

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE ET ECOLOGIE VEGETALES

N°...../SNV/2018

THÈSE

Présentée par

HARRAG Abdelmalek

Pour l'obtention du diplôme de

DOCTORAT EN SCIENCES

Filière: BIOLOGIE

Spécialité: ECOLOGIE VÉGÉTALE

THÈME

**ETUDE ETHNOBOTANIQUE ET
PHARMACOGNOSIQUE DES PLANTES
MEDICINALES DE LA REGION DE SETIF**

Soutenue publiquement le/...../2020

DEVANT LE JURY

PRESIDENT

M^{me} DAHAMNA Saliha

Pr. U.FA. Sétif 1

DIRECTEUR

M. FENNI Mohamed

Pr. U.FA. Sétif 1

EXAMINATEURS

M. SARRI Madani

Pr. U. de M'sila

M^{me} CHERMAT Sabah

MCA. U.FA. Sétif 1

M. ZEDDAM Abdelghani

MCA U. de M'sila

M. BOUNAR Rabah

MCA U. de M'sila

Remerciements

AVANT TOUT JE REMERCIE DIEU LE TOUT PUISSANT POUR TOUT...

L'aboutissement de ce travail de thèse est le fruit d'une collaboration de plusieurs années, il me sera très difficile de remercier tout le monde car grâce à l'aide de nombreuses personnes que j'ai pu mener cette thèse à terme.

Je voudrais en premier remercier grandement Monsieur **FENNI Mohamed**, Professeur à l'Université Ferhat Abbas, Sétif 1 pour avoir accepté le suivi de la thèse. Il a toujours été là pour me soutenir et conseiller au cours de la finalisation de cette thèse.

Je remercie, le Professeur **KAABECHE Mohammed** pour son aide. Je suis ravi d'avoir travaillé en sa compagnie.

Je tiens à remercier tout particulièrement Monsieur **Jean LEJOLY**, Professeur à l'Université Libre de Bruxelles (Belgique), pour tous ses efforts et pour le soutien qu'il m'a témoigné tout au long de mon séjour en Belgique.

Un grand Merci à Madame **DAHAMNA Saliha**, Professeur à l'Université Ferhat Abbas Sétif 1, présidente du Jury qui a acceptée de consacrer son temps en examinant le manuscrit. J'en suis honoré et je lui exprime ma profonde reconnaissance.

Je remercie Monsieur **SARI Madani**, Maître de Conférences à l'Université de M'sila, d'avoir accepté de juger ce travail et de m'avoir fait l'honneur de participer à ce jury.

Je souhaite exprimer également mes remerciements à **Madame CHERMAT Sabah**, Maître de Conférences à la Faculté de Pharmacie, à l'Université Ferhat Abbas, Sétif 1, qui m'a fait le grand honneur de mon travail.

J'aimerais également exprimer ma Monsieur **ZEDDAM Abdelghani**, Maitre de Conférences à l'Université de M'sila, pour avoir accepté d'être parmi le jury de ce travail.

Je suis également très reconnaissant envers Monsieur **BOUHARATI Saddek**, Professeur à l'Université Ferhat Abbas, Sétif 1 pour son aide dans la réalisation de ce travail.

J'adresse également mes vifs remerciements à Monsieur **GHAZOUALI Rachid**, Professeur à l'Université Ferhat Abbas, Sétif 1, pour son aide et ses encouragements.

J'aimerais également exprimer ma gratitude à tous mes collègues, Monsieur **BOUNECHADA Mustapha ; ALLEG Fatah, KHENCHOUCHE Halim**,

Je remercie Monsieur **KHENNOUF Seddik**, directeur du Laboratoire LMPAC de l'Université Ferhat Abbas, Sétif 1 pour son aide et gentillesse ainsi que toute l'équipe du laboratoire.

Je remercie tout particulièrement Madame **Sylvie MICHEL**, Professeur à l'Université Paris-Descartes, Directrice du Laboratoire de Pharmacognosie qui m'a accueillie dans son laboratoire.

Je tiens à remercier Madame **Sabrina BOUTEFNOUCHET**, Maitre de Conférences au du Laboratoire de Phamacognosie à l'Université Paris-Descartes pour son aide dans la réalisation de ce travail.

Enfin, je remercie toutes les personnes qui ont contribuées de près ou de loin à la réalisation de ce travail par un soutien moral ou matériel.

A tous, je dis Merci.

Abdelmalek Harrag

ملخص

دراسة النباتات الطبية في منطقة سطيف تنبثق من أهمية هذه النباتات في خطة مزدوجة ، علمية عن طريق إنشاء عدد معين من الخصائص العامة و على المستوى الاجتماعي الاقتصادي: أهمية تقييم النباتات الطبية كمصدر للمنتجات ذات القيمة الاقتصادية والدخل

كشفت لنا سلسلة الاستطلاعات (120) ثروة من المعلومات عن النباتات الطبية في منطقة سطيف:

- تحديد 49 عائلة نباتية، والعائلة الشفوية هي الأكثر تمثيلا بـ 18 نوعا، بمعدل 15.1%.

- من حيث الاستخدام العلاجي: هذه النباتات لها استخدامات علاجية متعددة ومتنوعة. هذه الملاحظات متوافقة مع تلك الموجودة على النباتات ذات الاستخدامات العلاجية في منطقة البحر الأبيض المتوسط.

- التحليل الكميائي لنبات *Inula viscosa*

بالطرق طرق الكروماتوغرافية أدى إلى تحديد 64 مكونات تربين. المقارنة الكميائية للزيوت الأساسية

كشفت هيمنة مكون polygodial

بمعدل 8.79 ± 24.85

الكلمات المفتاحية: النباتات الطبية، العلاج بالنباتات ، سطيف ، تركيبة الزيت العطري ، إينولا

فسكوزا

RESUME

L'approche ethnobotanique, nous a paru la plus adéquate pour une diagnose de la phytothérapie traditionnelle de la région de Sétif qui est une importante composante de la médecine dominante, c'est-à-dire la plus utilisée employant des ressources locales qui contribue, dans la mesure de son efficacité à améliorer la santé des populations soumises à une dégradation importante de leur situation socio-économique.

L'étude des plantes médicinales de la région de Sétif résulte de l'importance de ces plantes sur le double plan, scientifique en établissant un certains nombre de caractéristiques générales des recettes recensées. Sur le plan socio-économique : l'importance de la valorisation des plantes médicinales comme source de produits ayant une valeur économique et de revenus.

La série d'enquête ethnobotaniques (120) nous a révéler une multitude de renseignements :

-Sur le plan floristique : parmi les 49 familles botaniques recensées, les Lamiacée sont les plus représentées par 18 espèces, soit un taux de 15%.

-Sur le plan de l'usage thérapeutique : ces plantes possèdent des usages thérapeutiques multiples et variés. Nombreuses affections sont traitées. Ces observations sont compatibles avec celles portant sur les plantes à usages thérapeutiques dans la région méditerranéenne.

-Sur le plan phytochimique : l'analyse et l'identification des composants de l'huile essentielle de six populations d'*Inula viscosa* L. réalisées par des méthodes chromatographiques ont conduit à l'identification de 64 composants terpéniques. La comparaison chimique de l'huile essentielle d'*Inula viscosa* est dominée par le polygodial avec une moyenne de $(24,85 \pm 8,79)$.

Mots de clés : *Ethnobotanique, Plantes médicinales, Phytothérapie, Sétif, composition de l'huile essentielle, Inula viscosa*

ABSTRACT

The ethnobotanical approach seemed to us the most appropriate for a diagnosis of the traditional phytotherapy of the region of Setif which is an important component of the dominant medicine, that is to say the most used employing local resources which contributes, to the extent of its effectiveness in improving the health of populations subject to significant degradation of their socio-economic situation.

The study of the medicinal plants of the region of Sétif results from the importance of these plants on the double plan, scientific by establishing a certain number of general characteristics of the recorded receipts. On the socio-economic level: the importance of valuing medicinal plants as a source of products with economic value and income.

The ethnobotanical survey series (120) has revealed to us a wealth of information:

-Floristically: Of the 49 botanical families surveyed, Lamiaceae are the most represented by 18 species, a rate of 15%.

-Therapeutic use: these plants have multiple and varied therapeutic uses. Many conditions are treated. These observations are compatible with those on plants with therapeutic uses in the Mediterranean region.

-Phytochemically: the analysis and identification of the essential oil components of six *Inula viscosa* L. populations carried out by chromatographic methods led to the identification of 64 terpene components. The chemical comparison of the essential oil of *Inula viscosa* is dominated by the polygodial with an average of (24.85 ± 8.79) .

Keywords: *Ethnobotany, Medicinal plants, Phytotherapy, Setif, composition of the essential oil, Inula viscosa*

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Situation et découpage administratif de la wilaya de Sétif	27
Figure 2. Carte des reliefs de la wilaya de Sétif	28
Figure 3. Le réseau hydrographique de la wilaya de Sétif	29
Figure 4. Carte d'occupation des sols de la wilaya de Sétif	30
Figure 5. Carte géologique et structurale de la Wilaya de Sétif	32
Figure 6. Morphologique de l'Algérie	33
Figure 7. Les grands bassins versants de l'Algérie	34
Figure 8. Répartition des niveaux de pluies dans la wilaya de Sétif	35
Figure 9. Carte simplifiée des zones bioclimatiques de l'Est algérien.	37
Figure 10. Carte des précipitations annuelles moyennes de l'Est algérien.	37
Figure 11. Variation interannuelle des précipitations	38
Figure 12. Variation saisonnière des précipitations	39
Figure 13. Classification climatique - Diagramme de d'Emberger	41
Figure 14. Diagramme des périodes sèches et des périodes humides	42
Figure 15. Utilisation des plantes médicinales selon le sexe	46
Figure 16. Utilisation des plantes médicinales selon l'Age	47
Figure 17. Utilisation des plantes médicinales selon le niveau d'étude	47
Figure 18. Utilisation des plantes médicinales selon la situation familiale	48
Figure 19. La fréquence d'utilisation des différentes parties des plantes	51
Figure 20. Les modes d'utilisation des plantes médicinales	52
Figure 21. Composition de la flore par famille	68
Figure 22. Les formes biologiques de RAUNKIAER	71
Figure 23. Le pourcentage des types biologiques des plantes médicinales	71
Figure 24. Le pourcentage des types morphologiques des plantes médicinales	72
Figure 25. Le pourcentage des types phytogéographiques des plantes médicinales	73
Figure 26. Schéma d'une chaîne de CLHP en mode analytique ou préparatif.	95
Figure 27. Spectromètre de RMN Bruker Avance III HD 400 MHz	96
Figure 28. Chromatographie en phase gazeuse	97
Figure 31. Chromatographie sur couche mince	97
Figure 30. Chromatographie en phase gazeuse avec spectre de masse	98
Figure 31. Pics chromatographiques de CPG/MS	98
Figure 32. Position des Angiospermes par rapport au règne Plantae	110
Figure 33. Position des Astéracées par rapport à la classe des Angiospermes.	115
Figure 34. Espèce <i>Inula viscosa</i>	118
Figure 35. Dispositif d'extraction des huiles essentielles	126
Figure 36. Montage d'une chromatographie sur colonne "flash"	131
Figure 37. Représentation schématique de cellules de partage	133
Figure 38. Représentation schématique des deux modes d'élution en CPC	133
Figure 39. Principales étapes du fonctionnement d'un spectromètre de masse	136
Figure 40. Spectromètre de RMN Bruker Avance III HD 400 MHz	138
Figure 41. Chromatogramme de masse de la population de Sétif	141

LISTE DES FIGURES

Figure 42. Variabilité de la concentration des composés chez <i>Inula viscosa</i>	144
Figure 43. Cercles des corrélations, projections des variables sur le plan (1x2)	146
Figure 44. Cercles des corrélations, projection des variables sur le plan (1x3)	147
Figure 45. Projection des populations des l'espèce <i>Inula viscosa</i> sur le plan 1x2	149
Figure 46. Projection des populations des l'espèce <i>Inula viscosa</i> sur le plan 1x3	149
Figure 47. Projection spatiale des populations d' <i>Inula viscosa</i>	150
Figure 48. UPGMA cluster des populations d' <i>Inula viscosa</i> .	151

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Quelques formes galéniques utilisées	22
Tableau 2. Moyennes mensuelles et saisonnières interannuelles des précipitations	39
Tableau 3. Moyennes mensuelles et saisonnières interannuelles des températures	40
Tableau 4. Classification d'Emberger pour la région de Sétif	40
Tableau 5. Variables indiquées dans le questionnaire utilisé	44
Tableau 6. Analyse phytothérapeutique : Intérêt et usage	53
Tableau 7. Caractérisation biologique, morphologiques et phytogéographique	63
Tableau 8. Récapitulatif des éléments actifs des plantes (Iserin, 2001)	85
Tableau 9. Usages traditionnels de quelques espèces du genre <i>Inula</i> .	117
Tableau 10. Taxonomie d' <i>Inula viscosa</i>	118
Tableau 11. Usages d' <i>Inula viscosa</i>	120
Tableau 12. Structures chimique des flavonoïdes isolés d' <i>Inula viscosa</i>	121
Tableau 13. Rendements des huiles essentielles de la plante sèche et fraîche	122
Tableau 14. Composition chimique d'huile essentielle d' <i>Inula viscosa</i>	142
Tableau 15. Composés de l'huile essentielle utilisée dans les analyses statistiques	143
Tableau 16. Matrice de corrélation	144

SOMMAIRE

▪ RESUME	
▪ REMERCIEMENTS	
▪ LISTE DES FIGURES	
▪ LISTE DES TABLEAUX	

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	1
-------------------	---

PREMIERE PARTIE : DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES

CHAPITRE 1 : GENERALITES SUR LES PLANTES MEDICINALES ET LA PHYTOTHERAPIE

A. APERÇU HISTORIQUE	7
B. GENERALITES SUR L'ETHNOBOTANIQUE	7
1. DEFINITION	12
2. DEVELOPPEMENT DE L'ETHNOBOTANIQUE.....	12
3. INTERET DE L'ETHNOBOTANIQUE	13
4. METHODES UTILISEES EN ETHNOBOTANIQUE	14
5. SOURCES ET MOYENS D'UNE ETUDE ETHNOBOTANIQUE	14
C. MEDECINE TRADITIONNELLE ET PHYTOTHERAPIE	15
1. PHYTOTHERAPIE.....	15
1.1. Tradipraticien ou guérisseur	15
1.2. Herboriste	16
1.3. Plantes médicinales	16
2. CONNAISSANCES MEDICO-PHARMACEUTIQUES TRADITIONNELLES	17
2.1. La voie de l'expérimentation	18
2.2. La voie ésotérique.....	18
2.3. La voie d'initiation	19
3. INTERET DES PLANTES ET DOMAINES D'UTILISATION	19
3.1. Les différents types de la phytothérapie	22

3.1.1. Aromathérapie	22
3.1.2. Gemmothérapie.....	23
3.1.3. Herboristerie	23
3.1.4. Homéo thérapie.....	23
3.1.5. Phytothérapie pharmaceutique.....	23
4. AVANTAGES DE LA PHYTOTHERAPIE	23
5. TOXICITE DE CERTAINES PLANTES	24
6. VALEUR ECONOMIQUE DES PLANTES MEDICINALES	24

CHAPITRE II : MILIEU D'ETUDE

1. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE	27
1.1. Situation géographique.....	27
2. RELIEF	27
3. LE RESEAU HYDROGRAPHIQUE	29
4. LA VEGETATION	29
5. GEOLOGIE	30
6. GEOMORPHOLOGIE	32
7. LE CLIMAT	34
7.1. Aperçu sur le climat de la région d'étude	35
7.2. Les températures	39
7.3. Climatogramme d'Emberger	40
7.4. Diagramme Pluviothermique de Gaussen et Bagnouls	41
8. POPULATION HUMAINE	42

CHAPITRE III : METHODES DE TRAVAIL

A. QUESTIONNAIRE	44
B. INFORMATIONS	44
1. FREQUENCES D'UTILISATION DES PLANTES MEDICINALES.....	45
1.1. Utilisation des plantes médicinales selon le sexe	45
1.2. Utilisation des plantes médicinales selon l'âge	46
1.3. Utilisation des plantes médicinales selon le niveau d'étude	47
1.4. Utilisation des plantes médicinales selon la situation familiale.....	48
2. USAGES DES PLANTES MEDICINALES	48
3. ANALYSE PHYTOTHERAPEUTIQUES	49

CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSIONS

1. INTRODUCTION	60
2. LISTE DES PLANTES MEDICINALES RECENSEES	60
3. ANALYSE DES FAMILLES BOTANIQUES	60
3.1. caractérisations biologiques	69
3.2. Caractérisations morphologiques	72
3.3. Caractérisations phytogéographiques	73
4. CONCLUSION	74

DEUXIEME PARTIE : PHYTOCHIMIE

CHAPITRE 1 : ASPECTS PHYTOCHIMIQUES

1. GENERALITES SUR LA CHIMIE DES PLANTES	75
1.1. Molécules issues du métabolisme primaire.....	75
1.2. Molécules issues du métabolisme secondaire.....	76

CHAPITRE II : LES HUILES ESSENTIELLES

1. GENERALITES.....	86
1.1. Définition.....	86
1.2. Répartition et localisation.....	87
1.3. Facteurs de variabilités	87
1.4. Méthodes d'extraction des huiles essentielles	90
1.5. Composition chimique des huiles essentielles	94
1.6. Méthodes d'analyse des huiles essentielles	94
1.7. Utilisation des huiles essentielles dans l'aromathérapie.....	100
1.8. Activités biologiques des huiles essentielles	102

CHAPITRE III : PHYTOCHIMIE D'*INULA VICOSA*

1. ASPECT BOTANIQUE	107
1.1. Famille des Astéracées	107
1.1.1. Origine phylogénétique de la famille des Astéracées	107
1.1.2. Embranchement des Embrophytes	107
1.1.3. Sous Embranchement des Trachyophytes	108
1.1.4. Super-classe des Spermaphytes	108
1.1.5. Clade des Eudicotylédones (Dicotylédones vraies)	110
1.1.6. Clade des Astéridées	111
1.1.7. Clade des Astérales	111
1.1.7. Famille des Astéracées (Martinov, 1820)	112
2. LE GENRE INULA	116
3. PRESENTATION DE LA PLANTES	118
3.1. Taxonomie	118
3.2. Place dans la systématique	118
3.3. Description de la plante	119
4. USAGES TRADITIONNELLE D'<i>INULA VICOSA</i>	119
5. TRAVAUX ANTERIEURS SUR <i>INULA VISCOSA</i>	120
5.1. Les flavonoïdes	121
5.2. Les sesquiterpènes lactones	121
5.3. Les terpènes	121
5.4. Les huiles essentielles	122
6. PROPRIETES PHARMACEUTIQUES	124
7. CONCLUSION	125

CHAPITRE IV : MATERIELS ET METHODES

1. MATERIEL VEGETAL	126
2. METHODES CHROMATOGRAPHIQUES	127
2.1. Chromatographie sur couche mince CCM analytique	127
2.2. Chromatographie en phase liquide à Ultra Performance couplée à la spectrométrie de masse (ou UPLC-MS)	127
2.3. Chromatographies préparatives	130
3. METHODES D'ANALYSE SPECTROMETRIQUE	135
4. TECHNIQUES D'ANALYSE DES DONNEES	138
4.1. Analyse en Composantes Principales (ACP)	138
4.2. Unweighted Pair Group Method With Arithmetic Mean	139

CHAPITRE V : RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

1. ANALYSE DES HUILES ESSENTIELLES	140
2. ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES (ACP)	143
2.1. Etude des variables	144
2.2. Etude des populations d' <i>Inula viscosa</i>	148
2.3. Projection spatiale	150
3. CONCLUSION GENERALE	153
4. PERSPECTIVES	154
 REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	 155

INTRODUCTION

La médication par les plantes connaît depuis quelques années un regain de faveur chez les chercheurs ; il y a un, en effet, un mouvement général vers le recours aux traitements par des substances d'origine biologique, notamment d'origine végétale (Newman et Gragg, 2007 ; Srivastava, 2000 ; Hamilton, 2004).

Selon l'organisation mondiale de la santé, dans certains pays en voie de développement d'Asie, d'Afrique et d'Amérique latine, près de 80% des populations dépendent de la médecine traditionnelle pour leurs soins de santé primaire, à cause de ses accessibilités géographique, économique et culturelle, faciles ou immédiates (OMS, 2002 ; Hosseinzadeh et *al.*, 2015).

Près de la moitié des médicaments utilisés à travers le monde sont d'origine naturelle (naturelle ou inspirés de molécules naturels). Cependant, il semble que seulement 5 à 15% des 250 à 300 000 espèces inventoriées de plantes ont fait l'objet de recherche phytochimiques de molécules bioactives (Newman et Gragg, 2007).

Les inventaires floristiques effectués par des botanistes, qui faisant quelquefois mention des utilisations médicales des plantes ces derniers siècles, ont permis à l'étude de la médecine traditionnelle de prendre son essor.

Deux raisons principales semblent expliquer ce phénomène :

La première est qu'avec le progrès de la chimie végétale (méthodes de la chromatographie, et de la spectrométrie), des découvertes et des précisions intéressantes sont fournies sur les molécules organiques des plantes.

La seconde est que malgré l'augmentation spectaculaire du nombre des substances chimiques isolées des plantes ces dernières années, la composition chimique des plantes et leur valeur biologique (ou action pharmacothérapeutique) sont encore à élucider. On estime que parmi les 300.000 espèces de plantes terrestres connues (Dupont et *al.*, 2012), à peine 1%

d'entre elles ont fait l'objet d'études pharmacologiques. Il reste potentiellement de nombreux principes actifs à découvrir.

PROBLEMATIQUE

Les pays du grand Maghreb situé sur le pourtour méditerranéen représentent un réservoir immense de ressources phylogénétiques. Le nombre de taxons endémiques de l'Afrique du Nord s'élève à 407, dont 224 endémiques algériennes, 124 algéro-marocaines, 58 algéro-tunisiennes et une algéro-sicilienne (Vella et Benhouhou, 2007, Quézel et Santa, 1962).

L'Algérie est un grand centre de diversité biologique, sa position géographique privilégiée et la structure de ses étages bioclimatiques font de ses terroirs un gisement important de nouveaux composés médicinaux potentiels.

La flore algérienne extrêmement riche et variée représentée par 4125 plantes vasculaires inventoriées réparties en 131 familles botaniques et 917 genres (INRA, 2009). Parmi les familles botaniques les plus représentées en Algérie, les *Asteraceae* avec plus de 400 espèces, suivies par les *Lamiaceae* et les *Apiaceae*. Or, c'est parmi ces trois familles que sont inventoriées la majorité des plantes aromatiques utilisées en médecine traditionnelle algérienne (Dali-Yahia Mustapha, 2017).

A cette richesse spécifique est associée une originalité sur le plan systématique : le nombre d'endémiques nationales est de 464 (387 espèces, 53 sous-espèces et 24 variétés). Radford et *al.*, 2011 et Yahi et *al.*, 2012, signalent 289 espèces assez rares, 647 rares, 640 très rares, 35 rarissimes et 168 endémiques dont certaines n'ont pratiquement jamais fait l'objet d'études phytochimiques et pharmacologiques poussées (spécificité des substances biosynthétisées).

Les divers travaux ethnobotaniques publiés dans ce domaine se sont bornés à décrire seulement les recettes. Mais aucune synthèse n'a été effectuée à ce sujet pour évaluer l'importance ethno-phytothérapeutique. On constate que les

connaissances du potentiel phytothérapeutique sont loin d'être exhaustives. Il existe des régions où les enquêtes ethnobotaniques n'ont pas encore été réalisées ou celles où il n'existe pas d'inventaire complet des plantes médicinales. Ainsi, très peu de ce savoir a été enregistré de manière systématique. Toutes ces observations ont suscité notre curiosité. C'est pourquoi nous avons entrepris cette étude.

