchers: Algerians, Tunisians and Serbs. The study focuses on the variation of the chemical composition of essential oils (ET) extracted by hydro distillation of the aerial parts of the species collected in Algeria, Tunisia, Serbia.

The yield of essential oils from the aerial parts of *Artemisia campestris* L. collected in the 04 regions of Algeria, Tunisia and Serbia varies from 0.2 to 0.41%. On the other hand that of the essential oils of *Artemisia* collected in the region of Benguerdane and Tataouine (the south of Tunisia) (1.5%) is higher compared to those of the leaves of the plant collected in the regions of Algeria and the Serbia.

The detailed chromatographic analysis of the aerial parts made it possible to identify: the region of Ain el Bel southern Algeria is characterized by the presence of  $\beta$ -pinene (20.75%) and limonene (10.46%) and  $\gamma$ -terpinene (10.18%) as the main chemical constituents. 39 compounds have been identified. In Beni-Khedache (mountainous region in south-eastern Tunisia). Determined by CPG and GC – MS. The main compounds were  $\beta$ -pinene (34.2%) and limonene (8.2%) followed by germacrene D (7.3%),  $c$ -terpinene (6.1%),  $b$ -myrcene (6.0%),  $a$ -pinene (5.3%), ( $Z$ ) - $b$ -ocimene (4.6%), ( $E$ ) - $b$ - ocimene (4.3%),  $b$ -eudesmol (2.8%) and  $p$ -cymene (2.3%). Monoterpene hydrocarbons make up the bulk of the oil (72.2%).

The oil was analyzed by GC and GC / MS and 38 compounds were identified in the Vojvodina region, (Serbia). The main components were sesquiterpene alcohols: spathulenol (9.2%) and 4-hydroxy-9-epi- $P$ -caryophyllene (0.4%); and monoterpene hydrocarbons:  $P$ -pinene (9.1%),  $\alpha$ -pinene (3.4%), limonene (2.5%) and gerinacrene D (3.3%).

The antioxidant activity was evaluated using two different methods: the  $\beta$ -carotene bleaching technique and the DPPH free radical reduction method For the first test it was estimated at 34.8% -11.8% - 88 , 7% mg for the 50% ethanolic extracts and the water infusions of *Artemisia campestris* L. For the second test The IC50 was estimated at 2.053 - 94.5 - 0.658 mg / ml for the 50% extracts and water infusions of *Artemisia campestris* L.

**Key words:** *Artemisia campestris* L., Essential oils, CPG / MS, antioxidant activity.

## ملخص

كجزء من تقييم النباتات العطرية والطبية ، نحن مهتمون بتنوع التركيب الكيميائي للزيوت الأساسية لأنواع *Artemisia campestris L*. التي تم جمعها في 05 مناطق مختلفة. قمنا بتجميع نظري لعمل سابق قام به 05 فريق من الباحثين: جزائريين وتونسيين وصرّب. تركز الدراسة على تباين التركيب الكيميائي للزيوت الأساسية (ET) المستخرجة بالتقطير المائي للأجزاء الهوائية لأنواع التي تم جمعها في الجزائر وتونس وصرّبيا.

يتراوح مردود الزيوت الأساسية من الأجزاء الهوائية من نبات *Artemisia campestris L*. الذي تم جمعه في 4 مناطق من الجزائر وتونس وصرّبيا من 0.2 إلى 0.41%. من ناحية أخرى ، فإن الزيوت العطرية من الشيح التي تم جمعها في منطقة بن قردان وتطاوين (جنوب تونس) (1.5%) أعلى مقارنة بأوراق النبات التي تم جمعها في مناطق الجزائر وصرّبيا.

أتاح التحليل الكروماتوغرافي التفصيلي للأجزاء الهوائية إمكانية تحديد: تتميز منطقة عين البيل جنوب الجزائر بوجود بيتا-بينين (20.75%) والليمونين (10.46%) وبيتيربينين (10.18%). المكونات الكيميائية الرئيسية تم تحديد 39 مركبًا.

في بني خدّاش (منطقة جبلية في جنوب شرق تونس). تحددها CPG و GC - MS. كانت المركبات الرئيسية هي b-pinene (34.2%) والليمونين (8.2%) يليها الجيرماكرين (7.3%) D (6.1%) c-terpinene (6.0%) b-myrcene (6.0%) a-pinene (5.3%) b-ocimene (4.6%) (Z) -b (4.3%) ، أوسيمين (4.3%) ، b-eudesmol (2.8%) و p-cymene (2.3%). تشكل الهيدروكربونات المونوتربين الجزء الأكبر من النفط (72.2%).

تم تحليل الزيت بواسطة GC و GC / MS وتم تحديد 38 مركبًا في منطقة فوفودينا (صرّبيا). المكونات الرئيسية كانت كحول سيسكيتيربين: سباتولينول (9.2%) و 4-هيدروكسي-9-إيبى-بي-كاريوفيلين (0.4%) ؛ والهيدروكربونات أحادية التيربين: P-pinene (9.1%) ، α-pinene (3.4%) ، Linonene (2.5%) ، gerinacrene D (3.3%).

تم تقييم النشاط المضاد للأوكسدة باستخدام طريقتين مختلفتين: طريقة التبييض بيتا كاروتين وطريقة تقليل الجذور الحرة DPPH بالنسبة للاختبار الأول ، تم تقديره بنسبة 34.8% - 11.8% - 88 ، 7% ملجم للمستخلصات الإيثانولية بنسبة 50% والماء. دفعات *Artemisia campestris L*. بالنسبة للاختبار الثاني ، تم تقدير IC50 بـ 0.658 - 94.5 - 2.053 ملجم / مل لمستخلصات 50% من نبات *Artemisia campestris L*.

**الكلمات الأساسية:** *Artemisia campestris L* ، الزيوت الأساسية ، CPG / MS ، نشاط مضاد للأوكسدة.

## Liste des abréviations :

**CPG:** Chromatographie phase gazeuse

**CPG/SM:** Chromatographie phase gazeuse couplé en spectrométrie de masse

**DPPH:** 2, 2- diphenyl-1- picrylhydrazyl.

**HE:** Huile essentielle

## Liste des tableaux :

<b>Tableau 1 :</b> systématique des <i>Asteraceae</i> .....	5
<b>Tableau 2 :</b> systématique d' <i>Artemisia campestris L.</i> .....	6
<b>Tableau 3 :</b> Etude ethno pharmacologique d' <i>Artemisia campestris L.</i> (selon la médecine traditionnelle).....	10
<b>Tableau 4 :</b> Teneur en polyphénols, de la partie aérienne d' <i>Artemisia campestris L.</i> .....	11
<b>Tableau 5 :</b> Principaux flavonoïdes rencontrés chez <i>Artemisia campestris L.</i> .....	18
<b>Tableau 06 :</b> Présentation de la nature des données.....	21
<b>Tableau 07 :</b> Sites et périodes de récoltes d' <i>Artemisia campestris L.</i> .....	22
<b>Tableau 08 :</b> Cueillette et séchage des échantillons d' <i>Artemisia campestris L.</i> .....	23
<b>Tableau 09 :</b> Méthodes d'extraction des huiles essentielles.....	24
<b>Tableau 10 :</b> Conditions opératoires d'analyse chromatographique par CPG et GC/MS.....	26
<b>Tableau 11 :</b> Conditions opératoire de l'activité antioxydante .....	28
<b>Tableau 12 :</b> Rendement en huile essentielle d' <i>Artemisia campestris</i> .....	33
<b>Tableau 13:</b> Principaux composés chimiques (%) de L'H.E d' <i>Artemisia campestris L.</i> analysée par CG/SM. Ain el Bel sud de Djelfa.....	34
<b>Tableau 14 :</b> Composition en pourcentage d'huiles essentielles obtenues à partir de parties aériennes d' <i>Artemisia campestris L.</i> à différentes saisons. Ain el Bel sud-ouest du Djelfa.....	35

<b>Tableau 15 :</b> Composition chimique de l'huile essentielle d' <i>Artemisia campestris L.</i> Beni Khedache en Tunisie.....	36
<b>Tableau 16:</b> Composition en pourcentage de l'huile d' <i>Artemisia campestris L.</i> de Serbie.....	37
<b>Tableau 17:</b> Composition en pourcentage des huiles d' <i>Artemisia campestris L.</i> Collectées en Tunisie (Ben Gueraden).....	38
<b>Tableau 18 :</b> Activité antioxydante de différents extraits telle que déterminée par différentes méthodes.....	40
<b>Tableau 19 :</b> les différents chémotypes des différents régions du Monde.....	41

## Liste des figures :

<b>Figure 1</b> : Les tiges d' <i>Artemisia campestris</i> d'après ( <b>Russ K et al., 2009</b> ).....	8
<b>Figure 2</b> : Les feuilles d' <i>Artemisia campestris</i> d'après ( <b>Russ. K et al., 2009</b> ) .....	8
<b>Figure 3</b> : fleur d' <i>Artemisia campestris</i> d'après ( <b>Russ K et al., 2009</b> ). .....	8
<b>Figure 4</b> : Les grappes des fleurs d' <i>Artemisia campestris</i> d'après ( <b>Harri A., 2005</b> ). .....	8
<b>Figure 5</b> : Molécules représentatives des monoterpènes acycliques et monocycliques <b>Loomis et al., 1980</b> ).....	15
<b>Figure 6</b> : Principaux sesquiterpènes ( <b>Loomis et al., 1980</b> ).....	15
<b>Figure 07</b> : Montage d'hydro distillation à l'aide d'un Clevenger.....	25
<b>Figure 8</b> : montage d'hydrodistillation ( <b>Kazzola et Doublet., 2005</b> ).....	25
<b>Figure 09</b> : Activité antioxydante d' <i>Artemisia campestris L.</i> des huiles essentielles pendant trois saisons différentes.....	39

## SOMMAIRE

Introduction .....	1
<b>CHAPITRE I : Espèce <i>Artemisia campestris</i> L.</b>	
I.1. Présentation des Astéracées.....	4
I.2. Position systématique des <i>Astéracées</i> .....	5
I.3. Présentation du genre <i>Artemisia</i> .....	5
I.4. Culture .....	5
I.4.1. Lieu.....	5
I.5. présentation de l'espèce .....	6
I.5.1. Généralités .....	6
I.5.2. Systématique .....	6
I.5.3. Etymologie .....	7
I.5.4. Description botanique.....	7
I.5.5. Origine et distribution.....	8
I.5.6. Exigences écologiques et édaphiques .....	9
I.5.7. Composition chimique de la plante.....	9
I.5.8. Toxicité de la plante .....	11
I.5.9. Les huiles essentielles .....	12
I.5.9.1. Définition .....	12
I.5.9.2.. Localisation et lieu de synthèse .....	12
I.5.9.3. Caractères et propriétés physicochimiques .....	12
I.5.9.4. propriétés physico-chimiques .....	13
I.5.9.5 Composition chimiques des huiles essentielles .....	13
I.5.9.6 Hydrodistillation .....	16

I.5.9.7.. Facteurs influençant la composition des huiles essentielles .....	16
I.5.9.8. Chémotype .....	17
I.5.9.9. Utilisation de la plante en médecine traditionnelle (phyto-aromathérapie).....	17
<b>CHAPITRE II : Matériel et Méthodes.....</b>	<b>20</b>
II.1. Présentation de l'étude .....	21
II.2. Nature de données .....	21
II.3. Matériel végétal .....	21
II.3.1.. Cueillette et séchage.....	22
II .4. Méthodes utilisées .....	23
II.4.1. Extraction des huiles essentielles et Détermination du rendement des huiles essentielle d' <i>Artemisia campestris L.</i> .....	23
II.4.1.1.Méthodes d'extraction des huiles essentielles.....	23
II.4.2.Méthodes d'Analyse chromatographique.....	26
II.4.3. Détermination de l'activité antioxydante .....	28
<b>Chapitre III : Résultat et discussion.....</b>	<b>31</b>
III.1. Rendements des huiles essentielles d' <i>Artemisia campestris</i> .....	32
III.2. Analyses des huiles essentielles par CPG et GC/MS.....	33
III.2.1.Compositions chimiques des huiles essentielles par Chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (CG/SM) et CPG .....	34
III.3. Activité antioxydante .....	39
Conclusion.....	42
Références bibliographique.....	43

## Introduction

La biodiversité est une dimension essentielle du vivant. Elle s'exprime la diversité génétique, la diversité des espèces et la diversité des écosystèmes. Donc c'est la vie qui nous entoure par toutes ses formes. Elle est le fruit d'une évolution de plusieurs millions d'années, influencé par les activités humaines (agriculture, urbanisation, etc...). **(Bourorga, 2016).**

L'Algérie possède une flore végétale riche et diversifiée. Parmi les plantes médicinales qui constituent le couvert végétal, se trouve le genre *Artemisia*, ce dernier est largement distribué surtout dans les régions semi arides. De nombreuses espèces de ce genre sont utilisées en médecine traditionnelle parce qu'elles renferment plusieurs molécules douées d'activités thérapeutiques; parmi les espèces les plus connues se trouve *Artemisia campestris L.* Cette plante est largement utilisée pour traiter les troubles digestives, les ulcères, les brûlures, la diarrhée,...etc. Elle constitue le sujet de plusieurs études qui ont déterminé leurs compositions chimiques **(DE PASCUAL ET AL ., 1984 ; RAUTER ET AL ., 1989 ; JOA ET AL .,1998 ; AKROUT ET AL., 2001)**, ainsi que les propriétés biologiques **(MEMMI ET AL ., 2007 ; SEFI ET AL., 2010 ; AKROUT ET AL., 2011).**

Dans ce contexte, notre étude se base sur :

- Une étude comparative de la variabilité chimique de l'huile essentielle extraite de différentes parties de la plante dans différents pays à travers la synthèse des travaux antérieurs réalisés par 05 équipes de chercheurs ( Algériens, Tunisiens et Serbes ) **(Touil et Benrebiha., 2011 ; Touil et al., 2017 ; Akrouit et al., 2010 ; Chalchat et al., 2011 ; Neffati et al., 2008 )**
- la caractérisation d'*Artemisia campestris L.* (originaire de trois pays : Algérie, Tunisie et Serbie) à travers la composition chimique de l'huile essentielle, on met en évidence un éventuel profil chimique au sein de cette espèce et préciser à quel(s) type(s) chimique(s) elle appartient.

