

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE SAAD DAHLAB de BLIDA  
DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES

**MEMOIRE**

En vue de l'obtention du diplôme de Master II en Sciences agronomiques

Spécialité : Biotechnologie des Plantes Aromatiques et Médicinales et  
des Produits Naturels

**THEME**

**Description morphologique, anatomique, dénombrement  
chromosomique et évaluation des rendements en huiles  
essentielles de l'*Artemisia herba alba* récoltée à Reffana  
(Tébessa)**

Présenté par : BENBOUABDELLAH Kahina

Devant le jury :

HOUMANI Mohamed	(Pr, Fac Agrovétérinaire, Univ, Blida)	Président
HOUMANI Zahia	(Pr, Fac Agrovétérinaire, Univ, Blida)	Promotrice
GHANAI Rafika	(MAA, Fac Agrovétérinaire, Univ, Blida)	Co-promotrice
AISSAT Abdelkader	(MCA, Fac Agrovétérinaire, Univ, Blida)	Examineur
CHEBATA Nada	(MAA, Fac Agrovétérinaire, Univ, Blida)	Examinatrice

Année universitaire 2010/2011

## REMERCIEMENTS

---

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à ma promotrice, madame Z. HOUMANI pour son aide et ses conseils.

Vive reconnaissance à ma co-promotrice, madame R.GHANAI, à l'écoute et disponible pour m'accompagner dans la réalisation de ce modeste travail.

Je remercie chaleureusement monsieur M.HOUMANI qui me fait l'honneur de présider cette soutenance.

Je remercie aussi madame N.CHEBATA et monsieur A.AISSAT d'accepter d'examiner ce travail.

Je remercie les techniciens des laboratoires pour leur précieuse contribution.

Je remercie enfin toutes les personnes qui m'ont soutenue, m'ont encouragée ne ménageant aucun effort pour que ce travail aboutisse : ma mère, mon père, mes sœurs, mon frère ainsi que l'ensemble de ma famille et des amis auxquels je souhaite pleine réussite.

## Résumé

L'objectif de ce modeste travail est l'étude morphologique, anatomique, caryologique et l'évaluation du rendement en huiles essentielles selon le développement de l'armoise blanche (*Artemisia herba alba*) de la région de Tébessa en Algérie. L'étude morphologique a montré que l'armoise blanche collectée durant le mois de janvier (stade feuillaison) présente des inflorescences constituées de fleurs entassées dans de petits capitules jaunâtres. Alors que les inflorescences de cette même espèce récoltée au stade de floraison (mois de juin) sont de petite taille de couleur blanchâtre. Les rendements en huiles essentielles (exprimés en millilitre par rapport à 100 g de matière sèche) de l'armoise blanche récoltée en janvier, avril et juin (2011) sont respectivement de 0,33%, 0,57% et 1,08%. En outre, ces rendements sont influencés par la composition chimique du sol. Ainsi, le calcaire et la matière organique influent positivement sur ce rendement.

Mots clés : *Artemisia herba alba*, morphologie, anatomie, caryologie, huiles essentielles.

## Abstract

The objectif of this modest work is to study morphological, anatomical, karyological and performance evaluation of essential oils according to the development of sagebrush (*Artemisia herba alba*) in the region of Tebessa in Algeria. The morphological study showed that sagebrush collected during the month of January (leaf stage) has inflorescences consist of flowers piled in small yellow flower heads. While the inflorescences of the same species collected at the flowering stage (June) are small whitish. The yields of essential oils (in milliliters per 100 g dry matter) of sagebrush harvested in January, April and June (2011) are respectively 0.33%, 0.57% and 1.08%. Moreover, these returns are influenced by the chemical composition of the soil. Thus, limestone and organic matter positively affect returns.

Key words: *Artemisia herba alba*, morphology, anatomy, karyology, essential oils.

## ملخص

الهدف من هذا العمل المتواضع هو الدراسة المورفولوجية، التشريحية، الكريولوجية، و تقييم مردود الزيوت الأساسية لنبته الارتيميزيا الموجودة في منطقة تبسة بالجزائر. الدراسة بينت أن نبتة الارتيميزيا التي اقتطفت في شهر جانفي (مرحلة إعطاء الأوراق) تتألف من زهور صغيرة مكدسة في رؤوس صفراء. في حين أن الأطراف المزهرة للنبته المقتطفة في مرحلة الإزهار (شهر جوان) تتألف من زهور صغيرة بيضاء. مردود الزيوت الأساسية (ملتر لكل 100 غرام من المادة الجافة) للارتيميزيا التي تم حصادها في جانفي، ابريل، و جوان (2011) كان على التوالي: 0,33%، 0,57%، 1,08%. كما أن مردود الزيوت يتأثر بالتركيب الكيميائي للتربة. وهكذا للحجر الجيري و المادة العضوية تأثير ايجابي على هذا المردود.

الكلمات المفتاحية: الارتيميزيا، المورفولوجيا، التشريح، الكريولوجيا، الزيوت الأساسية.

## Glossaire

---

**Aérophagie** : Déglutition d'air dans l'œsophage et l'estomac

**Anthelminthique** : qualifie le moyen qui permet à l'organisme humain ou animal de se débarrasser des vers intestinaux dits helminthes ou entozoaires

**Antispasmodique** : Médicament possédant la capacité de combattre les spasmes (contractures, crampes, convulsions).

**Akène** : Fruit sec à une seule graine et qui ne s'ouvre pas à maturité, ex: la noisette.

**Bractée** : Petite feuille à la base de la tige d'une fleur

**Capitule** : Inflorescence constituée de petites fleurs qui sont serrées les unes contre les autres.

**Chaméphyte** : Plante vivace rampante et plus ou moins ligneuse vivant dans les régions froides et en montagne

**Clayette** : Etagère amovible à claire-voie d'un réfrigérateur

**Colmaté** : Boucher, combler, fermer

**Convulsion** : Contraction involontaire et saccadée des muscles. {sens figuré} Trouble, agitation.

**Diurétique** : Qui accroît la sécrétion d'urine

**Emménagogue** : Qui favorise, régularise ou provoque l'écoulement menstruel (règles).

**Hémostatique** : Médicament qui permet d'arrêter une hémorragie

**Involucre** : Réunion de bractées formant autour d'une fleur, ou de fleurs réunies, ou à la base d'une ombelle, une enveloppe générale.

**Oligocène** : Se dit de la seconde période du tertiaire (il y a environ 38 millions d'années)

**Pappus** : Rapidement, qualifie une aigrette de poils qui surmonte un akène, soit une couronne membraneuse ou ensemble de soies, ayant valeur de calice, qui surmonte l'ovaire, puis l'akène, de nombreuses astéracées et se développant considérablement lors de la fructification.

**Phénologie** : Science ayant pour objet l'étude des phénomènes qui marquent la vie des plantes et des animaux au cours de l'année : germination, floraison, fructification, ..., arrivée et départ des animaux migrateurs, époque de nidification, entrée en hibernation.

**Pubescente** : Se dit des plantes garnies de poils très fins et courts.

**Purgatif** : laxatif

**Pyrosis** : Sensation de brûlure partant de l'épigastre et remontant l'oesophage jusqu'au pharynx. Elle s'accompagne d'un renvoi de liquide acide.

**Saindoux** : Graisse de porc fondue

**Sédatif** : Qui apaise la douleur, qui calme.

**Sessile** : se dit d'une partie quelconque qui n'a pas de support particulier, qui repose immédiatement sur une autre. Fleurs sessiles (sans pédoncule)

**Septentrionale** : qui concerne le nord

**Spasme** : Contraction involontaire des muscles

**Stomachique** : Qui facilite la digestion, qui est bon pour l'estomac.

**Synanthérées** : soudée par les anthères

**Tomenteux** : organe végétal d'une plante couvert de poils mous, à l'aspect cotonneux.

**Tonique** : Qui stimule l'activité de l'organisme. Relatif au tonus musculaire. Qui donne de la force, de l'énergie, qui stimule le corps ou l'esprit.

## Liste d'abréviations

CaCO<sub>3</sub> actif : Calcaire actif

CaCO<sub>3</sub> total : Calcaire total

CE : Conductivité électrique

H.E : Huile essentielle

M.O: Matière organique

MS : Matière sèche.

Rd : Rendement en huile essentielle

## Liste des tableaux

**Tableau I:** Les caractéristiques du sol de l'armoise blanche selon la période de récolte...47

**Tableau II:** Taux de matière sèche, teneur en eau et rendement en huiles essentielles selon le stade de récolte.....Annexe 1

**Tableau III :**Tableau de classification du sol selon les différents constituants en pourcentage.....Annexe 1

## Liste des figures

<b>Figure 1</b> : <i>Artemisia herba alba</i> Asso (in GHRABI, 2005).....	9
<b>Figure 2</b> : <i>Artemisia herba alba</i> Asso (in BOUKEF, 1986).....	9
<b>Figure 3</b> : <i>Artemisia herba alba</i> dans son habitat naturel (Tébessa, janvier 2011).....	19
<b>Figure 4</b> : Station Reffana de la région de Tébessa (Janvier 2011).....	19
<b>Figure 5</b> : Carte géographique montrant la localisation de la région de Tébessa.....	20
<b>Figure 6</b> : Plante entière de l' <i>Artemisia herba alba</i> .....	30
<b>Figure 7</b> : Tige de l'armoïse blanche observée à la loupe G : × 8 .....	31
<b>Figure 8</b> : Base de la tige observée à observée à la loupe G : × 4.....	31
<b>Figure 9</b> : Base de la tige dépourvue de poils observée à la loupe : G : × 4.....	31
<b>Figure 10</b> : Feuilles de l'armoïse blanche observées à la loupe : G : × 4.....	32
<b>Figure 11</b> : Feuilles couvertes de poils observées à la loupe : G : × 8.....	32
<b>Figure 12</b> : Inflorescence de l'armoïse blanche observée à la loupe : G : × 4.....	32
<b>Figure 13</b> : Pétales de l'armoïse blanche observées à la loupe : G : × 4 .....	33
<b>Figure 14</b> : Fleurs de l'armoïse blanche observées à la loupe : G : × 4.....	33
<b>Figure 15</b> : Le gynécée observé à la loupe : G : × 8.....	34
<b>Figure 16</b> : L'androcée observé à la loupe : G : × 4.....	34
<b>Figure 17</b> : Grains de pollens observés au microscope photonique G : 250 ×.....	34
<b>Figure 18</b> : Inflorescences de l'armoïse blanche (Juin 2011).....	34
<b>Figure 19</b> : Inflorescence de l' <i>Artemisia herba alba</i> observée à la loupe : G : × 4.....	35
<b>Figure 20</b> : fil liant les inflorescences.....	35
<b>Figure 21</b> : 5 inflorescences entremêlé entre elles.....	36
<b>Figure 22</b> : Nœud reliant les inflorescences : G : × 4.....	36
<b>Figure 23</b> : Coupe transversale de la jeune tige observée au microscope photonique G : 100 ×.....	36
<b>Figure 24</b> : Cellules de l'épiderme cutinisé d'une coupe transversale de la tige au microscope photonique G : 250 ×.....	37



<b>Figure 25</b> : Poils épidermiques observés d'une coupe transversale de la tige au microscope photonique $G : 250 \times$ .....	37
<b>Figure 26</b> : portion d'une coupe transversale de la tige montrant les cellules du collenchyme et du parenchyme cortical observées au microscope photonique : $G : 250 \times$ .....	37
<b>Figure 27</b> : Partie d'une coupe transversale de la tige montrant les cellules du sclérenchyme observées au microscope photonique : $G : 250 \times$ .....	38
<b>Figure 28</b> : Partie d'une coupe transversale de la tige montrant le faisceau cribro-vasculaire au microscope photonique : $G : 250 \times$ .....	38
<b>Figure 29</b> : Parenchyme médullaire observé au microscope photonique : $G : 250 \times$ .....	39
<b>Figure 30</b> : Coupe transversale de la jeune tige et de la feuille observée au microscope photonique : $G : 100 \times$ .....	39
<b>Figure 31</b> : Coupe transversale de la feuille observée au microscope photonique: $G : 100 \times$ .....	40
<b>Figure 32</b> : Partie d'une coupe transversale de la feuille montrant des cellules épidermiques cutinisées et le sclérenchyme à cellules polyédriques au microscope photonique : $G : 100 \times$ .....	40
<b>Figure 33</b> : Partie d'une coupe transversale de la feuille montrant le faisceau cribro-vasculaire $G : 250 \times$ .....	41
<b>Figure 34</b> : Partie d'une coupe transversale montrant le parenchyme à méat au microscope photonique : $G : 100 \times$ .....	41
<b>Figure 35</b> : Partie d'une coupe transversale d'un épiderme inférieur pourvu de poils : $G : 250 \times$ .....	42
<b>Figure 36</b> : Poils et cellules isolées de la feuille observés au microscope photonique : $G : 100 \times$ .....	42
<b>Figure 37</b> : Cellules isolées du parenchyme palissadique observées au microscope photonique : $G : 250 \times$ .....	43
<b>Figure 38</b> : Cellules de racine observées au microscope photonique : $G : 250 \times$ .....	44
<b>Figure 39</b> : Cellules obtenues après traitement par la technique Feulgen observées au microscope photonique : $G : 250 \times$ .....	44
<b>Figure 40</b> : comparaison des rendements en huiles essentielles des parties aériennes de l'armoise blanche ( <i>Artemisia herba alba Asso</i> ) selon le stade de récolte.....	45

## Sommaire

Introduction.....	1
Revue bibliographique	
<b>I-LES HUILES ESSENTIELLES</b>	
I-1- Définition .....	3
I-2- Répartition, localisation et fonction des huiles essentielles.....	3
I-3- Les caractères physiques et organoleptiques.....	4
I-4- Les facteurs de variabilité .....	4
I-4-1-Le cycle végétatif .....	4
I-4-2-Les facteurs extrinsèques .....	5
I-4-3-Les procédés d'obtention.....	5
I-5- Méthodes d'extraction .....	5
I-5-1-L'enfleurage.....	5
I-5-2-Procédé d'hydrodistillation.....	6
I-5-3-Entrainement à la vapeur d'eau.....	6
<b>II-LES CARACTERISTIQUES DE L'ARTEMISIA HERBA ALBA</b>	
II-1- Répartition géographique .....	7
II-2- La systématique de l'espèce .....	8
II-3- Description morphologique.....	8
II-4- Caractéristiques écologiques.....	10
II-4-1 Exigences climatiques .....	10
II-4-2 Exigences édaphiques.....	10
II-5-Steppe à Armoise blanche.....	11
II-6- Compositions chimiques. ....	11
II-6-1- Les flavonoïdes .....	11
II-6-2- Les lactones sesquiterpéniques.....	12

II-6-3- Les huiles essentielles .....	12
II-6-4- La santonine .....	13
II-7- Utilisation thérapeutique.....	13
II-8- Activité biologique.....	14
II-9-Importance pastorale.....	15
II-10- Importance commercial.....	15
II-11-Toxicité.....	15
 III-LA CARYOLOGIE	
III-1- Définition .....	16
III-2- Le caryotype .....	16
III-3- Le caryogramme.....	16
III-4- Méthodes utilisées pour l'étude des chromosomes.....	16
III-5- La caryologie de l' <i>Artemisia herba alba</i> .....	17
 Matériel et méthodes	
I-Matériel végétal .....	18
I-1- Caractéristiques de la station .....	18
I-2-Récolte des échantillons.....	18
II-Méthodes d'études.....	21
II-1-Description morphologique.....	21
II-2- Description anatomique.....	21
II-3-Dénombrement chromosomique... ..	22
II-3-1-Etude des mitoses.....	22
II-3-2-Etude des méioses .....	23
II-4- Evaluation du rendement en huiles essentielles .....	23
II-4-1-Détermination de la matière sèche.....	23
II-4-2-Extraction des huiles essentielles.....	24
II-5-Analyse du sol.....	24
II-5-1-Le pH .....	25
II-5-2-La conductivité électrique .....	25

II-5-3-La matière organique.....	26
II-5-4-Dosage du calcaire total .....	27
II-5-5-Dosage du calcaire actif .....	28
Résultats et discussions	
I-Description morphologique.....	30
I-1- La tige.....	31
I-2- La feuille.....	32
I-3- L'inflorescence.....	32
II- Description anatomique.....	36
II-1- La tige.....	36
II-2- La feuille.....	39
III-Dénombrement chromosomique.....	44
IV-Rendement en huiles essentielles.....	45
V-Caractéristiques édaphiques .....	46
Conclusion.....	49
Références bibliographiques.....	51

# **INTRODUCTION**

## INTRODUCTION

Les steppes sont caractérisées par des communautés végétales sans arbres où dominent les graminées, les plantes herbacées et de petits buissons (LUTTGE et *al*, 2002). D'après Le HOUEROU (1995), les steppes de type méditerranéen occupent d'immenses superficies depuis le moyen bassin de l'Ebre jusqu'à la Mer d'Aral et la rive occidentale de l'Indus. Cet immense territoire peut être évalué en première approximation à plus de 6 millions de km<sup>2</sup> dont plus de la moitié est occupée par les steppes et le reste par les montagnes et les déserts. Environ 20 % de ces steppes se trouvent dans le Nord de l'Afrique, 1,7 % en Espagne, 30 % au Proche-Orient et le reste au Moyen-Orient (Iraq, Iran, Afghanistan, Pakistan) et en Asie Moyenne (Turkménistan, Tadjikistan, Ouzbékistan). Bien entendu, il existe aussi des steppes, encore plus immenses, en zone à climat non-méditerranéen (pluies estivales) en Asie Centrale (Kazakhstan, Kighizistan, Mongolie).