INTERET DE LA PHYTOTHERAPIE

Malgré le développement considérable que connaît actuellement la synthèse organique, la proportion des plantes médicinales entrant dans la préparation des médicaments peut être évaluée globalement à 1/3 de celle des substances chimiques de synthèse (Attisso, 1983). En dépit de l'augmentation spectaculaire du nombre des substances chimiques isolées des plantes ces vingt dernières années, la composition chimique des plantes et leur valeur pharmaco-thérapeutique reste encore à élucider.

Aux Etats-Unis par exemple de 1959 à 1980, 25% des médicaments prescrits et achetés dans les pharmacies comportaient des extraits et des principes actifs de plantes (Farnsworth et *al.*, 1986 ; Marin et Chrestin, 1987). On a là une part importante de l'utilisation des végétaux en pharmacie (Paris et Moyse, 1976).

Ainsi, 53.000 à 72.000 espèces de plantes médicinales sont connues et utilisées à travers le monde par les différents types de médecine traditionnelle. Ceci représente, comme le rapportent Moerman, 1999 et Chapman, 2009, environ 12 à 17 % des espèces des plantes à fleurs, estimées à 352.000 ou à 422.000 (Bramwell, 2003) dans le monde.

Par ailleurs, 25% des prescriptions de médicaments concernent des produits chimiques tirés de plantes, parmi lesquelles 2/3 proviennent, comme le rapporte Ouattara (2005), de Pays en Voie de Développement (PVD).

Il s'en suit que le marché mondial des médicaments à base de plantes (Balick, 1994; Valiathan, 1998; OMS, 2002) a enregistré une augmentation constante

au cours des dernières années (Martinez, 1995, 1997; Olsen, 1998), et qu'il pourrait actuellement atteindre une valeur supérieure à 60 milliards de dollars US (PPAM, 2012). Cette valeur tient en ligne de compte également les plantes aromatiques.

Néanmoins, alors que les milieux scientifiques et commerciaux prennent de plus en plus conscience de la valeur des plantes médicinales, l'existence de ces dernières est de plus en plus menacée. Dans certains cas, les menaces aboutissent même à l'extinction de certaines espèces (Walters et *al.*, 2008).

Selon les résultats d'une étude présentés à l'occasion de la tenue du sommet sur la biodiversité de Nagoya au Japon (18-20 octobre 2010), une plante sur cinq dans le monde est menacée de disparition (PNUE, 2012). Selon cette étude, qui a duré cinq ans et qui a été menée sur un échantillon de 380.000 espèces végétales, l'homme est responsable à travers ses activités (agriculture, élevage, déforestation, et urbanisation) de 80% de l'extinction en cours.

Aussi, 21 % des espèces médicinales identifiées dans le monde, soit 15.000, sont menacées d'extinction ou d'une sévère réduction de leur diversité par différents facteurs (Cunningham, 2002; Bramwell, 2003; Léger, 2008).

BUT DU TRAVAIL

La flore Algérienne recèle un potentiel curatif énorme. La richesse et l'originalité font que l'étude de cette flore présente un intérêt scientifique « fondamental » pour la connaissance et le savoir dans le domaine de l'ethnobotanique, de la pharmacopée traditionnelle mais également un intérêt scientifique « appliqué » dans le domaine de la valorisation des substances naturelles. Partant de ces constats, nous avons envisagé d'analyser les ressources phytogénétiques dans la région de Sétif, notre travail se fixe comme buts principaux :

- ✓ Analyse de la flore médicinale de la région de Sétif, déterminer les familles et les genres les plus importants en nombre d'espèces

médicinales.

- ✓ Mettre à la disposition des chercheurs et à tous ce qui s'intéressent aux plantes médicinales de la région de Sétif un document pouvant servir de base aux recherches pharmacologiques et toxicologiques futures.
- ✓ Valorisation des diverses plantes poussant à l'état spontané et des bio ressources originales en démontrant le potentiel thérapeutique à travers les investigations phytochimiques.

PLAN DU TRAVAIL

Notre travail comprend trois parties :

La première partie présente les éléments bibliographiques introduisant au sujet. Cette partie comprend trois chapitres :

- Le premier chapitre consacré à des généralités sur la médecine traditionnelle, la phytothérapie et l'histoire des ethnobotaniques.
- Le deuxième chapitre porte sur les métabolites primaires et secondaires des plantes médicinales
- Le troisième chapitre aborde les méthodes phytochimiques utilisées.

La deuxième partie expérimentale décrit les démarches méthodologiques en abordant les analyses phytochimiques des plantes médicinales étudiées.

Enfin, la troisième partie présente les principaux résultats obtenus et les discussions sur :

- ✓ Description des recettes de la médecine traditionnelle dans la région de Sétif, les caractéristiques des recettes à Sétif.
- ✓ Identification des métabolites secondaires par des méthodes chromatographiques (GC-MS-HPLC-MS)

INTRODUCTION

- ✓ Approche chimiotaxonomique qui s'intéresse à des taxons connus pour renfermer des métabolites secondaires particuliers, ou encore un criblage systématique des espèces

L'étude sera clôturée par les conclusions auxquelles nous avons abouti au terme de ce travail.

Première Partie

DONNÉES BIBLIOGRAPHIQUES

CHAPITRE 1

GÉNÉRALITÉS SUR LES PLANTES MÉDICINALES & LA PHYTOTHÉRAPIE

CHAPITRE 1 : GENERALITES SUR LES PLANTES MEDICINALES ET LA PHYTOTHERAPIE

A - APERÇU HISTORIQUE

La phytothérapie est présente dans toutes les cultures, actuelles ou disparues de la planète. On a de bonnes raisons de penser qu'elle est même pratiquée par les animaux supérieurs (Rodriguez et Wrangham, 1993), ce qui signifie qu'elle est probablement apparue avant l'espèce humaine.

Dès son existence, l'homme a utilisé les plantes à d'autres fins que de la nourriture. Que la plante soit comestible ou toxique, qu'elle serve à tuer le gibier et l'ennemi ou à soigner, l'homme a découvert par une suite d'échecs et de réussites, l'utilisation des plantes pour son mieux-être. Cependant, l'homme n'a découvert les vertus bénéfiques des plantes que par une approche progressive, facilitée par l'organisation des rapports sociaux, en particulier à partir du néolithique (8000 ans av. J.C.) qui voit l'essor de l'agriculture et la sédentarisation (Girre, 1997).

D'après l'historique des plantes médicinales et aromatiques, la Chine fut le berceau de la phytothérapie. L'empereur Shen Nung Ben Cao jing (2800 avant J.C.) consigne sa connaissance des plantes médicinales dans un premier livre de matière médicale ("*Traité des plantes médicinales de l'empereur Shen Nung*"). Ce livre fera autorité jusqu'au 16^{ème} siècle où il est revu et corrigé par un médecin et pharmacologue Li Che Tehen qui recense alors 1000 plantes médicinales. Ce livre contenait la liste de trois cent soixante-cinq remèdes, par analogie avec les jours de l'année, et se divisait en trois parties (Girre, 1997):

- 120 drogues inoffensives, toniques, conservant la santé, conférant résistance et longévité;
- 125 drogues vénéneuses, à n'utiliser qu'avec de grandes précautions.

Tous ces médicaments étaient d'origine végétale et étaient répartis dans chaque catégorie en herbes, arbres, fruits, graines et légumes. Plus tard, un supplément fut ajouté à l'ouvrage, avec une liste d'autres remèdes, minéraux et animaux.

En Inde, L'Ayurveda, le livre sacré écrit par Bahamas révèle les secrets de la langue vie grâce aux plantes aromatiques aux usages thérapeutique et culinaire.

Au Moyen-Orient, 4000 ans avant J.C., la première médecine, par les plantes, est gravée sur des tablettes d'argile de l'époque sumérienne, qui décrivaient une pharmacopée riche en plantes, tels le myrte, le thym, le saule, le chanvre. Le Papyrus Ebers, est l'un des plus anciens traités médicaux, qui nous soit parvenu. Il représente le premier recueil, connu, consacré aux plantes médicinales. Rédigé au XVI^e siècle av. J.-C., il est l'un des plus longs documents écrits retrouvé, de l'Égypte antique. Il contient 877 paragraphes, qui décrivent de nombreuses maladies, dans plusieurs branches de la médecine (gastro-enté- rologie, gynécologie, ophtalmologie...) et il fait référence à de plus anciens documents, citant des dizaines de plantes, accompagnés d'un mode d'utilisation.

Pour les Hébreux qui héritèrent des connaissances des Egyptiens, les substances Aromatiques figuraient parmi les offrandes qu'apportèrent Les rois mages à l'enfant jésus. Les huiles étaient réservées aux prêtres et au service Divin.

Les grands médecins grecs utilisaient couramment les narcotiques, les laxatifs ou des émétiques (vomitifs). Le plus célèbre est Hippocrate de Cos (5^eme siècle - 460-377 avant J.C.) écrit l'œuvre Corpus hyppocratum en 72 livres. Hippocrate jeta les bases de la médecine scientifique, cherchant aux maladies une explication rationnelle et non plus magique (Cheriti, 2006).

Les médecines grecque et romaine comprenaient, également, de nombreuses prescriptions de plantes, comme l'illustre, notamment, le célèbre ouvrage de Dioscoride (médecin grec du I^{er} siècle après J.-C.) sur la matière médicale.

En Amérique, les Aztèques, les Mayas, les Incas et les habitants de la forêt tropicale avaient une parfaite connaissance des plantes médicinales et aussi des drogues et plantes toxiques (Bruneton, 1999).

En Afrique la médecine traditionnelle utilise depuis des millénaires les plantes médicinales.

A l'époque de la civilisation arabo-musulmane (dont les frontières allaient de l'Inde à l'Espagne), la pharmacologie a connu un grand essor, ainsi différentes techniques en médecine, en pharmacie, en botanique médicale ont été développés et beaucoup de livres sur l'utilisation des ressources végétales ont été traduits du grec, du latin et du perse (Cheriti, 2005).

Aux arabes et musulmans, on leur doit la majorité des traductions opérées, qui sont en nombre de 230 manuscrits, cela donne une idée de l'ampleur du travail réalisé : le livre d'Abou Bakr Mohamed Ibn Zakaria El Razi (865-925) "*El Haoui*" (Le contenant) fut un récapitulatif de toutes les connaissances depuis Hippocrate. Après El Razi, le plus célèbre des médecins musulmans est Abu Ali Ibn Sina (980-1037), qui dès l'âge de 17 ans s'adonna à la médecine, et il écrivit son célèbre livre intitulé "*El Kanoun fi Tib*", traduit partout dans le monde et utilisé comme référence jusqu'à nos jours. Mais le plus grand d'entre eux fut sans aucun doute Ibn al Baytar (1197-1248). Né à Malaga, il émigra en Orient où il rédigea le très complet "*al jami'a li mofradet el adwiya (traité des Simples)*", ce livre contenait une liste de 1400 préparations et plantes médicinales dont 300 plantes citées pour la première fois (Benarous, 2006).

Ce sont les Arabes qui donnèrent à la pharmacie son caractère scientifique. Les traditions pharmaceutiques arabes passèrent en Europe et

influencèrent profondément les grandes universités de l'époque du 9ème siècle.

Avec une superficie de 2 381 741 km², l'Algérie est le plus grand pays riverain de la Méditerranée. Il est reconnu par sa diversité variétale en plantes médicinales et aromatiques, ainsi que leurs diverses utilisations populaires dans l'ensemble des terroirs du pays (Battandier, 1900). Ce sont des savoir-faire ancestraux transmis de génération en génération chez les populations, le plus souvent rurales. C'est un héritage familial oral, dominant en particulier chez les femmes âgées et illettrées. En réalité la phytothérapie, ou, plus exactement, l'herboristerie a, toujours, existé en Algérie. Les plantes poussent en abondance dans les régions côtières, montagneuses et également sahariennes. Ces plantes constituent des remèdes naturels potentiels qui peuvent être utilisés en traitement curatif et préventif (Beloued, 1998).

En Algérie la médecine traditionnelle est omniprésente dans son arsenal thérapeutique où les abortifs, les aphrodisiaques et les antiseptiques occupent une large place dans la vie quotidienne des algériens, on peut observer cette influence même sur les timbres postaux (www.philalgerie.com). Les recherches sur les plantes médicinales ont été réalisées pour des multiples raisons : promotion de la santé de la population locale, valorisation des ressources naturelles d'origine végétale et recherche des médicaments « miracles », etc.... Quelques travaux ont été publiés à l'issue de ces recherches par les derniers médecins arabes du 17ème siècle Abdel Razak Ibn Hamadouche El Djazairi (1695-1785). Parmi les ouvrages qu'il a écrit, nous citerons : "Lissane el makale fi ennabaa ani ennassab ouel hassab ouel hâl", "Errihla" (le voyage), "Kechf erroumouz", sa parfaite connaissance des plantes médicinales de l'époque constitue le cœur de l'ensemble de ses travaux, "Taâdil el mizadj bi sababi kaouanine elilaâdj" (modération du tempérament par les lois du traitement), qui a été traduit par L. Leclerc et surtout, l'ouvrage en quatre tomes : "El jawhar el maknoun min bahr el kanoun" où il traite des poisons, des maladies et des plantes et drogues médicinales (Cheriti, 2009).

Des travaux de pionniers, remarquables à plus d'un titre, couvrent la période coloniale de 1830 à 1962. Des botanistes ont réussi à cataloguer un grand nombre d'espèces comme médicinales et un livre sur les plantes médicinales et aromatiques d'Algérie a été publié en 1942 par Fourment et Roques où ils ont mentionné, décrit et étudié 200 espèces. La plupart d'entre elles étaient du Nord de l'Algérie et seulement 6 espèces ont été localisées au Sahara www.mediterranean.htm (consulté le 22/04/2010).

Les plantes médicinales, considérées dans un premier temps, à l'époque coloniale, comme de simples curiosités, ont par la suite fait l'objet d'une recherche botanique importante. Après la deuxième guerre mondiale, des recherches chimiques et pharmacodynamiques ont également été entreprises.

D'autres travaux, plus proches de nous, concernent les pharmacopées traditionnelles du Nord du pays (années 1970) et de la plupart des zones du Sahara (années 1980 à 2000); d'autres études, enfin, portent sur des espèces plus précises (Hammiche et *al.* 2013).

A part les auteurs mentionnés ci-avant, de nombreux autres chercheurs se sont intéressés aux plantes médicinales et utiles en Algérie. Parmi ces chercheurs, on peut citer : Baba Aissa, 1991 et Beloued, 1998 qui publient des ouvrages qui traitent des usages médicaux des plantes en Algérie. Ces travaux sont une source d'information précieuse dans l'étude des plantes médicinales.

La valeur médicinale des plantes est de plus en plus démontrée scientifiquement à travers une série de thèses et de mémoires publiés par des chercheurs algériens. La recherche semble se focaliser sur les études phytochimiques et un intérêt grandissant pour les espèces endémiques.

A Sétif, les chercheurs se sont intéressés aux plantes médicinales, la période 2015-2018 se distingue par une importante série de thèses de doctorat sur les études des plantes et leurs usages, il y a lieu de mentionner les plus récentes (Merouani, 2017 ; Omer, 2017 ; Bouchkrit, 2018 ; Lamamra, 2018 ; Khennoufi, 2018, Bouchaala, 2018 ; Abbaoui, 2018...). Ces études se sont intéressées principalement à la composition chimique, et la toxicologie des plantes utilisées en médecine traditionnelle.

B- GENERALITES SUR L'ETHNOBOTANIQUE**1. DEFINITION**

Ni inféodée à la botanique, ni tout à fait auxiliaire de l'ethnologie, l'ethnobotanique apporte un regard nouveau sur l'étude de l'une et l'autre des disciplines.

Le terme ethno-botany est né sous la plume du professeur américain J.W. HARSHBERGER, botaniste et agro-botaniste, dans un article publié par le Philadelphia Evening Telegram le 5 décembre 1895.

Discipline scientifique et pratique poétique, l'ethnobotanique engage des histoires et des enjeux multiples. Tantôt pratique taxinomique consistant à lister des plantes utiles, tantôt recueil de colporteurs, l'ethnobotanique est une science à part « *la science étudiant les relations réciproques existant entre les hommes et les plantes* ».

L'ethnobotanique est synonyme de l'étude des plantes utilisées par des populations ancestrales, à savoir leur distribution et les voies de cheminement des produits confectionnés avec ces plantes (Bourobou, 2013). Elle étudie aussi spécifiquement les aspects culturels des rapports entre les divers groupes humains et la flore (Ramade, 1993).

2. DEVELOPPEMENT DE L'ETHNOBOTANIQUE

L'ethnobotanique est née en 1895 dans les écrits du botaniste, écologue et taxonomiste américain John W. Harshberger. Il définissait sous le néologisme « *ethno-botany* » l'étude des « plantes utilisées par les peuples primitifs et aborigènes », terme supplantant celui d'arborigan botany proposé par Stephen Powers en 1875. De nouvelles notions théoriques furent ensuite développées entre autres par Wilfred William Robbins en 1962, suggérant qu'au delà de la simple collecte de plantes et de noms vernaculaires, cette discipline devait s'intéresser aux perceptions que les groupes « primitifs » avaient des plantes. D'ores et déjà, les notions de conceptions émiqes des plantes étaient posées ainsi que les fonctions sociales que leurs usages et les classifications vernaculaires.

L'ethnobotanique se vit alors divisée en deux champs, celui de l'étude se référant à la nature des usages des végétaux et celui visant à comprendre les théories indigènes des plantes (Valadeau, 2010).

Selon Portères (1961) in Dahmani (2010), l'ethnobotanique est une science associative qui recherche, utilise, lie et interprète les faits d'interrelations entre les sociétés humaines et les plantes en vue de comprendre et d'expliquer la naissance et le progrès des civilisations.

3. INTERET DE L'ETHNOBOTANIQUE

L'ethnobotanique est une science utile à l'homme. C'est une science pluridisciplinaire qui est d'abord empirique avant d'être étudiée par des scientifiques. D'après Bourobou (2013), la plante reste pour l'homme un agent moteur des plus importants dans l'édification des civilisations. Selon Okafor (1998) in Achour et Bougaci (2008), l'étude ethnobotanique permet l'évaluation du savoir des populations locales et leurs relation avec les plantes, elle fournit des éléments qui permettent de mieux comprendre comment les sociétés anciennes ont inséré le savoir médicinal par les plantes dans leur milieu naturel. Pour Belekhdar (2008) in Lucie (2010), le but de l'ethnobotanique est d'éviter la perte des savoirs traditionnels. C'est grâce au contexte international marqué par le sommet de RIO, et les recommandations, surtout de l'UICN et l'OMS, que des stratégies de conservation des plantes médicinales sont en cours d'élaboration par l'ensemble des pays d'Afrique du Nord, dans lesquels diverses actions ont été déjà initiées :

- L'inventaire des plantes médicinales de la flore de chaque pays ;
- Le renforcement du réseau des l'aires protégées ;
- La création de jardins botanique jouant un rôle de conservation et d'éducation environnementale en matière des plantes médicinales ;
- La mise en place de banques nationales de gènes avec une composante plantes médicinales ;
- La valorisation de savoir-faire de la population locale et compléter les informations manquantes ;

- La restauration du savoir traditionnel et sa protection de tout risque de perte;
- L'établissement de bases de données propres aux plantes médicinales.

4. METHODES UTILISEES EN ETHNOBOTANIQUE

Pour réaliser une étude ethnobotanique, il est important de prendre en considération plusieurs aspects. Pour chaque enquête il faut analyser le contexte de l'étude, clarifier les objectifs visés, élaborer les hypothèses possibles, définir le domaine d'étude, planifier les activités recherchées, prospecter sur le terrain pour mettre en place un inventaire floristique, collecter les données et enfin exploiter les résultats.

5. SOURCES ET MOYENS D'UNE ETUDE ETHNOBOTANIQUE

D'après Portère (1961) in Dahmani (2010), l'ethnobotanique utilise les sources et les moyens d'étude suivants :

- a) Sources bibliographiques des Historiens, Climatologues, Archéologues, Géographes, Voyageurs et Explorateurs, Linguistes.....etc ;
- b) Documents archéologiques, l'archéologie apporte des données de très grande valeur sur les périodes antiques d'utilisation des plantes, sur leurs anciennes distributions suivant les sites et les civilisations.

Ces deux étapes permettent de mieux connaître la zone d'étude, la culture de la population utilisatrice des plantes, leurs histoire traditions et croyances, ainsi la flore existante.

c) L'enquête ethnobotanique, étape essentielle dans la réalisation d'une étude ethnobotanique. L'enquête directe est la source d'information la plus importante, la plus satisfaisante à condition qu'elle soit intégrée dans un ensemble. Une enquête bien faite nécessite certaines conditions à suivre. Selon Caverio et al. (2011) in Dahmani (2010) les informations doivent être obtenues à partir des personnes nées ou ayant vécu longtemps dans la zone d'étude. L'importance de la langue n'est pas à sous-estimer : d'une part parce que le langage a une fonction sociale primordiale, consistant à communiquer un message, d'autre part parce que le fonctionnement d'une langue est étroitement conditionné par les modes de vie de la communauté considérée.

d) Réalisation d'un herbier et autres collections de références, la consultation des sources de documentation dans les herbiers anciens et moderne ne suffit pas, l'ethnobotanique doit recueillir des échantillons des plantes auxquelles il fera référence, cela devient d'un intérêt relatif à la sureté dans l'identification et la comparaison des échantillons d'un lieu à un autre.

e) L'étape de l'identification botanique des plantes recensées après l'enquête, est très importante pour établir des corrélations entre les noms vernaculaires et les noms scientifiques. Pour le nom scientifique, chaque espèce possède un seul nom connu par le monde entier, mais les noms vernaculaires représentent des problèmes de confusion.

En effet, D'après Babulka (1993), le même nom vernaculaire peut parfois être attribué à plusieurs espèces dans différent régions.

f) Pour se bénéficier des informations collectées auprès des villageois durant l'enquête, une analyse des données est réalisée en calculant les indices ethnobotaniques en particulier la valeur d'utilisation UV (Use value).

C. MEDECINE TRADITIONNELLE ET PHYTOTHERAPIE

La médecine traditionnelle est employée, depuis les temps les plus reculés, sous forme de simples préparations, ou composées. Elle a été transformée, depuis le XIXe siècle, par l'emploi des extraits de plantes, puis par celui des substances actives, isolées de celles-ci. Actuellement, de nombreuses plantes sont, encore, employées en nature; mais, la plupart d'entre elles ne sont vendues qu'en pharmacie et il peut être dangereux d'employer certaines plantes, dont on ne connaît pas, parfaitement, les effets.

1. PHYTOTHERAPIE

Du grec *phyton*, «plante», et *therapeuein*, "soigner", la phytothérapie, c'est l'utilisation des plantes à des fins thérapeutiques. Ces plantes peuvent être utilisées fraîches ou volontairement séchées (Vaudrauil ,2012).

1.1. Tradipraticien ou guerisseur

Le tradipraticien ou le guérisseur est une personne qui est reconnue comme compétente par la collectivité dans laquelle elle vit pour dispenser des soins

de santé grâce aux substances végétales, animales et minérales, et d'autres méthodes basées sur les connaissances, comportements et croyances liées au bien-être physique, mental et social ainsi qu'à l'étiologie des maladies et des invalidités prévalent dans la collectivité (OMS, 1978).