L'évaluation des activités antioxydantes des huiles essentielles extraites de l'espèce récoltée dans les 05 régions.

Ainsi, ce travail est divisé en deux parties :

- La première partie consiste en une synthèse bibliographique, description botanique, localisation géographique et les différents domaines d'utilisations de la plante, stress hydrique, et une vue générale sur les huiles essentielles et la biodiversité.

- La deuxième partie consiste à la présentation des résultats des auteurs cités ci-dessus : l'extraction de l'huile essentielle et détermination de son rendement, étude physico-chimique, analyse qualitative et quantitative par Chromatographie en phase Gazeuse couplée à la Spectrophotométrie de Masse (CG/MS) et CPG et détermination du pouvoir antioxydant.

# **Partie**

# **Bibliographique**

### I.1. Présentation des Astéracées:

Le mot « Aster » du grec signifie étoile, est en relation avec la forme de la fleur. *Asteraceae* (anciennement appelée : Composée) est une famille appartenant aux dicotylédones, comprenant plus de 1500 genres et plus de 25000 espèces décrites dont 750 sont endémiques, c'est une des familles la plus importante des angiospermes. Ce sont presque toujours des plantes herbacées avec souvent des racines charnues : rhizomateuses, tubéreuses ou pivotantes (**Crète., 1965**).

Cette famille présente des caractères morphologiques divers : herbes annuelles ou vivaces, plus rarement des arbustes, arbres ou plantes grimpantes et quelques fois, plantes charnues (**Bonnier., 1934**). Bien que généralement, se soit des plantes herbacées aux feuilles isolées (**Crète., 1965**). L'aspect de l'appareil végétatif est trop variable pour caractériser les *Asteraceae* sur ce seul critère. En revanche, cette famille est très homogène au niveau de ses inflorescences très caractéristiques : le capitule ; le fruit est un akène généralement surmonté d'un Pappus provenant du calice.

La famille des *Astéracées* comprend plus de 13 tribus, 1000 genres et 23000 espèces. En Algérie, il en existe 109 genres et 408 espèces et cette vaste famille est économiquement importante, vu que plusieurs de ses plantes sont cultivées pour leur valeur alimentaire (le tournesol, la laitue, la chicorée, la camomille, etc.) ou comme plantes décoratives (les dahlias, les asters, les gaillardes, etc).

Les membres de la famille des *Asteraceae* sont distribués dans le monde entier et occupent un large éventail de l'habitat. Ils sont exceptionnellement riches en métabolites secondaires. Le développement de leur complexité morphologique et chimique a contribué à la réussite de l'évolution de la famille des *Asteraceae* et la richesse de cette famille est la base de leur utilisation très répandue comme plantes médicinales (**Heywood et al., 1977 ; Jeffrey., 2007** ).

Généralement, ce sont des herbes annuelles, bisannuelles, plus ou moins pérennes. Ils possèdent des lianes herbacées grimpantes ou rampantes. Les feuilles sont très polymorphes, petites sans stipules, alternes ou opposées et en rosettes. Elles sont simples, entières ou dentelées et parfois divisées en plusieurs segments plus ou moins grands (**Ndom., 2008**).

**I.2. Position systématique des Astéracées (Mezache., 2010) :**

La systématique de la plante est donnée par le **tableau 1**

**Tableau 01: Systématique des Asteraceae**

Embranchement	<b>Phanerogamae</b>
Sous-embranchement	Magnoliophytina (Angiospermes)
Classe	Magnoliopsida (Dicotyledones)
Sous-classe	Asteridae
Ordre	Asterales
famille	Asteraceae

**I.3. Présentation du genre : *Artemisia***

Le genre *Artemisia* est un des plus importants de la famille des *Asteraceae*, il comporte plusieurs centaines d'espèces en grande partie utilisées pour leurs diverses propriétés médicinales par les pharmacopées locales.

Les industries pharmaceutiques ont aussi exploité de nombreux composés extraits de différentes armoises.

Les trois armoises représentées au Sahara sont des buissons très ramifiées, de 3 à 8 dm.

Le genre *Artemisia* (les armoises) groupe des herbacées, des arbrisseaux et des arbustes, généralement aromatiques, densément tomenteux, pubescents ou glabres, de la famille *Asteraceae*, leurs feuilles sont pennées (rarement palmées). (**Ozanda., 1977**).

**I.4. Culture :**

Il se fait dans un sol riche, bien drainé, en plein soleil. Plusieurs espèces, notamment *Artemisia lactiflora*, demandent un sol assez humide, les armoises alpines exigent un sol parfaitement drainé. La plupart des armoises sont éphémères et ne supportent pas un sol lourd, mal drainé.

**I.4.1. Lieu :**

Elle se trouve dans les prairies et les broussailles sèches des l'hémisphère Nord. Certaines sont abondantes en Afrique du Sud et dans l'Ouest de l'Amérique du Sud (Mamy., 2008).

**I.5. présentation de l'espèce :****I.5.1. Généralités :**

Le genre *Artemisia* appartient à la famille des *Astéracées* : c'est l'un des genres les plus répandus et les plus étudiés de cette famille, il contient un nombre variable d'espèces allant jusqu'à 400 espèces (Mucciarelli et Maffei., 2002).

Le genre *Artemisia* est riche en métabolites secondaires tels que les flavonoïdes, les acides cafféoylquiniques, les coumarines, les huiles essentielles, les stérols, et les acétylènes, (Kundan et Anupam., 2010).

Les espèces qui appartiennent au genre *Artemisia* possèdent des propriétés thérapeutiques, elles sont non seulement utilisées dans la médecine traditionnelle, mais aussi dans les industries alimentaire et pharmaceutique (Mirjalili et al., 2007).

**I.5.2. Systématique :**

Selon (Kindscher., 1992), l'armoise rouge, *Artemisia campestris L.* est une plante steppique qui appartient à la famille des *Asteraceae* (Compositae) (Tableau 2)

**Tableau 02** : systématique d'*Artemisia campestris L.*

Règne	Plantes
Sous-règne	Plantes vasculaires
Super division	Spermatophytes
Division	Plantes à fleurs
Classe	Dicotylédones
Sous-classe	Asteridae
Ordre	Asterales
Famille	Asteraceae (Compositae)
Genre	<i>Artemisia</i>
Espèce	<i>Artemisia campestris</i>

**I.5.3. Etymologie :**

Le nom armoise dérive du latin *Artemisia*, emprunté au grec Artemis : un des noms de Diane, à qui la plante était *Campestris* : Des champs de -campus- : champ (Gentil, 1923).

Les noms vernaculaires de l'*Artemisia campestris* L. ont :

**Noms français :** Armoise champêtre, armoise des champs (Tela botanica, 2015), Aurore, Aurore de champs (Ali-delille, 2010).

**Nom anglais:** Field s Wormwood ( Tela botanica, 2015).

**Nom arabe :** Dgouft, Alala, Chaal, Tagouft, Tiredjeli.

**I.5.4. Description botanique:**

L'*Artemisia campestris* L. est un sous-arbrisseau vivace, pouvant atteindre 30-150 cm de hauteur, avec des tiges ramifiées et ascendantes formant une panicule, elles sont habituellement brunes à rouges et glabres, et d'une forme lignifiée dans la partie inférieure et pubescente au sommet (Quézel and Santa., 1962, Chalchat et al., 2003). (Figure 1)

Les feuilles sont vertes, soyeuses quand elles sont jeunes, souvent glabrescentes à maturité, les feuilles basales sont 2-3 pinnatiséquées, pétiolées ou même auriculées, les supérieures sont les plus simples (Quézel and Santa., 1962, Chalchat et al., 2003). (Figure 2).

Les fleurs sont jaunâtres, solitaires et forment des grappes simples très-grêles et terminales (Figure 3 et 4), leur involucre est glabre, hémisphérique, composé de folioles un peu scarieuses sur les bords ; le réceptacle est nu. La corolle est formée de cinq pétales fusionnés. Le calice rudimentaire ou absent. Les cinq étamines présentent des anthères regroupées en tube autour du style.

Le pistil est constitué de deux carpelles soudés, style solitaire, stigmate bilobé. (DE LAMARCK et DE CANDOLLE., 1805). Leurs fruits sont très petite capselle cylindrique de couleur marron clair. (DE LAMARCK et DE CANDOLLE., 1805).



**Figure 1 :** Les tiges d'*Artemisia campestris* d'après (Russ K et al, 2009).



**Figure 2 :** Les feuilles d'*Artemisia campestris* d'après (Russ. K et al, 2009).



**Figure 3 :** fleur d'*Artemisia campestris* d'après (Russ K et al, 2009).



**Figure 4 :** Les grappes des fleurs d'*Artemisia campestris* d'après (Harri A, 2005).

#### I.5.5. Origine et distribution:

*L'Artemisia campestris L.* est largement distribuée mais elle est plus commune dans le centre et l'Est des États-Unis et à l'ouest originaire d'Eurasie. Elle se produit parfois dans les États de la côte de l'Atlantique (HALL et *al.*, 1923 ; HITCHCOCK et *al.*, 1973).

Certains auteurs (ANDERSON., 1959 ; HULTEN 1968., ROLAND et *al.*, 1969) disent que cette plante est plus fréquente dans la partie nord de l'Amérique du nord. Elle occupe des sites du détroit de Béring et l'Alaska, au Labrador, au Canada et se produit dans les États des Grands Lacs et dans le Colorado.

En Algérie, elle est très répandue et abondante dans les régions steppiques et sahariennes. Sa détermination est très connue des populations, car elle

est vivace et d'une odeur aromatique très caractéristique. C'est une plante des Hauts-Plateaux, d'origine méditerranéenne, absente du Sahara septentrional, fréquente au Hoggar, plus rare au Tassili (**DURAND., 1899**).

On la retrouve sous la forme actuelle dans le berbère, couvrant d'immenses étendus dans la partie méridionale et sous saharienne des hautes plaines d'Algérie-Tunisie (**anonyme., 1980**). Très répandue dans le sud de la Tunisie (**AKROUT et al., 2010**).

#### **I.5.6. Exigences écologiques et édaphiques :**

Selon (**LAMBERT et al., 2010**), l'*Artemisia campestris L.* pousse dans les sites ouverts sur sols sablonneux et secs dans tout le Royaume boréale, dans les climats tempérés de l'Nord Continent américain et l'hémisphère sud, habituellement en sec ou Habitats semi-sec.

#### **I.5.7. Composition chimique de la plante:**

L'utilisation des solvants à polarité différente, suivie par des étapes de fractionnements et l'emploi de différentes techniques de chromatographie permettent d'extraire, séparer et identifier les différents composés présents dans les extraits de plantes. De nombreuses études chimiques ont révélé que la partie aérienne d'*Artemisia campestris* est riche en métabolites secondaires tels que les polyphénols, les flavonoïdes, les tanins, les huiles essentielles (**Joao et al., 1998 ; Juteau et al., 2002**).

La composition chimique de l'huile essentielle varie selon le chimiotype considéré (**Bruneton., 1999**), elle varie également selon les conditions géographiques et climatiques (température, altitude, précipitation, hauteur, direction du vent, heures de soleil, etc.), et selon la phase de développement de la plante (**Jerkovic et al., 2003**).

Plusieurs études (**Akrouit et al., 2001 ; Juteau et al., 2002**) ont rapporté la composition des huiles essentielles d'*Artemisia campestris*, l'huile essentielle est analysée par la chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (CG-MS), (**Juteau et al, 2002**) ont identifié dans une espèce de Camargue (Marseille, France) 51 composés et caractérisés, les plus abondants sont :  $\gamma$ -

terpinène, capillène, 1-phenyl-2,4-pentadiyne, spathulenol, methyleugenol, p-cymène et  $\beta$ -pinène.( **tableau 3**) et (**tableau 4** )

D'après (**Akrout et al., 2001**) les constituants les plus abondants d'une espèce de Tunisie sont :  $\beta$ -pinène (24,2-27,9 %), p-cymène (17.4–22.3%) et  $\alpha$ -pinène (4.1–11.0%), ces constituants représentent plus de 45 % de l'huile totale. Le contenu phénolique total, les flavonoïdes, les dérivés hydroxycinnamiques, les dérivés hydrox benzoïques de l'extrait éthanolique (80%) de la partie aérienne d'*Artemisia campestris* ont été déterminés par des méthodes spectrophotométriques (**Tab. 3**).

Les flavonoïdes identifiés chez *Artemisia campestris* sont: flavone (apéginie), flavonol (kaempférol 7-méthyle), flavanone (naringénine), hydroflavonols (taxifoline-7-méthyle) (**Tab. 4**) (**Valant et al., 2003**).

Les feuilles d'*Artemisia campestris* contiennent aussi des alcaloïdes, des saponines. (**Naili et al., 2010**).

**Tableau 03:** Teneur en polyphénols, de la partie aérienne d'*Artemisia campestris* L. (**Djeridane et al., 2007**).

plante	Phénols totaux <sup>a</sup>	Flavonoïdes <sup>b</sup>	Dérivés hydrox cinnamiques <sup>c</sup>	Dérivés hydrox benzoïques <sup>d</sup>
<i>Artemisia a campestris L.</i>	103.4	5	95	0

mg EAG/g ps, b : EQ(m/m), c : EAC (m/m), d : EAG (m/m)

**Tableau 04** : Principaux flavonoïdes rencontrés chez *Artemisia campestris L.*

Flavonoïdes	Références
Flavanone: 5, 8, 4'-trihydroxyflavanone.	Rauter et al., 1989.
Acétophénone:3-acetyl-4-hydroxyacétophénone.	Hurabielle et al., 1982.
Flavones:5,7-dihydroxy-3,4'diméthoxyflavone.	Ferchichi et al., 2006.
Flavonol: Kaempférol-7méthyl.	Valant-V et al., 2003.
Dihydroflavonol: 7-méthyl aromadendrin.	Hurabielle et al., 1982.