Les steppes du Nord de l'Afrique couvrent plus de 63 millions d'hectares d'une végétation basse et clairsemée (AIDOUD et *al*, 2006). Une importante partie est située en Algérie où elle a une très grande importance économique découlant de sa vocation pastorale et de sa richesse potentielle en espèces médicinales (DJEBAÏLI et *al*, 1989). D'après NEDJRAOUI (2002), les steppes algériennes sont dominées par 4 grands types de formations végétales: les steppes graminéennes à base d'alfa (*Stipa tenacissima*), steppe à sparte (*Lygeum spartum*), steppe à remt (*Hamada scoparium*) et les steppes chamaephytiques. Ces dernières, sont dominées par des arbrisseaux dont la taille ne dépasse guère 50cm. Parmi ces arbrisseaux, il faut citer *Artemisia herba alba* (LE HOUEROU, 1995). Cette espèce recouvre 3 millions d'hectares et elle est située dans les étages arides supérieur et moyen à hiver frais et froid avec des précipitations variant de 100 à 300 mm (NEDJRAOUI, 2002).

L'armoise blanche est l'une des plantes médicinales les plus utilisées par la population contre un large éventail de maladies. En effet, elle est utilisée pour traiter la grippe, les nausées, l'anémie (YASHPHE et *al*, 1987), le rhumatisme, l'obésité, les troubles digestifs et respiratoires (OULD EL HADJ et *al*, 2003). En outre, LE HOUEROU (1995) la considère comme une espèce de valeur pastorale reconnue et recherchée par le bétail.

Depuis ces dernières décennies, l'armoise blanche fait l'objet de plusieurs études à travers le monde. Certains auteurs (HUDAIB et *al*, 1996 ; SALIDO et *al*, 2004 ; HAOUARI et FERCHICHI 2009 ; KADRI et *al*, 2010 ; BEZZA et *al*, 2010) se sont intéressés à l'étude et à la détermination de la composition chimique de ses huiles essentielles. D'autres ont pu

déterminer l'efficacité de cette espèce comme plante médicinale. Parmi ces travaux, certains sont portés sur l'étude de l'activité des huiles essentielles et des extraits aqueux de cette espèce. En effet, les huiles essentielles présentent quelques activités antimicrobiennes (MIGHRI et al, 2009), antibactériennes, antifongiques (GHANMI et al, 2010) et anti-oxydantes (ZOUARI et al, 2010). D'autre part, les extraits aqueux d'armoise blanche, présentent des activités antileishmaniennes (HATIMI et al, 2001), antidiabétiques (IRIADAM et al, 2005) et antispasmodiques (SKIKER et al, 2010).

Bien que l'armoise blanche ait fait l'objet de plusieurs études, peu de travaux ont porté sur ses caractéristiques caryologiques (FERCHICHI, 1997 ; BETINA, 2004) ou morphologiques.

L'armoise blanche est actuellement en voie de régression. En effet, sa consommation par les ovins rend ses peuplements plus vulnérables que ceux de l'alfa (MHIRIT et BLEROT, 1999). Selon NEDJRAOUI (2004), bien qu'elle soit appréciée pour ses vertus médicinales et son odeur pour la cuisson, elle est déracinée par les éleveurs qui l'utilisent à des fins domestiques. Ces dégâts sont estimés entre 7 000 et 20 000 hectares.

N'ayant pas été étudiée dans tous ses aspects nous nous sommes fixé comme objectif :

- Apporter une contribution à la description générale de *l'Artemisia herba alba* sur le plan morphologique, suivie par une étude anatomique.

- Contribuer à l'étude caryologique de cette espèce.

- Evaluer les rendements en huiles essentielles de la plante selon le stade de développement d'une part et étudier la relation entre les rendements en huiles essentielles et la composition du sol d'autre part.

Notre travail débutera par une étude bibliographique. Nous envisagerons par la suite le matériel d'étude et les méthodes utilisées. Les résultats et les discussions seront traités dans un autre chapitre. Nous terminerons par une conclusion.

**REVUE  
BIBLIOGRAPHIQUE**



## **I- LES HUILES ESSENTIELLES**

### **I-1- Définition**

Les huiles essentielles aussi appelées : essences de plantes, essences aromatiques, essences végétales (SALLE, 1991) sont des produits odorants, généralement de composition complexe (MILPIED, 2009), renfermant les principes volatils contenus dans les végétaux et plus au moins modifiés au cours de leurs préparations.

### **I-2 Répartition, localisation et fonction des huiles essentielles**

#### **➤ Répartition et localisation**

D'après BRUNETON (1993), les huiles essentielles peuvent être stockées dans tous les organes végétaux : fleurs (bergamotier, tubéreuse), feuilles (citronnelle, eucalyptus) et, bien que cela soit moins habituel, dans des écorces (cannelier), des bois (bois de rose, santal), des racines (vétiver), des rhizomes (curcuma, gingembre), des fruits (toute-épice, anis), des graines (muscade). Selon ce dernier, si tous les organes d'une même espèce peuvent renfermer une huile essentielle, la composition de cette dernière peut varier selon la localisation.

La biosynthèse des huiles essentielles est liée à des cellules spécialisées, rarement isolées (Lauraceae ou Zingiberaceae), le plus souvent regroupées en poches (Myrtaceae, Rutaceae) ou en canaux sécréteurs (Apiaceae, Asteraceae) (GUIGNARD, 2000) et en poils sécréteurs (Lamiaceae) (BRUNETON, 1993).

Pour avoir un maximum d'huile essentielle dans une plante, il est indispensable de cueillir la plante avant la floraison. C'est à ce moment que la plante donne son maximum d'huile essentielle (SALLE, 1991).

#### **➤ Fonction**

Selon SALLE (1991) et RICHTER (1993), les fonctions possibles des huiles essentielles sont multiples :

- Attraction des insectes pollinisateurs pour permettre la fécondation.
- Protection contre les prédateurs de la plante.
- Inhibition de la germination et de la croissance.

- Inhibition de la germination des bactéries et des champignons.

### **I-3- Les caractères physiques et organoleptiques**

D'après certains auteurs (SALLE, 1991 ; ROUX et CATIER, 2007), les huiles essentielles possèdent un certain nombre de propriétés physiques et organoleptiques:

- Ces essences sont généralement liquides à la température ordinaire.
- Elles sont volatiles et entraînable à la vapeur d'eau.
- La quantité d'huile essentielle que l'on peut retirer d'une plante est extrêmement faible.
- Leur densité est généralement inférieure à 1.
- Elles sont peu solubles dans l'eau mais lui communiquent l'odeur.
- Elles sont solubles dans la plupart des solvants organiques (alcool, éther...).
- Elles sont sensibles à l'oxydation et donc de conservation limitée.
- Elles sont généralement incolores ou jaune pâle lorsqu'elles viennent d'être préparées. On trouve quelques huiles essentielles colorées en jaune rougeâtre (essence de cannelle), en vert (essence d'absinthe) et en bleu (essence de camomille).

De ces propriétés découlent les principales précautions à prendre pour les conserver dans des flacons de petite taille, bien bouchés, colorés ou en aluminium et si possible à basse température (ROUX et CATIER, 2007).

### **I-4- Les facteurs de variabilité**

Les essences produites par les différentes espèces de plantes varient dans leurs caractéristiques physicochimiques selon certains facteurs (SALLE, 1991). Parmi les facteurs responsables de cette variabilité, on retient:

#### **I-4-1-Le cycle végétatif**

Des variations importantes peuvent se produire au cours du cycle végétatif autant en ce qui concerne le rendement que la composition chimique de l'huile essentielle (GARNERO, 1991). Pour une espèce donnée, la proportion des différents constituants d'huiles essentielles peut varier tout au long de son développement (BRUNETON, 1999).

#### **I-4-2-Les facteurs extrinsèques**

D'après BRUNETON (1999), il s'agit de l'incidence des facteurs de l'environnement, comme la température, l'humidité relative, la durée totale d'insolation et le régime des vents. Ces facteurs exercent une influence directe, surtout chez les espèces qui possèdent des structures histologiques de stockage superficielles ; lorsque la localisation est plus profonde, la qualité est beaucoup plus constante.

Les pratiques culturales sont également déterminantes sur le rendement et la qualité du produit final (BRUNETON, 1993). Selon ce dernier, les jours longs et les nuits tempérées chez la menthe poivrée conduisent à des rendements en huiles essentielles plus élevés. De même, chez certain citrus, la teneur en huile essentielle est d'autant plus élevée que la température est importante.

#### **I-4-3-Les procédés d'obtention**

Le matériel végétal qui va subir une hydrodistillation n'est pas traité immédiatement. Des modifications physiques ou biochimiques dues à l'action de l'air, du soleil et de l'échauffement en tas peuvent se produire et se révéler fâcheuses pour la qualité de l'huile essentielle (GARNERO, 1991). La labilité des constituants des huiles essentielles explique que la composition du produit obtenu par hydrodistillation soit, le plus souvent, différente de celle du mélange initialement présent dans les organes sécréteurs du végétal. Au cours de l'hydro distillation, l'eau, l'acidité et la température peuvent induire l'hydrolyse des esters mais aussi des réarrangements, des isomérisations et des oxydations (BRUNETON, 1999).

#### **I-5- Méthodes d'extraction**

Il existe plusieurs procédés d'extraction des matières aromatiques donnant les huiles essentielles.

##### **I-5-1-L'enfleurage**

Cette méthode n'est presque plus utilisée car elle est très coûteuse. Ce sont des clayettes où l'on met un corps gras (graisse animale type saindoux). On étale une couche de ce saindoux puis une couche de pétales de fleurs puis on recommence cette opération plusieurs fois. On chauffe la clayette légèrement aux environs de 30°. Le saindoux devient mou et se sature d'essence. Quand le saindoux se dissout, on met de l'alcool qui sert de

vecteur à l'huile essentielle. On effectue ensuite la séparation par évaporation sous vide (SALLE, 1991).

### **I-5-2-Procédé d'hydrodistillation**

L'hydrodistillation est la méthode la plus simple et de ce fait la plus anciennement utilisée. Le matériel végétal est immergé directement dans un alambic rempli d'eau placé sur une source de chaleur. Le tout est ensuite porté à ébullition. Les vapeurs hétérogènes sont condensées dans un réfrigérant et l'huile essentielle se sépare de l'hydrolat par simple différence de densité. L'huile essentielle étant plus légère que l'eau (sauf quelques rares exceptions), elle surnage au dessus de l'hydrolat (FRANCHOMME et *al*, 1990).

### **I-5-3-Entrainement à la vapeur d'eau**

Les plantes entières ou broyées, lorsqu'il s'agit d'organes durs (racine, écorce), sont disposées dans un alambic traversé par un courant de vapeur d'eau. Sous l'effet de la chaleur, l'eau se transforme en vapeur qui, sous basse pression, traverse alors la cuve remplie de plantes aromatiques. La vapeur d'eau qui a volatilisé et entraîné l'huile essentielle se condense ensuite dans le serpentin du réfrigérant. À la sortie de l'alambic, un essencier autrefois nommé « vase florentin » permet de séparer l'eau de l'huile essentielle grâce à la différence de densité des deux liquides (ROUX, 2008).

## II-LES CARACTERISTIQUES DE L'ARTEMISIA HERBA ALBA

### II-1- Répartition géographique

Les Astéracées constituent l'une des plus vastes familles du règne végétal. C'est une famille répandue dans le monde entier, mais principalement dans les régions tempérées. Les premières Astéracées sont apparues à l'oligocène, soit il y'a environ 20 millions d'années (GUIGNARD, 2001), avec au moins 21000 espèces réparties en 1300 genres. Cette famille est l'une des plus belles réussites de l'évolution. Un fait le prouve sans conteste : le grand nombre de ses espèces. Selon BRUNETON (2001), ces plantes sont rarement arbustives ou épiphytes ; elles sont surtout herbacées et souvent vivaces.

L'importante famille des Composées comprend de rares espèces médicinales et parmi celles-ci peu appartiennent à la flore des zones arides ou semi-arides ; les plus importantes sont les *Artemisia* (PARIS et DILLEMANN, 1960).

Ce genre est composé d'un grand nombre d'herbacées de petite taille dont plus de 300 espèces différentes se trouvent principalement dans les zones arides et semi arides d'Europe, d'Amérique, d'Asie et d'Afrique du Nord. Les espèces d'*Artemisia* (*l'Artemisia absinthium*, *l'Artemisia annua* et *l'Artemisia vulgaris*) sont largement utilisées comme plantes médicinales en médecine traditionnelle (CHOPRA et al, 1960 ; WRIGHT, 2002).

Avec plusieurs autres espèces de ce genre, *l'Artemisia herba alba* est une espèce appartenant à la famille des composées. C'est aussi l'une des plantes largement utilisée dans la médecine traditionnelle (KHENNOUF et al, 2010).

La répartition géographique de l'armoise blanche (*Artemisia herba alba*) à travers le monde a été décrite par plusieurs auteurs.

D'après QUEZEL et SANTA (1963) et GHRABI (2005), cette espèce est répandue en Espagne, en Asie occidentale (polymorphe) et très largement distribuée aux îles Canaries. L'armoise blanche est aussi répandue au Moyen-Orient, en Egypte, en Afrique du Nord (Maroc, et le sud Algérien) et dans les déserts du Sahara (PARIS et DILLEMANN, 1960; BOULLARD, 2001).

Selon OZENDA (1977), cette plante steppique est très fréquente sur les hauts plateaux et plus rare au Sahara septentrional (Zousfana, El Goléa, Hamada de Tinghert).

D'après LE HOUEROU (1995), les espèces rencontrées en Algérie sont : *Artemisia herba alba*, *Artemisia campestris* L, *Artemisia judaica* L, *Artemisia arborescens* L, *Artemisia*

*absinthium L, Artemisia atlantica coss et Dur, Artemisia alba turra ssp kabylica, Artemisia verlotorum lamott, Artemisia vulgaris L, Artemisia monosperma L.*

## **II-2- La systématique de l'espèce**

L'espèce *Artemisia herba alba* Asso présente la classification suivante :

Classification (OZENDA, 1983 in BENMOKADEM, 2003)

Règne: Plantae

Sous- embranchement : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Sous classe : Gamopétales

Ordre: Astérales

Famille: Asteraceae

Genre: Artemisia

Espèce: *Artemisia herba alba*

## **II-3- Description morphologique**

L'armoise blanche, connue aussi sous le nom de Chih, Chiha, Chiba, Ifsi, Zézzaré..., est un sous arbrisseau tomenteux blanchâtre (BABAAISSA, 1999), à tiges nombreuses, de 30 à 50 cm (QUEZEL et SANTA, 1963) (figure 1). Cette espèce se présente sous forme de véritables petits troncs (BENABADJI,1996).

Cette plante se distingue par son duvet laineux plus dense qui recouvre toute la plante, par des feuilles courtes enchevêtrées, finement divisées (BENCHELAH et *al*, 2000) (Figure 2).

D'après QUEZEL et SANTA (1963) et BOUKEF (1986), les fleurs sont toutes hermaphrodites. Sessiles ou subsessiles, elles sont entassées dans de très petits capitules, étroits, ovoïdes, à l'involucre scarieux comportant 2 à 5 fleurs jaunâtres.

Selon QUEZEL et SANTA (1963), les bractées externes de l'involucre sont orbiculaires, opaques et pubescentes ; les intérieures sont oblongues, brillantes et glanduleuses.

Le fruit est un akène oblong (BOUKEF, 1986).

Selon FERCHICHI (1997), le système racinaire de l'armoise blanche permet d'absorber l'humidité superficielle causée par de petites pluies, ainsi que l'humidité du sol jusqu'à 50cm de profondeur.



**Figure 1 : Photo de la plante *Artemisia herba alba* Asso (in Ghrabi, 2005).**



**Figure 2 : *Artemisia herba alba* Asso (in Boukef, 1986).**

D'après GHRABI (2005), la croissance végétative de l'armoise blanche a lieu en automne ; la floraison commence en Juin et se développe essentiellement à la fin de l'été.

D'après BENKHEIRA et *al* (2005), les groupements à armoise blanche présentent de nettes variations saisonnières qui s'expriment par le changement dans la composition floristique ; ils présentent une phénologie en période humide et une phénologie en période sèche. Selon GHRABI (2005), en hiver, cette espèce perd ses feuilles. Au début de la saison sèche, elle les remplace par des feuilles plus petites dont la structure anatomique est différente.

## **II-4-Caractéristiques écologiques**

### **II-4-1-Exigences climatiques**

D'après FERCHICHI (1997), l'armoise blanche est présente en Tunisie depuis l'étage bioclimatique semi-aride jusqu'au saharien (entre 400 mm et 90 mm de précipitation annuelle).

En Algérie, cette espèce est située dans les étages arides supérieur et moyen à hiver frais et froid avec des précipitations variant de 100 à 300 mm (NEDJRAOUI, 2002).