1.2. Herboriste

Ce terme décrit un guérisseur traditionnel spécialisé dans l'utilisation des plantes médicinales pour traiter diverses maladies. On attend de lui une grande connaissance de l'efficacité, de la toxicité, du dosage et de la préparation des plantes médicinales.

1.3. Plantes médicinales

La Pharmacopée française (Xème édition) donne une définition claire des plantes médicinales : « Les plantes médicinales sont des drogues végétales qui possèdent des propriétés médicamenteuses. Ces plantes médicinales peuvent également avoir des usages alimentaires, condimentaires ou hygiéniques » (Bruneton, 2009).

Une plante est dite médicinale quand elle possède des vertus pour soulager, prévenir ou guérir. Ces vertus peuvent se trouver dans les feuilles, les racines de la plante médicinale, ou parfois dans les trois parties (Descheemaeker, 2010). Elles sont utilisées sous plusieurs formes : en tisane, broyées, en baumes, en huiles essentielles ou en compresses dans différentes applications (Wills et *al.*, 2000).

Elles peuvent être la source de nouvelles molécules candidates biomédicament. Cependant, l'usage des plantes médicinales peut apporter directement des réponses à certains problèmes de santé; mais avant de pouvoir recommander l'usage de telle ou telle espèce pour une maladie, il est nécessaire de valider l'usage traditionnel qui en fait (Sofowora, 2010).

En d'autres termes, il convient d'évaluer scientifiquement l'activité pharmacologique de la plante médicinale retenue et apprécier si celle-ci confirme sa réputation. De plus, il est impératif de vérifier également l'absence de toxicité des plantes employées (Mohammedi Zohra, 2012).

Les plantes médicinales sont toutes les plantes qui contiennent une ou des substances pouvant être utilisées à des fins thérapeutiques ou qui sont des précurseurs dans la synthèse des drogues utilisées. Les experts de l'OMS considèrent que cette définition permet de distinguer les plantes médicinales dont les propriétés thérapeutiques et les composants ont été établis scientifiquement des plantes considérées comme médicinales, mais qui n'ont pas encore fait l'objet d'une étude scientifique. Plusieurs plantes sont employées en médecine traditionnelle depuis de nombreuses années. Certaines semblent efficaces bien qu'il n'existe pas de données scientifiques pour le confirmer et sont considérées comme médicinales. Sofowora (1996) préconise que dans cette définition de plantes médicinales soient inclus les cas suivants :

- a) plantes ou parties de plantes à usage médicinale dans la préparation galénique (décoction, infusion, etc.)
- b) plantes utilisées pour l'extraction de substances pures soit pour usage médicinale direct pour l'hémisynthèse de composés médicaux (par exemple l'hémisynthèse d'hormone sexuelle à partir de la diosgénine obtenue des tubercules de *Dioscorea*)
- c) aliments, épices et plantes de parfumerie à usage médicinale, comme le gingembre
- d) des plantes à fibre (comme le coton, le lin), utilisées pour la préparation de pansements chirurgicaux.

2. CONNAISSANCES MEDICO-PHARMACEUTIQUES TRADITIONNELLES

Plusieurs voies conduisent les personnes à devenir praticiens ou tradipraticiens de la médecine traditionnelle, c'est-à-dire d'acquisition des connaissances médico-traditionnelles. De nombreux auteurs, tels que Kerharo et Bouquet (1950), Bouquet (1969), Kerharo (1971) ; Kerharo et Adam (1974) proposent la classification suivante :

2.1. Voie d'expérimentation

Par essai ou erreur, l'homme a utilisé son intuition pour découvrir différents moyens et techniques pour la sauvegarde de sa santé. C'est ainsi qu'il a trouvé dans la nature des médicaments pour soulager ses maux.

Par observation des pratiques médicales de certains animaux, certains tradipraticiens ont maîtrisé certains remèdes en observant le comportement de certains animaux. C'est ainsi qu'on a découvert les propriétés antibiotique du genre *Aspilia* (*Asteraceae*) en observant les chimpanzés qui cherchent les feuilles de cette plante, en Tanzanie. En effet, la plante contient la thiarubine, antibiotique qui détruit les bactéries qui sont à l'origine de diverses maladies.

Par la signature, le semblable soigne le semblable. L'homme croit que certaines plantes ont été signalées de part leur nature pour attirer notre attention et nous aider à découvrir des médicaments selon la ressemblance de forme, d'aspect ou de couleur. Cette théorie explicitée pour la première fois par J.B. PORTA au XVIème siècle, avait déjà été mentionnée par PLINE en 50 avant J.C. et dont l'idée était déjà courante chez les médecins arabes et plus tard chez les alchimistes du moyen âge. Cette théorie des signatures s'explique aisément à partir de l'observation d'un grand nombre de plantes dont l'emploi thérapeutique est dû à l'attrait qu'à exercé sur l'homme un trait morphologique caractéristique du végétal « la signature » (Pelt, 1971).

2.2. La voie ésotérique

Certains praticiens de la médecine traditionnelle prétendent avoir acquis leurs connaissances médico-pharmaceutiques traditionnelles par le rêve d'une plante donnée pour le traitement d'une maladie, ou grâce aux contacts qu'ils ont avec leurs ancêtres ou parents défunts. D'autres tradipraticiens reçoivent leurs connaissances des esprits. Certains esprits peuvent habiter le corps du malade après des cérémonies spéciales permettant de déterminer la maladie dont souffre la personne ainsi que le traitement qu'il faudra lui administrer. C'est le cas dans les rites traditionnels.

2.3. La voie d'initiation

Par succession ou héritage, certains tradipraticiens ont pu acquérir des connaissances médico-pharmaceutiques par simple héritage. La personne à initier est choisie parmi les membres directs de la famille par le détenteur de secrets.

3. INTERET DES PLANTES ET DOMAINES D'UTILISATION

L'utilisation thérapeutique des vertus extraordinaires des plantes fait partie intégrante des pratiques ancestrales. En effet, l'homme a longtemps employé des remèdes traditionnels à base de plantes sans savoir à quoi étaient dues leurs actions bénéfiques. A l'heure actuelle, les plantes demeurent encore une source précieuse de nourriture et de remèdes à laquelle fait appel une large couche des populations mondiales, notamment celles des pays en voie de développement.

A l'ère préhistorique lorsque les hommes vivaient de la chasse et de la cueillette, la nourriture était souvent synonyme de remède. Les plantes étaient cueillies en fonction des besoins. Ceux en énergie, hydrate de carbone et protéines, étaient quotidiens. D'autres étaient occasionnels : antiseptiques hémostatiques pour une blessure, ou astringents contre la diarrhée (Konemann, 1999).

L'usage des plantes est très souvent explicité conformément à l'antique théorie des signatures. Selon cette conception thérapeutique, les plantes, par leurs formes, leurs couleurs ou d'autres caractères, signent la nature des organes qu'elles sont aptes à soigner. En effet, pour Dioscoride (Ier siècle ap. J.-C.), puis Paracelse qui donna à cette théorie une grande notoriété, Allah donna à l'homme des remèdes qu'il avait placés dans les végétaux. Pour les identifier, l'homme devait alors observer leur morphologie, car elle renfermait l'indice de leur utilisation. Ainsi, la pulmonaire, dont les feuilles allongées tachées de blanc rappelaient les lobes des poumons, était donc toute indiquée dans les affections respiratoires ou la colchique, avec son bulbe en forme de gros orteil, ne pouvait être destinée qu'au traitement de la goutte. C'était là un raisonnement quelque peu simpliste, qu'affirme que les semblables soignent les semblables, et qui reste une

des théories fondamentales de l'homéopathie moderne (Pelt, 2004 et Legseir, 2009)

Des propriétés ont ainsi été mises en évidence par l'expérience et ne se sont jamais trouvées démenties par l'usage. Les indications qui en découlent ont fait leur preuve pratique. Elles sont reproductibles et sont reconnues par la plupart des pharmacopées (El Qadj et *al.*, 2007)

Exemple: Les propriétés retenues de l'usage de l'ail (*Allium sativum*) sont tonique, anti-infectieux, hypotenseur...

Les insuffisances et oublis de l'approche traditionnelle ont conduit à l'étude nécessaire de la plante médicinale à un niveau scientifique et pharmacologique (Bezanger et *al.*, 1975 ; Strang, 2006).

À ce niveau, les propriétés de la plante médicinale ont fait l'objet de démonstrations expérimentales *in vitro* ou *in vivo*, chez l'animal et/ou chez l'homme. Ces études démontrent l'activité et les propriétés des extraits totaux de la plante ou de certains de ses constituants appelés principes actifs, confirment ou infirment les données issues de la tradition et permettent une utilisation de la plante médicinale suivant des critères pharmacologiques précis, sortant alors des imprécisions et redites infondées...

Exemple: Les propriétés confirmées expérimentalement de l'ail (*Allium sativum*) sont anti-infectieux, sympatholytique, anti-athéromateux, anti-agrégante plaquettaire, diurétique.

Les problèmes se posent à plusieurs niveaux: La multiplicité et la complexité des constituants de la plante médicinale, l'obtention de résultats paradoxaux: exemple de l'artichaut (*Cynara scolymus*) dans le quel sont présents les acides chlorogénique, malique, citrique et succinique; aucun de ces acides pris isolément n'a de propriété pharmacologique, alors que l'ensemble des acides possède des propriétés cholérétiques et diurétiques (synergie), potentialisé par les autres constituants de la plante (Delaveau, 1982 ; Duraffourd et *al.*, 1997).

Les substances naturelles isolées à partir des végétaux ont montré des intérêts multiples mis à profit dans l'industrie : en alimentation, en cosmétologie et en dermatopharmacie. La pharmacie utilise encore une forte proportion de médicaments d'origine végétale et la recherche trouve chez les plantes des molécules actives nouvelles, ou des matières premières pour la semi-synthèse.

On assiste chaque année à la naissance de nouveaux médicaments, obtenus de la nature ou par synthèse.

- **Origine naturelle** : citons entre autres des alcaloïdes comme la morphine à propriétés analgésiques, l'ergotamine efficace contre les migraines, la vinblastine et la vincristine, efficaces contre la leucémie, la vincamine qui améliore la circulation cérébrale ; les hétérosides comme la digitaline et la digoxine qui traitent les insuffisances cardiaques chroniques. La découverte de ces substances a eu un retentissement particulièrement important (Lampe, 1999).

- **Origine synthétique** : les principes actifs des végétaux inspirent la préparation des médicaments de synthèse. Ainsi, la structure de l'aspirine (acide acétylsalicylique) est voisine de celle de la salicine des écorces de saule, de même pour les anticoagulants, les anesthésiques locaux, les antimalariques (contre la malaria) et les curarisants (paralysant les muscles) de synthèse (Lampe, 1999).

- **Origine hémisynthétique** : les plantes fournissent des précurseurs pour la préparation de médicaments. Par exemple, on trouve chez des végétaux comme le Dioscorea, le Fénugrec et certaines Agaves, des stéroïdes, inactifs par eux-mêmes, mais dont le chimiste peut modifier la structure pour fabriquer des hormones sexuelles et cortico-surréaliennes (Lampe, 1999).

Le mode de préparation d'un produit phytothérapeutique peut avoir un effet sur la quantité d'ingrédient actif présent. Le moment et la saison de la

récolte de la plante, ainsi que le type de sol où elle pousse, peuvent également influencer son efficacité (Agence de médicament, 1998)

Tableau 1 : Quelques formes galéniques utilisées

Préparation	Mode
<i>Décoction</i>	Bouillir les plantes de 10 à 30 mn, le plus souvent dans de l'eau
<i>Infusion</i>	Verser de l'eau bouillante sur les plantes (ou encore à jeter les plantes dans le récipient contenant l'eau bouillante) au moment précis où l'eau entre en ébullition
<i>Macération</i>	Mettre les plantes en contact, à froid, avec un liquide quelconque. Les macérations à l'eau ont l'inconvénient de fermenter facilement, ne doivent pas, de toute manière, excéder une dizaine d'heures.
<i>Cataplasme</i>	Préparer la plante assez pâteuse pour être appliquée sur la peau
<i>Compresse</i>	Appliquer durablement une gaze ou d'un linge, imbibée de la préparation, sur la partie du corps à soigner
<i>Teinture alcoolique</i>	Dissoudre dans de l'alcool des substances médicamenteuses
<i>Gargarisme</i>	Préparer un liquide dont on se rince la bouche, la gorge, le pharynx, les amygdales et les muqueuses
<i>Poudre</i>	Elle est obtenue par broyage de l'organe desséché puis tamisé
<i>Tisane</i>	Avec des plantes fraîches ou avec des plantes séchées

3.1. Les différents types de la Phytothérapie

3.1.1. Aromathérapie

L'aromathérapie est une thérapeutique qui utilise les essences des plantes (huiles essentielles) substances aromatiques secrétées par de nombreuses familles de plantes. Ce terme a été inventé par René Maurice Gatte fossé, pharmacien français dans les années 1910. Ce mot vient du latin « aroma » signifiant odeur et du grec « therapeia » signifiant traitement. Il s'agit donc de soigner par les huiles essentielles à utiliser souvent à travers la peau (Goeb, 1999 et Maatoug, 1990).

3.1.2. Gemmothérapie

Elle se fonde sur l'utilisation d'extrait alcoolique de tissus jeunes de végétaux tels que les bourgeons et les radicules (Guenter, 1975).

3.1.3. Herboristerie

Correspond à la méthode de phytothérapie la plus classique et la plus ancienne. L'herboristerie se sert de la plante fraîche ou séchée et l'utilise soit entière, soit une partie de cette dernière (écorce, fruits, fleurs). La préparation repose sur des méthodes simples, le plus souvent à base d'eau : décoction, infusion, macération. Ces préparations existent aussi sous forme plus moderne de gélule de poudre de plante sèche que le sujet avale (Hostettmann, 1997).

3.1.4. Homéopathie

Elle a recours aux plantes d'une façon prépondérante mais non exclusive; les trois quarts des souches sont d'origine végétale, le reste étant d'origine animale et minérale (Kerharo et Adam, 1974).

3.1.5. Phytothérapie pharmaceutique

Utilise des produits d'origine végétale obtenus par extraction et qui sont dilués dans de l'alcool éthylique ou un autre solvant. Ces extraits sont dosés en quantités suffisantes pour avoir une action soutenue et rapide (Yildiz, 2007).

4. AVANTAGES DE LA PHYTOTHERAPIE

N'oublions pas que de tout temps à l'exception de ces cent dernières années, les hommes n'ont pas eu que les plantes pour se soigner, qu'il s'agisse de maladies bénignes, rhume ou toux ou plus sérieuses telles que la tuberculose (Peyron, 2000).

Aujourd'hui, les traitements à base de plantes reviennent au premier plan car l'efficacité des médicaments tels que les antibiotiques (considérés comme la solution quasi universelle aux infections graves) décroît, les bactéries et les virus se sont peu à peu adaptés aux médicaments et leur résistent de plus en plus. La phytothérapie qui repose sur des remèdes naturels est bien acceptée

par l'organisme et, souvent associée aux traitements classiques. Elle connaît de nos jours un renouveau exceptionnel en occident, spécialement dans le traitement des maladies chroniques comme l'asthme ou l'arthrite (Bruneton, 1993. Franchomme et Penoel, 1990).

5. TOXICITE DE CERTAINES PLANTES

Les Plantes médicinales étant pharmacologiquement actives elles peuvent être responsables d'effets nuisibles, dangereux voir mortels nécessitant une vigilance continue.

De même, il ne faut pas utiliser des plantes d'origine douteuse, puisque les facteurs de pollution, la cueillette et les méthodes de conservation, de stockage... peuvent altérer les propriétés des plantes (Sadouk, 2009).

6. VALEUR ECONOMIQUE DES PLANTES MEDICINALES

Les plantes médicinales et leurs utilisations diverses peuvent jouer un rôle important dans l'économie surtout dans les pays en voie de développement qui peuvent à un certain degré remplacer quelques importations des pays développés, d'où la nécessité d'une meilleure prise en charge de ce patrimoine national (étude, culture, protection...)

La plupart des habitants des zones rurales comptent d'abord sur les plantes médicinales et aromatiques pour traiter leurs problèmes de santé et les utilisent en cosmétologie, en parfumerie et dans l'industrie alimentaire entre autres.

En Afrique, plus de 80% de la population utilisent la médecine traditionnelle (MT) pour satisfaire ses besoins de soins de santé (OMS, 2002). En Asie et en Amérique latine, les populations recourent encore à la MT du fait de circonstances historiques et de croyances culturelles. En Chine, la MT représente environ 40% des soins de santé dispensés. Il a été rapporté que 71% de la population de Chili et 40% de la population de Colombie utilisent la médecine traditionnelle (Lazaro, 2005).

Dans les pays développés, la MT devient de plus en plus populaire. C'est ainsi que le pourcentage de population qui l'utilise est : au moins de 75% en France, 70% au Canada, 48% en Australie, 42% aux Etats Unis, 38% en Belgique (OMS, 2002).

Par ailleurs, l'exploitation et le commerce des plantes aromatiques et médicinales (PAM) représentent, pour plusieurs familles dans la campagne et en ville, une source de revenu non négligeable. Pour s'en apercevoir, il suffit de constater l'épanouissement du marché des plantes médicinales et la multiplication des vendeurs de PM et/ou des produits cosmétiques à base de plantes (OMS, 2002)

Le commerce des plantes médicinales en Europe s'accroît à un rythme d'environ 10% par année. Au Royaume-Uni seulement, le commerce des plantes médicinales représente plus de 293 millions Euros chaque année. L'industrie des plantes médicinales est devenue, en peu de temps, le secteur de l'industrie pharmaceutique connaissant la plus forte croissance annuelle avec 15 à 20 % où on a estimé aussi que ces produits ont une valeur monétaire allant de deux à dix milliards de dollars[67]. En Malaisie, 500M\$ US sont dépensés annuellement pour les soins de santé relevant de la MT, alors que la médecine allopathique ne recueille qu'environ 300M\$ US (OMS, 2002).

Aux Etats Unis, les dépenses totales pour la MT sont estimées à 2.700M\$ US en 1997 et à près de 34 milliards de dollars en 2007. Ces dépenses représentent environ 1,5% du total des dépenses de santé des Américains qui tournent autour de 2 200 milliards de dollars, selon une étude des Instituts nationaux de la santé (NIH) (OMS, 2002)

En Australie, ces dépenses sont de 80M\$US/an, au Canada 2.400M\$ US/an, au Royaume Uni 2.300M\$ US/an (OMS, 2002). Cette utilisation largement répandue s'explique par la demande mondiale en PAM et leurs dérivés pour l'agro-alimentaire, la phytothérapie, les parfums et les produits cosmétiques naturels n'a fait qu'augmenter. L'Europe détient le plus grand marché, suivie par l'Asie, l'Amérique du Nord et le Japon. Les USA constituent le marché qui évolue le plus rapidement. L'industrie médicale

mondiale utilisant les PAM a augmenté de façon exponentielle au cours de ces dernières décades suite à la révolution « bio »; «environnement sain» et «développement durable». La Chine et l'Inde sont les plus grands exportateurs des PAM. Hongkong, le Japon, les USA et l'Allemagne sont les premiers importateurs. Ainsi, le marché global des PAM est estimé à 30 Milliards de dollars en l'an 2000 et à 64 Milliards de dollars en l'an 2012 (Belkhiri et *al.*, 2013).

CHAPITRE II

MILIEU D'ÉTUDE

CHAPITRE II : MILIEU D'ETUDE

1. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

1.1. Situation géographique

Du point de vue géographique, la wilaya de Sétif est localisée dans les hautes plaines de l'Est algérien. Elle occupe une position centre et constitue un carrefour entouré de 6 wilayas. Elle est limitée : au Nord par les wilayas de Bejaia et Jijel, à l'Est par la wilaya de Mila, au Sud par les wilayas de Batna et M'sila et à l'Ouest par la wilaya de Bordj Bou Arreridj. Elle occupe une superficie de 6.549,64 km² et comporte 60 communes réparties en 20 Daïras (Figure 1)

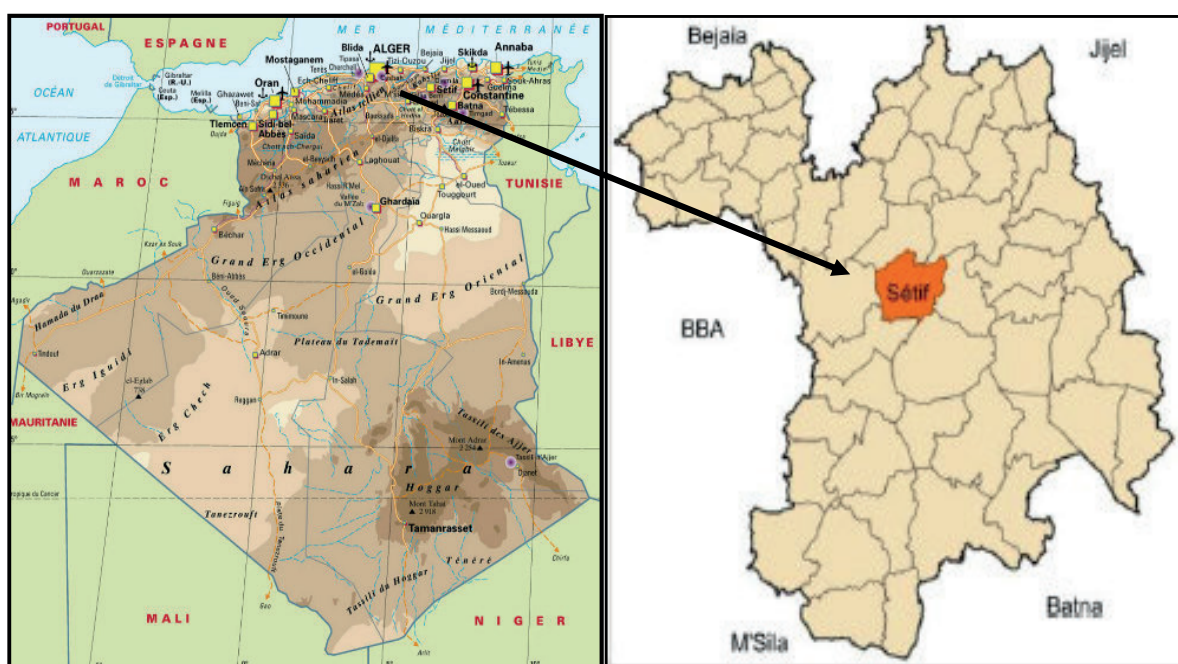


Figure 1 : Situation et découpage administratif de la wilaya de Sétif
(Source : DSA de Sétif 2011)

2. LE RELIEF

Le relief de la zone sétifienne, se divise en trois grandes zones (Figure 2) :

a. Zone montagneuse : Cette zone occupe plus de 40% de la superficie de la wilaya elle est bien représentée au Nord et au Sud. La partie Nord est

représentée par deux lignes principales de reliefs. La plus septentrionale correspond à la chaîne des Babors avec le point culminant, le sommet de Djebel Babor (2004 m). La partie Sud et Sud-Ouest de la région est occupés par les premiers contreforts des monts du Hodna et appartient à cette zone, où l'altitude atteint 1890 m à Djebel Boutaleb.

b. Zone des hautes plaines : c'est une immense étendue, occupant 50% de la superficie totale de la wilaya, elle est relativement plane et dont l'altitude varie de 950 m (l'Ouest jusqu'à 750 m à l'Est. Des reliefs isolés surgissent au centre de la plaine, comme Djebel Zdim (1160 m), Djebel Youcef (1442 m), Djebel Braou (1263 m), Djebel Tnoutit (1192 m) Djebel El Meksem (1077 m), Rokbet El Djemel (1406 m), Djebel Gherour (1271 m) et Djebel El Hammam (1237 m).

c. Zone de dépression Sud: elle est située dans le Sud de la wilaya, où l'altitude dépasse rarement les 900 m. Cette zone pratiquement plane, elle couvre une superficie de 10% de l'espace de la wilaya et se caractérise par la présence de 'Chotts' ou dépression salées comme Chott El Beidha, Chott El Ferain, Sebket Melloul et Sebka Bazer.