### II.5.8. Toxicité de la plante :

Les toxines sont répartis à travers toute la plante, mais les feuilles et les tiges en contiennent les concentrations les plus élevées, la plante compte 0.04% d'huiles essentielles,  $\alpha$ -pinène est contenu dans l'huile de turpentine avec un pourcentage de 58-65 % et 30 %  $\beta$ -pinène.

Les effets toxiques de l' $\alpha$ -pinène sont similaires à ceux du turpentine. Ce dernier est irritant puissant de tous les tissus jusqu'au tractus intestinal et les reins, il est réputé de causer l'avortement. Pour l'Homme, la limite d'exposition au turpentine est de 100 ppm aucun effet cumulatif n'a été enregistré pour le turpentine (**Aniya et al., 2000**).

L'intoxication aura lieu lors de l'ingestion de jeunes pousses. Il est nécessaire de consommer de grandes quantités pour que ça soit toxique (Utiliser une dose inférieure à 15 gr de feuilles). Son essence, utilisée à forte dose provoque des convulsions. Les dromadaires et les caprins sont les plus touchés les animaux ingérant *Artemisia campestris L.* exposent des signes d'irritation du tract digestif associés à des diarrhées l'excrétion est critique avec possibilité de présence

d'albumine, hémoglobine, et les érythrocytes. L'avortement touche les dromadaires à différentes phases de la gestation (**Aniya et al., 2000**).

### **I.5.9. Les huiles essentielles :**

#### **I.5.9.1. Définition :**

Les huiles essentielles sont définies comme étant des produits de composition chimique assez complexe renfermant les principes volatils contenus dans les végétaux. 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, elles sont constituées d'un mélange souvent complexe de molécules organiques, Certaines essences protégeraient la plante contre les agents pathogènes, d'autre attireraient les insectes pollinisateurs (**Bachelot et al., 2006**).

La norme A.F.NOR NF T 57-006 a donné la définition suivante « l'huile essentielle est un produit obtenu a partir d'une matière végétale, soit par entraînement a la vapeur soit par des procédés mécanique a partir de l'épicarpe de citrus soit par la distillation » (**Bruneton., 1999**)

#### **I.5.9.2.. Localisation et lieu de synthèse :**

Il n'existe pas de règles générales concernant les lieux d'accumulation des métabolites secondaires dans l'organisme végétal. Chez les plantes à essences, ce sont des cellules glandulaires, des poils épidermiques, des poches et des tubes sécréteurs qui renferment les composés terpéniques (**Guignard et al, 1985**).

Les huiles essentielles peuvent être stockées dans tous les organes végétaux (racine, tige, feuille,...etc) (**Bruneton., 1999**). Elles sont produites dans le cytoplasme des cellules sécrétrices et s'accumulent en général dans les cellules glandulaires spécialisées, situées en surface de la cellule et recouverte d'une cuticule (**Teusher et al., 2005**).

#### **I.5.9.3. Caractères et propriétés physicochimiques :**

Les huiles essentielles sont des composés naturels, volatiles et complexes des plantes de nature huileuse ou grasse (**Carson et Hammer., 2011**), et souvent d'une odeur forte et caractéristique (**Burt., 2004 ; Bakkali et al., 2008**).

Elles présentent une faible solubilité dans l'eau, mais solubles dans les graisses, alcools, solvants organique et autres substances hydrophobes et sont généralement à température ambiante (Carson et Hammer., 2011), limpide et exceptionnellement colorées (Andrade et al., 2014).

#### **I.5.9.4. propriétés physico-chimiques :**

Les H.E sont des substances liquides à température ambiante, non grasses, volatiles, d'odeur très forte, solubles dans tous les solvants organiques (elles sont solubles dans l'alcool, l'éther et les huiles fixes) et très peu solubles dans l'eau, leur densité est le plus souvent inférieure à celle de l'eau (Salle., 1991 ; Gaucher et Lusson., 2011). Elles s'oxydent au contact de l'air et de la lumière (Charpentier et al., 2008).

Le terme huile s'explique par la propriété de solubilité dans les graisses et par leur caractère hydrophobe. Le terme « essentielle » fait référence au parfum, à l'odeur plus au moins forte dégagée par la plante (teusher et al., 2005).

En raison de leur structure chimique unique, les huiles essentielles ont la capacité de pénétrer les parois cellulaires et de transporter l'oxygène, les nutriments et d'autres composés biochimiques vitaux jusqu'à l'intérieur de chaque cellule. Elles contiennent de puissants composés biochimiques qui donnent aux plantes la capacité de croître, de réparer les dommages à leur structure (Young., 2002).

Les H.E semblent avoir une fonction écologique, vu le rôle de certaines d'entre elles ; aussi bien dans le domaine des interactions végétales (inhibiteurs de germination), que dans celui des interactions des pollinisateurs). Chez les plantes désertiques, les H.E jouent un rôle important dans la saturation de l'humidité indispensable à leur vie (Brunetone., 1993).

#### **I.5.9.5 Composition chimiques des huiles essentielles**

Les huiles volatiles sont les mélanges très complexes, les constituants sont principalement des monoterpènes et des sesquiterpènes de formule générale (C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>)<sub>n</sub>. les composés oxygénés dérivés de ces hydrocarbures incluent des alcools, des aldéhydes, des esters, des cétones, des phénols et des oxydes. On estime qu'il ya plus

de 1000 monoterpènes et 3000 de structures sesquiterpènes. D'autres composés incluent des phenylpropanes et des composés spécifiques contenant le soufre ou l'azote<sup>59</sup>

- **Les terpènes**

Les terpènes sont des composés issus du couplage de plusieurs unités "isopréniques" (C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>), soit deux unités pour les monoterpènes (C<sub>10</sub>H<sub>16</sub>) et trois unités pour les sesquiterpènes (C<sub>15</sub>H<sub>24</sub>). Ils ont la même origine métabolique. Ces composants majeurs déterminent les propriétés biologiques des huiles essentielles (**Bekhechi et al., 2008 ; Kaloustian et al., 2008**).

- **Les monoterpènes**

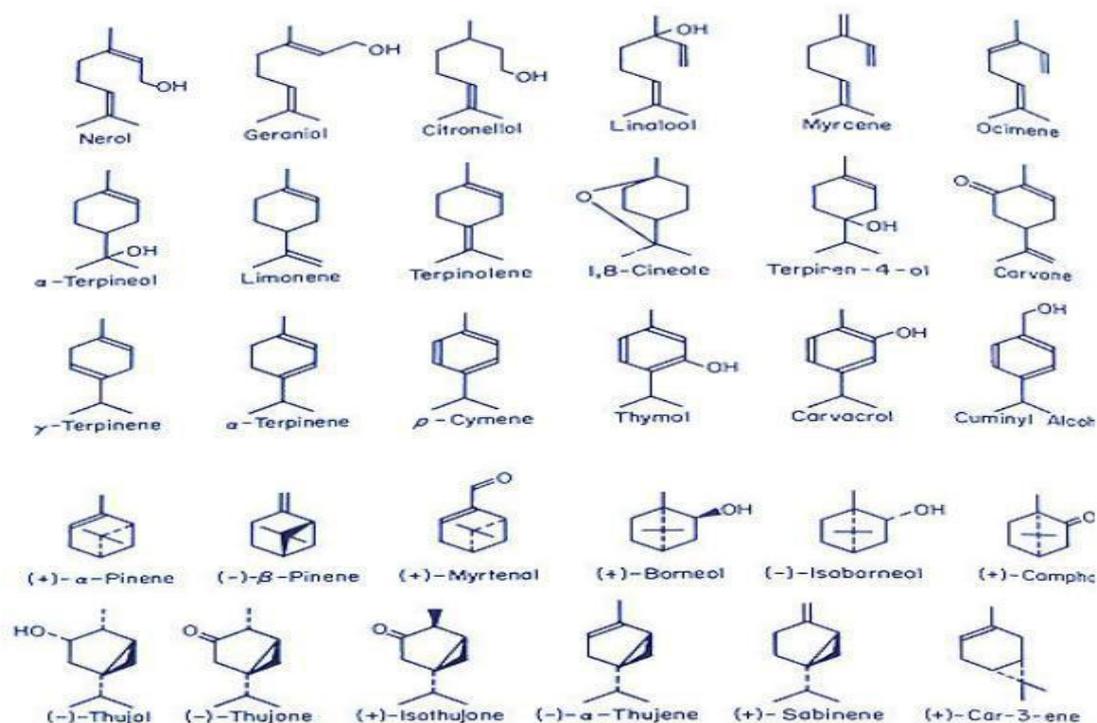
Les carbures sont presque toujours présents. Ils peuvent être acycliques, monocycliques ou bicycliques **Figure 5,6** . Les monoterpènes sont volatils entraînés à la vapeur d'eau, d'odeur souvent agréable Ils constituent parfois plus de 90% de l'huile essentielle (**Bruneton., 1999**).

- **Les sesquiterpènes**

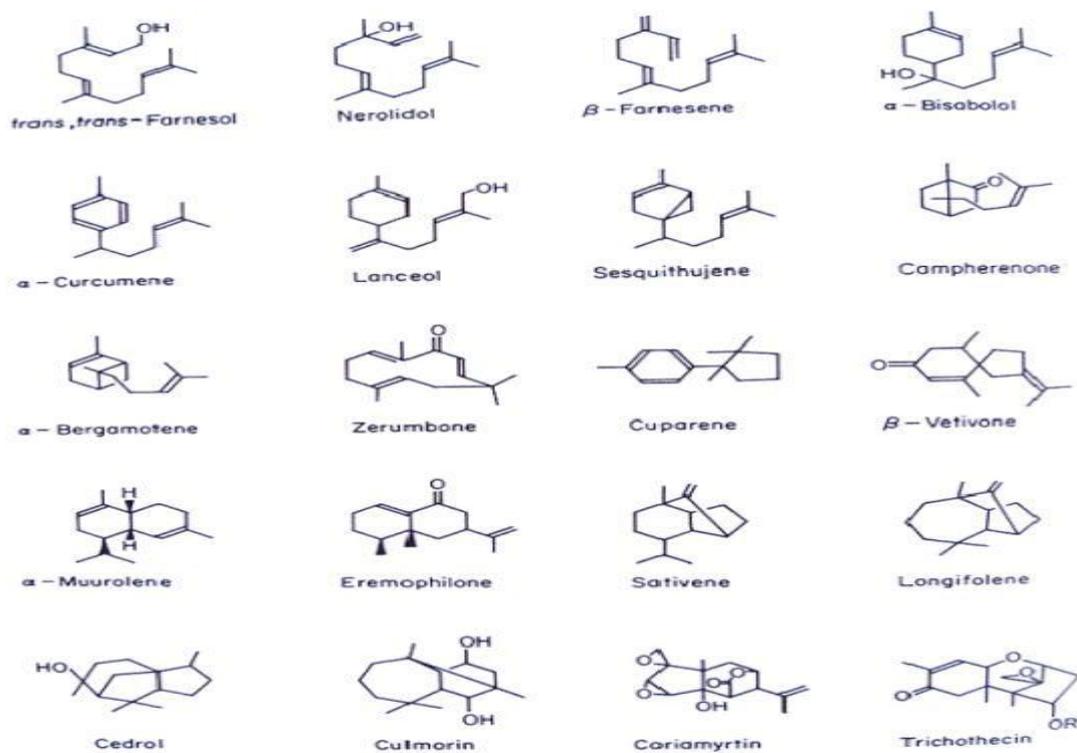
Ce sont des composés de formule brute: C<sub>15</sub> H<sub>22</sub>, C<sub>15</sub> H<sub>24</sub>, C<sub>15</sub> H<sub>26</sub> constitués de trois éléments isopréniques, disposés de façon à donner des structures mono ou polycycliques **Figure 2.4**. Ils se trouvent dans diverses essences naturelles (**Gaucher et Lusson., 2011**).

- **Les composés aromatiques**

Les huiles essentielles renferment aussi des composés aromatiques plus particulièrement des composés «phénylpropanoïdes » dont la biogenèse est différente de celle des terpènes (**Paris et Hurabielle., 1981**).



**Figure 5 :** Molécules représentatives des monoterpènes acycliques et monocycliques (Loomis *et al*, 1980).



**Figure 6 :** Principaux sesquiterpènes (Loomis *et al*, 1980).

### **I.5.9 6 Hydrodistillation :**

L'hydrodistillation est une méthode traditionnelle d'extraction des huiles essentielles, c'est l'une des méthodes les plus anciennes et les plus faciles (**Meyer-Warnod B., 1984**). En principe, elle correspond à une distillation hétérogène. Cette méthode consiste à immerger le matériel végétal dans un bain-marie; le mélange est ensuite chauffé à ébullition, à la pression atmosphérique, sous l'action de la chaleur, les molécules odorantes contenues dans les cellules végétales sont libérées sous la forme d'un mélange azéotropique, bien que la plupart des composants aient des points d'ébullition supérieurs à 100 °C, ils sont mécaniquement entraînés par la vapeur d'eau. Le refroidissement par condensation conduit à la séparation du mélange eau et huile essentielle par décantation (**Rassem et al., 2016**).

Le système "**Clevenger**" préconisé par la Pharmacopée Européenne permet le recyclage de la phase aqueuse du distillat à travers un système de cohobage. Ainsi, l'eau et les molécules volatiles (Huile essentielle) sont séparées par leurs différences de densité. La durée de l'hydrodistillation est généralement comprise entre trois et six heures selon le matériel végétal. Ce paramètre peut affecter le rendement de l'huile essentielle et sa composition chimique (**Dick et Starmans, 1996**). L'hydrodistillation est une méthode d'extraction efficace et à haut rendement pour les herbes et les épices dans lesquelles les huiles essentielles sont difficiles à isoler et particulièrement riches en matières non hydrosolubles et thermiquement stables (**Roohinejad et al., 2018**).

### **I.5.9.7.. Facteurs influençant la composition des huiles essentielles :**

La composition chimique et le rendement en huiles essentielles varient suivant divers conditions : l'environnement, le génotype, l'origine géographique, la période de récolte, le séchage, la température et la durée de séchage, les parasites, les virus et les mauvaises herbes (**Svoboda., 1995 ; Smallfield., 2001**). C'est ainsi l'action des huiles essentielles est le résultat de l'effet combiné de leurs composés actifs et inactifs pourraient influencer la disponibilité biologique des composés actifs et plusieurs composants actifs pourraient avoir un effet synergique (**Svoboda et al., 1999**).