### **II-4-2-Exigences édaphiques**

L'armoise blanche a été décrite dans des conditions édaphiques très variées (WAEL et *al*, 2009). D'après NABLI (1989), cette espèce pousse sur des sols bruns steppiques, de texture moyenne et des sols sableux. Selon ce dernier, cette plante occupe principalement les dépressions non salées et les glacis à sols limoneux.

Selon certains auteurs (LE HOUEROU, 1995 ; MHIRIT et BLEROT, 1999), l'armoise blanche est abondante sur des sols à texture moyenne, souvent squelettiques (croûte calcaire), mais toujours colmatés en surface et riches en éléments fins. Alors que, d'après OURCIVAL (1995), cette espèce se trouve sur des sols limono-sableux et plus rarement sur des sols à croûte calcaire.

D'autre part, KHALIL et *al* (2002) mentionnent que cette plante domine les sols argileux et dans les dépressions où l'eau s'accumule.

Selon BEN EL MOSTAFA (2001), l'armoise blanche se développe également sur des sols caillouto-terreux ou sablo-limoneux.



## **II-5-Steppe à armoise blanche**

En Afrique du Nord, les superficies occupées par les steppes à armoise blanche sont évaluées à plus de 10 millions d'hectares (HAOUARI et FERCHICHI, 2007).

D'après NEDJRAOUI (2002), en Algérie, les steppes à armoise blanche recouvrent 3 millions d'hectares et sont situées dans les étages arides et semi-arides frais. Selon ce même auteur, les steppes à armoise blanche sont souvent considérées comme les meilleurs parcours utilisés pendant toute l'année ; en mauvaises saisons, elles constituent une réserve importante. L'armoise est une espèce bien adaptée à la sécheresse.

Selon AYAD et *al* (2007), dans le sud oranais, la dégradation graduelle des nappes alfatières, la manifestation du phénomène d'allélopathie et la sédentarisation du cheptel ont favorisé l'installation à grande échelle de l'armoise blanche.

D'autre part, d'après AÏDOUD et *al* (2006) et WAEL et *al* (2009), la steppe à armoise blanche est marquée par une dégradation intensive. Malgré cette adaptation vis-à-vis des facteurs climatiques et édaphiques ainsi, que l'exceptionnelle résistance à la sécheresse et au pâturage, elle est désormais en forte régression. De même, dans les situations où elle subsiste, son couvert a beaucoup baissé. La contribution de l'armoise a nettement régressé au profit d'autres espèces moins appréciées du bétail : *Atractylis serratuloïdes*, *Anabasis sp.*, *Noaea mucronata*, *Hammada sp.*

## **II-6-Compositions chimiques**

L'*Artemisia herba alba* présente les composants chimiques suivants :

### **II-6-1- Les flavonoïdes**

Les flavonoïdes sont des composés phénoliques (MAROUF et REYNAUD, 2007). Leur intervention dans les mécanismes de la pollinisation, liée à leur couleur, est essentielle. Ils peuvent avoir un rôle attractif ou répulsif sur les insectes herbivores permettant ou non leur consommation (MILCENT et CHAU, 2003).

Les flavonoïdes détectés dans *l'Artemisia herba alba* montrent une diversité structurale allant des flavonoïdes communs (flavones glycosides et favonols) jusqu'aux flavonoïdes méthyles qui sont très inhabituels (SALEH et *al*, 1985 ; SALEH et *al*, 1987 in BOULDJADJ, 2009).

Selon SALAH et JAEGER (2005) les principaux flavonoïdes étudiés dans l'armoise blanche sont l'hispidulin et la cirsilineol.

### **II-6-2- Les lactones sesquiterpéniques**

Les lactones sesquiterpéniques sont parmi les produits naturels les plus courants dans l'espèce *Artemisia*. Ils sont largement responsables de l'importance de ces plantes dans la médecine et la pharmacie. Plusieurs types de structures de lactones sesquiterpéniques ont été trouvés dans les parties aériennes d'*Artemisa herba-alba*. Les eudesmanolides suivie de germacranolides semblent être les plus abondantes (MOHAMED et al, 2009).

### **II-6-3- Les huiles essentielles**

Ces dernières décennies, de nombreux auteurs (SALIDO et al, 2004; HOUARI et FERCHICHI, 2009) se sont intéressés à l'étude de la composition des huiles essentielles de l'armoise blanche ; ils ont découvert l'existence de différents chimiotypes dans l'espèce en fonction des territoires où a crû la plante.

D'après Guignard (2001), les composants principaux de ces huiles sont les mono- et les sesquiterpènes. D'autre part, LAWRENCE (1989) in MOHAMED et al (2010) a révélé que cette huile est composée principalement de monoterpènes oxygénés, tels que le 1,8 cinéol, chrysanthenone, chrysanthenol (et son acétate), l' $\alpha$  et  $\beta$ - thuyone, et le camphre.

Des études faites en Espagne (SALIDO et al, 2003) ont révélé que les hydrocarbures et les monoterpènes oxygénés sont les plus abondants dans la plupart des huiles essentielles de l'armoise blanche, mais de grandes quantités de sesquiterpènes ont été trouvées pour certaines populations. Le camphre, le 1,8-cinéole, p-cymène et davanone étaient les principaux composés trouvés dans les huiles essentielles de cette espèce.

En Jordanie, HUDAIB et al (2006) ont montré que les monterpènes oxygénés étaient prédominants dans les huiles essentielles de l'armoise blanche, et les principaux composés identifiés dans cette huile sont l' $\alpha$  et  $\beta$ -thuyone.

Des travaux faits en Tunisie (AKROUT, 1999) ont révélé que les constituants de l'huile essentielle de l'armoise blanche provenant de la chaîne montagneuse des Matmatas (région de Matmata) sont principalement des monoterpènes. Il s'agit surtout de  $\alpha$ -thujone, trans-acétate de sabinyle et  $\beta$ -thujone, accompagnés de faibles quantités de 1,8-cinéole , de chrysanthénone et acétate de chrysanthényle.

Selon PAOLINI et *al* (2010), des quantités élevées de monoterpènes ont été trouvées dans l'huile de l'armoise blanche cultivée au Maroc. Les composés majoritaires de cette huile sont le camphre, chrysanthénone et  $\alpha$ - et  $\beta$ -thuyone.

En Algérie, BEZZA et *al* (2010) ont montré que l'huile de l'armoise blanche récoltée dans la région de Biskra contient en majorité de l'acétate de cis-chrysanthényle, de l' $\alpha$ -thujone, de l'acétate de myrtényle, de la verbénone et de la chrysanthénone, et un composé que l'on pourrait appeler biskral (2E,3Z-2-éthyliden-6-méthyl-3,5-heptadiène) spécifique de l'huile analysée. Ce dernier composé n'a jamais été cité pour une huile essentielle d'armoise blanche ou pour une plante du genre *Artemisia*. Selon BEZZA et *al* (2010), il existe de faibles quantités de composés sesquiterpéniques, type le germacrène D et le spathulénol.

#### **II-6-4- La santonine**

Certains auteurs (PARIS et DILLEMANN, 1960 ; BOULLARD, 2001) affirment que l'armoise blanche ne contient pas de santonine alors qu'elle agit comme vermifuge. Selon BABAAISSA (1999), l'armoise blanche contient de la santonine, ce qui lui donne la propriété d'être vermifuge.

#### **II-7- Utilisation thérapeutique**

L'*Artemisia herba alba* a été utilisée, tout d'abord, comme aromatisant dans le thé et le café, puis elle est devenue une panacée dans la médecine traditionnelle arabo-musulmane. Le Chih est un remède très populaire auquel on a souvent recours pour faciliter la digestion (BABAAISSA, 1999) et ouvrir l'appétit (MHIRIT et BLEROT, 1999).

Les sommités fleuries de cette plante sont récoltées, séchées, réduites en poudre et prises comme digestives (DUVEYRIER, 1864).

Une décoction de feuilles et de fleurs est donnée aux enfants atteints de vers intestinaux (DUVEYRIER, 1864). C'est une drogue que les arabes ont considéré comme un vermifuge efficace bien que sa richesse en alpha-santonine soit discutée. Cette drogue serait en vérité, seulement légèrement anthelminthique (BOULLARD, 2001).

D'autre part, d'après BOUKEF (1986), le décocté des parties aériennes de cette plante serait particulièrement efficace dans les cas de ballonnements intestinaux, de pyrosis et d'aérophagie ; le dicton populaire le rappelle si bien « l'*Artemisia* pour les gaz ». Selon ce dernier, le décocté des feuilles est réputé pour soigner les rhumatismes, les lithiases rénales, les engelures et l'intoxication alimentaire.

D'après BABAAISSA (1999), l'armoise blanche peut calmer les douleurs abdominales et certains malaises du foie. Selon FEUERSTEIN et al (1986), cette plante est un remède pour traiter la gastrite et l'inflammation du tractus gastro-intestinal.

L'infusion de cette espèce est utilisée comme analgésique, antispasmodique et hémostatique (Mohamed et al, 2010).

Ses racines sont indiquées contre certains troubles nerveux : tics, spasmes, convulsions, et comme sédatif (BABAISSA, 1999).

L'huile essentielle de l'*Artemisia herba alba* est riche en cinéol. Son indication majeure est celle qui concerne les règles, c'est un régulateur du cycle féminin. En effet, cette plante est emménagogue mais aussi stomachique, diurétique et tonique (MHIRIT et BLEROT, 1999). Selon BOULLARD (2001), le miel butiné sur l'armoise blanche partagerait les propriétés de la plante elle même.

## **II-8- Activité biologique**

Plusieurs travaux ont révélé que l'huile essentielle et l'extrait aqueux de l'armoise blanche (*Artemisia herba alba*) possèdent d'importantes activités.

Selon ZOUARI et al (2010), l'huile essentielle de cette espèce possède des propriétés multifonctionnelles. D'après les travaux de YASHPHE et al (1979) in MOHAMED et al (2009), l'huile essentielle de l'armoise blanche possède une activité antibactérienne. En effet cette huile est active contre certaines bactéries à Gram-positif (*hemolyticus Streptococcus* et *Staphylococcus aureus*) et certaines bactéries à Gram négatif (*Escherichia coli*, *Shigella sonnei* et *Salmonella typhosa*,). Selon BEZZA et al (2010), l'activité antibactérienne serait liée à la présence du composé  $\alpha$ -thujone. De plus, d'après ce dernier, le composé  $\alpha$ -thujone possède d'autres activités biologiques telles qu'abortives, insecticides et larvicides. D'autre part, d'autres auteurs (MIGHRI et al, 2009 ; GHANMI et al, 2010) ont révélé que l'huile de l'armoise blanche possède une importante activité antimicrobienne et antifongique et cette activité serait liée à leur richesse en composés oxygénés (chrysonthénone, camphre,  $\alpha$ -terpin-7-al et trans- $\beta$ -terpinéol).

Les travaux de HATIMI et al (2001) ont révélé que l'huile essentielle ainsi que l'extrait aqueux de l'*Artemisia herba-alba* possèdent une activité antileishmanienne contre deux espèces de Leishmania (*Leishmania tropica* et *Leishmania major*).

D'autres études faites en Turquie et au Maroc (IRIADAM et al, 2006 ; SKIKER et al, 2010) ont montré que l'extrait aqueux de l'armoise blanche est utilisé pour la thérapie conventionnelle de plusieurs maladies comme le diabète sucré et l'hypertension artérielle. En Jordanie, cette espèce est utilisée selon WRIGHT (2002) comme antidote aux venins de serpents et de scorpions. Son extrait aqueux peut inhiber l'activité hémolytique de la vipère du désert (*Cerastes cerastes*) et du scorpion (*Leiurus quinquesteiartus*).

### **II-9-Importance pastorale**

L'armoise est une espèce bien adaptée à la sécheresse et à la pression animale, en particulier ovine (NEDJRAOUI, 2002). Selon LE HOUEROU (1995) et QUEFFELEC (2002), c'est une espèce de valeur pastorale reconnue et utilisée comme aliment pour le bétail.

### **II-10-Importance commerciale**

L'armoise blanche est exploitée aujourd'hui pour la production d'huile essentielle. Son essence est destinée essentiellement à l'industrie de la cosmétologie et de la parfumerie. Deux pays se partagent le marché international pour cette huile, le Maroc et la Tunisie. Mais la grosse part revient au Maroc qui détient 90% du marché mondial. Ce pays est pratiquement le seul producteur dans le monde de cette huile essentielle. Cette production est estimée à environ 40 T d'huile essentielle par an (ANONYME, 2006). L'huile de *l'Artemisia herba alba* a une saveur caractéristique présentant une forte propriété sensorielle et pourrait donc être également adaptée pour l'utilisation en tant qu'aromatisant dans l'industrie alimentaire (ZOUARI et al, 2010).

### **II-11-Toxicité**

Certaines plantes utilisées à visée thérapeutique peuvent, à fortes doses, présenter une menace pour la santé de l'homme. C'est le cas de l'armoise blanche "Chih" (*Artemisia herba alba*) (KHATTABI et al, 2010). D'après BABAISSA (1999), des spécialistes signalent la toxicité de cette espèce à forte dose. Plusieurs auteurs évoquent les effets néfastes de l'armoise blanche imputables à la présence de  $\beta$ -thujone dans l'huile essentielle (ANONYME, 2006).

### **III- LA CARYOLOGIE**

#### **III-1- Définition**

La caryologie est la partie de la cytologie qui étudie le noyau ( FORET, 2006). Elle est basée sur la mise en évidence et le comptage du nombre de chromosomes par cellule diploïde (JALABERT et FOSTIER, 2010).

#### **III-2- Le caryotype**

Le caryotype est une représentation ordonnée de l'ensemble des chromosomes d'une cellule. Ils sont photographiés pendant la métaphase et classés par paires homologues et par ordre de taille décroissante (FORET, 2006).

D'après JAHIER (1992), le caryotype peut être recherché pour des raisons d'ordre taxinomique correspondant alors à l'acquisition d'un nouveau critère de classification. Selon DUTUIT et GORENFLOT (2008), les variations du caryotype peuvent concerner des mutations chromosomiques (nombre de chromosomes ou fragments ajoutés ou détachés). D'après ce dernier, l'examen précoce du caryotype permet la détection d'anomalies héréditaires.

#### **III-3- Le caryogramme**

Le caryogramme est une représentation graphique schématique du complément chromosomique, ayant pour implication générale le fait que les chromosomes d'une seule cellule peuvent caractériser un individu ou une espèce (DORLAND, 2008). Selon JAHIER (1992), l'établissement d'un caryogramme repose sur l'analyse d'un minimum de 15 à 20 plaques métaphasiques complètes présentant des chromosomes bien étalés et très nets.

#### **III-4- Méthodes utilisées pour l'étude des chromosomes**

La détermination du nombre chromosomique et des autres caractéristiques caryotypiques fait couramment partie de la systématique des plantes. On peut étudier le nombre chromosomique en mitose ou en méiose. La mitose est habituellement étudiée dans les cellules des pointes de racines en croissance active, mais d'autres tissus (comme les pétales en développement) peuvent aussi être utilisés. On observe plus souvent la méiose parce qu'elle donne plus d'information que la mitose sur les relations entre les génomes. Les

microsporocytes, cellules qui sont à l'origine du pollen, conviennent le mieux pour l'étude de la méiose parce qu'ils sont plus faciles à manipuler que les mégasporocytes et parce que leur prélèvement à partir des anthères est plus facile. Une étude efficace des chromosomes peut exiger beaucoup de patience et d'adresse parce que les chromosomes sont parfois nombreux et petits et parce qu'il est difficile de récolter le matériel au stade adéquat de la méiose. Les protocoles destinés à l'étude des chromosomes impliquent la coloration des cellules par un colorant spécifique, comme le carmin. Il est utile d'amollir les tissus pour faciliter l'écrasement des cellules et permettre l'étalement des chromosomes, dont le comptage devient facile (JUDD et al, 2001).

### **III-5- La caryologie de l'*Artemisia herba alba***

L'étude de FERCHICHI (1997) réalisée à partir de plusieurs populations d'*Artemisia herba alba* Asso de la Tunisie présaharienne a permis de révéler l'existence de deux caryotypes, l'un diploïdes à  $2n = 18$ , l'autre tétraploïdes à  $2n = 36$ . D'après ce dernier, la caractérisation morphologique, biologique et écologique des deux caryotypes met en évidence des différences au niveau de la répartition géographique, des exigences écologiques, de la vigueur végétative et de la morphologie florale. Cette différenciation a permis à FERCHICHI de classer les deux caryotypes dans deux variétés différentes: *Artemisia herba alba* Asso. var. *herba alba* ( $2n = 18$ ) et *Artemisia herba alba* Asso. var. *desertià* ( $2n = 36$ ).

Une autre étude faite en Algérie par BETINA (2003), a révélé que le caryotype de l'*Artemisia herba alba* prélevé dans huit populations d'Algérie (Batna, Biskra, Bou Saada, Constantine, Khenchla, Oum El Bouagui, Sétif, Tébessa) est tétraploïde avec le nombre de chromosome  $2n=36$ .

# **MATERIEL ET METHODES**



L'essentiel de cette étude expérimentale a été réalisé au niveau de deux laboratoires du département d'agronomie au sein de l'université de SAAD DAHLEB de Blida:

- Laboratoire de recherche des plantes aromatiques et médicinales.
- Laboratoire de pédologie.