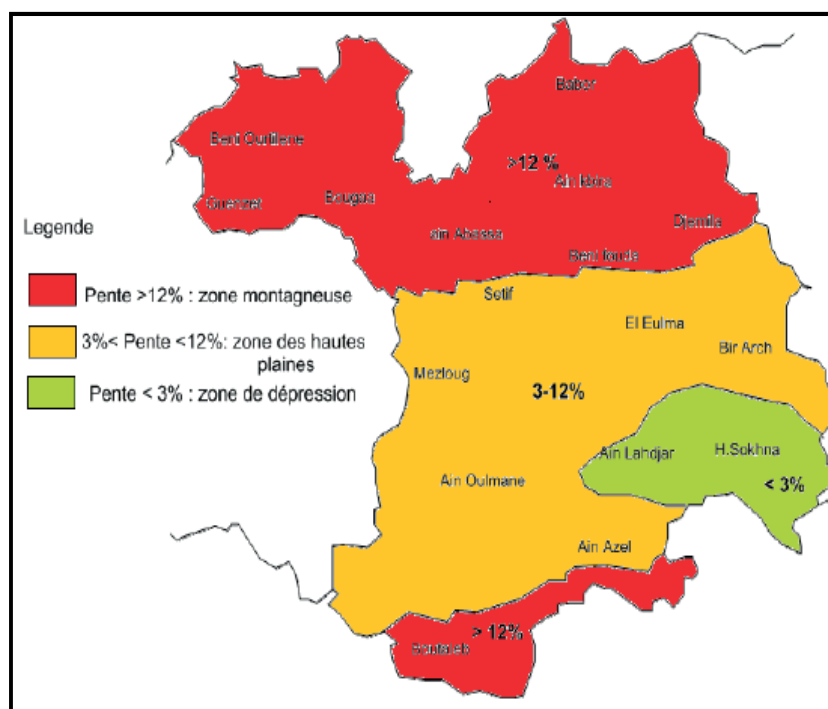


Figure 2 : Carte des reliefs de la wilaya de Sétif
(Source : SDRD. Sétif 2004).

3. LE RESEAU HYDROGRAPHIQUE

Le réseau hydrographique est organisé autour du dispositif montagneux de la région. Dans la moitié Nord, l'écoulement des eaux de surface se fait vers la mer Méditerranée par Oued Bou Sellam qui rejoint la Soummam, Oued Agrioun, Oued El Kebir, Oued Bou Slah et Oued Rhumel. Ces réseaux hydrographiques alimentent les barrages et les retenues collinaires de la région. Le reste des cours d'eau et spécialement ceux du Sud ; constituent un réseau hydrographique endoréique centrée sur les Chotts (Figure 3)

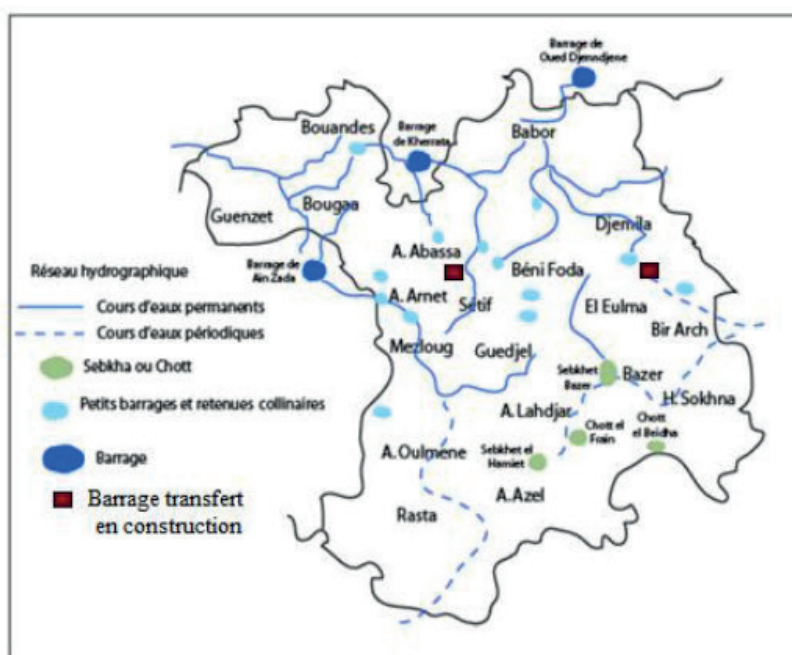


Figure 3 : Le réseau hydrographique de la wilaya de Sétif
(Source : D.H.A 2016).

4. LA VEGETATION

La barrière climatique des reliefs septentrionaux et l'altitude accentuent les contrastes et diversifient la végétation. On distingue sur les monts des Babors les forêts d'Alep, de cèdre, le sapin de Numidie, le cyprès, le chêne vert et le chêne-liège (Figure 4). Par ailleurs, la zone montagneuse demeure une région de l'arboriculture notamment l'olivier et le figuier.

Les hautes plaines sont le domaine de la céréaliculture et des cultures maraîchères. Par contre pour la zone des dépressions et compte tenu de la qualité saline de ses sols, la flore est généralement pauvre.

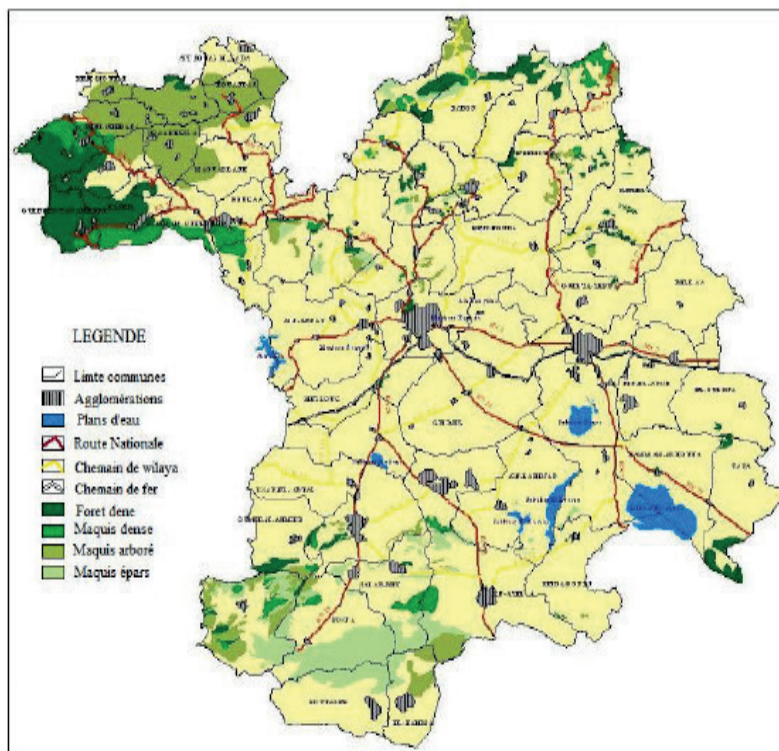


Figure 4. Carte d'occupation des sols de la wilaya de Sétif
(Source : DSA Sétif, 2008).

5. GEOLOGIE

D'un point de vue géologique, l'Algérie est subdivisée en deux domaines qui s'opposent par leur histoire et leur structure géologique :

- **Un domaine septentrional ou Algérie du Nord**, qui fait partie de la chaîne alpine, édifié au cours du Tertiaire et qui demeure encore instable aujourd'hui.
- **L'Algérie saharienne**, domaine relativement stable depuis la fin du Précambrien, constitué d'un socle déformé par les orogénèses éburnéenne et panafricaine, d'une couverture paléozoïque généralement tabulaire affectée localement de plis hercyniens et d'une couverture méso-cénozoïque tabulaire.

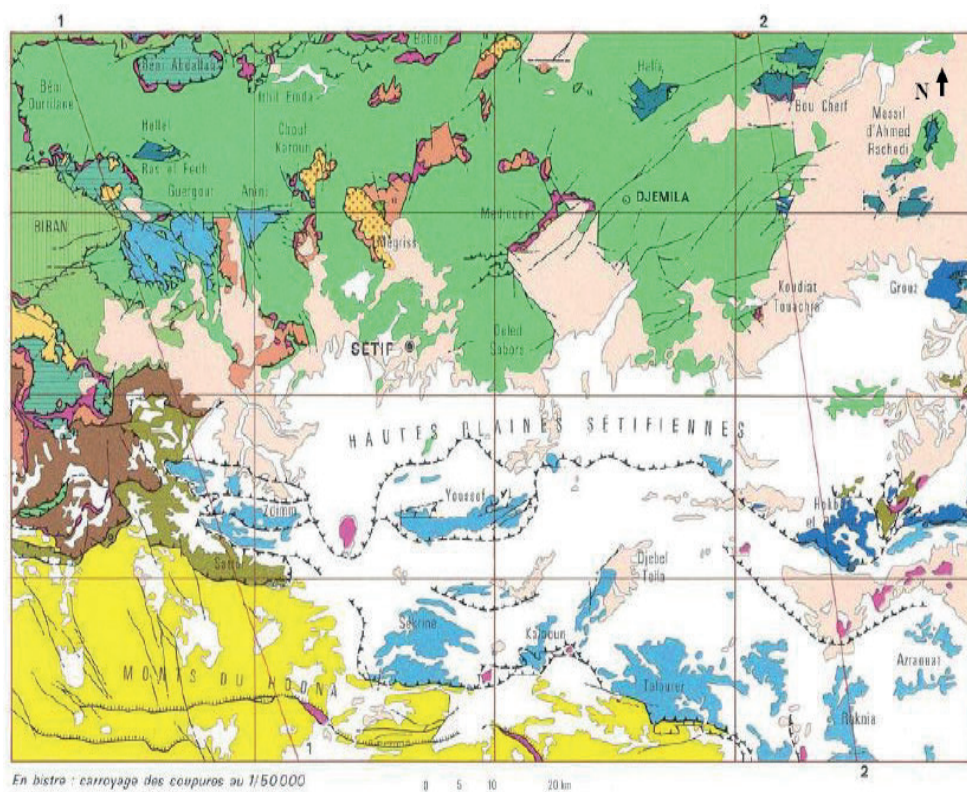
La frontière entre ces deux domaines est délimitée par l'accident sud-atlasique qui suit le revers Sud de l'atlas saharien.

La région étudiée (Sétif) appartient au premier domaine et fait partie de la chaîne Maghrébides que nous exposons brièvement.

Cadre Géologique local

L'Algérie du Nord fait parti de la chaîne alpine qui est une chaîne jeune au cours de formation ce qui a pour conséquence une activité sismique intense suite aux raccourcissements Nord-Sud. La géologie de Sétif est forte complexe où toutes les unités structurales sont présentes à l'exception du socle et la dorsale kabyle. Au Nord la complexité morpho structurale ajoutée à la nature lithologique des terrains à tendance perméable et plastique reposant sur un substratum imperméable, favorise beaucoup plus les instabilités de ces terrains, en revanche au centre et au sud domaine des hautes plaines où se sont installés des sols argile graveleux et croutes calcaires quaternaire et des argiles rouges et conglomérats d'âge miocène.

A l'exception de la dorsale et du socle kabyle toutes les unités géologiques de la chaîne alpine sont bien représentées dans la région de Sétif (Figure 5).



**Figure 5 : Carte géologique et structurale de la Wilaya de Sétif
(Source : carte géologique 1/200.000 Sétif)**

6. GEOMORPHOLOGIE

Le milieu physique de la wilaya de Sétif a pour principale caractéristique l'ordonnement du relief en éléments longitudinaux quasiment parallèles. La chaîne du tell au Nord et une lisière au Sud renfermant des cuvettes où dorment les chotts. Entre ces deux barrières s'installent d'immenses hautes plaines fermées à l'Ouest et s'élargie à l'Est, appelées communément les hautes plaines Sétifiennes

L'organisation orographique de l'Algérie orientale est, plus qu'ailleurs, affectée d'un fort gradient latitudinal qui concerne aussi bien les altitudes topographiques que les étages bioclimatiques.

Le climat fort contrasté y imprime sa plus grande marque. Latitude et continentalité donnent lieu à une disposition en bandes zonales Est-Ouest de la pluviométrie et de L'évapotranspiration. Ainsi la région septentrionale est

la plus arrosée (plus de 1 m sur les Babors), par contre une sécheresse nettement marquée à l'intérieur.

La nature et la répartition du couvert végétal sont, de manière générale, commandées par ce compartimentage physico-climatique.

La figure 6 (MNT de global mapper) illustre l'organisation de relief de la région de Sétif, ainsi on a :

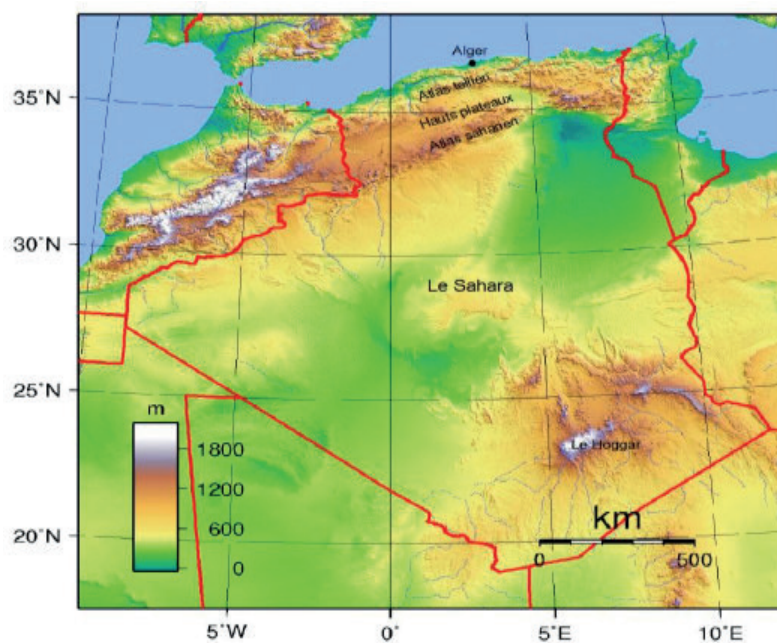
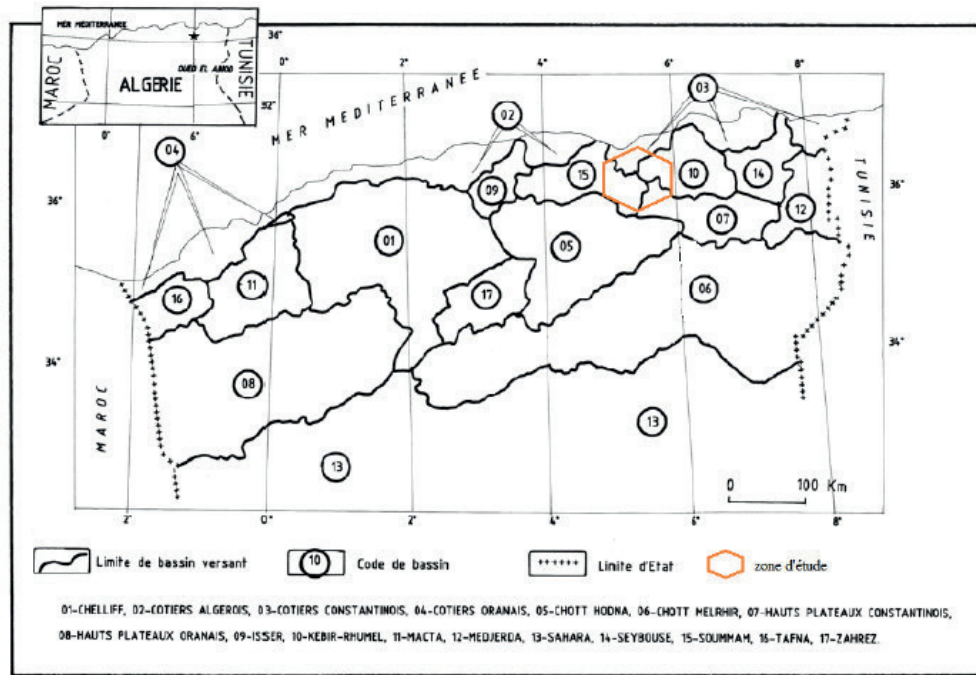


Figure 6 : Morphologique de l'Algérie

La morphologie distincte de la région permet aux eaux superficielles d'être réparties selon quatre grands bassins hydrographiques (Figure 7)

- Le Bassin versant de côtières constantinois,
- Le Bassin versant de kebir Rhumel,
- Le Bassin versant de hauts plateaux constantinois,
- Le Bassin versant de Soummam,
- Le Bassin versant de chott hodna



**Figure 7 : Les grands bassins versants de l'Algérie
(annuaire hydrogéologique de l'Algérie 1985-1986)**

Le territoire de la wilaya de Sétif se trouve ainsi divisé en quatre grands bassins hydrographiques se qui lui ne permet pas de bénéficier de ces eaux superficielles, qui ruissellent aux wilayas limitrophes. Les principaux cours d'eau sont le Bousselam, oued Kbir et les affluents amont d'oued rhumel qui se sont régularisés respectivement par les barrages de Ighil Emda à Bejaia, Ain zada à Borj Bou Arreridj et Beni Haroune à Mila. La partie Sud et Sud Ouest possède un écoulement endoréique vers les chotts et sebkhas.

La densité de drainage est guidée par la lithologie, la structure et le climat ; ainsi la partie Nord de la région possède un réseau hydrographique plus dense que celui au Sud ceci est dû à la nature marneuse des affleurements et l'abondance des précipitations; en présence de ces terrains en pente, des instabilités furent fréquentes par conséquence dans cette région.

7. LE CLIMAT

La wilaya de Sétif se caractérise par un climat continental semi-aride, avec des étés chauds et secs et des hivers froids et pluvieux. Les pluies sont

insuffisantes et irrégulières à la fois dans le temps et dans l'espace. Si les monts des Babors sont les plus arrosés en recevant plus de 700 mm par an, la quantité diminue sensiblement pour atteindre 400 mm en moyenne par an sur les hautes plaines, par contre la zone Sud est la moins arrosée et les précipitations annuelles ne dépassent guère les 300 mm. (Figure 8).

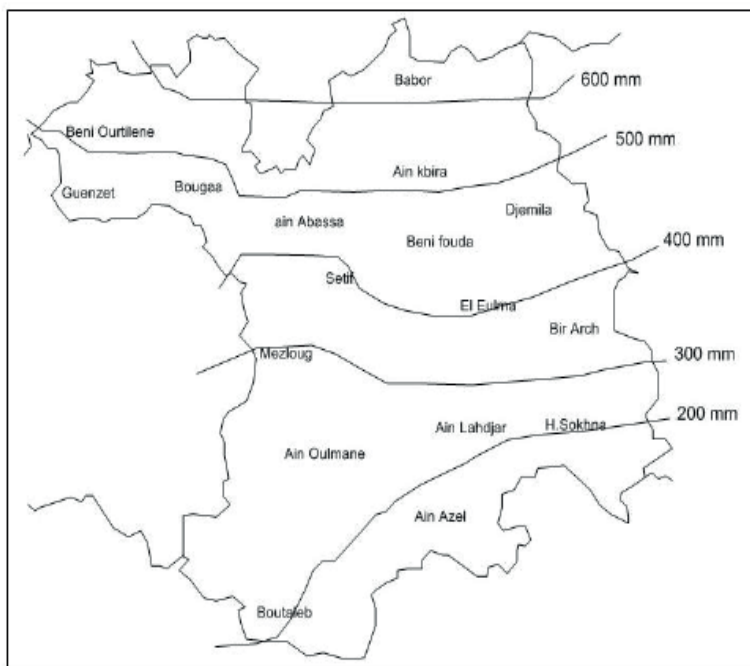


Figure 8 : Répartition des niveaux de pluies dans la wilaya de Sétif
(Source : DSA de Sétif, 2016)

7.1. Aperçu sur le climat de la région d'étude :

Selon Seltzer, (1946), le climat de l'Algérie est de type méditerranéen caractérisé par une période pluvieuse allant en moyenne de Septembre à Mai et un été sec et ensoleillé. Du point de vue climatique, l'Algérie est subdivisée du Nord au Sud, selon Cote, (1998) en cinq zones bioclimatiques en relation avec le relief et les précipitations (Figure 9)

- Le domaine humide n'est limité pratiquement qu'à la cote surtout à l'Est algérien ;
- Le domaine subhumide qui remonte parfois jusqu'à la cote à l'exception du centre ;

- Le semi-aride remonte dans les bassins intérieurs du Tell (Mila-Ferjioua, Guelma) et il est particulièrement développé dans les Hautes Plaines qui le prolongent plus loin vers le Sud ;
- Le domaine subaride qui se limite au flanc Sud de l'Atlas saharien ;
- Le domaine aride qui occupe pratiquement tout le Sahara.

Cette zonation est régie principalement par le degré d'influence des courants froids issus du front polaire, qui s'atténuent en allant vers le Sud. L'Atlas tellien joue le rôle d'un rempart qui provoque la condensation de la vapeur d'eau amenée par les vents soufflant de la mer. Le climat de l'Atlas tellien présente tous les degrés intermédiaires entre un climat de montagnes pluvieuses, froid à amplitude thermique relativement faible avec chutes de neige et un climat de plaines plus sec relativement chaud et à forts écarts thermiques.

La région de Sétif dans sa partie centrale et Sud est caractérisée par un climat semi- aride avec un été chaud et sec prolongé et un hiver froid et rigoureux où des chutes de neige couvrent fréquemment les montagnes pendant plusieurs semaines au cours des mois de Décembre et Janvier. La température moyenne annuelle est de l'ordre de 15°C. Elle descend à moins de 05°C en hiver et atteint 35°C en été. Dans sa frange Nord le climat est subhumide avec des précipitations allant de 500 mm à 700 mm, les Babors reçoivent plus 1000 mm.