Ajouter à la complexité d'huiles volatiles, les proportions des différents constituants d'une huile essentielle peuvent varier de façon importante tout au long du développement, aussi les chimiotypes ou races chimique sont très fréquents chez les plantes aromatiques exemple, on compte pour *Thymus vulgaris*, espèce morphologiquement homogène sept chimiotypes différents (**Bruneton., 1993**). Les conditions principales requises pour une production rentable en huile essentielle sont : le bon matériel végétal, variété de la plante, le sol, équipement de distillation et le climat (**Smallfield., 2001**).

#### **I.5.9.8. Chémotype**

Une huile essentielle chémotypée, ou H.E.C.T. est une HE qui possède une classification chimique. On peut également retrouver l'appellation chimiotypée (CT). Cela permet de définir la/(les) molécule(s) majoritaire(s) d'une HE (**Laurent, 2017**).

La mise en évidence du chémotype s'explique par le fait qu'une même plante aromatique, définie botaniquement, synthétise une essence unique qui sera chimiquement différente en fonction du biotope dans lequel elle se développe. Cette classification dépend de facteurs qui peuvent influencer la composition de l'huile essentielle (**Laurent, 2017**).

#### **I.5.9.9. Utilisation de la plante en médecine traditionnelle (phyto-aromathérapie) :**

Depuis 150 ans, les plantes médicinales ont fourni à la pharmacie des médicaments très efficaces. Aujourd'hui, de nombreux travaux menés dans le domaine de l'ethnopharmacologie, nous montrent que les plantes, utilisées en médecine traditionnelle et qui ont été testées.

L'usage empirique des différentes préparations traditionnelles de plantes est donc extrêmement important pour une sélection efficace de plantes puisque la plupart des métabolites secondaires de plantes employées en médecine moderne, ont été découverts par l'intermédiaire d'investigations ethnobotaniques (**Gurib-Fakim., 2006**).

*L'Artemisia campestris L.* est utilisée, sèche, en onction, en friction, comme huile essentielle en infusion ou en décoction.

Traditionnellement on utilise *l'Artemisia campestris L.* comme détergent, elle remplace l'eau de javel.

**Selon la médecine traditionnelle** d'*Artemisia campestris L.* est utilisée dans plusieurs domaines (**tableau 05**)

**Tableau 05** : Etude ethno pharmacologique d'*Artemisia campestris L.* (selon la médecine traditionnelle).

Nom scientifique	Partie utilisée	indication	Mode utilisation
<i>Artemisia campestris L.</i> (Ould el haj., 2003)	les feuilles et les sommités	Maux d'estomac Bronchites Cicatrisante Règles douloureuses Vulnéraire Vermifuge Emménagogue	Infusion, décoction, macération, cataplasme.
<i>Artemisia campestris L.</i> (Akrouit et al., 2001)	Les feuilles	Anti-inflammatoire Anti-rhumatismale Antimicrobien	décoction
Espèce <i>Artemisia</i> (Mucciarelli et Maffei., 1995)	les feuilles et les sommités	Toniques stomacales antiphlogistiques antiseptiques teintures appliquées pour soulager les rhumatismes anti venin	

# **Partie expérimentale**

# Matériel et Méthodes

### II.1. Présentation de l'étude

En raison des conditions actuelles dues à la pandémie de COVID 19 ; nous avons réalisé notre étude de manière théorique sous forme d'une analyse systématique de 05 articles basant sur quatre méthodes : l'extraction des huiles essentielles, l'analyse de la composition chimique par GCMS ou par CPG, dosage des polyphénols et des flavonoïdes et évaluation de l'activité antioxydante.

Ces méthodes ont été utilisées par les chercheurs pour réaliser une étude qualitative et quantitative des huiles essentielles de la plante Espèce *Artemisia campestris L* récoltée dans différentes régions du Monde : l'Algérie, la Tunisie et la Serbie.

Notre synthèse bibliographique a duré 03 mois successifs (mois d'Avril jusqu'au mois de juin).

### II.2. Nature de données

Nous avons réalisé une recherche en ligne qui nécessite des moteurs de recherche scientifique et des mots clés. **Le tableau 06** présente la nature des données de notre documentation scientifique

**Tableau 06** : Présentation de la nature des données

	Nature des données
Les moteurs de recherche	PubMed
	Google scholar
	ResearchGate
	Springer
Les mots clés	Huile essentielle d' <i>Artemisia campestris</i> , CPG/SM,
La langue	Anglais, Français
L'année de publication	2010-2021
Nombre d'articles	Total/ 20 articles
	Éliminés/ 15 Articles
	<b>Inclus / 05 Articles</b>

### II.3. Matériel végétal

Au total nous avons téléchargé 20 articles et on a utilisé exclusivement 05 articles. Ces derniers traitent les analyses des huiles essentielles par CPG/SM, les dosages des métabolismes secondaires ( polyphénols et les flavonoïdes ) et les activités antioxydantes des huiles essentielles .

Le matériel végétal récolté dans la région choisie par chaque auteur (cité dans chaque article) avec leur localisation géographique est donné par **le tableau 07**

**Tableau 07** : Sites et périodes de récoltes d'*Artemisia campestris* L.

Numéro d'Article	Auteurs	Partie végétale récoltée	Période de récolte	Lieu de récolte
Article 01	Touil et Benrebiha., 2011	la partie aérienne (tiges, feuilles et fleurs d' <i>A.campestris</i> L.	mois d'avril (2011)	Ain el Bel (au sud du Djelfa).
Article 02	Touil et al., 2017	la partie aérienne	-au stade végétatif tardif (juillet 2013), -au stade de pleine floraison (décembre 2013) - au stade végétatif précoce (mai 2014).	Ain Bel au sud-ouest de Djelfa
Article 03	Akrouit et al., 2010	la partie aérienne	-au stade de la floraison.	Beni-Khedache (région montagneuse du sud-est de la Tunisie).
Article 04	Chalchat et al., 2011	la partie aérienne	-avant la floraison en juin.	Vojvodina, (Serbie)
Article 05	Neffati et al., 2008	Les feuilles		Benguerdane et Tataouine, respectivement dans le sud de la Tunisie.

### II.3.1.. Cueillette et séchage :

Les échantillons d' *Artemisia campestris* L après récolte ont été séchées à l'abri de la lumière pendant une période allant de 10 à 15 jours . Après séchage une partie de la plante a été utilisée pour les analyses (soit la partie aérienne ou les feuilles et fleurs) (**tableau 08**).

**Tableau 08** : Cueillette et séchage des échantillons d' *Artemisia campestris L.*

Auteurs	Méthode de séchage
<b>Touil et Benrebiha., 2011</b>	Matériel végétal sec (partie aérienne de la plante).
<b>Touil et al., 2017</b>	Les échantillons ont été séchés à l'air pendant 15 jours en laboratoire à température ambiante jusqu'à ce que le poids reste stable.
<b>Akrouit et al., 2010</b>	des échantillons ont été séchés à l'air pendant 10 jours en laboratoire à température ambiante (16–20 C), puis les tiges ont été jetées et le reste (feuilles et/ou fleurs) a été utilisé pour les analyses.
<b>Chalchat et al., 2011</b>	le matériel végétal a été séché à température ambiante et à l'abri de la lumière.
<b>Neffati et al., 2008</b>	Les feuilles séchées

#### II .4. Méthodes utilisées :

Les méthodes utilisés par les chercheurs cités dans les 05 articles scientifiques sont les suivants /

- Extraction des huiles essentielles.
- Analyse des huiles essentielles par CPG et CG/SM.
- Evaluation de l'activité antioxydante des huiles essentielles

#### II.4.1. Extraction des huiles essentielles et Détermination du rendement des huiles essentielles d'*Artemisia campestris*

##### II.4.1.1.Méthodes d'extraction des huiles essentielles :

L'extraction des huiles essentielle d'*Artemisia campestris L.* a été réalisée selon deux méthodes (**figure 7 ; figure 8**), (**Tableau : 09**).

**Tableau 09** : Méthodes d'extraction des huiles essentielles.

Auteurs	Méthodes d'extraction des huiles essentielles
<b>Touil et Benrebiha., 2011</b>	Les huiles essentielles sont extraites par la méthode d'hydrodistillation. 50 g de matériel végétal sec (partie aérienne de la plante) est introduits dans un ballon de 1 litres imprégnés d'eau distillée, l'ensemble est porté à l'ébullition pendant 2 à 3 heures ; la vapeur d'eau produite entraîne les constituants volatils, qui après refroidissement et condensation dans le réfrigérant, sont recueillis dans le récipient de recette. Le rendement en huile essentielle a été déterminé par rapport à la matière sèche. L'huile essentielle a été stockée à 4 °C dans l'obscurité en présence de sulfate de sodium anhydre.
<b>Touil et al., 2017</b>	Les parties aériennes de plantes individuelles ont été soumises à une hydrodistillation pendant 3 h à l'aide d'un appareil de type Clevenger. L'HE obtenu a été séparé de l'eau et séché sur du sulfate de sodium anhydre et conservé dans des flacons ambrés à 4 °C.
<b>Akrouit et al., 2010</b>	100 g d'échantillon ont été soumis à une hydrodistillation pendant 4 h avec 600 ml d'eau distillée à l'aide d'un appareil de type Clevenger. L'huile obtenue pendant 4 h a été séparée du distillat, séchée sur sulfate de sodium anhydre et conservée dans un flacon en verre scellé au réfrigérateur à 4-5 C jusqu'au moment de l'analyse afin d'éviter changements dans la composition chimique.
<b>Chalchat et al., 2011</b>	L'extraction des huiles essentielles ont été réalisées par hydrodistillation à l'aide d'un appareil de type Clevenger.
<b>Neffati et al., 2008</b>	Les feuilles (100 g) des deux plantes ont été soumises à une hydrodistillation séparée pendant environ 3 h. Les huiles ont été séchées sur sulfate de sodium anhydre. Ils ont été conservés à 4°C jusqu'à ce qu'ils soient testés et analysés chimiquement.

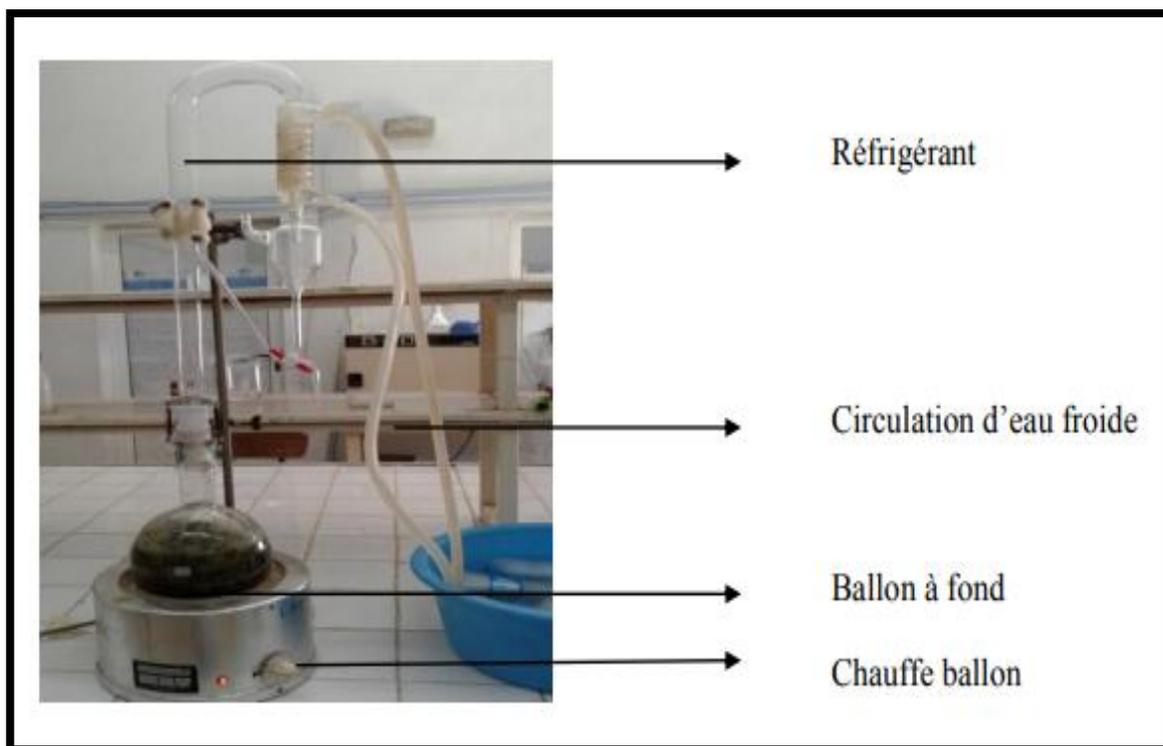


Figure 07 : Montage d'hydro distillation à l'aide d'un Clevenger.