## **I-Matériel végétal**

### **I-1-Caractéristiques de la station**

La plante *Artemisia herba alba* sélectionnée pour cette étude a été collecté au niveau de la station Reffana dans la région de Tébessa (figure 3 et 4). L'identification de l'espèce a été faite à partir de la description donnée par QUEZEL et SANTA (1963).

Tébessa, ou Tbessa ville d'Algérie, est située à 670 km vers l'est d'Alger et à 45 km des frontières algéro-tunisiennes (figure 5). Son altitude est de 800 m. D'une superficie de 14 227 km. Elle est caractérisée par un climat semi-aride et une pluviométrie ne dépassant pas les 400 mm/an.

### **I-2- Récolte des échantillons**

Nous avons fait trois récoltes :

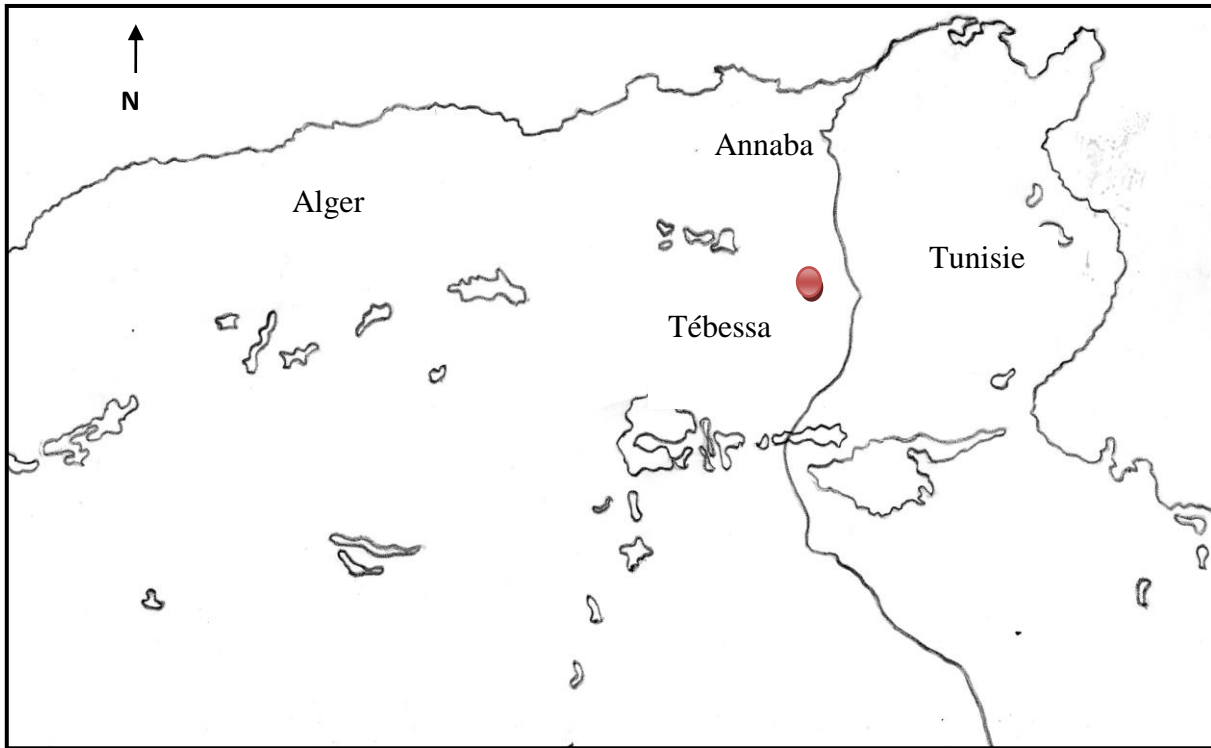
- La première récolte a été effectuée la matinée (9h-10h) au début du mois de janvier (stade feuillaison).
- La deuxième récolte a été faite la matinée à (9h-10h) au début du mois d'avril (stade près-floraison).
- La troisième collecte à été effectuée la matinée à (9h-10h) au début du mois de juin (stade floraison).



**Figure 3 : *Artemisia herba alba* dans son habitat naturel (Tébessa, janvier 2011)**



**Figure 4 : Station Reffana de la région de Tébessa (Janvier 2011)**



Echelle 1:4000 000

**Figure 5 : Carte géographique montrant la localisation de la région de Tébessa**

## **II- Méthodes d'étude**

Pour notre travail, nous avons réalisé :

- une description morphologique.
- une description anatomique.
- un dénombrement chromosomique.
- une extraction des huiles essentielles pour les différents stades de récolte.

Nous avons pris un échantillon de 1kg du sol de la station à chaque échantillonnage (janvier, avril et juin).

### **II-1-Description morphologique**

Pour la description morphologique, un échantillon de notre espèce a été séché et déposé sur une feuille propre pour montrer l'aspect morphologique de la plante.

D'autre part, un échantillon de l'espèce est pris pour une observation à l'œil nu et à la loupe.

### **II-2- Description anatomique**

Pour la description anatomique, nous avons effectué des coupes transversales (à main levée) de la jeune tige de l'armoise blanche par la technique de double coloration selon le protocole suivant :

- Trempage des coupes dans de l'eau de javel pendant 15 à 20 minutes afin de vider les cellules.
- Rinçage à l'eau de robinet pendant 5 à 10minutes pour éliminer l'excès de l'eau de javel.
- Trempage des coupes dans l'acide acétique pendant 1 à 3 minutes, pour préparer les parois à recevoir les colorants.
- Rinçage à l'eau de robinet pendant 5 à 10 minutes.
- Trempage dans le vert de méthyle (1<sup>er</sup> colorant) pendant 20minutes.
- Rinçage à l'eau de robinet pendant 5 à 10minutes.
- Trempage dans le rouge de Congo (2<sup>ème</sup> colorant) pendant 5 minutes.
- Rinçage à l'eau de robinet pendant 5 à 10minutes.

- La coupe est mise sur une lame et couverte d'une lamelle pour l'observation au microscope photonique.

### **II-3-Dénombrement chromosomique**

Pour le dénombrement chromosomique, nous avons appliqué la technique de FEULGEN et ROSENBAK (1924) pour l'étude des mitoses et méioses.

#### **II-3-1-Etude des mitoses**

La technique appliquée pour l'observation des chromosomes au stade métaphasique au niveau de la zone de croissance (méristématique) des racines est réalisée selon le protocole suivant :

##### **- Le prétraitement**

Les racines sont mises dans le Bromonaphtalène pendant 2 heures. Cette solution a pour but de bloquer les divisions cellulaires au stade métaphasique (stade où les chromosomes ont la meilleure forme pour être colorés et mesurés).

##### **- Fixation et conservation**

Les racines sont rincées à l'eau de robinet puis conservées dans l'éthanol 70° à une température 4°c au moins 24h.

##### **- Hydrolyse**

Les racines sont mises dans une solution d'acide chlorhydrique 1N à 60°C pendant 10 min au bain marie. L'hydrolyse permet le ramollissement des tissus pour obtenir un bon étalement des cellules.

##### **- La coloration**

Après rinçage à l'eau de robinet, les racines sont colorées avec le réactif de schiff et sont mises à l'obscurité pendant 2 heures. Ce réactif se fixe sur les groupements aldéhydiques libérés au cours de l'hydrolyse pour donner une coloration rouge aux chromosomes.

### - Montage

Après coloration, les extrémités racinaires sont déposées entre lame et lamelle. Les cellules ont été dissociées des autres afin d'assurer un bon étalement de préparation. L'observation des meilleures plaques métaphasiques s'effectue au grossissement  $\times 400$ .

## II-3-2-Etude des méioses

Le prélèvement des anthères se fait à partir des boutons floraux. L'objectif est d'observer les chromosomes des cellules mères des grains de pollen au stade diacynèse. La technique appliquée est réalisée selon le protocole suivant :

### - Prétraitement

Conserver les boutons floraux dans du carnoy pendant 48 heures à une température de  $4^{\circ}\text{C}$  afin de bloquer les divisions mitotiques au stade métaphase et contracter les chromosomes.

### - Conservation

Les boutons floraux sont rincés à l'eau de robinet, puis conservés dans de l'alcool  $70^{\circ}$  à une température de  $4^{\circ}\text{C}$  pendant au moins 24h.

Pour le reste de la technique, nous suivons le même protocole que celui de la mitose.

## II-4- Evaluation du rendement en huiles essentielles

### II-4-1-Détermination de la matière sèche

Après avoir fait la récolte, un échantillon frais de l'espèce est pesé afin de déterminer le poids frais. Après un séchage à l'étuve à  $60^{\circ}\text{C}$  pendant 24 heures, l'échantillon est pesé de nouveau pour déterminer la masse de la matière sèche.

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

$$\text{MS}\% = (\text{PS} / \text{PF}) \times 100$$

MS% : pourcentage de la matière sèche.

PS : poids sec de l'échantillon.

PF : poids frais de l'échantillon.

#### **II-4-2- Extraction des huiles essentielles**

Le matériel végétal fraîchement récolté a été séché à l'ombre pendant 15 jours. Les parties aériennes séchées sont coupées en petits morceaux et pesées à l'aide d'une balance précise.

Les huiles essentielles ont été isolées par hydrodistillation. Cette méthode consiste à immerger directement le matériel végétal à traiter (intact ou éventuellement broyé) dans un alambic rempli d'eau distillée qui est ensuite porté à ébullition. Les vapeurs hétérogènes sont condensées sur une surface froide et l'huile essentielle se sépare par différence de densité (BRUNETON, 1999). Après 3 heures d'ébullition, l'huile émergée est récupérée. La distillation est répétée 3 fois et le volume global du distillat obtenu est estimé en (ml).

Les rendements en huiles essentielles sont exprimés par rapport à la matière sèche, selon la formule suivante :

$$T\% = (V / M) \times 100$$

T : pourcentage de l'huile essentielle

V : volume obtenu en huile essentielle (ml)

M : poids du matériel sec (g)

Nous avons effectué trois répétitions. La moyenne de ces trois répétitions a été calculée.

#### **II-5- Analyse du sol**

Les analyses du sol ont été faites dans le laboratoire de pédologie de la faculté d'agronomie de l'université de Blida. Le but est de déterminer la relation entre le rendement en huile essentielle et la composition du sol. Les paramètres utilisés sont:

## II-5-1-Le pH

### ➤ Principe :

Cette méthode est basée sur la loi de NERNST et consiste à mesurer à l'aide d'un pH mètre, dans des conditions déterminées (dans l'eau suivant un rapport sol/eau= 1/2,5), la différence de potentiel existant entre une électrode de mesure et une électrode de référence plongées dans une suspension (dans l'eau) de l'échantillon de sol.

### ➤ Mode opératoire :

- placer 20g de sol séché à l'air dans un flacon à agitation.
- ajouter 50 ml d'eau distillée.
- agiter pendant 30 minutes dans un agitateur mécanique et laisser reposer.
- filtrer et conserver l'extrait de sol.

Chauffer le pH-mètre pendant un quart d'heure puis procéder à son étalonnage avec des solutions tampons (ph= 4, ph= 7, ph= 9).

- reprendre l'extrait de sol et effectuer la mesure du pH eau, noter la valeur après stabilisation.
- rincer l'électrode avec de l'eau distillée après chaque mesure.

## II-5-2-La conductivité électrique

La salinité globale d'un sol est exprimée par la conductivité électrique (CE). Nous mesurons la CE à l'aide d'un conductimètre, sur un extrait obtenu à partir d'un échantillon du sol séché, puis saturé d'eau. La valeur dépend de la concentration en sels de la solution du sol. Elle est donnée par la formule suivante :

$$CE \text{ mmhos/ cm} = CE \times K \times f \text{ (ft)}$$

K : constante d'étalonnage de l'appareil= CE lue/ CE thrq

CE : conductivité électrique mesurée en mhos/cm sur l'appareil.

CE (m'mhos/cm) = conductivité en mmhos/cm

La température de la solution est de 18°C, ce qui correspond au facteur correctif f (t) = 1,163.



### II-5-3-La matière organique:

➤ **Principe :**

La méthode ANNE consiste à oxyder à chaud le carbone de la matière organique contenu dans un échantillon de sol en présence d'un oxydant puissant bichromate de potassium ( $K_2Cr_2O_7$ ). En milieu sulfurique, l'excès de bichromate de potassium est titré par le sel de MOHR (sulfate de fer et d'ammonium :  $(NH_4)_2 Fe (SO_4)_2$ ). On admet ainsi que l'oxygène consommé est proportionnel au carbone que l'on veut doser. Le taux de la matière organique peut être déduit du résultat obtenu sachant que le carbone représente 58% de la matière organique. Ce sont des réactions d'oxydoréduction qui sont mises en jeu.

➤ **Mode opératoire :**

Dans un erlenmeyer, mettre successivement :

- 2g de sol finement broyé,
- 10 ml de la solution de bichromate à 8%,
- 15 ml d'acide sulfurique concentré,
- porter à ébullition, la durée d'ébullition est de 5 minute après formation de la première goutte de condensation,
- laisser refroidir et ajouter 150 ml d'eau distillée, homogénéiser.

Pour titrer :

- prélever 20 ml de cette solution qu'on introduit dans un ballon de 250 ml contenant 150 ml d'eau distillée.
- ajouter 3-4 gouttes de diphénylamine (indicateur faisant passer la solution du brun violacé au bleu verdâtre en présence d'un excès de sel réducteur),
- ajouter 5 ml de la solution de NaF à 3%,
- titrer avec la solution de sel de MOHR 0,2 N,
- noter le volume n de sel de MOHR utilisé pour obtenir le virage au bleu verdâtre.
- remplacer 2g de sol finement broyé par 2 g de sable calciné et procéder de la même manière que dans l'échantillon,
- noter le volume n' de sel de MOHR au moment du virage au bleu verdâtre.

### Calculs :

Le taux de matière organique peut être déterminé ainsi :

$$\% \text{ M.O} = (\% \text{ C} \times 100) / 58 = \% \text{ C} \times 1,72$$

$$\% \text{ C} = ((n' - n) \times 0,615) / P$$

%MO : pourcentage de la matière organique

%C : pourcentage de carbone.

n' : le volume de sel de mohr de l'essai témoin.

n : le volume de l'échantillon

P : prise d'essai

### II-5-4-Dosage du calcaire total

#### ➤ Principe

Le calcaire total (ou quantité de  $\text{CaCO}_3$ ) contenu dans un échantillon de sol est déterminé par gazométrie. On utilise à cet effet le CALCIMETRE BERNARD. L'appareil est constitué d'une colonne graduée contenant une solution colorée est reliée à une ampoule mobile dans laquelle la surface de la solution colorée se trouve au contact de l'air, la colonne graduée est d'autre part reliée à un erlenmeyer à embout (HCl) au fond du quel on introduit l'échantillon à analyser.

Le gaz carbonique dégagé comprime le liquide coloré et selon le principe des vases communicants et par ajustage des deux niveaux (ampoule – colonne graduée), on lit le volume déplacé correspondant au volume  $\text{CO}_2$  dégagé. Ainsi la quantité de  $\text{CaCO}_3$  est proportionnel au volume de  $\text{CO}_2$  dégagé lu sur la colonne graduée.

#### ➤ Mode opératoire :

- introduire 1g de sol au fond de l'erlenmeyer et mouiller par quelques gouttes d'eau distillée,
- mettre 5ml d'HCl 6N à l'intérieur de l'embout,

-boucher hermétiquement l'erenmeyer et ajuster la position de l'ampoule mobile jusqu'à ce que le niveau du liquide coloré soit au niveau 0 dans la colonne graduée,

-vider l'acide chloridrique sur le calcaire pur et sec en inclinant légèrement l'erenmeyer,

-agiter pour favoriser la réaction,

-ajuster les deux niveaux (ampoule – colonne),

-à la fin de l'effervescence, noter le volume de CO<sub>2</sub> dégagé en ml = V.

-remplacer le 1g de sol par 0,3g de CaCO<sub>3</sub> pur et sec, puis opérer de la même façon que pour le l'échantillon,

-à la fin du bouillonnement, abaisser l'ampoule pour ajuster les deux niveaux du liquide coloré dans celle-ci et dans la colonne graduée,

-noter le volume de CO<sub>2</sub> dégagé en ml = v.

➤ **calculs :**

$$\% \text{ CaCO}_3 = (0,3 \times v) / (V \times P)$$

V est le volume de CO<sub>2</sub> dégagé par 0,3g de CaCO<sub>3</sub>

Si v est le volume de CO<sub>2</sub> dégagé par une prise d'essai

P : la prise d'essai (1g de sol)

### **II-5-5-Dosage du calcaire actif**

Pour le dosage la méthode DROUINEAU GALET consiste à utiliser l'oxalate d'ammonium en solution N/5. Celui-ci, maintenu au contact d'un sol par agitation, réagit sur le calcaire actif du sol. Il se forme de l'oxalate de calcium, précipité qu'on élimine par filtration. L'oxalate d'ammonium en excès, n'ayant pas réagi avec le calcaire actif du sol sera transformé en acide oxalique par l'action de l'acide sulfurique et dosé par manganimétrie.