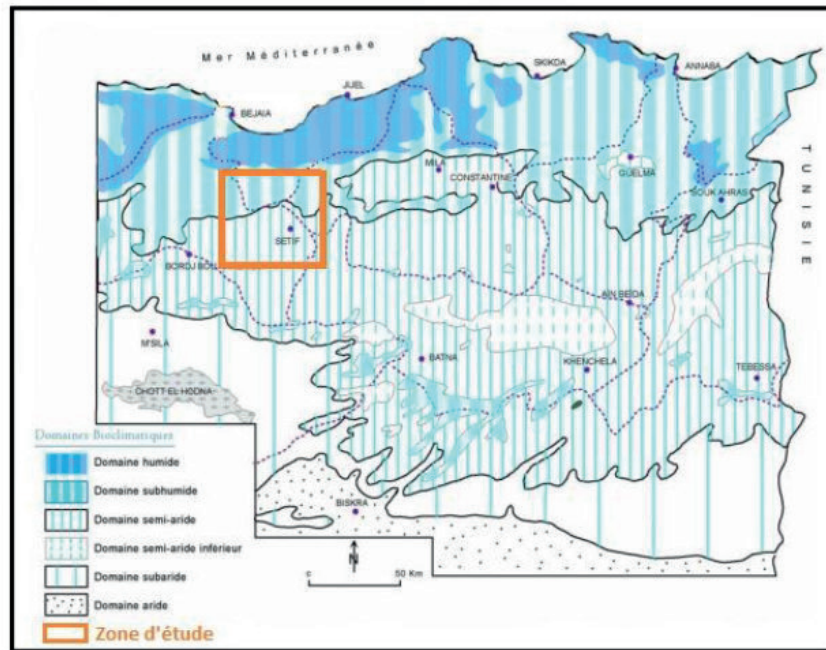


Figure 9 : Carte simplifiée des zones bioclimatiques de l'Est algérien. Côte, 1998

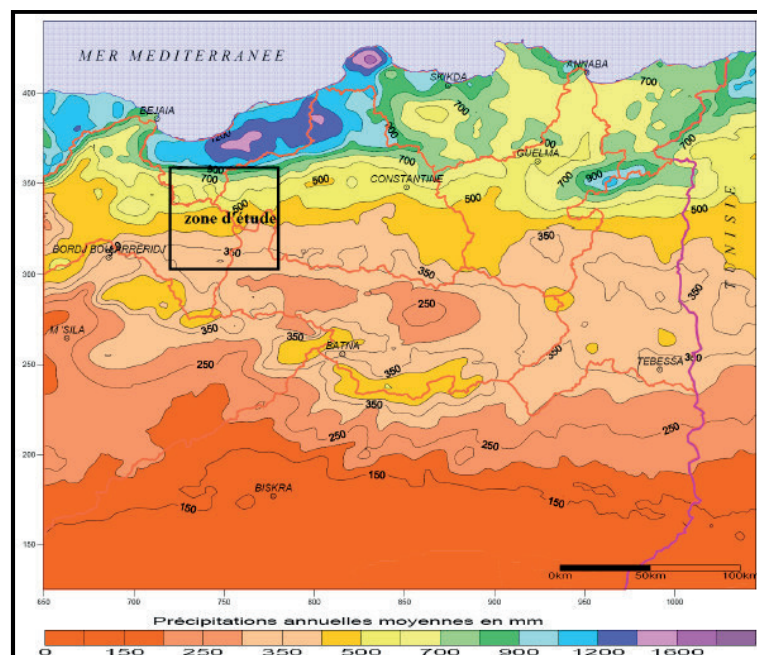


Figure 10 : Carte des précipitations annuelles moyennes de l'Est algérien. (Source : A.N.R.H., 1993)

Les courbes de la pluviométrie moyenne interannuelle des différentes stations ont la même allure (Figures 10 et 11) avec une forte pluviométrie nettement observable au Nord de Sétif à Amoucha et à Bougâa avec des moyennes

interannuelles respectives de l'ordre de 600 mm, 592 mm. Cette lame précipitée diminue en allant vers le Sud; les stations de Sétif et El Eulma reçoivent respectivement en moyenne 402 mm/an et 395mm/an alors celle d'Ain Azel se trouvant plus au sud, ne reçoit que 316 mm/an.

Le mois le plus pluvieux est le mois décembre pour Amoucha, Sétif et El Eulma, et janvier pour Bougâa alors que pour la station de Ain Azel, le mois le plus arrosé, est celui de mai. Le mois le plus sec est le mois de juillet pour toutes les stations.

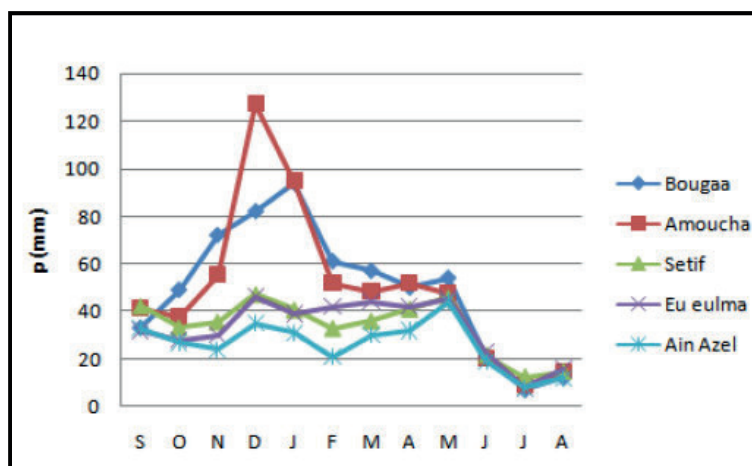


Figure 11 : Variation interannuelle des précipitations

Examen de la figure 12 relative des variations saisonnières des précipitations montre que la période pluvieuse s'étale entre septembre et mai. On remarque que l'hiver est la saison la plus pluvieuse avec de 45.6% et 40% respectivement pour Amoucha et Bougâa. Tableau 2. Le printemps et l'automne reçoivent pratiquement les mêmes pourcentages d'eau entour des 25% et 26% alors que l'été ne reçoit que 7%.

Pour les stations de Sétif et El Eulma, l'hiver et le printemps reçoivent pratiquement la même lame d'eau alors que pour l'automne, elle est légèrement supérieure bien que la station d'Ain Azel est caractérisée par un printemps plus arrosée par rapport à l'hiver.

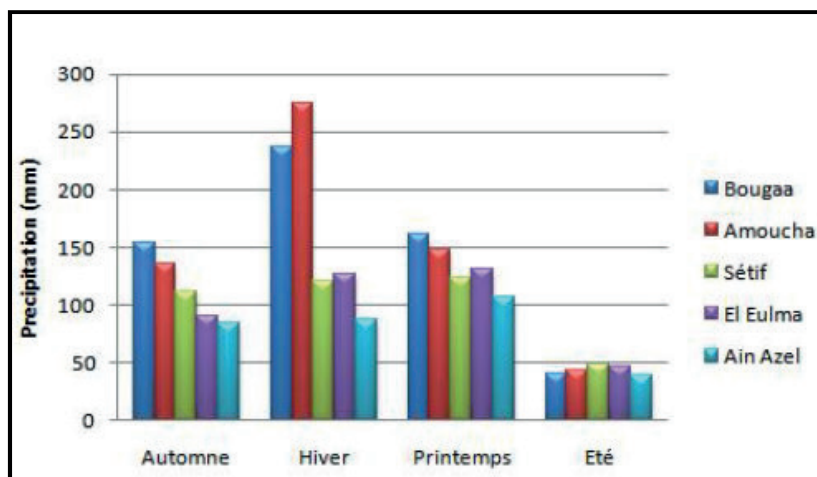


Figure 12 : Variation saisonnière des précipitations

Tableau 2 : Moyennes mensuelles et saisonnières interannuelles des précipitations (mm, %)

	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Août	Total
Bougaa	33	49	72	82	94	61	57	50	54	21	7	12	592
	21,01%			40,03%			27,19%			6,75%			
Amoucha	41,2	37,7	55,6	127	94,8	52	48,3	52	47,5	20,2	8,9	14,4	600,49
	22,50%			45,60%			24,60%			5,30%			
Sétif	42,1	33,2	35,5	47,1	40,6	32,8	35,8	41	45,8	21,4	12	14,5	403,2
	27,50%			30,10%			30,60%			12,10%			
El Eulma	32	28	30	46	39	42	44	42	45	23	8	16	395
	22,70%			32,10%			33,10%			11,90%			
Ain Azel	33	17	24	35	31	21	30	32	44	19	8	12	316
	26,50%			27,50%			33,50%			12,30%			

7.2. Les températures

Les températures jouent un rôle important dans le phénomène de l'évapotranspiration.

Les différentes stations possèdent des températures moyennes interannuelles qui oscillent entre 14,64°C et 15,1°C avec le mois janvier le plus froid pour toutes les stations et le mois de juillet est le mois le plus chaud (Tableau 3)

Tableau 3 : Moyennes mensuelles et saisonnières interannuelles des températures

	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Août	Moy An
Bougaa	20,6	13,4	10,6	8,1	6,5	7,4	9,8	12,1	16,5	22	26	27,3	15
Amoucha	20,6	15,7	10,1	6,2	5,2	6,1	8,9	11,7	16,7	22,3	26	25,6	14,9
Sétif	20,7	15,9	9,7	6,23	5,1	6,57	9	11,4	16,77	22,3	26	25,9	14,6
El Eulma	20,6	15	10,1	6,8	6,3	8,7	10,5	12,7	18	22,8	25	23,3	15
Ain Azel	21,8	16	10,7	7,1	5,7	7,3	9,5	12,3	17,2	21,7	26	26,3	15,1

7.3. Climatogramme d'Emberger

La classification bioclimatique la plus utilisée en Afrique du Nord et particulièrement en Algérie, est celle d'Emberger. Cette classification utilise le diagramme de la figure 12 avec en ordonnées les valeurs de Q_2 données par la relation suivante:

$$Q_2 = 2000 \frac{P}{(M^2 - m^2)}$$

Avec :

P: la précipitation annuelle en (mm).

M: la moyenne des maxima du mois le plus chaud en degré kelvin (K°).

m: la moyenne des minima du mois le plus froid en degré kelvin (K°).

Le tableau 4 récapitule les valeurs trouvées par cette classification

Tableau 4 : Classification d'Emberger pour la région de Sétif

Station	M	M	P	Q_2
Amoucha	301,9	376,1	600,5	80,53
Bougâa	307,44	275,63	592	63,83
Sétif	273,6	305,7	402	43,23
El Eulma	273,7	305,9	395	42,32

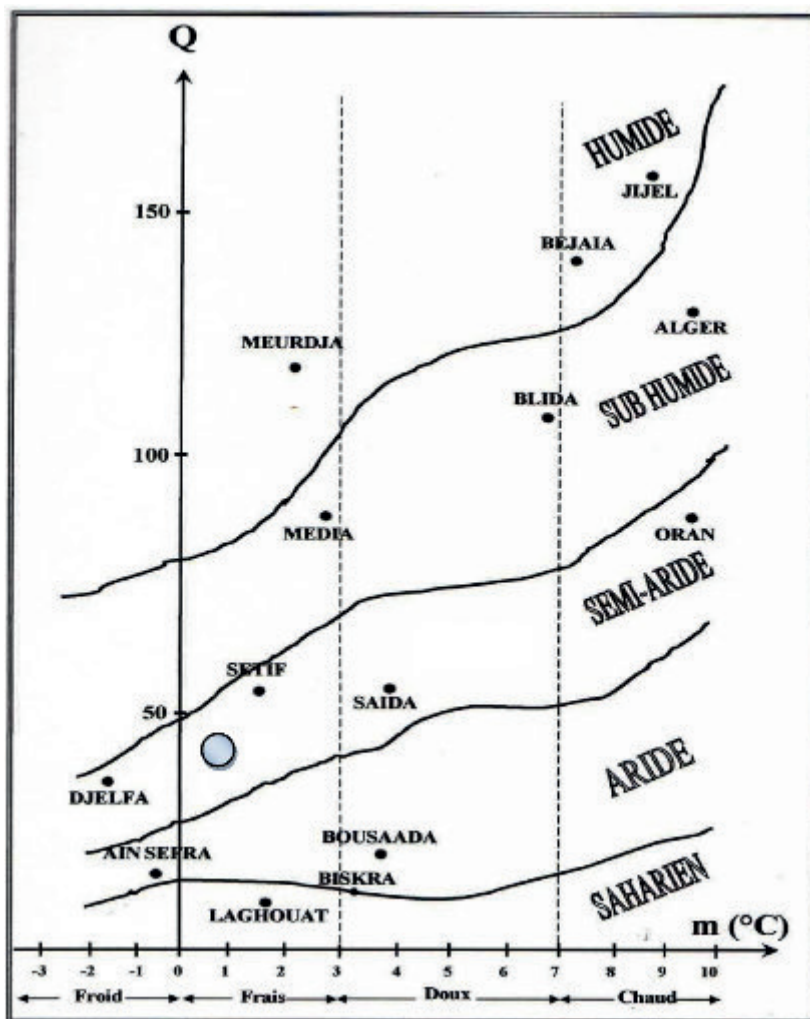


Figure 13 : classification climatique des cinq stations d'après le diagramme de d'Emberger

Ainsi, les stations de Bougâa, Sétif et El Eulma sont classées, dans étage bioclimatique semi-aride supérieur tandis que la station d'Amoucha est classée dans l'étage subhumide (Figure 13)

7.4. Diagramme Pluviothermique de Gaussen et Bagnouls

Le diagramme pluviothermique est obtenu à l'aide des facteurs thermiques et pluviométriques. Les températures moyennes mensuelles sont reportées à une échelle double des précipitations moyennes mensuelles ($P=2T$). Cette relation permet d'établir un diagramme qui permet de déterminer la période sèche et la période humide (Figure 14)

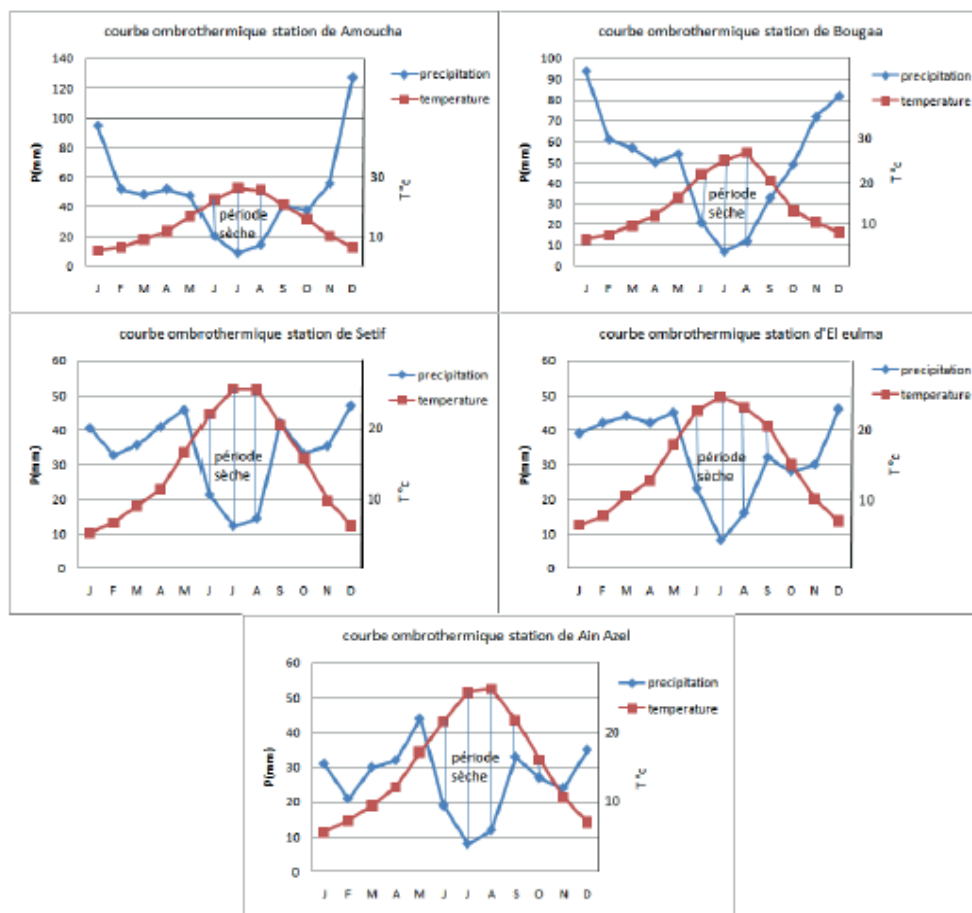


Figure 14 : Diagramme des périodes sèches et des périodes humides

Ces deux périodes sont présentes pour toutes les stations. La période sèche début dès la deuxième semaine du mois de mai jusqu'au mois de septembre pour la station de Amoucha de Bougâa et Sétif ; elle se prolonge jusqu'au début d'octobre pour El Eulma et fin octobre pour Ain azel. Ce diagramme montre que la période sèche est plus longue au niveau de la station de Ain Azel (22 semaines) ce qui influe sur la lame d'eau ruisselée et infiltrée.

8. POPULATIONS HUMAINES

La population totale de Sétif est de l'ordre de 1 489 979 habitants, selon l'Office des statistiques (ONS). Sétif reste la deuxième wilaya après la capitale (Alger). La répartition réelle sur le territoire est évidemment plus

complexe.). Cette population est concentrée au niveau des chefs lieux des Daïras.

Les migrations des populations furent nombreuses et se poursuivent aujourd'hui. En plus des classiques mouvements vers les grands centres urbains, le flux migratoire est en gros orienté vers le centre.

La croissance démographique et les pratiques pastorales figurent parmi les causes historiquement évoquées pour expliquer la dégradation des milieux naturels en Algérie, comme dans beaucoup de pays de monde. En effet, les parcours sont soumis à un déséquilibre écologique continu résultant de la très forte charge qu'ils subissent surtout dans les zones proches du milieu urbain.

CHAPITRE III

MÉTHODE DE TRAVAIL

CHAPITRE III : METHODES DE TRAVAIL

A. QUESTIONNAIRE

Pour inventorier les plantes médicinales et leurs usages, un questionnaire a été élaboré; il comporte plusieurs questions (Tableau 1)

Tableau 5 : Variables indiquées dans le questionnaire utilisé pour les deux études ethnobotaniques.

Enquêtes	Variables	
Région	Nom vernaculaire	
De Sétif	Partie utilisée	
	Mode de préparation	
	Pathologie (s) traité (s)	
Deuxième Enquête	Variables	Modalités
	1. Informateur : sexe	Masculin Féminin
		Masculin Féminin
	2. Informateur : âge	[0-20 ans]
		]20-35 ans]
		]35-50 ans]
		]50 ans et plus]
	3. Domaine d'utilisation	Thérapeutique
		Cosmétique
		Culinaire
	4. Partie utilisée	Feuilles
		Fleurs
		Tiges
		Racines
	5. Mode de préparation	Infusion
		Décoction
		Macération
		Huile fixe
	6. Pathologies traitées	Pathologies gastriques
		Pathologies respiratoires
		Hypertension artérielle (HTA)
		Diabète
		Douleurs articulaires
	7. Effets indésirables	Oui Non
		Oui Non
	8. Toxicité	Oui Non
		Oui Non

B. INFORMATIONS

Des questions ont été posées oralement à certaines personnes que nous avons appelées informateurs.

Les travaux sur le terrain se sont déroulés au cours de la période 2015-2017 pour obtenir les renseignements concernant les noms vernaculaires des plantes, les modes de préparation et d'administration du remède.

1. FREQUENCE D'UTILISATION DES PLANTES MEDICINALE:

L'enquête ethnobotanique réalisée dans la région de Sétif a permis d'interroger des personnes des deux sexes (hommes et femmes), âgées de <20 à plus de 60 ans, mariées et célibataires et à des niveaux intellectuels différents, qui nous ont informées sur les applications thérapeutiques et traditionnelles locales des plante médicinale. Les données d'enquête ont été regroupées par commune prospectée, sexe, tranche d'âge, situation familiale et par niveau d'étude pour pouvoir déterminer le taux de réponses des enquêtées par catégorie dans l'ensemble de la région.

1.1. Utilisation des plantes médicinales selon le sexe

Selon la typologie des enquêtés, les hommes et les femmes sont concernés par la médecine traditionnelle (Figure 15). Cependant, les femmes ont un peu plus de connaissances sur les espèces médicinales par rapport aux hommes (65% contre 35%) Ces résultats confirment les résultats d'autres travaux ethnobotaniques réalisés à l'échelle nationale, qui ont montré que les femmes sont plus détentrices du savoir phytothérapique traditionnel, sur le terrain d'enquête, c'est les femmes et les hommes se chargent équitablement de la collecte des plantes médicinales le séchage, le stockage et la préparation des recettes pour les soins des membres de la famille sont effectués par les femmes. L'homme se réserve la tâche de la collecte des plantes dans les zones réputées dangereuses.

Selon le Sexe

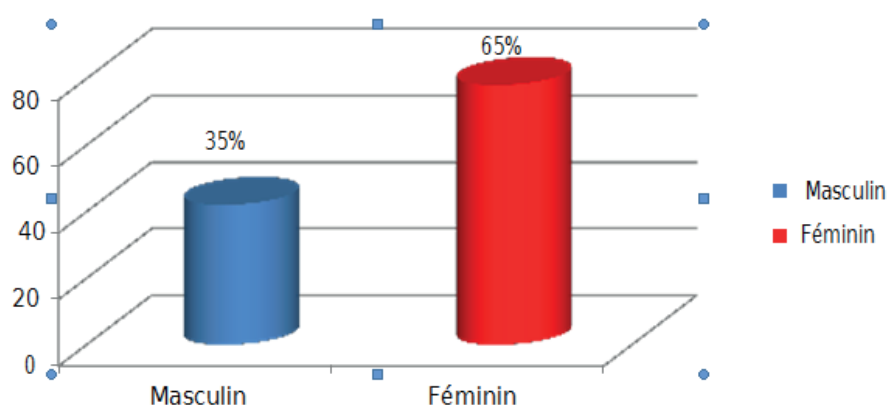


Figure 15 : Utilisation des plantes médicinales selon le sexe

Attestant de la sorte que la vente des plantes médicinales et la phytothérapie restent majoritairement un domaine d'hommes, sauf que ces dernières années, la participation de la femme se fait quand même de plus en plus remarquée via la création d'associations ou même de pharmacies spécialisées en plantes médicinales.)

1.2. Utilisation des plantes médicinales selon l'Age:

L'utilisation des plantes médicinales (Figure 16) dans la région de Sétif est répandue chez toutes les tranches d'âge, avec une prédominance chez les personnes âgées de 40 à 50 ans (30,83 %).Cependant, pour la tranche d'âge de 30à 40 ans, on note un taux de (30%), et pour la tranche d'âge de 50 à 60ans (15%), puis 10% pour la tranche d'âge de 20 à 30ans et pour les personnes les plus âgées, plus de 60 ans, l'utilisation des plantes médicinales (8,33%) ne représente pas un grand intérêt thérapeutique, la même chose chez les personnes inférieure de 20 ans(5,83%).

Selon l'Âge

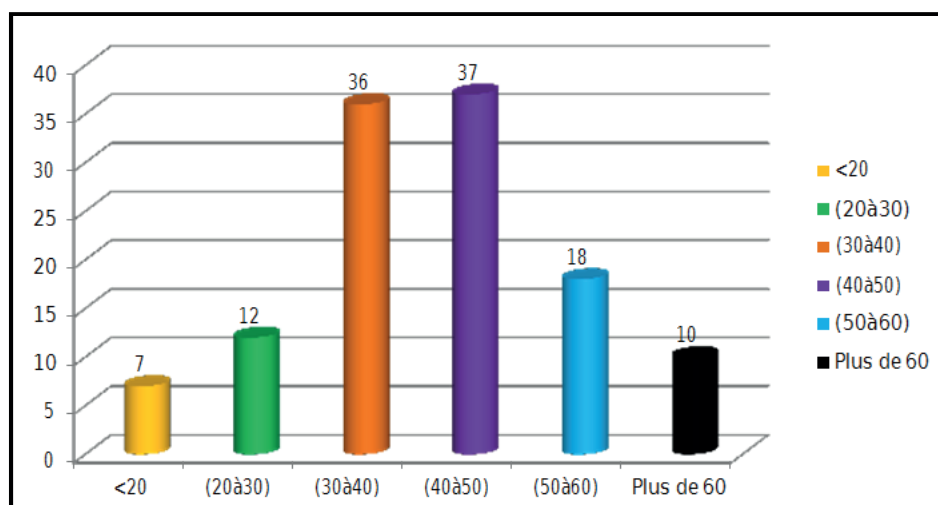


Figure 16 : Utilisation des plantes médicinales selon l'Âge

La connaissance des propriétés et usages des plantes médicinales sont généralement acquises suite à une longue expérience accumulée et transmise d'une génération à l'autre. La transmission de cette connaissance est en danger actuellement parce qu'elle n'est pas toujours assurée. Les résultats obtenus montrent effectivement que les personnes qui appartiennent à la classe d'âge de 40 à 50 ans ont plus de connaissances en plantes médicinales par rapport aux autres classes d'âges.