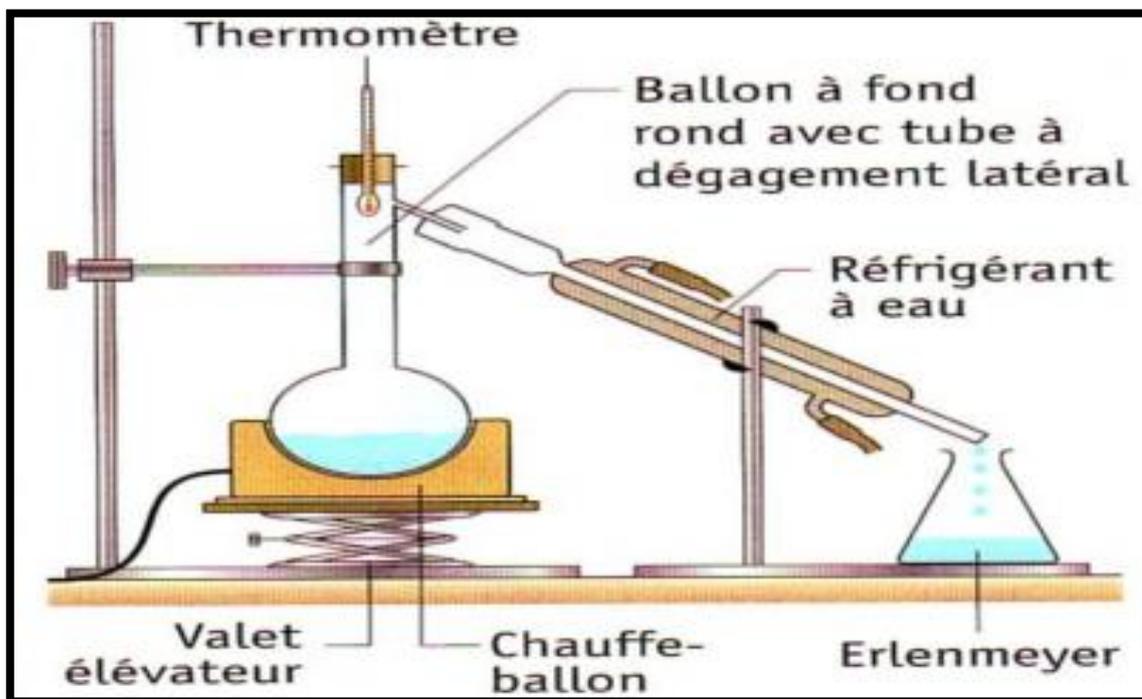


Figure 08: montage d'hydrodistillation (Kazzola et Doublet, 2005).

### II.4.1. 2.Détermination des rendements des huiles essentielles

#### Principe :

Le rendement désigne la masse de l'extrait déterminée après évaporation du solvant, il est exprimé en pourcentage par rapport à la masse initiale de la plante soumise à l'extraction.

#### Calcul du rendement :

Le rendement en huile essentielle est défini comme étant le rapport de la masse de l'huile essentielle extraite et la masse de la matière végétale sèche. Le rendement est exprimé en pourcentage (%) et calculé par la formule suivante (Afnor, 2000):

$$R (\%) = (M_{h.e} / M_{m.v}) \times 100$$

R = rendement en huile essentielle en %.

M<sub>h.e</sub> = Masse de l'huile essentielle en gramme.

M<sub>m.v</sub> = Masse de la matière végétale en gramme.

### II.4.2. Méthodes d'Analyse chromatographique :

Il est bien connu que les analyses quantitatives de la composition chimique de l'huile essentielle extraite par hydrodistillation se font par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse «CG-SM» ou par la CPG. Dont le mode opératoire réalisé par chaque chercheur est donné par le **tableau : 10**

**Tableau 10 :** Conditions opératoires d'analyse chromatographique par CPG et GC/MS.

Auteurs	Analyse chromatographique des huiles essentielles
<p><b>Touil et Benrebiha., 2011.</b></p>	<p>-L'analyse des huiles essentielles ont été faites avec l'aide d'un chromatographe en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC / MS) THERMO ELECTRON Chambre. Le modèle de la chromatographie en phase gazeuse est FOCUS et le spectromètre de masse est un DSQ II. Les échantillons ont été dilués 1000 fois afin d'être analysés. 1 mL de l'échantillon dilué est injecté dans le chromatographe en phase gazeuse avec un rapport de split de 100.</p> <p>-L'identification des composants a été effectué avec l'aide de la base de données NIST/ EPA/</p> <p>-L'identification a été considérée comme les profils des spectres de masse des composants tels que les taux de rétention de ces derniers Les résultats sont exprimés en pourcentage de la superficie totale des pics correspondants. Le</p>

	signal de chaque pic est obtenu sur la base courant ionique totale (CIT).
<b>Touil et al., 2017)</b>	-GC/MS est une méthode analytique combinant les caractéristiques <u>du gaz-liquide chromatographie et spectrométrie de masse</u> pour identifier différentes substances dans un échantillon d'essai ( <b>Bjarke et Jens., 1999</b> ). - La base de données utilisée était NIST M Search. -L'identification des constituants a été assignée sur la base de la comparaison de leurs indices de rétention et spectres de masse avec ceux donnés dans la littérature ( <b>Adams, 2001 ; Joulain et König., 1998</b> ).
<b>Akrout et al., 2010).</b>	L'analyse GC/MS a été réalisée à l'aide du système Agilent 6890N Network GC associé au détecteur <u>Agilent 5975 B Inert MSD</u> (quadrupôle) avec ionisation par impact électronique (70 eV).
<b>Chalchat et al., 2011).</b>	- L'appareil était un chromatographe en phase gazeuse DELSI 121 C (FID) avec <u>une colonne capillaire WCOT en silice fondue</u> (25 m x 0,3 mm, épaisseur de film 0,15 km) et une phase stationnaire CP WAX 52 CB; programmation température : 5 min à 50°C et de 50"-210°C à 2"C/min. Le gaz porteur était l'azote. -L'identification des composants a été effectuée par une combinaison d'indices de rétention et de données spectrales de masse en utilisant une base de données interne.
<b>Neffati et al., 2008).</b>	- . Les analyses GC ont été réalisées sur un chromatographe en phase gazeuse <u>HP5890</u> en utilisant deux colonnes capillaires en silice fondue, <u>HP5</u> (non polaire) et <u>Innowax</u> (polaire) (30 m x 0,25 mm, épaisseur de film 0,25 µm), et un détecteur à ionisation de flamme (FID). -. L'identification des composés a été réalisée par comparaison des indices de rétention (déterminés par rapport aux temps de rétention d'une série de n-alcanes (C9-C28)) avec ceux des standards authentiques des routines de recherche de la bibliothèque Wiley basées sur l'ajustement et la pureté de masse. spectres.

### II.4.3. Détermination de l'activité antioxydante :

Deux auteurs ont cités les activités antioxydantes des huiles essentielles :

- **Touil et al. ( 2017 ) ont évalué** l'activité antioxydante de l'extrait éthanolique d'*Artemisia campestris* L. par la méthode du DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl).
- **Akrouf et al., ( 2011)** ils sont utilisé deux tests : la méthode du DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl) et le Test de blanchissement du  $\beta$ -carotène, essai ABTS .

Les conditions opératoires de chaque méthode sont données par (**le tableau 11**).

**Tableau 11** : Conditions opératoire de l'activité antioxydante.

Auteurs	Méthodes
<p><b>Touil et al., 2017</b></p>	<p><b>la méthode du DPPH</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ les activités antioxydantes in vitro des <b>extraits d'huiles essentielles de feuilles</b> conservées à 4°C ont été évaluées. basé sur le test DPPH.</li> <li>○ -2 mL de diverses dilutions des extraits végétaux ont été mélangés avec un volume égal de solution méthanolique de DPPH 0,135 mM. Après une période d'incubation de 30 min dans l'obscurité à température ambiante, l'absorbance à 517 nm et la longueur d'onde d'absorbance maximale du DPPH, ont été enregistrées comme A (échantillon).</li> <li>○ Une expérience à blanc a également été réalisée en appliquant la même procédure à une solution sans le matériau d'essai et l'absorbance a été enregistrée comme A (blanc). L'acide ascorbique est utilisé comme référence.</li> <li>○ Les mesures ont été effectuées en triple. L'activité de piégeage des radicaux libres de chaque solution a ensuite été calculée en pourcentage d'inhibition selon l'équation suivante : <b>% d'inhibition = 100 (A (vide)–A(échantillon))/A(vierge)</b>.</li> </ul>

<b>Akrouit et al., 2011</b>	<b>1-Méthode du DPPH</b> <ul style="list-style-type: none"><li>○ Cinquante microlitre des différentes concentrations des extraits dans le méthanol a été ajouté à 2 ml d'une solution méthanolique à 0,004 % de DPPH. Après une période d'incubation de 30 min à température ambiante, l'absorbance a été lue par rapport à un blanc à 517 nm avec le spectrophotomètre SHIMADZU UV-min1240 UV-Vis. L'inhibition des radicaux libres DPPH en pourcentage (I %) a été calculée comme suit : <math>I \% = 100 [(A_0 - A_t)/A_0]</math>, où <math>A_0</math> est l'absorbance de la réaction témoin (contenant tous les réactifs à l'exception du composé d'essai), et <math>A_t</math> est l'absorbance du composé d'essai.</li><li>○ La concentration de l'extrait fournissant 50 % d'inhibition (CI50) a été calculée à partir du graphique traçant le pourcentage d'inhibition par rapport à la concentration de l'extrait.</li><li>○ L'hydroxytoluène butylé (BHT) et l'acide ascorbique (AA) ont été utilisés comme témoins positifs</li></ul> <b>2-Test de blanchissement du <math>\beta</math>-carotène :</b> <ul style="list-style-type: none"><li>○ Une solution de <math>\beta</math>-carotène a été préparée en dissolvant 2,0 mg de <math>\beta</math>-carotène dans 10 ml de chloroforme. Un millilitre de cette solution a ensuite été pipeté dans un ballon à fond rond et 20 <math>\mu</math>l d'acide linoléique purifié et 200 mg d'émulsifiant Tween 40 ont été ajoutés. Après évaporation rotative du chloroforme à 40 °C sous vide, 50 ml d'eau oxygénée ont été ajoutés au ballon sous agitation vigoureuse. Des aliquotes (5 ml) de cette émulsion ont été transférées dans une série de tubes contenant 500 <math>\mu</math>l de chaque huile essentielle (2 mg/ml) ou 2 mg de BHT à des fins de comparaison.</li><li>○ Dès que l'émulsion a été ajoutée à chaque tube, l'absorbance au temps zéro a été lue à 470 nm.</li><li>○ Les lectures d'absorbance ultérieures ont été enregistrées à 120 min en maintenant l'échantillon dans un bain-marie à 50 °C jusqu'à</li></ul>

	<p>ce que la couleur visuelle du b-carotène dans l'échantillon témoin disparaisse.</p> <p>Les activités antioxydantes (% d'inhibition) des échantillons ont été calculées à l'aide de l'équation suivante : L'activité antioxydante des extraits (AA %) est calculée selon l'équation suivante :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>○ <b>AA % = Abs<sub>2h</sub> [(échantillon) / Abs<sub>2h</sub> (BHT)] x 100</b></li></ul>
--	--

# **Résultat et discussion**

Les résultats des travaux des auteurs sont donnés par les tableaux 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 et la figure 09

### III.1. Rendements des huiles essentielles d'*Artemisia campestris* ::

Les résultats du rendement en huile essentielle, obtenus par (Touil et Benrebiha., 2011 ; Touil et al., 2017 ; Chalchat et al., 2011 ; Neffati et al., 2008) sont mentionnés dans le tableau 11 :

✓ Selon (Touil et Benrebiha., 2011).

Les rendements moyens en huiles essentielles ont été calculés en fonction de la matière végétale sèche de la partie aérienne de la plante. Les échantillons *d'A.campestris*, ont fourni un taux d'environ 0,3 %. Ce dernier taux est plus faible par rapport à celui obtenu à partir *d'A.campestris* de Tunisie et de la France et qui est respectivement de 1.2 et 1.4 % (ml/100 g). (Akrouit et al., 2003).

✓ Selon (Touil et al., 2017).

Une concentration variable en huile essentielle calculée sur la base du poids de la plante sèche (v/p) a été observée pour *A.campestris* en fonction des différentes saisons. D'après nos résultats, le rendement observé en huiles essentielles augmente significativement de l'été au printemps.

En effet, le plus faible rendement en huile essentielle est enregistré pour les échantillons prélevés au printemps (0,37 %) tandis que le niveau le plus élevé est observé à partir des échantillons prélevés en été avec une valeur moyenne de 0,41 %.

✓ Suivant (Chalchat et al., 2011).

Nous avons établi que le rendement en huile des parties aériennes séchées *d'A.campestris* était de 0,2 %, exprimé en mL pour 100 g de matériel végétal. L'huile obtenue était un liquide jaune, avec une odeur aromatique intense.

✓ Suivant (Neffati et al., 2008).

Les rendements en huiles essentielles des parties aériennes fraîches *d'A. campestris* était de 1,5%.

**Tableau 12** : Rendement en huile essentielle d'*Artemisia campestris*.

Auteurs	Rendement %
Touil et Benrebiha	0,3
Touil et al, 2017	printemps 0,37/ été 0,41
Chalchat et al, 2011	0,2
Neffati et al, 2008	1,5

Les rendements des huiles essentielles variables entre les différentes régions citées dans les travaux antérieurs sont probablement dû aux facteurs suivants

- Aux conditions pédoclimatiques des deux régions.
- Au degré d'aridité : semi-aride dans la région de Timimoune et hyper aride dans la région de Syrie.
- Aux facteurs génétiques, le stade végétatif et la méthode d'extraction.
- Et aux conditions environnementales (la lumière, la disponibilité des nutriments, et la longueur du jour).

## II.2. Analyses des huiles essentielles par CPG et GC/MS :

### II.2.1. Compositions chimiques des huiles essentielles par Chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (CG/SM) et CPG :

**Touil et Benrebiha,, (2011)** ont rapporté que les analyses chromatographique des huiles essentielles par la méthode CG /SM ont permis d'identifier 18 composés qui représentent environ 92 % pour *Artemisia campestris L.* Trois constituants chimiques dominant l'huile essentielle d'A.campestris : le  $\beta$ -pinène (20,75%), le limonène (10,46%) et  $\gamma$ -terpinène (10,18%). D'autres composés sont également présents, mais à des teneurs moins importantes :germacrène D (9,53%), myrcène (7,90%),  $\alpha$ -pinène (6,02%), (E)- $\beta$ -ocimène (4,34%) , (Z)- $\beta$ -ocimène(4,12%), carvacrol (4.00%),  $\beta$ -eudesmol (3,3%) et le  $\beta$  –selinene (3.29%), sabinene (2,86%) (Tableau ). Cette composition chimique est différente de celle de l'huile de Boussaâda étudiée par **Belhattab et al. (2011)** qui contient comme principaux constituants  $\alpha$ -terpinène (18,8%) et  $\alpha$ -pinène (18,4%) alors il n'yavait que 10,18% de  $\gamma$ -terpinène et 6.02% de  $\alpha$ -pinène dans notre huile. (**Tab : 13**)

**Tableau 13:** Principaux composés chimiques (%) de L'H.E d'*Artemisia campestris L* analysée par CG/SM. Ain el Bel sud de Djelfa.