➤ **Mode opératoire:**

- peser 2,5g de terre,
  - les placer dans un flacon d'agitation de 500ml
  - ajouter exactement 250 ml de solution d'oxalate d'ammonium N/5
  - agiter pendant 2heures à l'agitation rotative
  - après agitation, filtrer et éliminer les premier ml du filtrat
  - prélever 20 ml d'eau distillée et 20 ml d' H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentré,
  - Chauffer sur plaque chauffante sans dépasser 60 – 70°C,
  - titrer par KMnO<sub>4</sub> N/5 jusqu'à coloration rose persistante soit n le volume KMnO<sub>4</sub> versé.
  - titrer dans les mêmes conditions 20ml de la solution d'oxalate d'ammonium N/5 originale.
- Soit N le volume de KMnO<sub>4</sub> versé.

➤ **Calculs:**

$$\% \text{ CaCO}_3 \text{ actif} = ((N - n) \times 0,01 \times 250) / 20 \times 100 / 25 = 5 (N - n)$$

N : nombre de ml de KMnO<sub>4</sub> ayant servi à titrer la solution originale d'oxalate d'ammonium N/5 (témoin)

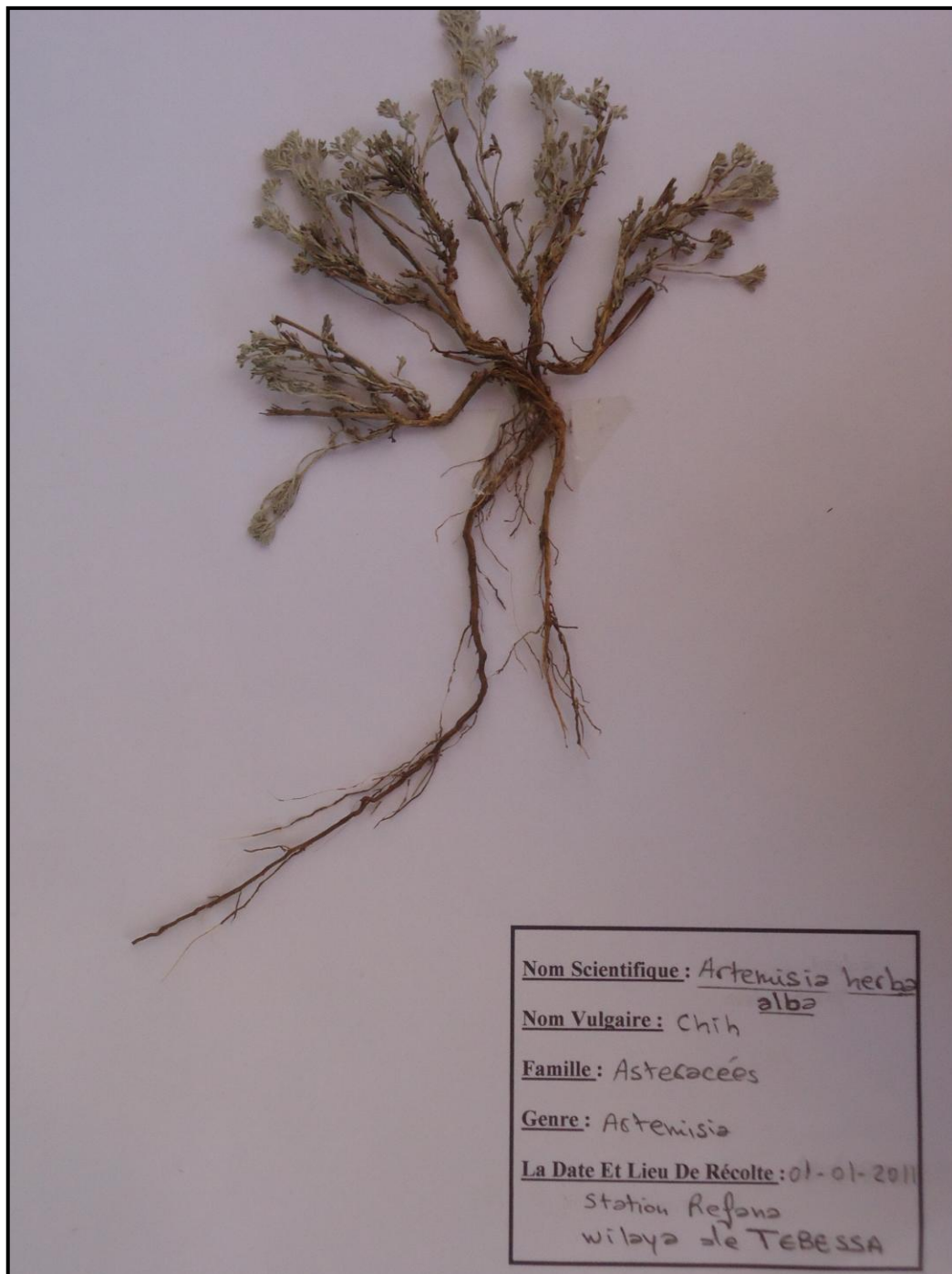
n : nombre de ml de KMnO<sub>4</sub> ayant servi à titrer la solution d'oxalate d'ammonium en excès dans l'échantillon.

(N – n) : correspond à la quantité d'oxalate d'ammonium précipité et donc à la quantité de CaCO<sub>3</sub> actif contenu dans l'aliquote

# **RESULTATS ET DISCUSSIONS**

## I-Description morphologique

La figure 6 montre l'aspect morphologique de l'armoise blanche.



**Figure 6: Plante entière de l'*Artemisia herba alba***

### **I-1-La tige**

La tige de l'armoise blanche est ramifiée et couverte de poils lui donnant un aspect cotonneux. Nous remarquons que le sommet de la tige est plus riche en poils par rapport à la base (figure 7 et 8). Le nombre de poils diminue de haut en bas jusqu'à disparition totale à la base (figure 9).



**Figure 7 : Tige de l'armoise blanche observée à la loupe G : × 8**



**Figure 8 : Base de la tige observée à la loupe G : × 4**



**Figure 9 : Base de la tige dépourvue de poils observée à la loupe : G : × 4**

## I-2-La feuille

Les feuilles sont de petite taille (figure 10), laineuses et couvertes de poils abondants ce qui leur donne une couleur vert argenté (figure 11).



**Figure 10 : Feuilles de l'armoise blanche observées à la loupe : G : x 4**



**Figure 11 : Feuilles couvertes de poils observées à la loupe : G : x 8**

D'après BABAISSA (1999), les feuilles sont pubescentes, divisées en petites et fines languettes d'un vert argenté.

## I-3-L'inflorescence

L'armoise blanche récoltée au stade feuillaison (Janvier) porte des boutons floraux présentant les caractéristiques suivantes (figure 12, 13, 14,15 et 16)

-Les inflorescences sont constituées de fleurs entassées dans de petits capitules jaunâtres (Figure 12).



**Figure 12 : Inflorescence de l'armoise blanche observée à la loupe : G : x 4**



-Les pétales sont soudés (gamopétales) (Figure 13).

-Le capitule renferme 3 fleurs jaunâtres (Figure 14).

D'après QUEZEL et SANTA (1963), les fleurs sont entassées dans de très petits capitules, étroits, ovoïdes, à l'involucre scarieux comportant 2 à 5 fleurs.



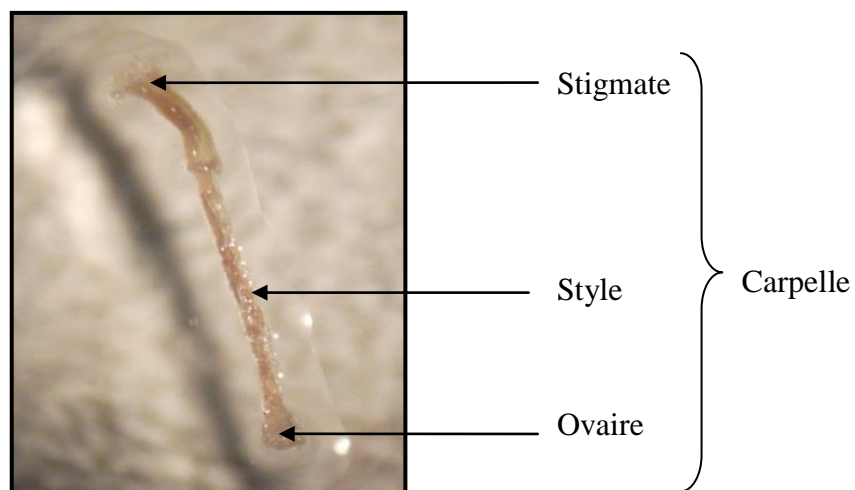
**Figure 13 : Pétales de l'armoise blanche observés à la loupe : G : × 4**



**Figure 14 : Fleurs de l'armoise blanche observées à la loupe : G : × 4**

La fleur a été décortiquée et séparée en pièces. Nous avons observé sous la loupe ce qui suit:

-Le gynécée (l'appareil reproducteur femelle) est formé d'un carpelle qui renferme un ovaire infère. Le style se termine par un stigmate qui porte une brosse de poils sur son sommet servant à collecter les grains de pollen (Figure 15).



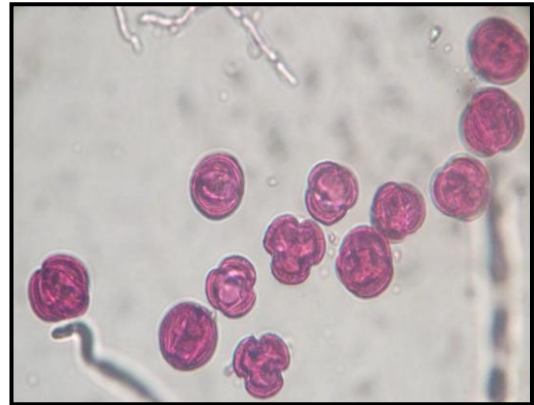
**Figure 15: Le gynécée observé à la loupe : G : × 8**

-L'androcée (appareil reproducteur mâle) est synanthère ; il est formé de 5 étamines soudées par leurs anthères (Figure 16).

L'observation des anthères au microscope photonique montre des grains de pollens arrondis présentant 3 opercules (Figure 17).



**Figure 16: L'androcée observé à la loupe : G : × 4**



**Figure 17 : Grains de pollens observés au microscope photonique G : 250 ×**

La figure 18 montre les inflorescences de l'*Artemisia herba alba* récolté au mois de juin (stade floraison).



**Figure 18 : Inflorescences de l'armoise blanche (Juin 2011)**

-L'inflorescence de l'armoise blanche est de petite taille de couleur blanchâtre (figure 19).



**Figure 19 : Inflorescence de l'*Artemisia herba alba* observée à la loupe : G :  $\times 4$**

Les figures 20 et 21 montrent les inflorescences de l'armoise blanche se liant entre elles par de longs fils de couleur rouge. Ces fils se rencontrent à un point et forment un nœud (figure 22).



Fils reliant les  
inflorescences

Inflorescences de  
l'armoise blanche

**Figure 20 : Fil liant les inflorescences**



**Figure 21 : 5 inflorescences  
entremêlé entre elles**

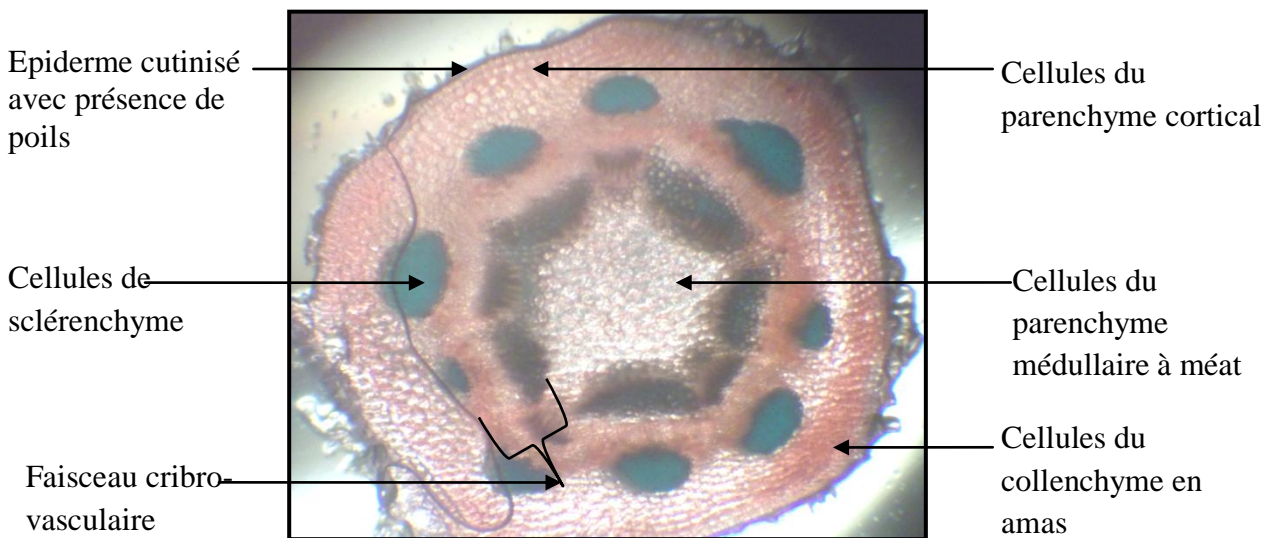


**Figure 22 : Nœud reliant les  
inflorescences : G :  $\times 4$**

## II-Description anatomique

### II-1-La tige

La coupe transversale de la jeune tige de *l'Artemisia herba alba* Asso est montrée dans la Figure 23.

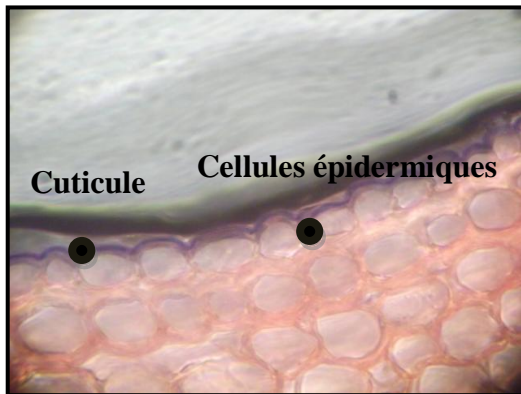


**Figure 23 : Coupe transversale de la jeune tige observée au microscope photonique**

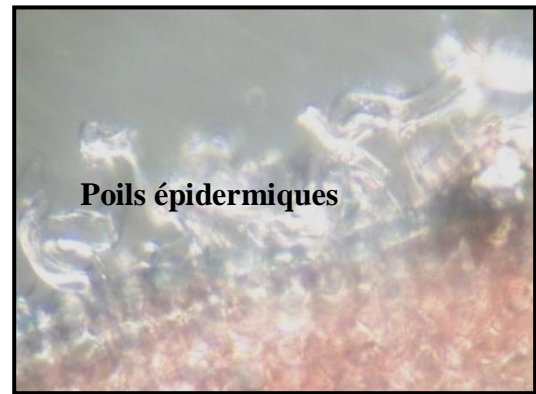
**G :  $100 \times$**

Nous observons de l'extérieur vers l'intérieur :

- Epiderme cutinisé formé par de petites cellules jointives avec présence de poils (figure 24 et 25).

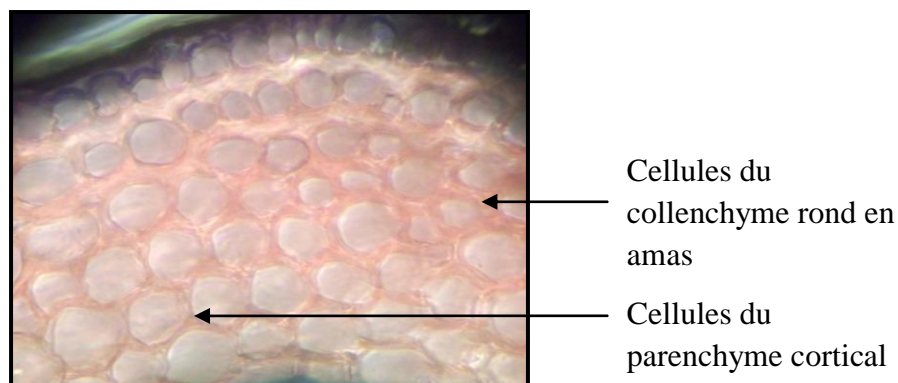


**Figure 24 : Cellules de l'épiderme cutinisé d'une coupe transversale de la tige au microscope photonique  $G : 250 \times$**



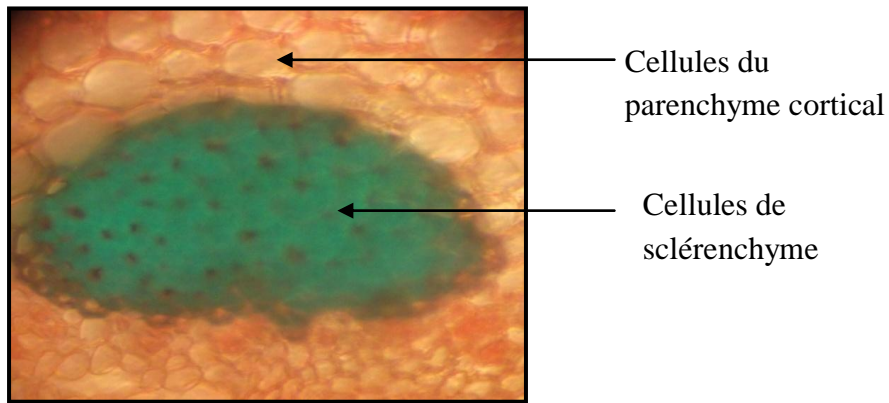
**Figure 25 : Poils épidermiques observés au niveau d'une coupe transversale de la tige au microscope photonique  $G : 250 \times$**

- Sous l'épiderme cutinisé, nous avons des cellules du collenchyme rond en amas (discontinue). Au dessus nous observons des cellules du parenchyme cortical à méats (figure 26).