1.3. Utilisation des plantes médicinales selon le niveau d'étude :

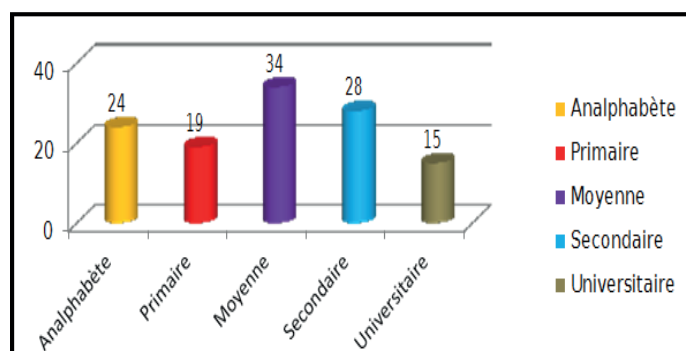


Figure 17 : Utilisation des plantes médicinales selon le niveau d'étude

Selon la Figure 17, la grande majorité des usagers des plantes médicinales ont le niveau moyen, avec un pourcentage de 28,33%. Ce pourcentage

relativement élevé est en corrélation directe avec le niveau d'études de la population locale utilisatrice des plantes. Néanmoins, les personnes ayant le niveau de l'école secondaire ont un pourcentage d'utilisation non négligeable des plantes médicinales qui est de 23,33 %, alors que celles ayant un niveau d'études analphabètes ont un pourcentage (20%) alors que celle ayant le niveau primaire et universitaires, utilisent très peu les plantes médicinales (primaire 15,83% , universitaire 12,50 %).

2. Utilisation des plantes médicinales selon la situation familiale :

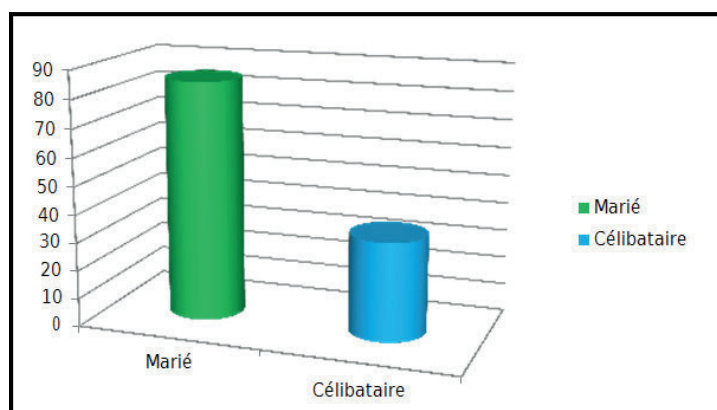


Figure 18 : Utilisation des plantes médicinales selon la situation familiale

Les plantes médicinales sont beaucoup plus utilisées par les personnes mariées (70,83%) que par les célibataires (29,17 %) (Figure 18), car celles-ci leur permettent d'éviter ou de minimiser les charges matérielles exigées par le médecin et le pharmacien.

2. USAGES MEDICINAUX DES PLANTES

L'usage des plantes en médecine est très ancien. On a même découvert que les animaux sauvages utilisent instinctivement certaines plantes pour se soigner. Aujourd'hui, pour que la médecine traditionnelle puisse porter ses fruits à une large échelle, et de manière encore plus efficace, il lui faut rencontrer la médecine dite «moderne». (WREN et *al.*, 2007).

Les herbes ont été utilisées dans plusieurs domaines y compris la médecine, la nutrition, l'assaisonnement, la teinture, les cosmétiques, ainsi que dans d'autres domaines d'industrie (DJERIDANE et *al.*, 2006).

Un certain nombre des plantes médicinales sont encore utilisées de nos jours sous forme de décoctions et d'infusion, mais la plupart d'entre elles ont été délaissées aux profits pharmaceutiques de synthèse. Cependant, les connaissances actuelles permettent d'analyser ces plantes et souvent de comprendre l'activité préconisées par nos ancêtres (BOURREL., 1993).

Certaines plantes sont utilisés comme traitement de rhume et de la fièvre (*Marrubium vulgare* et *Rosmarinus officinalis*), trouble d'estomac (*Mentha spicata*) (VENDERJAGT et *al.*, 2002) dans les traitements des maladies rénales (*Coriandrum sativum*) (AISSAOUI et *al.*, 2008), et plusieurs d'entre elles sont utilisées pour leurs effets analgésique, antipyrétiques et anti inflammatoires (RASEKH et *al.*, 2001 ; KANKO et *al.*, 2004).

Quelques espèces de *Helichrysum* ont été utilisées pendant 2000 ans passées comme forme de thé grâce à leurs effets régulateur de la bile et diurétique (SUZGEC et *al.*, 2005).

En nutrition plusieurs espèces sont utilisées comme épice, colorant, boisson, ou encore pour leur effet aromatique (SUZGEC et *al.*, 2005).

Hippomarathrum microcarpum est utilisées ont nutrition par la population Turque (HAKAN et *al.*, 2007).

3. ANALYSE PHYTO-THERAPEUTIQUE : INTERET ET USAGE

3.1. Usage des plantes médicinales : Il y a cinq points essentiels à connaître pour être en mesure d'utiliser une plante médicinale :

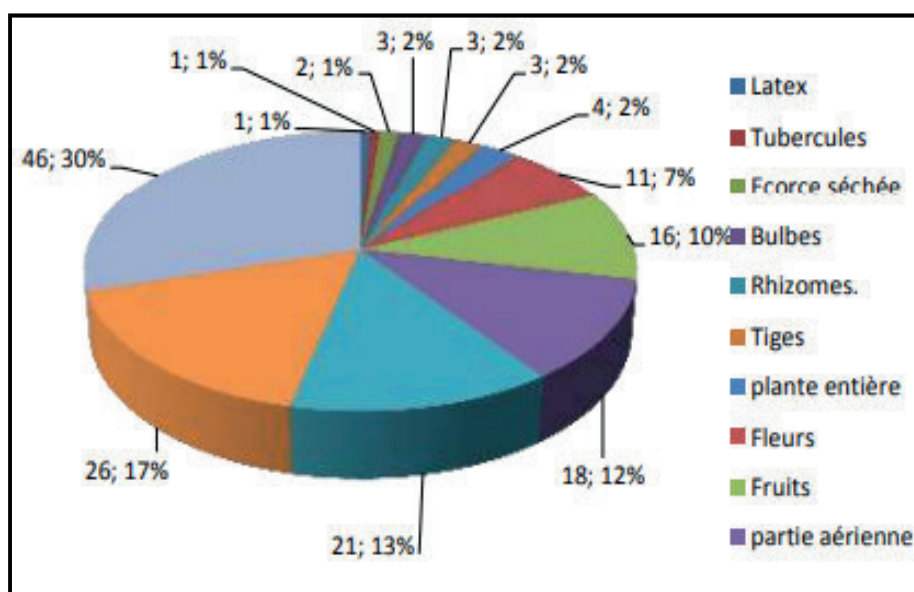
1. L'identification de la plante (basée sur l'observation des fleurs, feuilles, fruits, etc. mais aussi sur l'odeur, le goût...)
2. Le mode de préparation (partie de la plante à utiliser, type de préparation, dosage de la préparation)

3. La posologie c'est-à-dire la quantité de préparation à absorber par jour
4. La durée du traitement
5. Les restrictions, contre-indications et précautions à observer.

• **Partie utilisée :**

Les principes actifs peuvent être situés dans différentes parties des plantes médicinales (feuilles, fleurs, racines, écorce, fruits, graines, rhizome...). Dans la zone d'étude, les feuilles restent la partie la plus utilisée des plantes médicinales avec un taux de 46.30 %, suivies par les fruits et les graines avec un même pourcentage de 26.17 %, puis viennent les fleurs avec un taux d'utilisation de 21.13% (Figure 19).

La fréquence d'utilisation élevée de feuilles peut être expliquée par l'aisance et la rapidité de la récolte (BITSINDOU, 1986) mais aussi par le fait qu'elles sont le siège de la photosynthèse et parfois du stockage des métabolites secondaires responsables des propriétés biologiques de la plante (BIGENDAKO et *al.*, 1990).



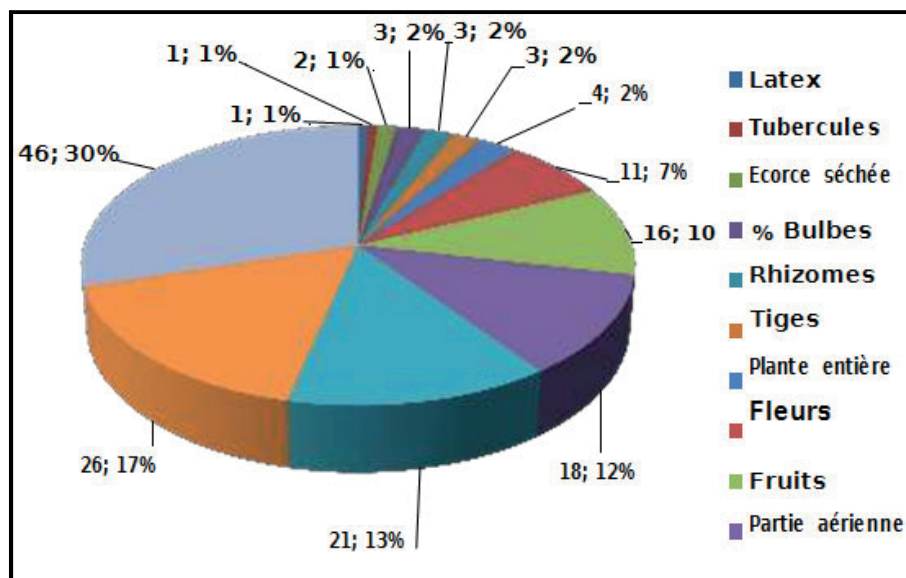


Figure 19 : La fréquence d'utilisation des différentes parties des plantes médicinales

- **Mode de préparation :**

Les modes d'utilisation (Figure 20), les plus répandus sont classés comme suit: L'infusion, macération, cru, cataplasme et décoction, avec respectivement 46,30% ; 26,17% ; 21,13% ; 18,12% ; et 16,10%. La meilleure utilisation d'une plante serait celle qui en préserverait toutes les propriétés tout en permettant l'extraction et l'assimilation des principes actifs (DEXTREIT, 1984). De plus, les plantes médicinales ont des effets indésirables quand elles sont pratiquées de façon incorrecte par les patients. De ce fait, la médecine douce doit être pratiquée avec précaution et à l'intérieur des paramètres et des mesures bien précises (BENLAMDINI et *al.*, 2014).

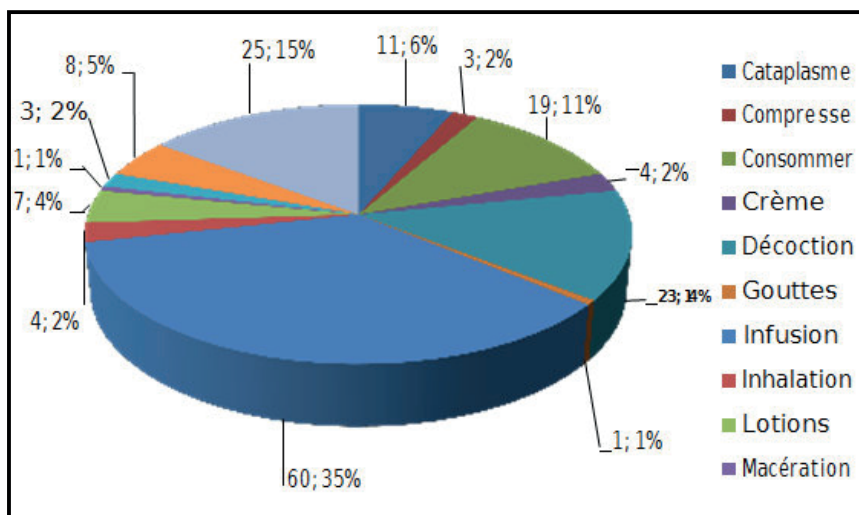


Figure 20 : Les modes d'utilisation des plantes médicinales

Tous les résultats sont consignés dans le tableau 2:

Tableau 6 : Analyse phytothérapeutique : Intérêt et usage

LE NOM SCIENTIFIQUE	LE NOM ARABE	NB.	LES PARTIES UTILISEES	LES MALADIES TRAITEES	MODE DE PREPARATION
<i>Ajuga iva</i>	شَنْقُورَة	22	La plante entière	Diabète, L'estomac Rhumatisme, cicatrisante	Sirops, décoction
<i>Alliaria petiolata</i> = <i>A. officinalis</i>	الحرف	34	les graines	toux	Poudre
<i>Allium cepa</i>	البصل الأحمر	30	Les bulbes	L'abcès cutané, les oreilles.	Cataplasme, des gouttes.
<i>Allium sativum</i>	الثوم	34	Les bulbes	Anti bactérien, antibiotique, antimycosique, les cheveux.	Cataplasme, des crème, inhalation, consommer.
<i>Alnus glutisona</i>	العود الأحمر	36	Les feuilles écorce	Hémorroïde Fièvre blessure	Décoction
<i>Ammi visnaga</i>	الخلة	1	Les graines	Relaxant Vasodilatateur Diurétique	Infusino
<i>Ammoides verticillata</i>	النونخة	37	La partie aérienne	la grippe, La fièvres, les douleurs de la tête	Infusion, décoction.
<i>Anchusa undulata</i>	تَيْسَنْس	3	les feuilles	Hépatite	Poudre
<i>Anomum cardamon</i>	حب الهال	1	les graines	Digestive Tonique Carminative Antispasmodique	Infusion
<i>Anthemis arvensis</i>	البابونج	14	Les fleurs	La faiblesse, désinfectant, plaie.	Infusion, onguent.
<i>Anacyclus pyrethrum</i>	القططيس	3	Les racines	Nerfaciatique, hépatique, bruleur pneumonie	Sirops
<i>Anthriscus cerefolium</i>	معدنوس	3	La partie aérienne	Diurétique Apéritive Résolutive Anti-inflammatoire	Consommer
<i>Apium graveolens</i> var. <i>graveolens</i>	الكرافس	22	La partie aérienne	Les reins, L'appareil urinaire, Régime.	Infusion.
<i>Arbutus unedo</i>	اللنج / ساسنو	7	Les fruits.	Diarrhée et favorise la circulation sanguine.	Consommer.
<i>Artemisia arborescens</i>	الشبيبة	13	Les feuilles	Grippe, blessure	Infusion
<i>Artemisia herba-alba</i>	الشيح	12	Les feuilles	L'appareil génital, le vomissement chez les bébés, L'estomac, les vers intestinaux	Infusion
<i>Asparagus stipularis</i>	السكوم	27	écorce tiges	L'appétée, lumbago, précardie	Décoction
<i>Asphodelus microcarpus</i>	البلاوز بالاوز	16	Les rhizomes.	Blessure urticaire otalgie	Sirops

Tableau 6 (suite) : Analyse phytothérapeutique : Intérêt et usage

<i>Astragalus sp.</i>	الخيطة	2	Les feuilles	Les plaies,	Cataplasme
<i>Atractylis humilis</i>	الكثيدة	5	Les feuille	Gastrique	Sirops
<i>Atriplex halimus</i>	القطفة	14	Les feuilles	Anti microbien ; la gencive	Décoction
<i>Berberis hispanica</i>	الغريس	18	les feuilles	Anti microbien, l'anémie.	Infusion
<i>Beta vulgaris subsp. vulgaris</i>	بطراف	4	Les bulbes	Emolliente laxative	Consommer
<i>Borago officinalis</i>	لسان الفرد بو تلغم	43	Les racines	Casseur. Néphrite,	Cataplasme. Sirops
<i>Brassica napus</i>	اللفت	7	Les graines	Néphrite	
<i>Bunium incrassatum</i>	تالغودة	29	Tubercules	Rhumatisme, flatulence, tumeur	Sirops
<i>Calamintha nepeta</i>	الناطقة	18	La partie aérienne	La toux et le rhume.	Infusion
<i>Carum carvi</i>	كروية	8	Les graines	Digestives carminatives anti-flatulentes	Infusion
<i>Cassia acutifolia</i>	سنا المكى	6	les feuilles,	coulons, Constipation, L'estomac, Nettoyage du corps, les vers intestinaux.	Infusion.
<i>Celtis australis</i>	التغزاز	11	Les feuilles ; fruit	Cholestérol	Sirops
<i>Ceratonia siliqua</i>	الخروب	19	Les fruits.	Coulons, L'estomac.	Décoction
<i>Cinnamomum verum syn. C. zeylanicum (Lauracées)</i>	القرفة	4	Ecorce séchée	L'estomac, l'appétée, Antifongique	Infusion, consommer
<i>Citrullus colocynthis</i>	الحنظل	1	Fruits pelé	Rhumatisme, diabète	Infusion
<i>Citrus limon</i>	ليمون	4	Les fruits	Antiallergique Anti-inflammatoire	Sirop, inhalation
<i>Corylus avellana</i>	البندق	1	Les feuilles fruits	Vasoconstricteur Astringente Anti-inflammatoire	Infusion, consommer
<i>Crataegus monogyna</i>	عين البقرة	17	Les feuilles	Système sanguin, Cholestérol, l'estomac	Infusion
<i>Cucurbita pepo</i>	القرعة	1	Les fleurs les graines la pulpe	Emmolliente laxative vermifuge anti-inflammatoire	Infusion ; consommer
<i>Cuminum cyminum</i>	الكمون	78	les graines	Régime, Diarrhée	Infusion
<i>Cydonia oblonga</i>	السفرجل	13	les feuilles, Le fruit	Cholestérol, Diarrhée, cololique	Infusion
<i>Cynara cardunculus var. silvestris</i>	الحك	1	Les fleurs	Diurétique, apéritive	Infusion
<i>Cynara cardunculus subsp. flavesces</i>	الحرشف البري	3	les feuilles ; Les fleurs	foie	Sirops

Tableau 6 (suite) : Analyse phytothérapeutique : Intérêt et usage

<i>Cynodon dactylon</i>	القصبير	3	Les racines	Rhumatisme fièvre, lientérie	Sirops
<i>Daphne gnidium</i>	لازاز / يازاز	11	les feuilles	les cheveux, La sinusite, La migraine	Cataplasme
<i>Daucus crinitus</i>	بوزفور	23	Les racines	Rhumatisme, La grippe, L'appareil génital chez les femmes après l'accouchement	Consommer
<i>Dipsacus silvestris</i>	حباشو	4	Les racines ; fleurs	Rhumatisme , acné, urticaire	Sirops compresse
<i>Ecballium elaterium</i>	فكوس	6	Les racines	Léctère, Hépertension, foie , migraine vertige	Décoction compresse
<i>Echinops bovei</i>	ناسكرة	29	les racines	L'appareil génital	Décoction, les lotion
<i>Eriobotrya japonica</i>	لمزاح / بو عضيمة	19	Les feuilles	Diarrhée	Infusion
<i>Erodium guttatum</i>	عود قضمي	7	Les racines	Articulation	
<i>Erodium muchatum</i>	ابرة الراعي	3	La partie aérienne	Diarrhée rhumatisme bléseure	Compresse, sirops
<i>Erythraea centaurium</i> = <i>Centaurium umbilatum</i>	مرارة الحنش	6	Les feuilles	Diabète, fièvre, tumeur	Infusion
<i>Eucalyptus globulus</i> .	الكاليبتوس	10	Les feuilles	La grippe, rhume, sinusite, fièvre	Inhalation
<i>Ferula communis</i>	كلخة / بوبال	2	La partie aérienne	Casseur, vomissement	Inhalation
<i>Ficus carica</i>	كرموس	27	Latex, Les fruits.	Verrues, Constipation.	Consommer, onguents
<i>Foeniculum vulgare</i>	البسباس	2	Les fruits séchés racines	Anti flatulente, expectorante favorisant	Infusion
<i>Fraxinus angustifolia</i>	الدردار	14	Les feuilles , Les racines	Rhumatisme, foie	Sirops
<i>Genista erioclada</i>	شبرق	9	Les racines	Cholestérol, Diabète	Infusion
<i>Globularia alypum</i> L.	عين لرنب	22	Les feuilles	Diabète, verrues, les vers intestinaux, Cholestérol.	Les lotions, Infusion
<i>Glycyrrhiza foetida</i> = <i>Glycyrrhiza foetida</i> subsp. <i>glabra</i>	عرق السوس	4	Stolons sécher	L'allergie. Les dents, Le sang.	Infusion
<i>Herniaria hirsuta</i>	فقات لحجر	30	la partie aérienne	L'appareil urinaire, les reins.	Infusion
<i>Hordeum vulgare</i>	الشعير / الزرع	55	Les graines	Les oses.	Décoction
<i>Inula viscosa</i>	ماقرمان	60	La partie aérienne	Plaies, Rhumatisme.	Cataplasme
<i>Juglans regia</i>	الجوز / قرقاع	17	Les feuilles, fruits	La gencive, La concentration.	Consommer, lotion
<i>Juncus maritimus</i>	البوص	3	Les graines	grippe	Sirops
<i>Juniperus oxycedrus</i>	طاقة	7	Les feuilles	Rhumatisme, La grippe.	Décoction, lotion

Tableau 6 (suite) : Analyse phytothérapeutique : Intérêt et usage

<i>Laurus nobilis</i>	الرند	12	Les feuilles	Les microbes. Grippe, météorisme	Infusion
<i>Lavandula multifida</i>	كحيلة	5	Les graines	Les douleurs de la tête	Infusion
<i>Lavandula officinalis</i>	خزامة	21	Les feuilles	L'appareil génital, paie, L'estomac, la diarrhée, les reins, Les brûleur.	Infusion
<i>Lavandula stoechas</i>	حلحال	25	Les feuilles.	Cholestérol.	Infusion
<i>Lawsonia inermis</i> = <i>L. alba</i>	الحنه	3	Les feuilles l'écorce	Astringente Anti-diarrhéique	Infusion
<i>Lens culinaris</i>	عدس أحمر	30	les graines	Anémie, Le Diabète, Lactaire.	Cataplasme, infusion
<i>Lepidium sativum</i>	حب الرشاد	7	Les graines	Anémie.	Poudre
<i>Linum usitatissimum</i>	زريرة الكتان	25	Les graines	Grossesse, le sang	Consommer
<i>Lippia citriodora</i> = <i>Aloysia triphylla</i>	لوزة	39	la partie aérienne	Coulons, après l'opération, Fièvres, Constipation.	Infusion
<i>Malva sylvestris</i>	خبير/البقول / تبيبي	29	la partie aérienne	Coulons .	Consommer
<i>Marrubium vulgare</i>	مريوة	81	la partie aérienne	Plaie-Fièvres, Infection, Rhumatisme.	Sirops, cataplasme
<i>Mentha pulegium</i>	فلبو	18	Les feuilles.	la grippe, L'appareil génital, L'estomac, L'appareil urinaire.	Infusion
<i>Mentha rotundifolia</i>	ثيمرسات / دومران	40	la partie aérienne	la grippe, Rhumatisme, L'appareil génital	Infusion
<i>Mentha viridis</i>	النناع	34	La partie aériennes	Anti septique, Attention, Le système nerveux, La concentration.	Infusion
<i>Myristica fragrans</i>	جوزة الطيب	2	Noix et macic	Antiseptique Stimulante générale	Consommer
<i>Myrtus communis</i>	الريحان	24	Les feuilles, Les fleurs.	Coulons, la grippe, La fièvre.	Infusion
<i>Nerium oliender</i>	الدقلى	1	Les feuilles	Urticaire	Décoction, lotion
<i>Nigella damascena</i>	حبة البركة	36	les graines	Toutes les maladies	Sirops
<i>Nigella sativa</i>	مساجوج	16	Les graines	Diabétique, Les douleur de la tête, L'allergie, Système nerveux, système immunitaire	Infusion, décoction,
<i>Ocimum basilicum</i>	حبق	11	Les feuilles et les sommités fleuries.	Les angines.	Infusion
<i>Olea europaea</i>	زيتون / زبوج	31	les feuilles, Les fruits, hile	Diabète, Cholestérol, Les dents, La gencive, L'attention, des aphtes et les mauvaises haleines la toux, le rhume,	Infusion, lotion