RT	Composant	Pourcentage
8,41	$\alpha$ -Pinene	6,02
9,22	Sabinene	2,86
9,28	$\beta$ -Pinene	20,75
9,55	Mircene	7,90
10,25	Limonene	10,46
10,40	(Z)- $\beta$ -Ocimene	4,12
10,58	(E)- $\beta$ -Ocimene	4,34
10,93	cis-Sabinene Hydrate	1,05
10,78	$\gamma$ -Terpinene	10,18
11,29	trans-Sabinene Hydrate	1,12
12,74	4-Terpineol	1,66
12,94	$\alpha$ -Terpineol	0,55
14,37	Thymol	0,12
14,51	Carvacrol	4,00
17,04	Germacrene D	9,53
17,23	$\beta$ -Selinene	3,29
18,21	Davanone	1,33
19,08	$\beta$ -Eudesmol	3,30
	Autre minorité	7,41

Suivant (Touil et al., 2017) Un total de 39 composés, couvrant plus de 96 % de la surface totale des pics GC intégrés. :

- Trente-cinq composantes représentant 96,95 % de la totale composition ont été identifiées. en été (stade végétatif tardif). Les principaux constituants de cette huile étaient l' $\alpha$ -Pinène (39,71%), l' $\alpha$ -Eudesmol (10,94 %), l'o-Cymène (10,2 %), la Santolina triène (7,36%), (-)-Spathulénol (6,98%), cis-Lanceol (3,69 %),  $\tau$ -Terpinène (2,63 %).
- Dans les échantillons prélevés en hiver (stade de pleine floraison), 34 composés ont été identifiés représentant 99,12 % du total des composants avec le  $\alpha$ -pinène (29,55 %), le  $\tau$ -muurolene (9,54 %), la santoline triène (9,26 %),  $\tau$ -Gurjunene (8,67 %), o-Cymene (8,38 %),  $\tau$ -Terpinen (6,3 %),

(-)-Spathulenol (5,74 %), (-)-Isoledene ( 4,1 %), 3-Carène (3,93 %),  $\alpha$ -Eudesmol (3,51 %), cis-Lanceol (2,65 %) ont été identifiés.

- Enfin, au printemps (stade végétatif précoce), 32 composés totalisant 99,48 % du total des composants ont été identifiés, dont le  $\tau$ -Muurolene (37,12 %), le  $\alpha$ -Pinène (23,95 %), le 3-Carène (8,8 %), la Santolina triène (8,55 %),  $\tau$ -gurjunène (3,23 %),  $\alpha$ -farnesène (2,61 %),  $\alpha$ -eudesmol (2,45 %),  $\beta$ -cadinène (2,26 %).

Les résultants des analyses chimiques d'*Artemisia campestris L.* d'huile essentielles sont dans le (tableau 14).

**Tableau 14 :** Composition en pourcentage d'huiles essentielles obtenues à partir de parties aériennes d'*Artemisia campestris L.* à différentes saisons.

Compounds	tr (min)	Percentage composition (%)		
		Summer	Winter	Spring
Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene, 2,6,6-trimethyl-, ( $\pm$ )-	7,72	0,02	0,01	0,01
Camphene	8,47	0,07	0,15	0,04
$\alpha$ -Pinene	9,51	39,71	29,55	23,95
$\alpha$ -Phellandrene	10,11	0,42	0,23	0,11
Terpinolen	10,47	0,67	0,44	0,23
<i>o</i> -Cymene	10,77	10,2	8,38	1,51
Santolina triene	10,92	7,36	9,26	8,55
3-Carene	11,42	1,33	3,93	8,8
$\tau$ -Terpinen	11,75	2,63	6,3	4,00
Cyclohexene, 4-methyl-3-(1-methylethylidene)-	12,58	0,50	0,49	0,6
1,7,7-Trimethylbicyclo[2.2.1]hept-5-en-2-ol	13,64	0,14	0,05	0,01
(-)-cis-Sabinol	14,04	0,43	0,14	0,01
Bicyclo[3.1.0]hexan-2-ol, 2-methyl-5-(1-methylethyl)-, (1 $\alpha$ ,2 $\alpha$ ,5 $\alpha$ )-	15,17	0,98	0,49	0,09
<i>p</i> -Mentha-2,4(8)-diene	15,54	0,3	0,09	0,03
Myrtenal $\pm$	15,67	0,71	0,25	0,02
Myrtenol	15,71	0,33	0,03	0,00
1,4-Pentadiene, 3-methyl-	16,82	0,15	0,08	0,06
3-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 1,3,4-trimethyl-	18,04	0,14	0,05	0,01
2-Isopropylidene-3-methylhexa-3,5-dienal	18,87	0,15	0,07	0,02
1,5-Decadiyne	19,76	0,15	0,07	0,03
$\tau$ -Muurolene	21,74	1,62	9,54	37,12
(+)-Camphene	22,00	1,22	0,21	0,4
$\alpha$ -Cubebene	23,85	0,17	0,84	0,24
$\alpha$ -Gurjunene	24,87	0,13	0,47	0,31
(-)-Isoledene	26,10	0,73	4,1	0,00
(+)-Cuparene	26,18	1,22	0,00	0,00
$\tau$ -Himachalene	26,27	0,25	0,35	0,00
$\tau$ -Gurjunene	26,87	0,00	0,00	3,23
$\alpha$ -Muurolene	26,93	0,12	8,67	0,29
$\alpha$ -Farnesene	27,42	0,00	0,00	2,61
$\beta$ -Cadinene	28,03	0,00	0,00	2,26
Davana ether	28,32	0,26	1,03	0,00
Tricyclo[5.2.2.0(1,6)]undecan-3-ol, 2-methylene-6,8,8-trimethyl-	29,36	0,78	0,37	0,00
Elemene	29,93	0,31	0,28	0,00
(-)-Spathulenol	30,55	6,98	5,74	1,23
cis-Lanceol	32,08	3,69	2,65	0,6
$\alpha$ -Eudesmol	34,02	10,94	3,51	2,45
6-Isopropenyl-4,8a-dimethyl-1,2,3,5,6,7,8,8a-octahydro-naphthalen-2-ol	35,58	2,14	1,3	0,41
5-Methoxy-2,2,6-trimethyl-1-(3-methyl-buta-1,3-dienyl)-7-oxabicyclo[4.1.0]heptanes	37,82	0,00	0,00	0,25
Total oil (%)		96,95	99,12	99,48
Yield (% v/w)		0,41	0,39	0,37

Akrout et al. (2010) a analysé les huiles essentielles d'*Artemisia campestris L.* par CPG et GC-MS. Les résultats trouvés sont données par le tableau 15. Les principaux composés étaient le

b-pinène (34,2 %) et le limonène (8,2 %) suivis par le germacrène D (7,3 %), le c-terpinène (6,1 %), le  $\beta$ -myrcène (6,0 %), l  $\alpha$ -pinène (5,3 %), (Z)-  $\beta$ -ocimène (4,6 %), (E)- $\beta$ - ocimène (4,3 %),  $\beta$ -eudesmol (2,8 %) et p-cymène (2,3 %). Hydrocarbures monoterpéniques constituent la majeure partie de l'huile (72,2%) tandis que le sesquiterpène les hydrocarbures représentait 15,0%. Monoterpènes oxygénés et les sesquiterpènes oxygénés s'élevaient à 2,9 % et 8,9 %, respectivement. Cette huile est relativement plus concentrée en  $\beta$ -myrcène et germacrène D et moins riche en  $\alpha$ -pinène et  $\beta$ -pinène que celle reporté par (Akrou et al, 2003, 2010).

**Tableau 15** : Composition chimique de l'huile essentielle d'*Artemisia campestris L.*

Compound	RI	%
$\alpha$ -Pinene	930	5.3
$\beta$ -Pinene	975	34.2
$\beta$ -Myrcene	992	6.0
$\alpha$ -Terpinene	1117	0.3
p-Cymene	1026	2.3
Limonene	1031	8.2
(Z)- $\beta$ -Ocimene	1043	4.6
(E)- $\beta$ -Ocimene	1053	4.3
$\gamma$ -Terpinene	1063	6.1
$\alpha$ -Terpinolene	1088	1.0
Linalool	1103	0.1
Terpinen-4-ol	1185	0.8
$\alpha$ -Terpineol	1195	0.8
Z-3-hexenyl isopentanoate	1242	0.4
Geranyl acetate	1381	0.8
(E)- $\beta$ -Caryophyllene	1422	0.4
Aromadendrene	1446	0.2
$\alpha$ -Humulene	1457	0.3
$\alpha$ -Ylangene	1470	1.3
Germacrene D	1485	7.3
Zingiberene	1490	0.4
Bicyclogermacrene	1494	2.0
(E,E)- $\alpha$ -Farnesene	1508	1
$\gamma$ -Cadinene	1511	0.2
$\delta$ -Cadinene	1528	1.9
$\alpha$ -Cadinene	1550	0.1
Elemol	1561	0.2
Spathulenol	1576	1.9
Globulol	1582	0.6
Geranyl isovalerate	1606	0.5
1-epi-Cubenol	1627	0.3
$\alpha$ -Acorenol	1630	0.6
$\alpha$ -Cadinol	1640	1.2
$\beta$ -Eudesmol	1649	2.8

Selon Chalchat et al (2011) 38 composés (43,7% du montant total) ont été identifiés. L'huile contenait une quantité approximativement égale de monoterpènes et de sesquiterpènes (environ 22,5 % et environ 20,8 % de l'huile). Les principaux composants étaient les alcools sesquiterpéniques spathuléol (9,2 %) et 4-hydroxy-9-épi-P-caryophyllène (3,0 %), les hydrocarbures monoterpéniques p-pinène (% I %), l  $\alpha$ -pinène (3,4 %) et le limonène. (2,5 %) et l'hydrocarbure sesquiterpène germacrène D (3,3 %). Les autres composants étaient présents principalement en quantités inférieures à 1 %.( tableau 16 )

Tableau 16: Composition en pourcentage de l'huile d'*Artemisia campestris L.* de Serbie.

Compounds	RI	%	Compounds	RI	%
$\alpha$ -pinene	1032	3.4	$\beta$ -caryophyllene	1609	0.4
camphene	1074	0.2	terpinen-4-ol	1611	0.3
$\beta$ -pinene	1119	9.1	<i>cis</i> -verbenol	1664	0.4
sabinene	1131	0.3	neral	1690	0.6
myrcene	1175	0.6	$\alpha$ -terpineol	1707	0.2
deshydrocineole	1195	0.2	germacrene D	1724	3.3
limonene	1205	2.5	$\beta$ -bisabolene	1745	0.3
1,8-cineole	1214	t	bicyclogermacrene	1751	0.6
2-pentylfuran	1243	0.1	(E,E)- $\alpha$ -farnesene	1758	t
(Z)- $\beta$ -ocimene	1246	0.7	$\delta$ -cadinene	1770	0.6
pseudolimonene	1264	0.1	myrtenol	1802	0.7
(E)- $\beta$ -ocimene	1267	0.6	<i>trans</i> -carveol + <i>cis</i> -calamenene	1847	0.2
p-cymene	1281	0.5	p-cymen-8-ol	1864	0.6
terpinolene	1292	0.3	1,5-epoxysalvial-4(14)-ene	1950	0.1
6-methyl-5-hepten-2-one	1360	0.1	caryophyllene oxide	2010	0.9
2-nonanone	1398	0.2	salvial-4(14)-en-1-one	2035	0.9
$\alpha$ -copaene	1493	0.1	(E)-nerolidol	2050	1.4
linalool	1551	t	spathulenol	2143	9.2
bomyl acetate	1596	1.0	4-hydroxy-9-epi- $\beta$ -caryophyllene	2357	3.0

t = trace ( $\leq 0.05\%$ )

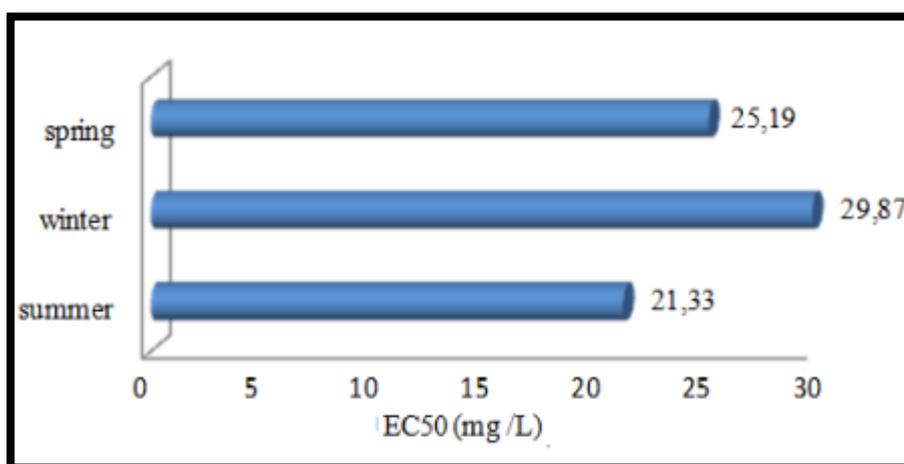
Suivant **Neffati et al. (2011)**. Les principaux composés de l'huile d' *Artemisia campestris L.* ont été trouvés être  $\beta$ -pinène (41,0%), p-cymène (9,9%),  $\alpha$ -terpinène (7,9%), limonène (6,5 %), myrcène (4,1 %),  $\beta$ -phellandrène (3,4 %) et  $\alpha$ -pinène (3,2%). Au total, 48 composés ont été identifiés représentant 98,5% de la composition totale de l'huile d' *Artemisia campestris L.* L'huile d'*Artemisia campestris L.* contenait une teneur plus élevée quantité d'hydrocarbures monoterpéniques (84,3%). Dans cette fraction,  $\beta$ -pinène (41,1%) p-cymène (9,9%),  $\alpha$ -terpinène (7,9%), le limonène (6,5%) et le (Z)- $\beta$ -ocimène (6,7%) étaient les principaux composés. le  $\alpha$ -terpinéol n'étaient présents que dans l'huile d' *Artemisia campestris L.* (**tableau 17**)