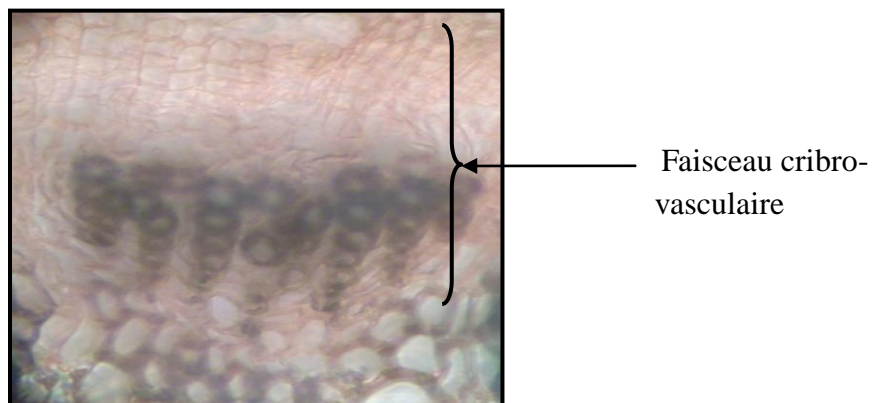
**Figure 26 : Portion d'une coupe transversale de la tige montrant les cellules du collenchyme et du parenchyme cortical observées au microscope photonique :  $G : 250 \times$**

- Au dessus du parenchyme cortical, nous observons un amas de sclérenchyme à cellules polyédriques (figure 27).



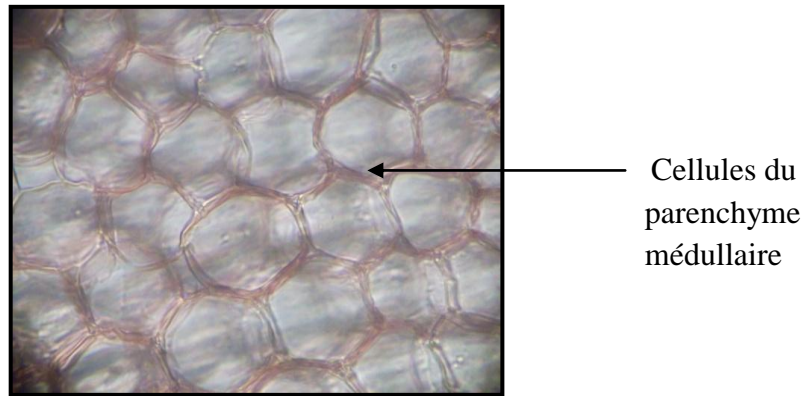
**Figure 27 : Partie d'une coupe transversale de la tige montrant les cellules du sclérenchyme observées au microscope photonique :  $G : 250 \times$**

-Au dessous du sclérenchyme, se trouve un faisceau cribro-vasculaire (le phloème et le xylème) (figure 28).



**Figure 28 : Partie d'une coupe transversale de la tige montrant le faisceau cribro-vasculaire au microscope photonique :  $G : 250 \times$**

-Au centre de la coupe, on trouve le parenchyme médullaire (figure 29).



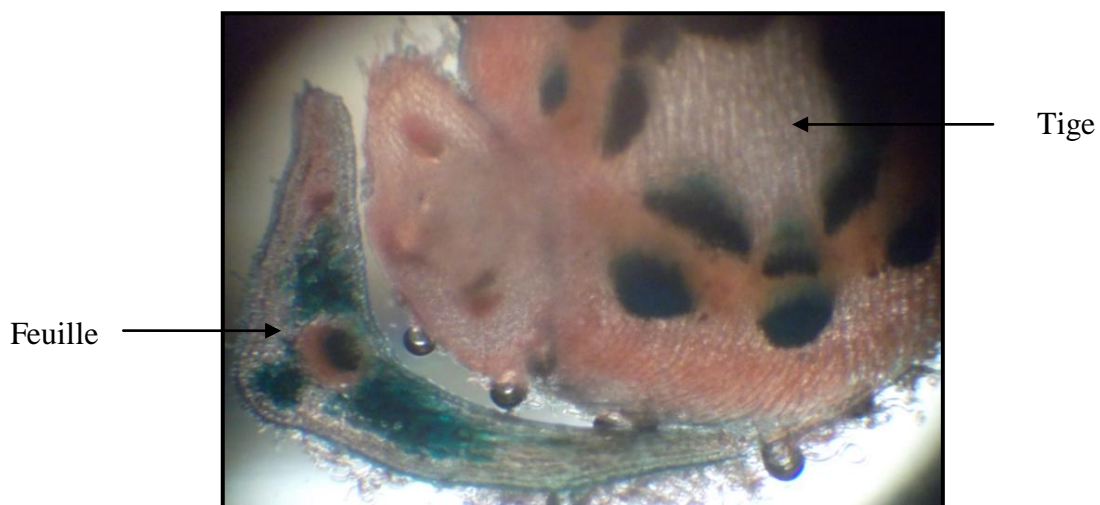
Cellules du  
parenchyme  
médullaire

**Figure 29 : Parenchyme médullaire observé au microscope photonique :  $G : 250 \times$**

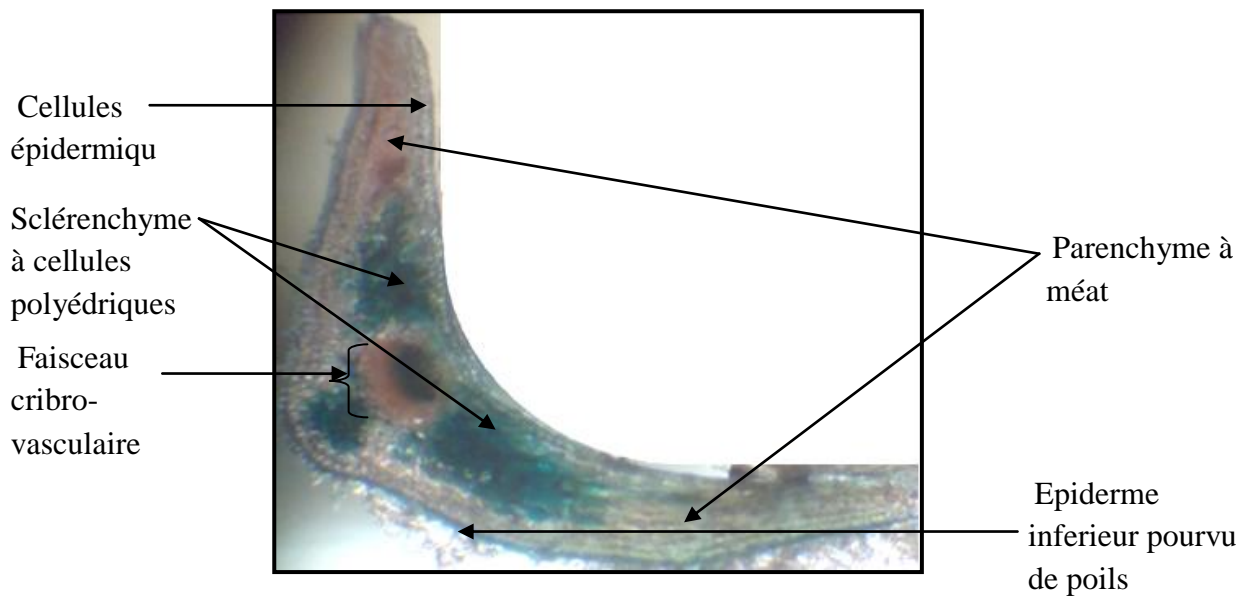
Nous avons tenté la confection de coupes transversales de la feuille et de la racine de notre plante à main levée, mais ces deux organes sont de très petites tailles. La feuille est très molle et couverte de poils. De même, la racine est dure, ce qui rend difficile la réalisation des coupes.

Lors de l'observation d'une des coupes transversales de la tige, une coupe transversale de la feuille attachée à la tige a été nettement distinguée. En effectuant des coupes transversales à la main de la jeune tige, on a aussi coupé la feuille de l'armoise blanche (figure 30).

## **II-2-La feuille**



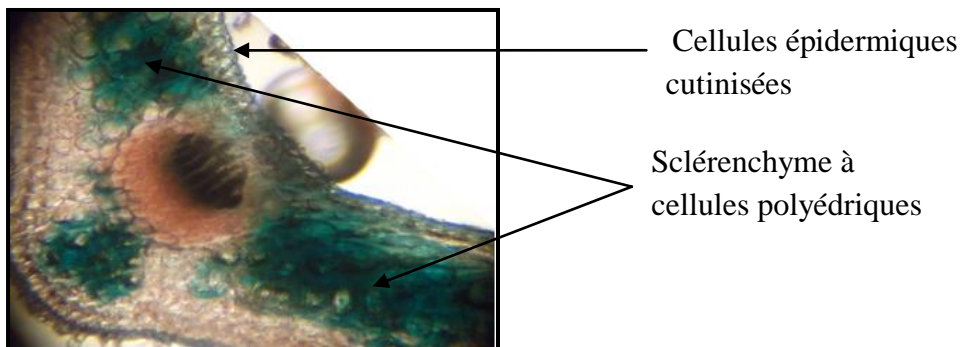
**Figure 30 : Coupe transversale de la jeune tige et de la feuille observée au microscope photonique :  $G : 100 \times$**



**Figure 31 : Coupe transversale de la feuille observée au microscope photonique:  
G : 100 ×**

Nous observons de l'extérieur vers l'intérieur (à partir de la face supérieure de la feuille) (Figure 31):

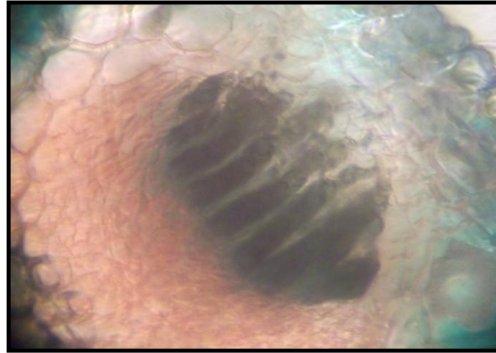
-Des cellules épidermiques cutinisées. Au dessus nous observons le sclérenchyme à cellules polyédriques (figure 32).



**Figure 32 : Partie d'une coupe transversale de la feuille montrant des cellules épidermiques cutinisées et le sclérenchyme à cellules polyédriques au microscope photonique : G : 100 ×**

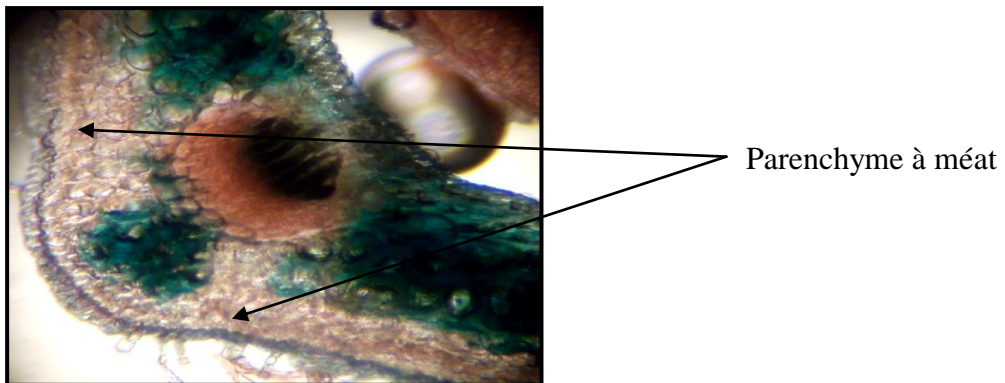


-Au centre, on trouve le faisceau cribro-vasculaire (figure 33)



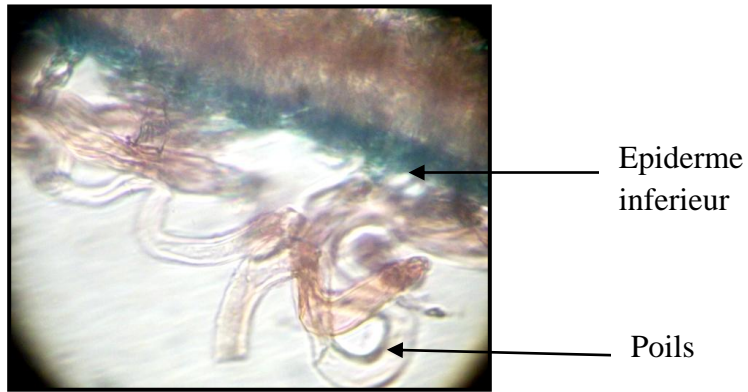
**Figure 33 : Partie d'une coupe transversale de la feuille montrant le faisceau cribro-vasculaire  $G : 250 \times$**

-Entre les différents tissus spécialisés (sclérenchyme et faisceau cribro-vasculaire), nous avons un parenchyme à méat (Figure 34)



**Figure 34 : Partie d'une coupe transversale montrant le parenchyme à méat au microscope photonique :  $G : 100 \times$**

-La face inférieure de la coupe est constituée d'un épiderme inférieur pourvu de poils (figure 35).



**Figure 35 : Partie d'une coupe transversale d'un épiderme inferieur pourvu de poils :**  
*G : 250 ×*

Les coupes anatomiques de la feuille ne nous ont pas permis de distinguer la présence du parenchyme palissadique. Pour cela, les tissus d'une feuille fraîche de la plante ont été séparés (en grattant à l'aide d'une lame) et observés au microscope photonique sans coloration (figure 36 et 37).



**Figure 36 : Poils et cellules isolées de la feuille observés au microscope photonique :**  
*G : 100 ×*



**Figure 37 : Cellules isolées du parenchyme palissadique observées au microscope photonique :  $G : 250 \times$**

Nous pensons que le parenchyme palissadique existe, bien qu'il n'ait pas été observé en coupe. Nous pensons que la coupe a été faite sur une feuille très jeune, ce qui montre une forme de cellule de parenchyme palissadique ressemblant à une cellule du parenchyme à méat.

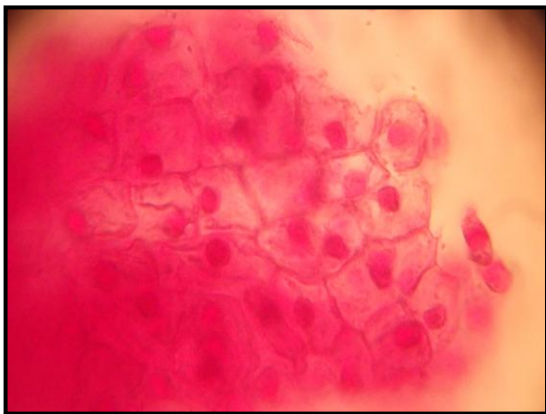
Du point de vue anatomique, on ne trouve pas de structure particulière interne (canal, glande...), sauf les poils. Nous pensons que les principes actifs de la plante sont accumulés au niveau du parenchyme de réserve (parenchyme cortical et parenchyme médullaire) ou alors, au niveau des poils.

### III-Dénombrement chromosomique

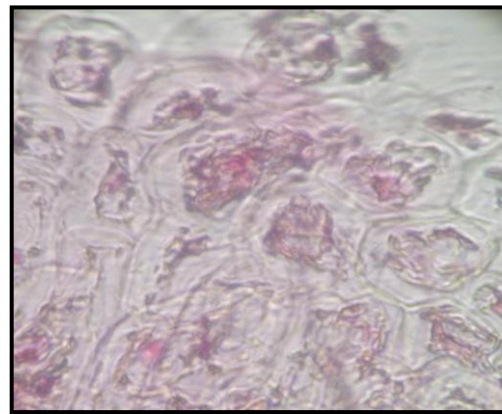
Le dénombrement chromosomique a été réalisé en mitose sur des racines. Les résultats obtenus présentent des phases plus avancées que le stade métaphasique recherché (figure 38). Nous avons essayé de faire un bouturage en pot pour obtenir de jeunes racines. Malheureusement, le bouturage n'a rien donné ; il nous a été impossible d'obtenir de jeunes racines.

Nous avons aussi effectué le dénombrement chromosomique en méiose sur des anthères prélevées à partir de jeunes boutons floraux. Nous avons obtenu une seule préparation qui montre la présence de structures ressemblant aux chromosomes (figure 39). Mais nous n'avons pas pu déterminer le nombre. Leurs tailles étaient trop petites, ce qui nous a empêchés de les compter.