Tableau 6 (suite) : Analyse phytothérapeutique : Intérêt et usage

				la rougeur de la peau.	
<i>Opuntia ficus-indica</i>	الهندية	6	Les fleurs fruit tige	Anti -diurétique, Emollient	Consommer, infusion
<i>Origanum glandulosum</i>	الزعتر	28	la partie aérienne, Les feuilles	La grippe, Diabète, L'estomac.	Infusion
<i>Origanum majorana</i>	مرندوش	2	Partie aériennes	Antispasmodique Antifongique Antibactérienne calmante	Infusion
<i>Oxalis pes caprea</i>	الحموضة	1	la partie aérienne, Les feuilles	Hépatite lientérie	Sirops, poudre
<i>Papaver rhoeas</i>	بن نعمان	29	الببتلات	Otalgie météorisme vomissement	Sirops
<i>Peganum harmala</i>	الحرمل	12	Les graines	Les dents, Rhumatisme, les vers intestinaux.	Décoction
<i>Persica vulgaris</i>	الخوخ	16	les feuilles	Les kystes, Cholestérol, les vers intestinaux.	Décoction,
<i>Petroselinum crispum</i>	القصور	3	La partie aérienne	Système nerveux.	Infusion
<i>Pimpinella anisum</i>	حبة حلاوة	81	les graines	calmant, favorisent la digestion, Système nerveux.	Macération
<i>Pinus halepensis</i>	زنين / تايده	8	Les racines	Les infections chez le bébé, lactaire, L'estomac.	Décoction
<i>Piper nigrum</i>	فلفل اسود	2	les graines	Digestive Antispasmodique Anesthésiante	Infusion, consommer
<i>Pistacia lentiscus</i>	الضرو	4	les racines	Rhumatisme, l'estomac, Coulons.	Décoction
<i>Plantago lanceolata</i>	مصاصة	8	Les feuilles	L'abcès cutané.	Cataplasme
<i>Plumbago europea</i>	تيف الزوج	5	Les racines	L'anémie	
<i>Prunus arminiaca</i>	المشماش	2	fruits	Antianémique ; apéritif ; astringente	Consommer
<i>Prunus cerasus</i>	حب لملوك / الكرز	17	Les feuilles	Le système sanguin, Système urinaire	Décoction, infusion
<i>Punica granatum</i>	الرماني	19	la peau de fruit	coulons, l'estomac, les aphtes.	Infusion, crème,
<i>Quercus ilex</i>	البلوط (الدباغ) الكريش	7	Chapeau, Les racines	l'appareil urinaire, L'estomac, Coulons.	Décoction
<i>Rhamnus alaternus</i>	مليش	8	Les racines	Rhumatisme, lactaire, L'appareil génital.	Décoction
<i>Ricinus communis</i>	الخروع	2	les huiles des graine	Constipation	Infusion

Tableau 6 (suite) : Analyse phytothérapeutique : Intérêt et usage

<i>Rorripa Nasturtiurn-aquaticum</i>	الجرجير	5	les feuilles	Rhumatisme , gencive	Consommer, sirops
<i>Rosmarinus officinalis</i>	اكليل الجبل / يازير	12	Les feuilles.	Diabète, la toux, Rhumatisme, les femmes après l'accouchement, Coulons.	Infusion
<i>Rubia peregrina</i>	الفوة	47	les feuilles	Lactaire , La constipation, L'anémie, L'attention, Diabète.	Infusion
<i>Rubus ulmifolius</i>	التوت البري	5	Les feuille les fruits	Diurétique Astringente	Infusion, consommer
<i>Ruta chalepensis</i>	فجل	19	la partie aérienne	l'attention, L'appareil génital, la toux et les rhumes, La grippe, Diabète.	Infusion
<i>Salvia officinalis</i>	سواك النبی / مريمية	6	Les feuilles	Cholestérol, les cheveux, Les dents.	Infusion, lotion
<i>Scorzonera undulata</i>	التالمة	14	Les racines ;les feuille	L'appétées ; les varices ; L'estomac	Sirops,consommer
<i>Scrophularia canina</i>	عرق بو مزوي	1	LES RACINES	Lientérie	Sirops
<i>Sesamum indicum</i>	السمنيم	27	les graines	Arthrose, Hypertension	Sirops,poudre
<i>Silene vulgaris = S. Cucubalus</i>	تيغيفيت	2	Les racines	Les vers intestinaux, Diabétique, arthrose	Décoction
<i>Silicium verum</i>	نجمة الارض	9	les graines	Système nerveux	Sirops
<i>Smyrniun olusatrum</i>	الزيانة	17	Toute la plante	Grippe, asthme	
<i>Stipa tenacissima</i>	الحلقة	3	Les feuilles	Diabète, régime, l'anémie, Cholestérol.	Infusion
<i>Syzygium aromaticum</i>	القرنفل	1	Boutons floraux	Antiseptiques antispasmodique antibactérienne, système nerveux	Infusion
<i>Telephium imperati</i>	المصرغينة	2	Les racines	Incontinence	Sirops
<i>Tetraclinis articulata</i>	عرعار	24	Les feuilles, Baies, les tiges.	La toux, La grippe, Les boumons, Rhumatisme.	Décoction, infusion
<i>Teucrium polium</i>	الجعادة	16	Les feuilles	L'estomac, Les douleur de la tête, Coulons, L'appareil génital, Rhumatisme	Infusion
<i>Thapsia garganica</i>	بو نافع	30	Les racines	Arthralgie, rhumatisme	Poudre
<i>Thymus ciliatus</i>	الجرنيل	6	Ecorce	Spasme pneumonie blessures	Crème, poudre
<i>Trigonella fenum-graecum</i>	حلبة	19	les graines	Système nerveux, Appétit, Calmant pour les bébés, Diabète, Système cardiaque	Cataplasme
<i>Ulmus campestris</i>	نشيم	2	Le fruit	Les casseur	Cataplasme, sirops

Tableau 6 (suite) : Analyse phytothérapeutique : Intérêt et usage

<i>Urtica membranacea</i>	الحريفة	38	Les parties aériennes.	Rhumatisme, Hémorroïde.	Onguents,
<i>Verbascum sinuatum</i>	مصلح الانظار	11	la partie aérienne	Asthme tumeur la diarrhée	Crème, poudre, sirops
<i>Vitis vinifera</i>	الدالية/العنب	32	Les feuilles	les angines, Les douleur de la tête, Fièvres.	Infusion, compresse
<i>Zea mays</i>	ذرة	48	les cheveux, les graines.	système urinaire, Coulons, Rhumatisme.	Infusion
<i>Zingiber officinale</i>	الزنجبيل	58	Les rhizomes.	Cholestérol, la toux et les rhumes, La grippe, Anti biotique, Diabète.	Décoction
<i>Ziziphus Lotus</i>	السدره	28	Les feuilles	Rhumatisme, Diabète, Système nerveux	Infusion
<i>Ziziphus vulgaris</i>	الزفيزف	7	Les noix	Diabète, Lecture	Décoction

L'enquête ethnobotanique réalisée dans la région de Sétif l'une des régions qui a été réputées par leur diversité floristique, écologique, climatique offre à la population locale une connaissance assez riche en phytothérapie traditionnelle. Elle a permis de décrire les différentes utilités médicinales des plantes par la population locale. Cette enquête ethnobotanique révèle que toutes les parties de la plante sont sollicités à des fins thérapeutiques par la population locale de la région d'étude.

La fréquence d'utilisation des plantes médicinales dans la zone d'étude est très liée au profil des personnes enquêtées. Ainsi, il nous a permis d'interroger selon le sexe, la tranche d'âge, niveau d'étude et la situation familiale, Les femmes utilisent beaucoup plus les plantes médicinales que les hommes. En effet, avec une prédominance chez les personnes âgées de 30 à 40 ans, la grande majorité des usagers des plantes médicinales ont le niveau primaire, et sont beaucoup plus utilisées par les personnes mariées.

De point de vue ethnobotanique et pharmacologique, le feuillage constitue la Partie la plus utilisée (30%), l'infusion est la forme la plus pratiquée (35%).

L'analyse des résultats obtenus par cette étude ethnobotanique, nous a permis de repérer les plantes médicinales les plus utilisées dans la région d'étude, qui sont : *Pimpinella anisum* et *Marrubium vulgare* par un effectif de (81) ensuite *Cuminum cyminum* (78), *Inula viscosa* (60), *Zingiber officinale* (58), *Hordeum vulgare* (55), *Zeamays* (48), *Rubia peregrina* (47), *Borago officinalis* (43) et *Mentha rotundifolia* (40).

Les résultats de l'étude ont montré aussi que les plantes médicinales sont très utilisées dans les maladies de l'appareil digestif, urinaires et internes.

CHAPITRE V
**RÉSULTATS
& DISCUSSIONS**

CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSIONS

INTRODUCTION

L'étude des usages médicinaux des plantes de la région de Sétif a été réalisée sur terrain et au laboratoire.

Les travaux sur le terrain se sont déroulés au cours de la période 2015-2017 pour obtenir les renseignements concernant les noms vernaculaires des plantes, les modes de préparation et d'administration du remède.

L'Algérie et en particulier la région de Sétif, de par la diversité de son climat (méditerranéen, semi-aride) et de ses sols, possède une flore particulièrement riche en plantes médicinales, dont la plupart existent à l'état spontané.

La biodiversité végétale méditerranéenne est produite, pour beaucoup, d'une utilisation traditionnelle et harmonieuse du milieu par l'homme (QUEZEL, 1999). Malgré les incessantes agressions qu'elles ont subies depuis un millénaire, les forêts méditerranéennes offrent encore par endroits, un développement appréciable.

2. LISTE DES PLANTES MEDICINALES RECENSEES

Dans le but de connaître les plantes médicinales utilisées traditionnellement par la population à Sétif, une étude ethnobotanique a été réalisée dans cette région.

Une série d'enquêtes ethnobotaniques (120) réalisées à l'aide d'un questionnaire, a permis d'inventorier 134 espèces appartenant à 57 familles et collecter un certains nombres d'informations.

3- ANALYSE DES FAMILLES BOTANIQUES

La répartition des familles dans la zone d'étude est hétérogène, avec la dominance des Lamiacées au nombre de 18 genres (13,43 %), viennent ensuite les Apiacées avec 14 genres (10,45%) ; les Astéracées 10 genres (7,46%) ; les

Rosacées au nombre de 7 genres (5,22 %); puis les Fabacées, les Poacées, les Liliacees, les Caryophyllacées et les Brassicacées avec 4 genre (2,99%); ensuite les Ulmacées, les Rhamnacées et les Cucurbitacées avec seulement 3 genre (2,24). Les autres familles ont un pourcentage très faible (Figure 21).

Nous croyons que la prédominance des familles Lamiacées, Apiacées, Astéracées et Rosacées peut représenter une homogénéité floristique relative ainsi qu'un acquis culturel possible favorisé par le témoin des caractéristiques botaniques et phytochimiques, avec ces taxa qui sont facilement reconnaissables pour leurs fleurs saisissantes, arômes intenses, et saveurs particulières.

Tableau n°7 : Caractérisation biologique, morphologiques et phytogéographique des plantes médicinales

TAXONS	LE NOM ARABE	LE NOM FRANÇAIS	LA FAMILLE	T. B.	T. M.	T. B.G.
<i>Ajuga iva</i>	CHENDGOURA	IVETTE	LAMIACEES	HV	HE	MED
<i>Alliaria petiolata</i> = <i>A. officinalis</i>	L HARFE	ALLIAIRE	BRASSICACEES	HA	TH	EURAS
<i>Allium cepa</i>	BSLA HAMRA	OIGNONS	LILIACEES	HV	HE	IBER.-MAUR.
<i>Allium sativum</i>	THOUM HAMRA	AIL	LILIACEES	HV	GE	ASIE CENTRALE
<i>Alnus glutinosa</i>	EL OUD AHMARE	AULNE	ULMACEES	LV	PH	PALEO-TEMP.
<i>Ammi visnaga</i>	EL KHELLA	AMNI VISNAGE	APIACEES	HV	HE	MED.
<i>Ammoides verticillata</i>	NOUNKHA	AMMONOÏDES	APIACEES	HA	TH	MED.
<i>Anacyclus pyrethrum</i>	GANTISSE	PYRÈTHRE D'AFRIQUE	ASTERACEES	HV	HE	COSM.
<i>Anchusa undulata</i>	TINASNASSE	BUGLOSSE	BORRAGINACEES	HV	HE	MED.
<i>Anomum cardamon</i>	HAB EL HAL	/	RUTACEES	LV	PH	MED.
<i>Anthemis arvensis</i>	BABOUNJ	CAMOMILLE	ASTERACEES	HA	TH	MED, EUROPE.
<i>Anthriscus cerefolium</i>	MAADNOUSSE	CERFEUIL	APIACEES	HV	HE	EURAS.
<i>Apium graveolens</i> var. <i>graveolens</i>	KRAFES	CELERI	APIACEES	HV	HE	N. TROP.
<i>Arbutus unedo</i>	LENG	ARBOUSIER COMMUN	ERICACEES	LV	CH	MED.
<i>Artemisia arborescens</i>	CHHIBA	ABSINTHE	ASTERACEES	LV	CH	MED.
<i>Artemisia herba-alba</i>	CHIH	ARMOISE BLANCHE	ASTERACEES	LV	CH	ESP., DES CANARIES A L'EGYPTE, ASIE OCC.
<i>Asparagus stipularis</i>	SAKOUM	ASPERGE	LILIACEES	HV	GE	MACAR.-MED.
<i>Asphodelus microcarpus</i>	BALWAZE	ASPHODELE	LILIACEES	HV	GE	CANAR. MED
<i>Astragalus</i> sp.	KHIETA	ASTRAGALE	LAMIACEES	LV	CH	MED.
<i>Atractyllis humilis</i>	KONIDA	/	ASTERACEES	LV	CH	IBERO.-MAUR.
<i>Atriplex halimus</i>	GATFA	ATRIPEXE	CHENOPODIACEES	LV	CH	COSMOP.
<i>Berberis hispanica</i>	ELGHERIS	EPINE-VINETTE	BERBERIDACÉES	LV	CH	IBERO-MAUR.
<i>Beta vulgaris</i> subsp. <i>vulgaris</i>	BETTERAVE	BETTERAVE	CHENOPODIACEES	HV	HE	EURAS.-MED.
<i>Borago officinalis</i>	LSAN FERD	BOURRAGE	BORRAGINACEES	HV	HE	W. MED.
<i>Brassica napus</i>	LAFTE	NAVET,	BRASSICACEES	HV	HE	AN-SIC
<i>Bunium incrassatum</i>	TALGHODA	/	APIACEES	HV	GE	END.N.D

<i>Calamintha nepeta</i>	NEPTA	CALAMENT NEPETA	LAMIACEES	HV	HE	EURAS.
<i>Carum carvi</i>	CARWIYA	CARVI,	APIACEES	HV	HE	END
<i>Cassia acutifolia</i>	SANA MAKI	LE SENE	CESALPINIACEES	LV	CH	SOUDAN-DECC.
<i>Celtis australis</i>	TOGHZAZE	MECOCOLIER	ULMACEES	LV	PH	AUSTRALIE
<i>Ceratonis siliqua</i>	KHAROUBE.	CAROUBIER	CESALPINIACEES	LV	PH	MED.
<i>Cinnamomum zeylanicum</i>	KARFA	CANNELLE,	AURACEES	LV	PH	SN LANKA, SUD DE L'INDE
<i>Citrullus colocynthis</i>	HANTHELE	COLOQUINTE	CUCURBITACEES	HV	HE	TROP. MED.
<i>Citrus limon</i>	LIM	CITRONNIER	FAGACEES	LV	PH	IND-EURO-MED
<i>Corylus avellana</i>	BONDOG	NOISETIER D'EUROPE	CORYLACEES	LV	PH	MED.
<i>Crataegus monogyna</i>	AYN BAGRA	AUBEPINE	ROSACEES	LV	PH	EUR. MED.
<i>Cucurbita pepo</i>	GARAA	COURGE	CUCURBITACEES	HA	TH	AMERIQUE DU NORD,
<i>Cuminum cyminum</i>	KMOUN.	CUMIN	APIACEES	HA	TH	E. MED.
<i>Cydonia oblonga</i>	SFARJEL.	COGNASSIER	ROSACEES	LV	PH	ASIE
<i>Cynara cardunculus subsp. flavescent</i>	KHORCHOF BARI	/	ASTERACEES	HV	HE	MED.
<i>Cynara cardunculus var. silvestris</i>	EL HAK	/	ASTERACEES	HV	HE	MED.
<i>Cynodon dactylon</i>	EL GOSMIRE	/	POACEES	HV	GE	THERMOCOSM
<i>Daphne gnidium</i>	LAZZAZ	DAPHNE GAROU	THYMELEACEES	LV	CH	TELL
<i>Daucus crinitus</i>	BOUZFOUR	/	APIACEES	HV	HE	IBER.-MAUR.
<i>Dipsacus silvestris</i>	HBACHOU	/	DIPSACACEES	HA	TH	EUR. AS.
<i>Ecballium elaterium</i>	FCOUSSE	/	CUCURBITACEES	HV	HE	MED.
<i>Echinops bovei</i>	TASKRA	OURSIN EPINEUX.	ASTERACEES	HA	TH	MED.
<i>Eriobotrya japonica</i>	LMZAH	NEFLIER	ROSACEES	LV	PH	CHINE
<i>Erodium guttatum</i>	OD GODMI	/	GERANIACEES	HV	HE	SAH. MED.
<i>Erodium muchatum</i>	IBRATE RAI	/	GERANIACEES	HV	HE	MED
<i>Erythraea centaureum = Centaureum umbilatum</i>	MERARET EL H'NACH	PETITE CENTAUREE	GENTIANACÉES	HA	TH	MED. ATL.
<i>Eucalyptus globulus .</i>	KALITOUSS	EUCALYPTUS	MYRTACEES	LV	PH	AUST
<i>Ferula communis</i>	KLKHA	FERULE	APIACEES	HV	HE	MED.
<i>Ficus carica</i>	KARMOUSS.	FIGUIER	MORACEES	LV	PH	MED.
<i>Foeniculum officinale</i>	BASBASSE	FENOUILCOMUN	LAMIACEES	HV	HE	MED.
<i>fraxinus angustifolia</i>	EL DARDARE	FRENE	OLEACEES	LV	PH	EUR.

<i>Genista erioclada</i>	CHABREG.	GENET	FABACEES	LV	CH	END.
<i>Globularia alypum</i>	AYN ARNEB	GLOBULAIRE	GLOBULARIACEES	LV	CH	MED
<i>Glycyrrhiza foetida</i> = <i>Glycyrrhiza foetida</i> subsp. <i>glabra</i>	ARQ ESSOUS	REGLISSE	FABACEES	LV	CH	END. N. A.
<i>Herniaria hirsuta</i>	FATATET LHAJER	HERNIAIRE	CARYOPHYLLACEES	HA	TH	MED.
<i>Hordeum vulgare</i>	ECHAIR	ORGE	POACEES	HA	TH	REGIONS TEMPEREES
<i>Inula viscosa</i>	MAGRAMENE	INULE VISQUEUSE	ASTERACEES	HV	HE	CIRCUMMED.
<i>Juglans regia</i>	GARGAE JOUZE	NOYER	JUGLANDACEES	LV	PH	MED.
<i>Juncus maritimus</i>	SMAR BOUS	JONCS	JUNCACEES	HV	GE	SUBCOSM.
<i>Juniperus oxycedrus</i>	TAKA	GENEVRIER OXYCEDRE	CUPRESSACEES	LV	PH	ATL.- CIRCUM.-MED
<i>Laurus nobilis</i>	RAND	LAURIER NOBLE	LAURACEES	LV	PH	MED.
<i>Lavandula multifida</i>	KOHILA.	LAVANDE	LAMIACEES	LV	CH	MED.
<i>Lavandula officinalis</i>	KHOUZAMA	LAVANDE	LAMIACEES	LV	CH	MED.
<i>Lavandula stoechas</i>	HALHAL	LAVANDE	LAMIACEES	LV	CH	MED.
<i>Lawsonia inermis</i> = <i>L. alba</i>	HANA	HENNE	LYTHRACEES	LV	CH	MOYEN-ORIENT, D'AFRIQUE DU NORD
<i>Lens culinaris</i>	ADES LHMAR	LENTILLE	FABACEES	HA	TH	MED.
<i>Lepidium sativum</i>	HAB ERR- ACHADHARF	CRESSON ALENOIS	BRASSICACEES	HA	TH	E. MED.
<i>Linum usitatissimum</i>	ZRIAT KTAN	LIN CULTIVE	LINACEES	HA	TH	MED.
<i>Lippia citriodora</i> = <i>Aloysia triphylla</i>	LOUIZA	VERVEINE	VERBENACEES	HV	HE	AFRIQUE DU SUD
<i>Malva sylvestris</i>	KHOBAlZA	MAUVE	MALVACEES	HV	HE	COSM.
<i>Marrubium vulgare</i>	MERIOUET	MARRUBE BLANC	LAMIACEES	HV	HE	COSM.
<i>Mentha pulegium</i>	FLIO	MENTHE POULIOT	LAMIACEES	HV	HE	EURAS.
<i>Mentha rotundifolia</i>	TIMRSAD, DOUMREN	MENTHE A FEUILLES RONDES	LAMIACEES	HV	HE	ATL. MED.
<i>Mentha viridis</i>	NANAH	MENTHE VERTE	LAMIACEES	HV	HE	MED
<i>Myristica fragrans</i>	JOZATTIB	MYRISTICA FRAGRANS	APIACEES	LV	PH	ILES MOLUQUES
<i>Myrtus communis</i>	RYHAN	LE MYRTE COMMUN	MYRTACEES	LV	PH	MED.
<i>Nerium oliander</i>	DEFLA	LAURIER ROSE	APOCYNACEES	LV	CH	MED.
<i>Nigella damascena</i>	HABAT EL BARKA	NIGELLE CULTIVEE	RENONCULACEES	HA	TH	ASIE MINEURE, MED

<i>Nigella sativa</i>	SANOUGE	NIGELLE CULTIVEE	RENONCULACEES	HA	TH	ASIE MINEURE, MED
<i>Ocimum basilicum</i>	HBAG	BASILIC	LAMIACEES	HA	TH	INDE ET DES REGIONS TROPICALES ASIATIQUES,
<i>Olea europaea</i>	ZITOUN, ZEBOUJ.	OLIVIER D'EUROPE	OLEACEES	LV	PH	MED.
<i>Opuntia ficus-indica</i>	EL HENDI	FIGUIER DE BARBARIE	CACTACEES	LV	CH	MEXIQUE, SEMITROPICALES.
<i>Origanum glandulosum</i>	ZAATAR	ORIGAN	LAMIACEES	HV	HE	ALG.-TUN.
<i>Origanum majorana</i>	MARDAGOUCHE	MARJOLAINE	LAMIACEES	HV	HE	E. MED.
<i>Oxalis pes caprea</i>	L HOMIDA		OXALIDACEES	HV	GE	COSM.
<i>Papaver rhoeas</i>	BANAAMANE	QUOCLICO	PAPAVERACEES	HA	TH	PALEO-TEMP.
<i>Peganum harmala</i>	HARMEL	HARMEL	ZYGOPHYLLACEES	LV	CH	IRAN-TOUR.-EUR.
<i>Persica vulgaris</i>	KHOKH.	PECHE	ROSACEES	LV	PH	INTRODUITE
<i>Petroselinum crispum</i>	KOSBAR	CORIANDRE	APIACEES	HA	TH	INTRODUITE
<i>Pimpinella anisum</i>	HABET HLAWA	ANIS	APIACEES	HA	TH	MED- AFR DU NORD
<i>Pinus halepensis</i>	ZNINE, TAYDA,	PIN D'ALEP	PINACEES	LV	PH	MED
<i>Piper nigrum</i>	FILFILASOUED	POIVRIER COMMUN	PIPERACEES	LV	CH	L'INDE,
<i>Pistacia lentiscus</i>	EDDAROU	LENTISQUE	ANACARDIACEES	LV	PH	MED.
<i>Plantago lanceolata</i>	MESSASSA OUDEN EKEBCH	PLANTAIN	PLANTAGINACEES	HV	HE	EURAS.
<i>Plumbago europea</i>	TIF ZOUJ	DENTELAIRE)	PLUMAGINACEES	LV	CH	MED.
<i>Prunus armeniaca</i>	MECHMACHE	ABRICOT	ROSACEES	LV	PH	EUR. MED.
<i>Prunus cerasus</i>	HAB LAMLOUK	CERISIER,	ROSACEES	LV	PH	EUR. MED.
<i>Punica granatum</i>	ROMMANE	GRENADIER	PUNICACEES	LV	PH	MED.
<i>Quercus ilex</i>	BALOUT, DBAKH.	CHENE VERT	FAGACEES	LV	PH	MED.
<i>Rhamnus alaternus</i>	M'LILES	ALATERNE	RHAMNACEES	LV	CH	MED.
<i>Ricinus communis</i>	EL KHARWAA	RICIN	EUPHORBIACEES	LV	PH	TROP.
<i>Rorippa Nasturtium-aquaticum</i>	L JARJIRE	CRESSON	BRASSICACEES	HV	HE	COSM.
<i>Rosmarinus officinalis</i>	EKLIL, YAZIR.	ROMARIN	LAMIACEES	LV	CH	MED.
<i>Rubia peregrina</i>	FOWA	GARAUCÉ	RUBIACEES	HV	HE	MED. ATL.
<i>Rubus ulmifolius</i>	TOUT BARI	RONCE	ROSACEES	LV	CH	EUR. MED.
<i>Ruta chalepensis</i>	FIDJEL	RUE	RUTACEES	LV	CH	MED.