**Tableau 17:** Composition en pourcentage des huiles d'*Artemisia campestris L.* Collectées en Tunisie (Ben Gueraden).

Compounds	*RI (1)	Peak Area (%)
		Ac
<b>Monoterpenes hydrocarbons</b>		<b>84.3</b>
$\alpha$ -thujene	990	0.1
$\alpha$ -pinene	998	3.2
camphene	962	0.1
sabinene	975	0.4
$\beta$ -pinene	980	41.1
myrcene	992	4.1
$\alpha$ -phellandrene	1005	0.2
$\alpha$ -terpinene	1018	7.9
p-cymene	1026	9.9
limonene	1030	6.5
$\beta$ -phellandrene	1031	3.4
(Z)- $\beta$ -ocimene	1040	6.7
(E)- $\beta$ -ocimene	1050	0.6
$\gamma$ -terpinene	1062	0.4
terpinolene	1088	0.9
<b>Oxygen-containing monoterpenes</b>		<b>1.5</b>
linalool	1099	0.2
isoamyl 2-methylbutyrate	1099	0.4
$\alpha$ -campholenal	1125	0.9
trans-pinocarveol	1139	0.1
pinocarvone	1165	0.1
terpinen-4-ol	1177	0.1
$\alpha$ -terpineol	1189	0.2
carvone	1245	0.1
<b>Sesquiterpenes hydrocarbons</b>		<b>5.3</b>
$\alpha$ -opaene	1377	0.1
geranyl acetate	1385	0.1
$\beta$ -caryophyllene	1420	0.1
$\beta$ -gurjunene	1435	1.8
aromadendrene	1440	1.7
(Z)- $\beta$ -farnesene	1445	0.1
germacrene D	1470	0.1
geranyl propionate	1475	0.9
$\gamma$ -muurolene	1477	0.1
$\beta$ -selinene	1485	0.1
bicyclogermacrene	1495	0.1
$\alpha$ -muurolene	1499	0.1
(E,E)- $\alpha$ -farnesene	1508	0.1
$\gamma$ -cadinene	1515	0.1
$\delta$ -cadinene	1528	0.2
$\beta$ -calacarene	1560	0.2
<b>Oxygen-containing Sesquiterpenes</b>		<b>7.4</b>
(E)-nerolidol	1565	0.2
spathulenol	1578	0.5
caryophyllene oxide	1581	0.4
globulol	1585	0.9
1-epi-cubenol	1625	0.9
$\alpha$ -acorenil	1630	0.6
$\tau$ -cadinol	1640	0.8
$\tau$ -muurolol	1645	0.7
$\beta$ -eudesmol	1650	2.9
<b>Total Identified</b>		<b>99.5</b>

### II.3. Activité antioxydante :

Selon (Touil et al., 2017). Nos résultats mettent en évidence une activité antioxydante in vitro importante des huiles essentielles d'*Artemisia campestris L.* qui varie selon les saisons (Fig. 09). Les huiles essentielles extraites des parties aériennes récoltées en été ont été caractérisées par le meilleur antioxydant activité (CI50= 21,33 ± 1,44 mg/l). L'activité antioxydante la plus faible a été observée pour les huiles obtenues en hiver (stade de pleine floraison) de parties aériennes fleuries avec IC50 =29,87 ± 1,42 mg/l. L'huile obtenue des feuilles récoltées au stade végétatif au printemps a montré activité antioxydante intermédiaire (IC50= 25,19 ± 2,00 mg/l).



**Figure 09** : Activité antioxydante d' *Artemisia campestris L.* des huiles essentielles pendant trois saisons différentes.

(Akrouf et al., 2010). Les extraits alcool/eau d' *Artemisia campestris L.* étaient plus actifs. L'extrait présentait une activité plus élevée que l'infusion à l'exception de l'infusion d' *Artemisia campestris L.* qui a révélé une forte activité lorsqu'elle est déterminée par les méthodes DPPH et b-carotène. Néanmoins, il faut noter que la forte activité de l'infusion telle que déterminée par la méthode au b-carotène pourrait être attribuée à la quantité d'extrait utilisée par rapport aux autres extraits (9,6 fois plus élevée). Concernant l'huile essentielle d' *Artemisia campestris L.* elle a montré une activité faible par rapport à l'extrait alcool/eau et à l'infusion. Cependant, il faut distinguer que l'activité antioxydante des extraits est relativement faible par rapport à celle des standards. (tableau 18)

**Tableau 18 :** Activité antioxydante de différents extraits telle que déterminée par différentes méthodes.

Espèce	Extraits	DPPH (mg/ml)	(IC50: ABTS TE/g ext)	(Imol Beta-carotene (I% of 1 mg))
<i>Artemisia campestris L.</i>	50% Ethanol	2,053	1737,4	34,8
	Huile essentielle	94,5	77,6	11,8
	Infusion	0,658	1000	88,7

**Grager et Passet (1973)** ont introduit la notion de chémotypes pour distinguer les individus génétiquement différents à l'intérieur d'une même espèce, en utilisant les constituants majoritaires. En reprenant les proportions importantes en composés chimiques majoritaires dans les huiles essentielles des régions citées ci-dessus: nous pouvons classer ces HE de la manière suivante :

- 1- Les HE de la station **Ain el Bel (au sud du Djelfa)** sont de chémotype à  $\beta$ -pinène -limonène - $\gamma$ -terpinène (**Touil et Benrebaha., (2011)**)
- 2- Les HE de la station de **Ain el Bel (au sud-ouest du Djelfa)** possèdent 03 chémotypes :
  - En Eté Chémotype à  $\alpha$ -Pinène .
  - En Hiver chémotype à  $\alpha$ -pinène
  - En Printemps chémotype à Muurolène -  $\alpha$ -Pinène. (**Touil et al., 2017**)
- 3-Les HE de la station **Beni-Khedache (région montagneuse du sud-est de la Tunisie)**, dans le chémotype à  $\beta$ -pinène (**Akrouit et al., 2010**)
- 4-Les HE de la station **Vojvodina, (Serbie)** sont de chémotype à  $\beta$ -pinène - spathuléol (**Chalchat et al., 2010**)
- 5-les HE de la station des stations **Benguerdane et Tataouine (le sud de la Tunisie)** sont de chémotype à

A la lumière de ces résultats, il s'avère que la composition chimique de l'huile essentielle d'*Artemisia campestris L.* est sujette à des variations, dictées par le milieu écologique, au même titre que celle d'*Artemisia herba alba Asso* .

**Tableau 19 :** les différents chémotypes des différents régions du Monde

Auteurs	Site de récolte	Composés majoritaire
<b>Touil et Benrebaha., (2011)</b>	Ain el Bel (au sud du Djelfa).	$\beta$ -pinène (20,75 %) limonène (10,46%) $\gamma$ -terpinene (10,18 %)
<b>Touil et al., (2017)</b>	Ain el Bel (au sud-ouest du Djelfa).	Été $\alpha$ -Pinène (39,71%) Hiver $\alpha$ -pinène (29,55 %). Printemps -Muurolene (37,12 %), le $\alpha$ -Pinène (23,95).
<b>Akrout et al., (2010)</b>	Beni-Khedache (région montagneuse du sud-est de la Tunisie).	b-pinène (34,2 %).
<b>Chalchat et al., (2010)</b>	Vojvodina, (Serbie	b-pinène (9.1 %). spathuléol (9,2 %)
<b>Neffati et al., (2008)</b>	Benguerdane et Tataouine, respectivement dans le sud de la Tunisie	$\beta$ -pinène (41,0%), p-cymène(9,9%), $\alpha$ -terpinène(7,9%), limonène(6,5%), myrcène(4,1%), $\beta$ -phellandrène(3,4%) a-pinène (3,2%).

## Conclusion

---

La composition de l'huile essentielle issue d'une plante est extrêmement variable. Cette variabilité est le fruit de l'influence d'une multitude de facteurs s'appliquant au végétal tout au long de son développement. Ces facteurs de variation s'étendent jusqu'à l'extraction et le stockage de l'huile essentielle. Ce travail avait pour but d'exposer la diversité de la composition des huiles essentielles *d'Artemisia campestris* L récoltée dans 05 régions différentes (Algérie, Tunisie et Serbie) à travers des travaux antérieurs réalisés par des équipes de chercheurs.

Les résultats des travaux antérieurs Algériens, Tunisiens et Serbes sur la composition chimique des huiles essentielles ont révélé une variabilité importante dans la qualité et la quantité des composés chimiques :

L'analyse qualitative et quantitative des huiles essentielles extraites des parties aériennes d'Artemisia campestris L a révélé la richesse *des* huiles essentielles des régions Algériennes (Ain el Bel : située au sud et au sud-ouest de la ville Djelfa) en mono terpènes oxygénés ; celles extraite de la plante récoltée dans la région Beni-Khedache (région montagneuse du sud-est de la Tunisie) possèdent une proportion élevée en Hydrocarbures mono terpéniques ( 72%) et Les huiles essentielles provenant de la Serbie contenaient une quantité approximativement égale de mono terpènes et de sesquiterpènes (environ 22,5 % et environ 20,8 % de l'huile). Pour les huiles extraites des feuilles de la même espèce provenant des régions de Benguerdane et de Tataouine (Sud de la Tunisie) contenaient une teneur élevée d'hydrocarbures monoterpéniques (84,3%).

Par rapport aux proportions importantes en composés chimiques majoritaires dans les huiles essentielles *d'Artemisia campestris* L récoltée dans 05 régions ( deux régions en Algérie et en Tunisie et une région localisée dans la Serbie ), les huiles essentielles peuvent avoir 08 chémotypes distincts : chémotype à  $\beta$ -pinène -limonène - $\gamma$ -terpinène ( Ain el Bel (au sud du Djelfa) , Chémotype à  $\alpha$ -Pinène et chémotype à Muurolène -  $\alpha$ -Pinène (Ain el Bel (au sud-ouest du Djelfa), chémotype à  $\beta$ -pinène ( Beni-Khedache (région montagneuse du sud-est de la Tunisie) , chémotype à 4-hydroxy-9-épi-P-caryophyllène - spathuléol ( Vojvodina, (Serbie)) et chémotype à Eucalyptol (Benguerdane et Tataouine : sud de la Tunisie)

Donc il ressort qu'au fil des années on peut avoir l'apparition de nouvelles chémotypes dans la même espèce .Ces variations est due

- Aux conditions pédoclimatiques des régions
- Aux facteurs génétiques, le stade végétatif et la méthode d'extraction.
- Et aux conditions environnementales (la lumière, la disponibilité des nutriments, et la longueur du jour).

## Références bibliographique

- Adams R.P. (2001).** Identification of essential oils components by gas chromatography quadrupole mass spectroscopy. Carol stream:Allured Publishing Corporation. p. 455.
- AFNOR NF T-75- 111, 112 et 202 :** (Association Française de Normalisation, Norme). « Huiles essentielles ». Paris, France.
- Akrouit A., Chemli R.C., Chrief., and Hammami M. (2001).** Analysis of the essential oil of *Artemisia campestris* L. J. Flavour Fragr. **16**: 337–339.
- Akrouit A., Gonzalez L.A., El Jani H.J., and Madrid P.C. (2011).** Antioxidant and antitumor activities of *Artemisia campestris* and *Thymelaeahirsuta* from southern of Tunisia. J. Food. Chem. Tox. **49**: 342–347
- Akrouit, A., Chemli, R., Simmonds, M., Kite, G., Hammami, M., Chreif, I., 2003.** Seasonal variation of the essential oil of *Artemisia campestris* L. J. Essent. Oil Res. 15, 333–336.
- Akrouit, A., El Jani, H., Amouri, S., Neffati, M., 2010.** Screening of antiradical and antibacterial activities of essential oils of *Artemisia campestris* L., *Artemisia helba* Alba Asso, and *Thumus capitatus* Hoff. Et Link. Growing wild in the southern of Tunisia. Recent Res. Sci. Technol. 2 (1), 29–39.
- Ali-Delille, L., (2010).** Les plantes médicinales d'Algérie 2ème Edition Berti. Alger. and antioxidant activities of *Artemisia campestris* (Astraceae) and *Ziziphus lotus* aromatic plants. Acta E-forticuft390: 203-20.
- ANDERSON J.P., 1959:** Flora of Alaska and adjacent parts of Canada. Ames, IA: Iowa State University Press. Ames, IA: Presses de l'Université Iowa State. 543 p.
- Andrade B. F. M. T., Barbosa L. N., Probst I. S., Júnior A.F., (2014).** Antimicrobial activity of essential oils. J. Essent. Oil Res., 26 (1), 34-40.
- Andrade B. F. M. T., Barbosa L. N., Probst I. S., Júnior A.F., (2014).** Antimicrobial activity of essential oils. J. Essent. Oil Res., 26 (1), 34-40.
- Aniya, Y., Shimabukuro, M., Shimoji, M., Kohatsu, M., Gyamfi, M.A., Miyagi, C., Kunii, D.,Takayama, F., Gashira, E. 2000** -Antioxydant and hepatoprotective actions of the medicinal herb *Artemisia campestris* from the Okinawa T. Bio Pharm. Bull, 23(3), 309-312.

**Anonyme.** « Artemisia plante, un article de Wikipedia.org » [http://Fr.wikipedia.org/wiki/Artemisia \(plante\)](http://Fr.wikipedia.org/wiki/Artemisia_(plante)).

**Bachelot, C., Blaise, A., Corbel, T. et Le Guernic A., 2006.** Les huiles essentielles : extraction et comparaison. U.C.O Bretagne : 1-18

**Belhattab, R., Boudjouref, M., Barroso, J.G., Pedro, L.P., Figueirido, A.C.,**“Essential oil composition from *Artemisia campestris* grow in Algeria”, *Advances in Environmental Biology*, V. 5 n° 2, (2011), 429-432.

**Bjarke C. & Jens N. (1999).** Isotopomer analysis using GC-MS. *Metab. Eng.* 1(4), p. 282-290.

**Boizot N., and Charpentier .J.P. (2006).** Méthode rapide d'évaluation du contenu en

**Bonnier, (1934).** Flore complète de France, Suisse et Belgique. Edition 10, P 118.

**Bourorga A, 2016** Etude de la phyto diversité dans quelques sites choisis dans les Monstde l'Ouarsenis. Mémoire d'ingénieur d'état. Université Aboubakr Belkaid Telemcen 148p.