Les autres préparations ont toutes montrées la présence de grains de pollen. Nous pensons que c'est à cause de la période de récolte de nos plants qui a été faite tardivement. En effet, nous avons commencé la récolte au mois de janvier correspondant à un stade avancée d'après nos résultats.



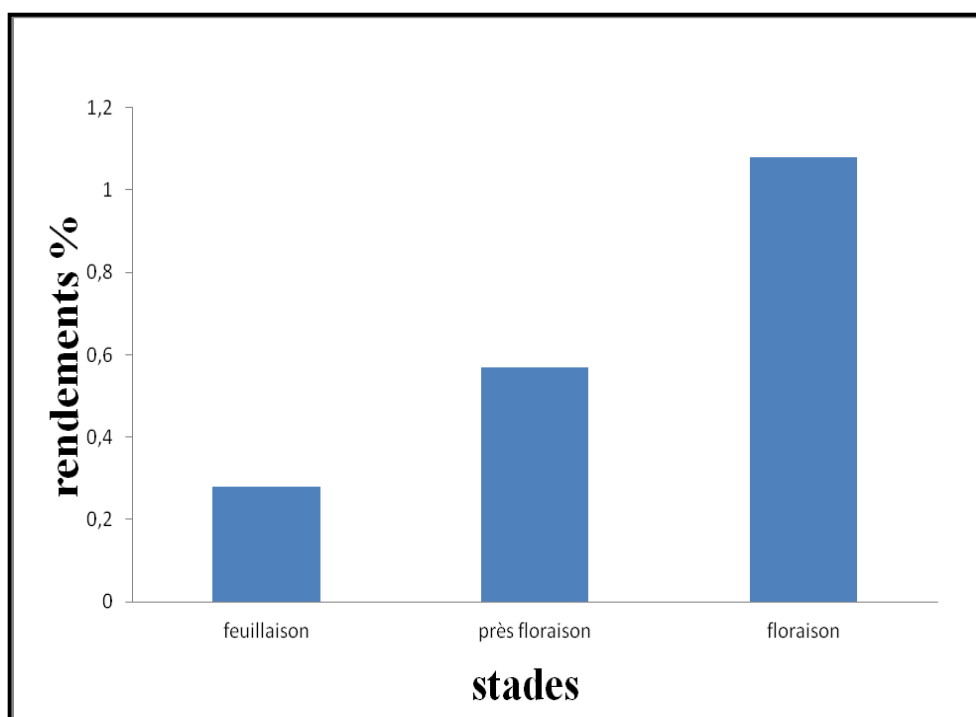
**Figure 38 : Cellules de racine observées au microscope photonique : G : 250 ×**



**Figure 39 : Cellules obtenues après traitement par la technique Feulgen observées au microscope photonique : G : 250 ×**

#### IV-Rendements en huiles essentielles

Les rendements en HE exprimés en millilitre pour 100 g de matière sèche de l'armoise blanche (*Artemisia herba-alba* Asso) récoltée en janvier (stade feuillaison), avril (stade près-floraison), et juin (stade floraison) sont respectivement de 0,33%, 0,57%, 1,08% (figure 40, Annexe I, Tableau II).



**Figure 40 : comparaison des rendements en huiles essentielles des parties aériennes de l'armoise blanche (*Artemisia herba alba* Asso) selon le stade de récolte**

Nous remarquons nettement que la teneur en HE des échantillons récoltés au stade floraison (mois de juin) est la plus élevée (1,08%). Au stade près-floraison (mois d'avril) elle est de 0,57%. Au stade feuillaison (mois de janvier) elle est encore plus basse, soit 0,33%.

#### Discussion

D'après les résultats obtenus, nous pouvons dire que le rendement en HE dépend du stade de récolte. Ainsi, le meilleur rendement a été obtenu au mois de juin correspondant au stade de floraison (1,08%). Au mois d'avril (stade près-floraison), la teneur moyenne en HE est encore relativement intéressante (environ 0,56%), alors qu'au mois de janvier (stade feuillaison), cette teneur est la plus faible (0,33%).

Nos résultats concordent avec ceux décrits par GHANMI (2010). Ce dernier en travaillant sur l'*Artemisia herba alba* du Maroc a obtenu des rendements de l'ordre de 0,86 pour les échantillons récoltés au mois d'avril et 1,23% pour ceux récoltés au mois de juin. D'après cet auteur, ces deux mois correspondent au stade de floraison.

De même, AKROUT (1999) a obtenu un rendement de 0,65% pour l'Armoise blanche de la Tunisie (région de Matmana) au mois d'avril.

Les travaux de BOURKHISS *et al* (2011) sont en accord avec nos résultats. Ces auteurs, en travaillant sur les essences de Thuya de Berberi, ont trouvé que le maximum d'huile est obtenu au mois de mars correspondant au stade de floraison de Thuya, soit une moyenne de 0,13%. Au mois de juin, la teneur moyenne en HE est encore relativement intéressante (environ 0,12%), alors qu'au mois de janvier, elle diminue à 0,10%.

Ces travaux confirment que le meilleur rendement en huiles essentielles coïncide avec le stade de la floraison.

Pour une exploitation industrielle, il convient donc d'extraire l'huile en période de floraison.

## V-Caractéristiques édaphiques

Les résultats des analyses du sol sont présentés dans le tableau I.

**Tableau I:** Les résultats des analyses du sol selon la période de récolte :

Paramètres Mois	Janvier	Avril	Juin
pH (1/2,5)	5,8	6,2	
Conductivité électrique (mmho / cm)	0,4	0,62	
Matière organique %	3,59	3,38	2,47
CaCO <sub>3</sub> Total %	27,23	45,53	42,41
CaCO <sub>3</sub> actif %	73	67	

D'après ce tableau, nous tirons les conclusions suivantes:

- Le pH est légèrement plus acide au mois de janvier (5,8) qu'au mois d'avril (6,2). D'après le tableau III (annexe I), le sol prélevé durant le mois de janvier est moyennement acide ( $5,5 < \text{pH} < 6$ ). Au mois d'avril, il est légèrement acide ( $6 < \text{pH} < 6,5$ ).
- La conductivité électrique est plus élevée au mois d'avril (0,62 mmho/cm) qu'au mois de janvier (0,4 mmho/cm). D'après le tableau III (annexe I), le sol est non salé ( $< 2 \text{ mmho/cm}$ ) pour les deux mois.
- Le sol est plus riche en matière organique durant la période allant du mois de janvier au mois d'avril (3,38 - 3,59%) par rapport au mois de juin où la teneur en matière organique est plus faible (2,47%). D'après le tableau III (annexe I), la teneur en M.O du sol échantillonné durant les mois de janvier et avril est  $> 2,5\%$ , ce qui laisse à dire que notre sol est riche en matière organique. Le sol prélevé au mois de juin est moyennement pourvu en M.O présentant un taux  $< 2,5\%$ .
- La teneur en  $\text{CaCO}_3$  total est plus élevée durant la période allant du mois d'avril au mois de juin. Les valeurs varient entre 42,41% (juin) et 45,53% (avril), par rapport au mois de janvier où on note une teneur plus faible (27,23%). Le tableau III (annexe I), classe le sol ayant une teneur  $> 30\%$  de  $\text{CaCO}_3$  total comme sol très calcaire. Celui qui présente une teneur de  $\text{CaCO}_3$  total  $< 30\%$  est classé comme sol strictement calcaire. Dans notre cas, le sol échantillonné durant la période allant d'avril à juin est très calcaire (42,41- 45,53%), alors que celui prélevé au mois de janvier est strictement calcaire (27,23)
- En ce qui concerne la teneur en  $\text{CaCO}_3$  actif, notre sol présente une teneur très élevée pour la période allant du mois de janvier au mois d'avril (67-73%) ce qui le classe dans la catégorie de sol très chlorosant ( $> 15\%$  de  $\text{CaCO}_3$  actif) (annexe I, tableau III)

### **Discussion :**

Nous pensons qu'il existe une relation entre la composition du sol et le rendement en H.E.

- D'après nos résultats, les plants d'*Artemisia herba alba* donnent un meilleur rendement en huile essentielle dans un sol très calcaire.

- La teneur en M.O est élevée de la période allant de janvier à avril, ce qui a donné un meilleur rendement en huile essentielle pour le mois de juin. La M.O influence positivement sur le rendement.
- Le pH du sol au mois de janvier est plus acide qu'au mois d'avril.
- L'armoise blanche se trouve dans un sol chlorosant et non salé. Selon NABLI (1989), cette espèce occupe principalement les dépressions non salées.

Nos résultats sont en accord avec ceux obtenus par FEUSTEIN *et al.*, (1998) in Benmokadem, (2003). La période de récolte des plants et le milieu où ils poussent influent sur les rendements en huiles essentielles. D'autre part, selon GHANMI (2010), la différence en rendement peut être expliquée par les conditions édaphiques de la région.



# CONCLUSION

## CONCLUSION

Notre travail a été réalisé au niveau du laboratoire de biotechnologie des plantes aromatiques et médicinales ainsi qu'au niveau du laboratoire de pédologie du département d'agronomie.

Nous avons comme objectif de faire une étude morphologique, anatomique, caryologique et d'évaluer le rendement en huiles essentielles de l'armoise blanche (*Artemisia herba alba* Aso) récoltée dans la région de Tébessa.

Les résultats obtenus ont montré :

- L'étude morphologique a révélé que l'armoise blanche récoltée durant le mois de janvier (stade feuillaison) présente des inflorescences constituées de petites fleurs entassées dans de petits capitules jaunâtres. Alors que celle récoltée durant le mois de juin (stade de floraison) présente des inflorescences de petite taille de couleur blanchâtre.

Les feuilles sont aussi de petite taille, laineuses et pubescentes. Cet aspect leur donne une couleur vert argenté.

La tige est ramifiée, couverte de poils abondants lui donnant un aspect cotonneux. Le nombre de ces poils diminue de haut en bas jusqu'à disparition totale à la base.

- L'étude anatomique de la jeune tige de l'armoise blanche a montré que la tige est constituée de cellules épidermiques cutinisées avec présence de poils, suivie de cellules du collenchyme rond en amas, par la suite, nous avons des cellules du parenchyme cortical à méats. On trouve après un amas de sclérenchyme à cellules polyédriques. Au dessous du sclérenchyme, se localise un faisceau cribro-vasculaire. Au centre de la coupe, se trouve le parenchyme médullaire.

La coupe transversale de la feuille de l'armoise blanche montre la présence de cellules épidermiques cutinisées se situant à la surface de la feuille, suivie d'un sclérenchyme à cellules polyédriques. Au centre, se localise le faisceau cribro-vasculaire. Entre les différents tissus spécialisés (sclérenchyme et faisceau cribro-vasculaire), se trouve un parenchyme à méat. La face inférieure de la coupe est constituée d'un épiderme inférieur pourvu de poils.

- Pour l'étude caryologique, nous n'avons pas pu effectuer le dénombrement chromosomique.
- Le rendement élevé en huiles essentielles de l'armoise blanche a été obtenu pour les échantillons récoltés au mois de juin qui représente le stade de floraison. On note cependant qu'il y'a une relation entre la composition chimique du sol et la teneur en huiles essentielles. Ainsi, le calcaire influe positivement sur ce rendement à l'inverse de la matière organique.

Notre étude pourra être complétée par

- Une étude phénologique de l'espèce.
- Une étude anatomique des feuilles et des racines en utilisant des moyens plus développés.
- Une détermination des différents principes actifs des huiles essentielles.
- Une étude complète du sol
- Le dénombrement chromosomique peut réussir en utilisant du matériel végétal formé par du méristème obtenu par culture in vitro.

**REFERENCES**  
**BIBLIOGRAPHIQUE**

## Références bibliographiques

- ANONYME., 2006: I.N.C. Agriculture and Agribusiness integers. Projet filière des plantes aromatiques et médicinales. 23-25 pp. <http://www.vulgarisation.net/PAM-AAI.pdf>
- AIDOUD A., 198 : Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques du Sud Oranais : phytomasse, productivité primaire et applications pastorales. Doctorat de 3e cycle, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene, Alger. 250 pages
- AIDOUD A., 1998 : Fonctionnement des écosystèmes méditerranéens. Laboratoire d'Écologie Végétale. Université de Rennes 1.Complexe Scientifique de Beaulieu. 35042. Rennes. <http://www2.ac-toulouse.fr/mesoe/pdf/conf03.pdf>.
- AIDOUD A. ; LE FLOC'H. E. ; LE HOUEROU H. N., 2006 : Les steppes arides du nord de l'Afrique. Sécheresse vol. 17, n° 12. 19 – 30 pp.
- AKROUT.A., 1999 : Etude des huiles essentielles de quelques plantes pastorales de la région de Matmata (Tunisie). Institut des régions Arides. 4119 Médenine, Tunisie. 289 – 292 pp.
- AKROUT A.; EL JANI H.; AMOURI S.; NEFFATI M., 2010: Screening of antiradical and antibacterial activities of essential oils of *artemisia campestris* l., *Artemisia herba alba asso*, & *thymus capitatus hoff* and link Growing wild in the southern of Tunisia. Recent research in science and technology. N°2(1): 29–39 pp
- AMAT J. ; LE COEUR C. ; DORIZE L., 2008 : Eléments de géographie physique. Edit. Bréal (France). 463 pages.
- AYAD N. ; HELLAL B. ; MAATOUG M., 2007 : Dynamique des peuplements d'*Artemisia herba-alba Asso* dans la steppe du Sud oranais (Algérie occidentale). Sécheresse. Vol. 18, n° 3- 18 (3) : 193-198pp.
- BABAAISSA F. , 1999 : Encyclopédie des plantes utiles. Edit. Librairie moderne, Rouïba (Algérie). 368Pages.
- BAKKALI. F.; AVERBECK. S.; AVERBECK. D.; IDAOMAR. M., 2007: Biological effects of essential oils. Areview Food and Chemical Toxicology n° 46. 446–475 pp.
- BENCHELAH A.C.; BOUZIANE H.; MAKHA. M. ; OUAHÉS. C., 2000 : Fleurs du Sahara: voyage ethnobotanique avec les touaregs du Tassili. Edit: Ibis Press Atlantica, Paris. 255Pages.

-BEN EL MOSTAFA S. ; HALOUI B. ; BERRICHI A. , 2001 : Contribution a l'étude de la végétation steppique du Maroc oriental: transect jerrada - *Figuigacta Botanica Malacitana* n°26. 295- 301 pp.

-BENKHEIRA A. ; MAUREAU S.D. ; BENZIENE A. S. D. ; BOUDJADJA A. D. ; GAOUAR A. D. ; KAABECHE M. D. ; SELAMI D., 2005 : Plan de la gestion du site de Mergueb wilaya de M'sila. Projet DGF/GEF/PNUD-ALG/G35 « conservation de la biodiversité et gestion durable des ressources naturelles des sites de Mergueb (M'sila), Oglet Edit : Daira (Naama) et Taghit (Bechar). 224p

-BENMOKADEM N., 2003 : contribution à l'étude des profils des huiles essentielles produites chez quelques espèces spontanés du genre *Artemisia*. Mémoire de magister en sciences agronomique université de Blida, Algérie. 76 pages

-BETINA. S., 2003: Etude du génome de l'armoise blanche Algerienne *Artemisia herba alba* Asso. Mémoire de magister. Université de Costantine. Algérie. 79pages

-BEZZA. L.; MANNARINO. A.; FATTARSI. K.; MIKAIL. C.; ABOU. L.; HADJIMINAGLOU. F. ; KALOUSTIAN. J., 2010 : Composition chimique de l'huile essentielle d'*Artemisia herba-alba* provenant de la région de Biskra (Algérie). *Phytothérapie* 8: 277–281 pp.

-BOUKEF. M. K., 1986 : Médecine traditionnelle et pharmacopée : Les plantes dans la médecine traditionnelle tunisienne. Agence de coopération culturelle et technique, paris – France. 350 pages.

-BOULDJADJ. R., 2009 : Etude de l'effet antidiabétique et antioxydant de l'extrait aqueux lyophilisé d'*artemisia herba alba* asso chez des rats sains et des rats rendus diabétiques par streptozotocine. Mémoire de magister. Constantine (Algérie). 111pages.

-BOULLARD. B., 2001 : *Plantes médicinales du monde: croyances et réalités. Edit ESTEM. Paris. 660 pages.*

-BOURKHISS M.; HNACH M.; LAKHLIFI T.; BOUGHADAD A.; FARAH A. ; SATRANI B., 2011 : Effet de l'Age et du Stade Vegetatif sur la Teneur et la Composition Chimique des Huiles Essentielles de Thuya de Berbere. *LES TECHNOLOGIES DE LABORATOIRE. Volume 6, N°23. 64 – 68 pp.*

-BRUNETON. J., 1993 : *Pharmacognosie photochimie plantes médicinales. 2éme édit. Edit. Tec and Doc, Paris. 915Pages*

-BRUNETON. J., 1993 : *Pharmacognosie photochimie plantes médicinales. 3éme édit. Edit. Tec and Doc, Paris. 1120Pages*

-BRUNETON. J., 2001 : Plantes toxiques végétaux dangereux pour l'homme et les animaux. 2<sup>Edi.</sup> Tec and Doc, Paris. 564pages

-CHOPRA. C.; ABROL. B. K. ; HANDA.K.L., 1960 : Les plantes médicinales des régions arides. UNESCO. Paris. 99pages.

- COUDE-GAUSSEN. G., 1995 : Désertification et aménagement au Maghreb. Edi. L'Harmattan, Paris. 313 pages.

-DE ROBERTIS E. D. P. ; DE ROBERTIS. E. M. F., 1983 : Biologie cellulaire et moléculaire - Presses Université Laval, Québec. 758 pages.

-DJEBAILI S.I. ; DJELLOULI Y. ; DAGET P., 1989 : Les steppes pâturées des Hauts Plateaux algériens. Fourrages 120 : 393 - 400 pp.

-DORLAND. W. A. N., 2008 : Dictionnaire médical bilingue. Edit : Elsevier Masson, France. 1940 pages

- DURAFFOURD C. ; LAPRAZ J. C., 2002 : Traité de phytothérapie clinique: endobiogénie et médecine. Edi. Elsevier Masson, Paris. 827 pages.

-DUTUIT . P. ; GORENFLOT . R., 2008 : Glossaire pour le développement durable: des mots pour les maux de la planète Archives contemporaines. Edit. Des archives contemporaines Paris. 182 pages.

-DUVEYRIER. H. ; 1864 : Exploration du Sahara: Les Touareg du Nord. Edit. Challamel aîné, Paris. 562 Pages.

-FERCHICHI. A., 1997: Contribution à l'étude cytotaxonomique de *l'Artemisia herba alba*. Institut des régions Arides, 4119 Médenine, Tunisie. Acta bot. Gallica, 144 (1). 145 – 154 pp.

-FEUERSTEIN.; MÜLLER. D.;HOBERT. K.;DANIN. A.;SEGAL. R., 1986: The constitution of essential oils from *Artemisia herba alba* populations of Israel and Sinai. Phytochemistry vol. 25. NO.10.pp. 2343-2347.

-FRANCHOMME. P. ; PENOEL. D., 1990 : L'aromathérapie exactement. Encyclopédie de l'utilisation thérapeutique des huiles essentielles. Edit. Roger Jallois. 445p

- FORET. R., 2006 : Dico de Bio. Edi. De Boeck, Bruxelles. 639 pages

-GARNERO. J., 1991 : Les huiles essentielles, leur obtention, leur composition, leur analyse et leur normalisation. Edit Techniques- Encyclopédie des Médecines Naturelles. Phytothérapie, Aromathérapie. 2 - 20 pp

- GHANMI. M. ; SATRANI. B. ; AAFI. A. ; ISAMILI. M. R. ; HOUTI. H. ; EL MONFALOUTI. H. ; BENCHAKROUN. K.H. , ABERCHANE. M., HARKI. L., BOUKIR. A. , CHAOUCH. A., CHARROUF. Z., 2010 : Effet de la date de récolte sur le rendement, la composition chimique et la bioactivité des huiles essentielles de l'armoise blanche (*Artemisia herba-alba*) de la région de Guerçif (Maroc oriental). *Phytothérapie* 8: 295–301 pp.
- GHRAB. Z.; 2008: *Artemisia herba alba* Asso. A Guide to Medicinal Plants in North Africa: 49 – 50pp. <http://www.uicnmed.org/nabp/database/HTM/PDF/p15.pdf>
- GUIGNARD J-L., 2001 : botanique systématique moléculaire. 12<sup>e</sup> Edit Masson, Paris. 290pages.
- HAMMADI. S. ; SMAÏL. S., 2007 : Culture in vitro, in vivo et effet de la salinité chez *Artemisia herba alba* Asso. Mémoire d'ingénieur d'état en Biologie. Université de Blida, Algérie. 50 pages
- HATIMI. S. ; BOUDOUMA. M. ; BICHICHI. M. ; CHAIB.N. ; GUESSOUS IDRISSE. N. ; 2000 : Evaluation in vitro de l'activité antileishmanienne d'*Artemisia herba alba* Asso. Manuscrit n°2162. Thérapeutique. Volume: 94, Numéro: 1 : 29 - 31 pp.
- HAOUARI M.; FERCHICHI A., 2007: Study of genetic polymorphism of *Artemisia herba alba* from Tunisia using ISSR markers. *African Journal of Biotechnology* Vol. 7 (1): 44 – 50 pp.
- HAOUARI. M.; FERCHICHI. A., 2009: Essential Oil Composition of *Artemisia herba-alba* from Southern Tunisia. *Molecules*. 14: 1585 - 1594 pp.
- HUDAIB. ; MOHAMMAD M.; ABURJAI. TALAL A., 2006: Composition of the Essential Oil from *Artemisia herba-alba* Grown in Jordan. *Find Articles / Technology / Journal of Essential Oil Research*.  
[http://findarticles.com/p/articles/mi\\_qa4091/is\\_200605/ai\\_n17175090/](http://findarticles.com/p/articles/mi_qa4091/is_200605/ai_n17175090/)
- IRIADAM M.; MUSA D.; GUMUSHAN H.; BABA F., 2006: Effects of two Turkish medicinal plants *Artemisia herba-alba* and *Teucrium polium* on blood glucose levels and other biochemical parameters in rabbits. *Journal of Cell and Molecular Biology* 5: 19-24 pp.
- JAHIER. J., 1992 : Techniques de cytogénétique végétale. Edit : INRA, Paris. 196 pages
- JALABERT. B. ; FOSTIER. A., 2010 : La truite arc-en-ciel: De la biologie à l'élevage. Edit. Quae (France). 320 pages.
- Judd . W.S.; Campbell. C .S.; Kellogg Elizabeth. A., 2001: Botanique systématique: une perspective phylogénétique. Edit. De Boeck Supérieur, Paris. 467 pages.



- JUSSIAU. R. ; MONTMEAS. L. ; PAPET A., 2006 : Amélioration génétique des animaux d'élevage: bases scientifiques, sélection ... .Edit. Educagri Djon (France). 322 pages.
- KADRI .A. ; BEN CHOBBA. I. ; ZARAI. Z, BÉKIR. A. ; GHARSALLAH. N.; DAMAKI M.; GDOURA. R., 2010: Chemical constituents and antioxidant activity of the essential oil from aerial parts of *Artemisia herba-alba* grown in Tunisian semi-arid region. *African Journal of Biotechnology* Vol. 10 (15). 2923 - 2929 pp.
- KHALIL .A et BELABED . A., 2002 : Approche phytoécologique descriptive de dunes fixées par des graminées vivaces au Maroc oriental, *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat*, n°22, 81 – 86 pp.
- KHATTABI. A. ; RHALEM. N. C. ; SKALI S. ; SOULAYMANI. B .R., 2010 : Toxicologie, plantes toxiques : définition et classification. N° 5 - 2ème trimestre. Publication officielle du Centre Anti Poison du Maroc Ministère de la santé. 1 – 15 pp.
- KHENNOUF. S.; IRATNI. N.; BAGHIANI. A.; HARZALLAH. D.; ARRAR L., 2010: Antioxidant and antibacterial activities of extracts from *Artemisia herba alba* Asso leaves and some phenolic Compounds. *Journal of Medicinal Plants Research*. Vol. 4(13), 1273-280 pp.
- LAID. M.; HEGAZY. M. F.; AHMED A. A.; KALLA. A. ; DJABALLAH. B. ; SHINJI. O., 2008 : Sesquiterpene lactones from Algerian *Artemisia herba-alba*. *Phytochemistry Letters* 1: 85–88 pp.
- LANCEL. J.P. , 1982 :L'herboristerie de l'an 2000. Edit. Maloine S.A, Paris. 192pages.
- LE HOUEROU H.N., 1980 : Les fourrages ligneux en Afrique, Centre International pour l'élevage en Afrique, B.P.5689. Addis Abeba (Ethiopie). 477Pages
- LE HOUEROU, H .N . ,1995 : Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique, diversité biologique, développement durable et désertisation. Montpellier. CIHEAM. options Méditerranéennes série B : Etude et recherches, n°10. 397p. <http://ressources.ciheam.org/om/pdf/b10/CI951183.pdf>
- LUTTGE U. ; KLUGE. M ; BAUER. G., 2002 : Botanique, 3é Edition Lavoisier, Paris, 604Pages
- MAROUF. A. ; REYNAUD. J., 2007 : La botanique de A à Z. Edit : Dunod, Paris. 342 pages
- MHIRIT O. ; BLEROT. P. ; 1999 : Le grand livre de la forêt marocaine. Edit Mardaga. 280 pages.

-MIGHRI. H.; HAJLAOUI. H.; AKROUT. A.; NAJJAA. H.; NEFFATI. M.; 2009: Antimicrobial and antioxidant activities of Artemisia herba-alba essential oil cultivated in Tunisian arid zone. C. R. Chimie 13: 380–386 pp.

-MILCENT. R. ; CHAU. F., 2003 : chimie organique hétérocyclique:structures fondamentales, chimie et biochimie des principaux composés naturels, Edit\_EDP Sciences, France, 845 pages

-MILPIED. H., 2009 : Progrès en dermato-allergologie. Gerda. Bordeaux. Edit. John Libbey Eurotext, France. 400Pages

- MOHAMED. A. H; MAGDI. A., MOHAMED E. HEGAZY.; SOLEIMAN E. HELALY.; ABEER M. ESMAIL.; NAGLAA S. MOHAMED., 2009 : Chemical Constituents and Biological Activities of Artemisia herba-alba. Rec. Nat. Prod. 4 (1): 1-25 pp.

-NABLI M., 1989: Essai de synthèse sur la végétation de la phyto-écologie Tunisienne. Tome I. Ed MAB (Faculté des sciences de Tunisie). 186 – 188 pp.

-NEDJRAOUI. D., 2002 : Les ressources pastorales en Algérie. Document FAO [www.fao.org/ag/agp/agpc/doc/counprof/Algeria/Algerie.htm](http://www.fao.org/ag/agp/agpc/doc/counprof/Algeria/Algerie.htm)

-NEDJRAOUI. D., 2004 : Évaluation des ressources pastorales des régions steppiques algériennes et définition des indicateurs de dégradation. Désertification. Unité de Recherche sur les Ressources Biologiques Terrestres U.R.B.T BP 295 ALGER - GARE ALGERIE. <http://ressources.ciheam.org/om/pdf/c62/04600165.pdf>

-NEDJRAOUI. D. ; BEDRANI. S., 2008 : La désertification dans les steppes algériennes : causes, impacts et actions de lutte. La revue électronique en sciences de l'environnement. Volume 8, numéro 1. <http://vertigo.revues.org/5375>

- ORFILA Y ROTGER MATEO., 1836 : Éléments de chimie appliquée a la médecine et aux arts. Volume 3. 6 Edit Librairie de Crochard, Paris. 616Pages.

-OULD EL HADJ M. ; HADJ-MAHAMMED M. ; ZABEIROU H., 2003 : Place des plantes spontanées dans la médecine traditionnelle de la région de Ouargla (Sahara septentrional est). Courrier du Savoir – N°03. 47-51pp.

-OURCIVAL. J., 1995 : Compétition intra et interspécifique entre plantules d'Artemisia herba alba Asso et Anthyllis Henoniana Batt, chaméphytes de la Tunisie présaharienne. Revue Ecologie. Vol 50 : 153-166 pp.

OZENDA. P., 1977 :Flore du sahara, ED : du C. N. R. S, Paris, 622pages

-PAOLINI. J. ; EL OUARIACHI. E. ; BOUYANZER. A. ; HAMMOUTI. B. ; DESJOBERT .J.M ; COSTA. J.; MUSELLI. A., 2010: Chemical variability of *Artemisia herba alba* Asso essential oils from east Marocco. *Chemical Papers* 64 (5): 550–556 pp.

-PARIS. R. ; DILLEMANN. G., 1960 : Les plantes médicinales des régions arides. UNESCO, Paris. 99pages.

-PONTANIER. R., 1995 : L'homme peut-il refaire ce qu'il a défait?. Edit. John Libbey Eurotext, Paris. 455pags.

-QUEFFELEC. A., 2002 : Le français en Algérie: lexique et dynamique des langues. Edit. Duculot, Bruxelles. 590 pages.

-QUEVAUVILLIERS .J. ; SOMOGYI. A. ; FINGERHUT . A., 2007 : Dictionnaire médical. Edit Elsevier Masson. 1516 pages.

- REVEIL. P.O., 1865 : Formulaire raisonné des médicaments nouveaux et des médications nouvelles: suivi de notions sur l'aérothérapie, l'hydrothérapie, l'électrothérapie, la kinésithérapie et l'hydrologie médical. 2 Edit. J.B. Bailliere et fils, Paris. 696 pages.

-RICHTER. G., 1993 : Métabolismes des végétaux physiologie et biochimie. Edit. Tec and Doc, Paris. 526pages.

-ROUX. D. ; CATIER O., 2007 : Botanique, pharmacognosie, phytothérapie. 3 Edit. Porphyre, France. 141 pages.

-ROUX. D., 2008 : Conseil en aromathérapie. 2éme Edit. Pro-Officina, France .187Pages.

-SALAH S.M.; JAEGER A.K., 2005: Two flavonoides from *Artemisia herba-alba* Asso with in vitro GABAA-benzodiazepine receptor. *J. Ethnopharmacol.* 99: 145-146 pp.

-SALLE. J L., 1991 : Les huiles essentielles synthèse d'aromathérapie et introduction à la sympathicothérapie. Edit. Frison-Roche, Paris. 167pages

-SALIDO S.; VALENZUELA L. R.; ALTAREJOS J. ; NOGUERAS M. ; SAINCHEZ A. ; CANO E., 2004 : Composition and infraspecific variability of *Artemisia herba-alba* from southern Spain. *Biochemical Systematics and Ecology* 32: 265–277 pp.

-SKIKER M.; MEKHFI H.; AZIZ M.; HALOUI B.; LAHLOU S. ; LEGSSYER A.; BNOUHAM M.; ZIYYAT A., 2010 : *Artemisia herba-alba* Asso relaxes the rat aorta through activation of NO/cGMP pathway and KATP channels. *Journal of Smooth Muscle Research.* Vol. 46. No. 3: 165-174 pp.

-TORRELL. M.; CERBAH. M.; SILJAK-YAKOVLEV. S.; VALLE.J., 2003 : Molecular cytogenetics of the genus *Artemisia* (Asteraceae, Anthemideae): fluorochrome banding and fluorescence in situ hybridization. I. Subgenus *Seriphidium* and related taxa. *Plant Syst. Evol.* 239: 141-153 pp.

-Wael E. Z. ; Bouiadjra S. E. B. ; Benslimane M. ; Mederbak K., 2009 : L'écosystème steppique face à la désertification : cas de la région d'El Bayadh, Algérie. *Vertigo la revue électronique en sciences de l'environnement*. Volume 9 Numéro 2. <http://vertigo.revues.org/8821>

-Wright C. W., 2002 : Medicinal and aromatic plants-Industrial profiles. The school of pharmacy University of Bradford UK. 359Pages.

-Yashphe. J.; Feuerstein.I. ; Barel. S. ; Segal. R., 1987 : The Antibacterial and Antispasmodic Activity of *Artemisia herba alba* Asso. Examination of Essential Oils from Various Chemotypes. *Int. J. Crude Drug. Res.*, 25 (1987), No. 2, 89-96 pp.

-Zaïd N., 1998 : Les vertus des plantes. Edit. Ellebore. Paris. 139 pages.

-Zouari S.; Zouari N.; Fakhfakh N.; Bougatef A.; Ayadi. M. A.; Naffati M., 2010: Chemical composition and biological activities of a new essential oil chemotype of Tunisian *Artemisia herba alba* Asso. *Journal of Medicinal Plants*. Vol de recherche. 4 (10): 871-880 pp.

# **ANNEXES**

## Annexe 1

**Tableau II:** Taux de matière sèche, teneur en eau et rendement en huiles essentielles selon le stade de récolte

paramètres Mois	MS %	Teneur en eau %	Rd% (ml/100 g)
Janvier	38,88	61 ,12	0 ,33%
Avril	29,75	70,25	0,57%
Juin			1,08%

**Tableau III :** Tableau de classification du sol selon les différents constituants en pourcentage

constituants	Valeur en pourcentage	
pH	5,5 < pH < 6	Sol moyennement acide
	6 < pH < 6,5	Sol légèrement acide
CE	< 2mm ho/ cm	Sol non salé
M.O %	< 2,5%	Sol moyennement pourvu en M.O
	> 2,5%	Sol riche en M.O
CaCO3 Total %	<30%	Sol calcaire
	> 30%	Sol très calcaire
CaCO3 actif %	>15%	Sol très chlorosant

## Annexe 2

### **Réactifs utilisés pour le dosage de la matière organiques :**

- Solution de bichromate de potassium à 8%.
- Acide sulfurique concentré.
- Diphénylamine.
- Solution de fluorure de sodium NaF à 3%.
- Solution de sel de MOHR 0,2 N
- Sable calciné exempt de carbone.

### **Réactif utilisé pour le dosage du calcaire total :**

- Solution d'oxalate d'ammonium N/5
- Acide sulfurique concentré  $H_2SO_4$
- . Solution de permanganate de potassium N/5 ( $KMnO_4$ )

### **Réactif utilisé pour le dosage du calcaire actif :**

- Acide chlorhydrique HCl 6N
- Calcaire pur et sec ( $CaCO_3$  en poudre)