**Bruneton J. (1993).** Pharmacognosie et phytochimie. Plantes médicinales. Paris. France: Lavoisier. 279-279

**Bruneton, J. (1999).** Pharmacognosie, Phytochimie – Plantes médicinales – 3ème Ed Techniques et documentations. Paris. pp: 227-310-312-313-314.494.

**Burt S., (2004)** Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in *campestris* L. subsp. *campestris*. *Biochem Syst. and Ecol.* 34: 829-832.

**Canillac N., and Mourey A. (2001).** Antibacterial activity of the essential oil of *Picea excels.* composés phénoliques des organes d'un arbre foustier. Le cahier des techniques de l'Inra. pp

**Carson F. A. et Hammer K. (2011).** Chemistry and Bioactivity of Essential Oils. In: *Lipids and Essential Oils as Antimicrobial Agents.* (Ed. Thormar H.). John Wiley & Sons. Islande. 336p.

**Cazzola C., Doublet C., 2015.** Mise au point f'un séparation et de quantification des composées présentes dans une huile essentielle. ACRONYME Lot 01\_ V 10, 7-69.

**Chalchat J-C. Cabassu P., Petrovic S. D., Maksimovic Z. A., Gorunovic M. S., (2003).** Composition of Essential Oil of *Artemisia campestris* L.from Serbia. *J. Essent. Oil Res.*, 15,251-253

**Charpentier, B., Hamon-lorleac h, F., Harlay, A., Huard, A., Ridoux., L., Chanselle, S.,** «Guide du préparateur en pharmacie». 3ème édition, Elsevier Masson, (2008). 1358p.

**Chen, H.Y., Lin, Y.C., Hsieh, C.L., 2007.** Evaluation of antioxidant activity of aqueous

**Colin W.W.** in Taylor & Francis. Ed. London and New York. pp: 10-16.

**Crété P., (1965);** Précis de botanique. Vol II: systématique des angiospermes. Masson, Paris,430 P.

**DE LAMARCK et DE CANDOLLE ., 1805:** flore française ou description succinctes de toutes les plantes qui croissent naturellement en France ; troisième édition à paris : chez H. Agasse ; rue de poitevins, N°6. 400 pages (194).

**De lamarck et De candolle., (1805):** flore française ou description succinctes de toutes les plantes qui croissent naturellement en France ; troisième édition à paris : chez H. Agasse ; rue de poitevins, N° 6. 400 pages (194).

**De Pascual J.T., Gonzalez M.S., Muriel M.R and Bellid I.S. (1984).** Phenolic derivatives from *Artemisia campestris* Subsp *Glutinosa*. *Phytochemistry*. 23 (8): 1819-1821

**Dick A.J. et Starmans H.H.N., (1996).** Extraction of secondary metabolites from plant material: a review. *Trends Food Sci. Technol.*, 7, 191-197

**Djeridane A ., Yousfi M ., Najemi B ., Vidal N ., Lesgards JF ., and Stocker P . (2007).** essential oil of *Artemisia campestris* var. *glutinosa*. *Bioch. Syst. Ecol.* (30): 1065-1070. eulinary purposes. *Crop & Food Research*. Number 45, 4p.

**Djeridane, A., Yousfi, M., Nadjemi, B., Boutassouna, D., Stocker, P., Vidal, N., 2006.** Antioxidant activity of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds. *Food Chem.* 97, 654–660.

extract of some selected nutraceutical herbs. *Food Chem.* 104, 1418–1424.

**Ferchichi L., Merza J., Landreau A., Le Ray A.M., Legseir B., Seraphin D., and Richomme P. (2006).** Occurance of isocoumarinic and phenolic derivatives in *Artemisia campestris* L. subsp. *Campestris*. *Biochem Syst. And Ecol.* 34: 829-832.

**Gaucher, I., Lusson, J.,** « Projet génie agro-alimentaire, industrie alimentaire etbiologique », (2011), <http://www.perso.wanadoo-Fr/j-I/GiA/GiA index.-html>.

**Gentil A., 1923,** dictionnaire étymologique de la flore française. Le chevalier P. Paris. P21. growth of *Aeromonashydrophila* and *Pseudomonas fluorescens*. *J. Appl. Microbiol.* 84:152–

**Granger R., Passet J., Teulade-Arbousst G., 1973.** Plantes médicinales à essences et chimiotaxonomie. *Rivista Italiana .P.P.O.S.*, 55 ; 353-356.

**Guignard, J., Cosson, L., Henry, M.,** « Abrégé de phytochimie ». Edition Masson, Paris, (1985), 255p. (Rhamnaceae). Arab. J. Chem. 3: 79–84. 158.19 : 326–329 activity .Eur. Food Res. Technol. 224: 801-809

**Gurib-Fakim A.** “Medicinal Plants Traditions of yesterday and drugs of tomorrow” Molecular Aspects of Medicine 27, 1-93. 2006

**HALL, HARVEY M, CLEMENTS, FREDERIC E., 1923:** The phylogenetic method in taxonomy: the North American species of *Artemisia*, *Chrysothamnus*, and *Atriplex*. Publication No. 326. Washington, DC: The Carnegie Institute of Washington. 355 p.

**Heywood, V. Harborne, J. Turner, B. (1977);** An overture to the Compositae. In The Biology and Chemistry of the Compositae; Ed. Academic Press: London, UK; 1:1-20. from *Artemisia campestris* Subsp. *Maritima*. Phytochemistry. 49 (5): 1421-1424

**HITCHCOCK, LEO, CRONQUIST, ARTHUR., 1973:** Flora of the Pacific Northwest. Seattle, WA: University of Washington Press. Seattle, WA: Presses de l'Université de Washington. 730 p.

**HULTÉN E., 1968:** Flora of Alaska and neighboring territories. Stanford, CA: Stanford University Press. 1008 p.

**Hurabielle M., and Eberle J. (1982).** Flavonoids of *Artemisia campestris* ssp. *glutinosa*. interpretation. Biochem. Syst. Ecol. 31: 487-498.

**Jeffrey, C. (2007).** Compositae: Introduction with key to tribes. Pages 61–87. In Families and Genera of Vascular Plants, vol. VIII, Flowering Plants, Eudicots, Asterales (J. W. Kadereit and C. Jeffrey, eds.). Springer-Verlag, Berlin. interpretation. Biochem. Syst. Ecol. 31: 487-498.

**Jerkovic J., Mastelic M. Milos., Juteau F., Masotti V and Viano J. (2003).** Chemical

**Joa O.M., Vasconcelos., Artur M.S.S and Jose A.S.C. (1998).** Chromones and flavones from *Artemisia campestris* Subsp. *Maritima*. Phytochemistry. 49 (5): 1421-1424

**Joa O.M., Vasconcelos., Artur M.S.S and Jose A.S.C. (1998).** Chromones and flavones from *Artemisia campestris* Subsp. *Maritima*. Phytochemistry. 49 (5): 1421-1424.

**Joulain D. & König W.A. (1998).** The atlas of spectral data of spectral data of sesquiterpene hydrocarbons. Hambourg: E .B. Verlag. p. 405.

**Juteau F., Masotti V., Bessière J-M., Viano J. (2002).** Compositional characteristics of the Academic Press: London, UK; 1:1-20. from *Artemisia campestris* Subsp *Maritima*. *Phytochemistry*. 49 (5): 1421-1424

**KINDSCHER, K. 1992.** Medicinal wild plants of the prairie. An ethnobotanical guide. University Press of Kansas. 340 pp. USDA NRCS National Plant Data Center. <http://plants.usda.gov/java/ClassificationServlet?source=profile&symbol=ARCAC&display=31#>

**Kosalec I., Bakmaz M., Pepeljnjak S. and Vladimir-Knez EICS. (2004).** Quantitative

**Kundan S., and Anupam S. (2010).** The Genus *Artemisia*: A Comprehensive Review. *J. Pharm. Biol.* pp:1-9.

**Lambert M, Mariam T, Susan F, 2010 :** *Artemisia Campestris* ; VDM Verlag Dr. Mueller AG & Co. Kg. 108 p

**Lardry JM et Hberkorn V, . 2007.** L'aromathérapie et les huiles essentielles. 2007. pp. 14-7.

**Laurent, julia. 2017.** Conseils et utilisation des huiles essentielles les plus courant en officine. Thèse pour le diplôme d'état de docteur en pharmacie . 15 Décembre 2017. Lavoisier. 279-279.

**Loomis, D., Croteau, R.,** "Biochemistry of Terpenoids: A Comprehensive Treatise. In: P. K. Stumpf and E. E. Conn (eds.) *the Biochemistry of Plants. Lipids: Structure and Function*", Academic Press, San Francisco, n° 4, (1980), 364-410.

**M. Mucciarelli, R. Caramiello and M. MAffeï.** « Essential Oils from Some *Artemisia* Species Growing Spontaneously in North-West Italy». *Flavour and Fragrance Journal*, Vol. 10, 25-32.1995.

**Memmi A., Sansa G., Rjeibi I., El ayebe M., Srairi-Abid N., Bellasfer Z.,and Fekhih A. (2007).** Use of medicinal plants against scorpionic and dianvenoms. *Arch. Inst. Pasteur. Tunis.* **84 (1-4):** 49-55.

*Method. Enzymol.* **299:** 152-178

**Meyer-Warnod B., (1984).** Natural essential oils: extraction processes and application to some major oils. *Perfum. Flavor.*, 9, 93-104

**Mezache., N. (2010),**"Détermination structurale et évaluation biologique de substances naturelles de quelques espèces de la famille asteraceae: *Senecio giganteus* Desf. et *Chrysanthemum myconis* ", Thèse de doctorat, Université mentouri-Constantine, pp 4, 5, 17,23-26

**Mirjalili. M.H., Tabatabaei S.M.F., Hadian J., Nejad S.E.,and Sonboli. A. (2007).**

Phenological Variation of the essential oil of *Artemisia scoparia* from Iran. *J. Essent. Oil Res.* 19 : 326–329

**Naili M.B., Alghazeer O.A., Saleh N.A., Al-Najjar A.Y.** (2010). Evaluation of antibacterial and antioxidant activities of *Artemisia campestris* (Astraceae) and *Ziziphus lotus* (Rhamnaceae). *Arab. J. Chem.* **3**: 79–84.

**Ndom. J.C.** (2008). Contribution à l'étude phytochimique de deux plantes médicinales : *Crepis cameroonica* et *Senecio burtonii* (Asteraceae) : Activités biologiques de certains composés. Thèse doctorat PhD en chimie organique, pp153.

**Ould el haj. M** « Place des plantes spontanées dans la médecine traditionnelle de la région de Ouargla ». *Courrier du savoir- N 03*, PP.47-51, Janvier 2003.

**Paris, M., Hurabielle, M.**, « Abrégé de matière médicale (pharmacognosie) », Tome I, Edition Masson, Paris, (1981), 339p.

**Quezel P., Santa S.**, (1962). Nouvelle Flore de l'Algérie et des régions désertiques Méridionales. Editions du Centre National de la Recherche Scientifique, Paris, Tome I. 565p.

**Rassem H. H. A., Nour A. H., Yunus R. M.**, (2016). Techniques For Extraction of Essential Oils From Plants: A Review. *Aust. J. Ba Basic & Appl. Sci.*, 10(16), 117-127.

**Rauter A.P., Branco I., Tostao Z., Pais M.S., Gonzalez A.G et Bermejo J.B.** (1989). Flavonoids from *Artemisia campestris* Subsp *Maritima*. *Phytochemistry.* 28 (8): 2173-2175.

## **R**

**ROLAND A.E, SMITH E.C.**, 1969: The flora of Nova Scotia. Halifax, NS: Nova Scotia Museum. 746 p.

**Roohinejad S., Koubaa M., Barba F.J., Leong S.Y., Khelfa A., Greiner R. Chemat F.**, (2018). Extraction Methods of Essential Oils From Herbs and Spices. In: *Essential Oils in Food Processing: Chemistry, Safety and Applications.* (Eds., Bagher Hashemi S- M., Khaneghah A-M., Sant'Ana A. D. S. John Wiley & Sons Ltd. pp 21-55

**Salle, J.**, « Le totum en phytothérapie », Edition Frison-Roche, Paris, (1991), 13-60.

**Sefi M., Fetoui H., Makni M., and Najiba Zeghal N.** (2010). Mitigating effects of antioxidant properties of *Artemisia campestris* leaf extract on hyperlipidemia, advanced glycation end products and oxidative stress in alloxan-induced diabetic rats. *J. Food. Chem. Toxicol.* **48**: 1986–1993.

**Singleton V.L., Orthofer R., and Lamuela-Raventos R. M.** (1999). Analysis of total  
**Smallfield, B.,**(2001). “Introduction to growing herbs for essential oils, medicinal and culinary purposes”, Crop & Food Research, n° 45, (2001),4p.

**Svoboda K. P., Deans S. G.** (1995). Biological activities of essential oil from selected aromatic plants. Acta Horticult 390: 203-20.

**Svoboda, K.P., Hampson, J.B.,** “Bioactivity of essential oils of selected temperate aromatic plants: antibacterial, antioxidant, anti-inflammatory and other related pharmacological activities”, Plant Biology Department, SAC Auchincruive, Ayr, Scotland, UK., KA6 5HW, (1999).

**Tela Botanica, (2015).** [www.tela-botanica.org](http://www.tela-botanica.org)

**Teusher, E., Anton, R., Lobstein, A.,** « Plantes aromatiques. Epices, aromates, condiments et huiles essentielles », Tec & Doc, Paris, (2005), 522p.

**Valant-Vetschera K.M., Fischer R., and Wollenweber E.** (2003). Exudate flavonoids in species of *Artemisia* (Asteraceae-Anthemideae): new results and chemosystematic interpretation. *Biochem. Syst. Ecol.* **31**: 487-498.

**Young., 2002** —« La santé au naturel », (2002). Phenological Variation of the essential oil of *Artemisia scoparia* from Iran. *J. Essent. Oil Res. Planta Med.* **46** (2):124–125.