<i>Salvia officinalis</i>	SIWAK ENNABI;MRUMIA	SAUGE	LAMIACEES	LV	CH	EUR.
<i>Scorzonera undulata</i>	TALMA	/	ASTERACEES	HA	TH	SUB-MED. SIB.
<i>Scrophularia canina</i>	ARQ BOUMAZOUI	SCROFULAIRE	SCROPHULARIACEES	LV	CH	MED.
<i>Sesamum indicum</i>	SEMSIME	LE SESAME	PEDALIACEAE	HA	TH	AFRIQUE
<i>Silene vulgaris</i> = <i>S. Cucubalus</i>	TIRIRT	SILENE	CARYOPHYLLACEES	HA	TH	EURAS.
<i>Silicium verum</i>	NEJMAT LARD	ANIS ÉTOILE	ILICACEES	HV	GE	CHINE, DE L'INDE ET DU VIET NAM
<i>Smyrniolus satrum</i>	ZIATA.	/	APIACEES	HV	HE	MED.
<i>Stipa tenacissima</i>	HALFA	ALFA	POACEES	HV	GE	IBER.-MAUR.
<i>Syzygium aromaticum</i>	LOUD KROUNFL	/	CARYOPHYLLACEES	HV	HE	AUSTRALIE
<i>Telephium imperati</i>	SARGHINA	TELEPHIUM D'IMPERATO	CARYOPHYLLACEES	HV	HE	MED.
<i>Tetraclinis articulata</i>	ARAAR	THUYA DE BARBARIE	CUPRESSACEES	LV	PH	IBER. MAURIT. MALTE
<i>Teucrium polium</i>	DJAADA	GERMANDREE TOMENTEUSE	LAMIACEES	HV	HE	EUR. MED.
<i>Thapsia garganica</i>	BOUNAFAA	/	APIACEES	HV	HE	MED.
<i>Thymus ciliatus</i>	JARTILE	THYM CILIEE	LAMIACEES	LV	CH	END. N.A.
<i>Trigonella fenum-graecum</i>	HALBA	FENUGREC	FABACEES	HV	HE	MED
<i>Ulmus campestris</i>	NECHEM	ORME CHAMPETRE	ULMACEES	LV	PH	EURAS.
<i>Urtica membranacea</i>	HARAYEK	URTIE	URTICACEES	HA	TH	MED.
<i>Verbascum sinuatum</i>	MASLAH ANDARE	/	SCROPHULARIACEES	HV	HE	MED
<i>Vitis vinifera</i>	DALYA	VIGNE	VITACEES	LV	PH	MED.
<i>Zea mays</i>	DRA	CHEVEUX DE MAÏS	POACEES	HA	TH	INDES
<i>Zingiber officinale</i>	ZANGABILE	GINGEMBRE	ZINGIBERACEES	HV	GE	ASIE,
<i>Ziziphus Lotus</i>	SEDRA	JUJUBIER	RHAMNACEES	LV	CH	MED.
<i>Ziziphus vulgaris</i>	SFISF.	JUJUBIER	RHAMNACEES	LV	PH	INTRODUITE

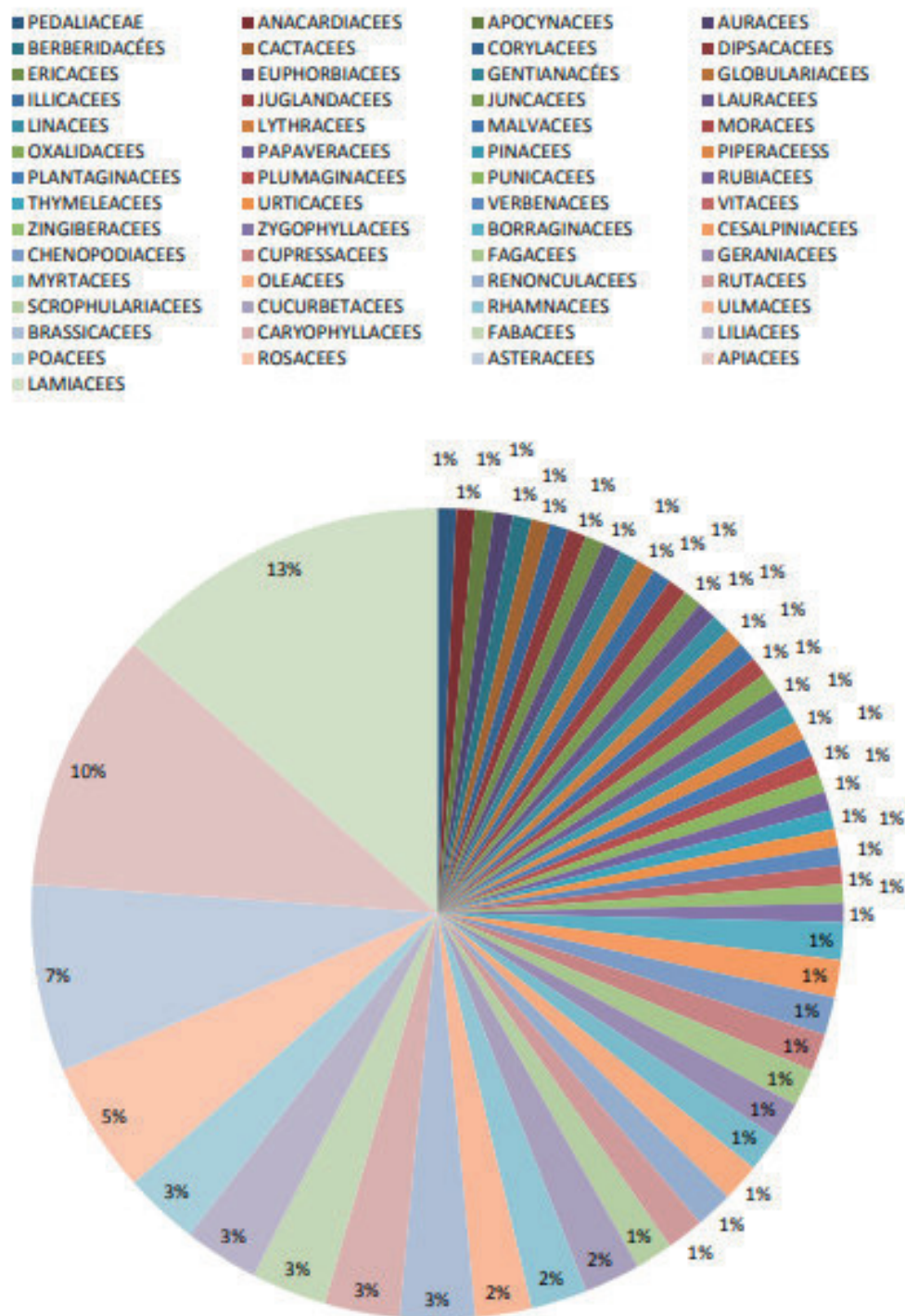


Figure 21 : Composition de la flore par famille

3.1. Caractéristiques Biologiques

Classification biologique

Le type biologique d'une plante est la résultante sur la partie végétative de son corps, de tous les processus biologiques y compris ceux qui sont modifiés par le milieu pendant la vie de la plante et qui ne sont pas héréditaires. RANKIAER (1905-1934) part, en effet, du raisonnement que les plantes, du point de vue biologique, sont avant tout, organisées pour traverser la période critique du cycle saisonnier, qui peut être l'hiver à cause du froid ou l'été à cause de la sécheresse.

Parmi les principaux types biologiques définis par Raunkiaer (1904), on peut évoquer les catégories suivantes :

- Phanérophytes (PH): (Phanéros = visible, phyte = plante)

Plante vivace principalement arbres et arbrisseaux, les bourgeons pérennes situés sur les tiges aériennes dressés et ligneux, à une hauteur de 25 à 50 m au-dessus de sol. On peut les subdiviser en :

Hauteur :

- Macro-phanérophytes : plus de 30m.
- Mésophanérophytes : de 10 à 30m.
- Micro-phanérophytes : de 2 à 10m.
- Nano-phanérophytes : de 0.5 à 2m.

Feuillaison :

- Caducifolié ;
- Sempervirent.

Aspect de la plante :

- Lianes ;
- Succulentes ;
- Herbacées tropicales ;
- Drageonnantes ou macrottantes

- Chamaephytes (CH): (Chami = à terre)

Herbes vivaces et sous arbrisseaux dont les bourgeons hibernants sous à moins de

25cm au-dessus du sol :

Rameaux :

- Ligneux ;
- Herbacées.

Feuillaison :

- Caducifolié ;
- Semper virent.

Aspect de la plante:

- Lianes arquées et courtes;
- Succulentes et charnues ;
- Avec stalons herbacées ;
- Coussinet ;
- Bulbes au-dessus du sol ;
- Rosettes perchées.

➤ Hemi-cryptophytes (HE):(crypto = caché)

Plantes vivaces à rosettes de feuilles étalées sur le sol, les bourgeons pérennants sont au ras du sol ou dans la couche superficielle du sol, la partie aérienne est herbacée et disparaît à la mauvaise saison.

Durée de vie :

- Bisannuelles ;
- Vivaces ;

Forme :

- Lépreuses ;
- Rosette renouvelée chaque année.
- Géophytes (GE):

Espèces pluriannuelles herbacées avec organes souterrains portant les bourgeons.

Forme de l'organe souterrain :

- Bulbes ;
- Tubercule ;
- Rhizome plus ou moins tubérisé entre-nœuds courts ;
- Stolons plus ou moins tubérisé entre-nœuds longs.

Forme :

- Lianes ;
- Thérophytes (TH): (theros = été)

Plantes qui germent après l'hiver et font leurs graines avec un cycle de moins de 12 mois. On peut distinguer :

- Annuelles d'été sous appareil végétatif l'hiver ;
- Annuelles d'hiver avec appareil végétatif l'hiver ;
- Annuelles éphémères des déserts.

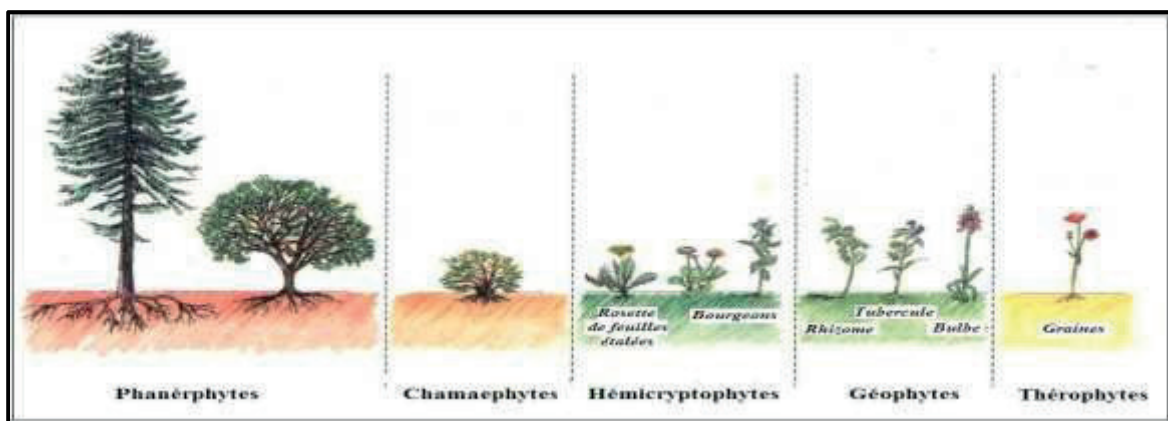


Figure 22 : Les formes biologiques de RAUNKIAER

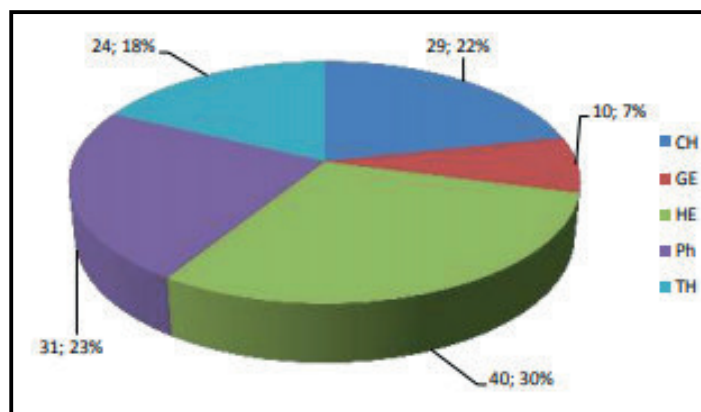


Figure 23 : Le pourcentage des types biologiques des plantes médicinales

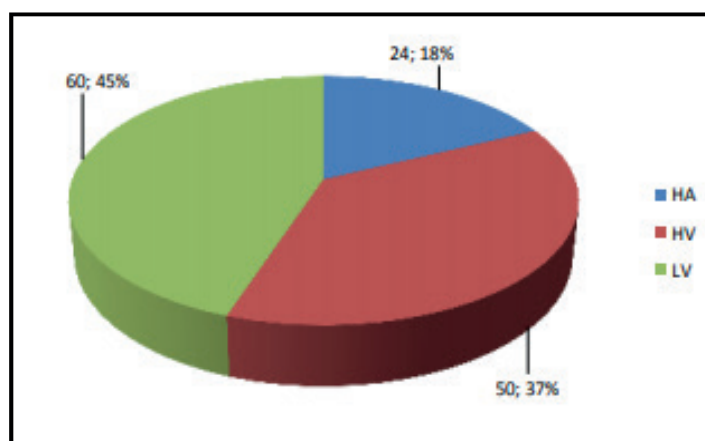


Figure 24 : Le pourcentage des types morphologiques des plantes médicinales

Le type biologique d'une plante est la résultante sur la partie végétative de son corps, de tous les processus biologiques y compris ceux qui sont modifiés par le milieu pendant la vie de la plante et qui ne sont pas héréditaires

Nous observons que les Hémicryptophytes présentent le taux le plus élevé avec un pourcentage (30 %), Les Phanerophytes gardent une place particulièrement importante (23%) viennent ensuite les Chaméphytes avec un pourcentage de 22 %, les Thérophytes avec un pourcentage de 18 %, et en fin les Géophytes. occupe un faible pourcentage (Figure 23).

3.2. Caractéristiques Morphologiques :

ROMANE. (1987) montre qu'il y a une bonne corrélation entre les types biologiques et de nombreux caractères morphologiques.

Du point de vue morphologique (Figure 24), la végétation de la zone d'étude est marquée par une nette différence entre les herbacées annuelles et les herbacées vivaces)

- Les herbacées annuelles occupent la troisième position avec un pourcentage de 18 %.
- Les herbacées vivaces gardent la deuxième position avec un pourcentage de 37 %.
- Les ligneux restent les plus dominantes avec un pourcentage de 45 %.

3.3 Caractéristique Phytogéographique

Du point de vue biogéographique, la végétation de zone d'étude est dominée par la végétation méditerranéenne avec un pourcentage de 49%, viennent ensuite Eurasiatique avec un pourcentage de 13% et l'Europe avec un pourcentage de 7 %, et enfin un faible pourcentage des autres types biogéographique (Figure 25).

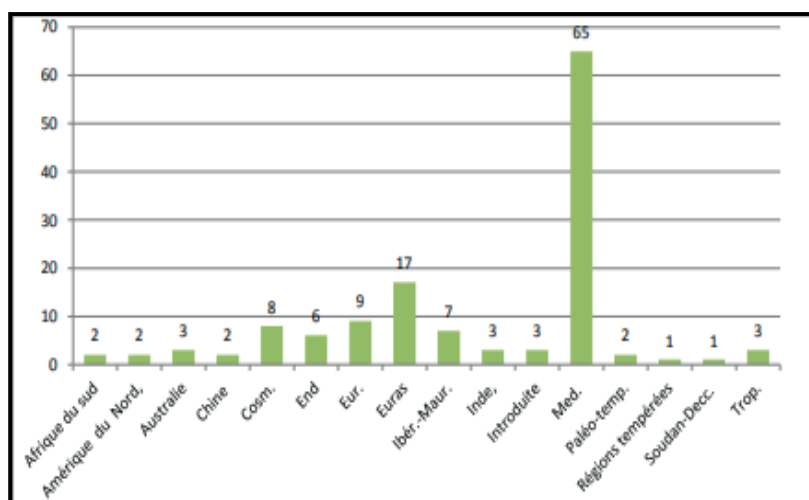


Figure 25: Le pourcentage des types phytogéographiques des plantes médicinales

4- CONCLUSION

Avec un inventaire de 134 plantes médicinales se répartissant sur 57 familles botaniques.

Sur le plan floristique, nous avons observé la prédominance des familles comme les Lamiacées, Apiacées, les Astéracées et les Rosacées.

Aussi, l'analyse des types biologiques dans l'inventaire montre la dominance des Hémicryptophytes et des Phanérophytes, vu leur biologie qui permet de les utiliser durant toute l'année.

Par ailleurs, l'analyse chorologique montre l'abondance des éléments méditerranéens avec un très faible taux d'espèces endémiques utilisées par la population locale soit 4%.

L'enquête ethnobotanique (120 fiche) sur les plantes médicinales a été entreprise dans la région afin d'identifier les utilités thérapeutiques et les habitudes des populations locales en fonction des spécificités de chaque localité prospectée.

Selon ces enquêtes, nous avons rapporté l'utilisation des plantes médicinales varie selon le sexe, la tranche d'âge, niveau d'étude et la situation familiale, Les femmes utilisent beaucoup plus les plantes médicinales que les hommes. En effet, avec une prédominance chez les personnes âgées de 30 à 40 ans, la grande majorité des usagers des plantes médicinales ont le niveau primaire, et sont beaucoup plus utilisées par les personnes mariées.

Deuxième Partie

PHYTOCHIMIE

CHAPITRE 1
ASPECTS
PHYTOCHIMIQUES

CHAPITRE I : ASPECTS PHYTOCHIMIQUES

1. GENERALITES SUR LA CHIMIE DES PLANTES

Le règne végétal compte un nombre important de métabolites primaires et de métabolites secondaires qui connaissent de larges domaines d'applications.

1.1. Molécules issues du métabolisme primaire :

Ce sont des composés qui sont produits dans toutes les cellules et qui jouent un rôle central dans le métabolisme et la reproduction de ces cellules. Ces molécules comprennent les acides nucléiques, les acides aminés communs, les acides gras et les sucres (Thomas, 2011)

1.1.1. Les glucides : Les glucides sont des molécules indispensables à la survie des organismes vivants car leurs formes les plus simples sont à la base des mécanismes énergétiques et de la biosynthèse des autres métabolites. Chez les végétaux on les retrouve sous différentes formes: polymères énergétiques (amidon) ou structuraux (cellulose, pectines...), sucres simples et hétérosides (Thomas, 2011)

1.1.2 Les acides aminés et organiques: Ces métabolites primaires polaires sont présents dans différentes parties des plantes (Sijelmassi, 2003 ; Armouche, 2007). Les fruits et le jus d'argousier contiennent dix-huit acides aminés dont les plus abondants sont l'acide aspartique, la proline et la thréonine 22]. Des acides organiques sont également présents tels que l'acide malique (A), l'acide quinique (B) et l'acide citrique(C) (Sijelmassi, 2003)

1.1.3. Les lipides: Les lipides (du greclipos, graisse) sont des molécules à caractère hydrophobe (à solubilité nulle ou faible dans l'eau) et solubles dans des solvants organiques.

1.1.3.1. Les lipides vrais : Ils résultent de la condensation d'acides "gras" avec des alcools par liaison ester ou amide.

a/ Les acides gras : Les acides gras sont des acides carboxyliques $R-COOH$ dont le radical R est une chaîne aliphatique de type hydrocarbure de longueur variable qui donne à la molécule son caractère hydrophobe (gras).

a.1. Les acides gras saturés :

De formule générale $CH_3-(CH_2)_n-COOH$, chaque acide gras est constitué par une chaîne hydrocarbonée, plus ou moins longue, fortement apolaire et un groupement carboxyle polaire. Exemple : l'acide palmitique en C16 de formule $CH_3-(CH_2)_{14}-COOH$

a.2. Les acides gras insaturés : Ils présentent dans leur molécule une ou plusieurs doubles liaisons.

La présence de ces doubles liaisons leur confère des propriétés physico-chimiques particulières.

Exemple: l'acide oléique en C18 possède une double liaison en position 9.

a.3. Les acides gras atypiques : Des acides gras à nombre impair de carbones, ou des acides avec des modifications de la chaîne carbonée portant sur l'insaturation, ou ayant subi des substitutions ou des cyclisations.

b. Les lipides simples : Les lipides simples, encore appelés homolipides sont des corps ternaires (C,H, O). Ils sont des esters d'acides gras que l'on classe en fonction de l'alcool :

- acylglycérols (ou glycérides) : sont des esters du glycérol,
- cériques : sont des esters d'alcools à longue chaîne (alcool gras),
- stérides : sont des esters de stérols (alcool polycyclique)

1.2. MOLECULES ISSUES DU METABOLISME SECONDAIRE :

Les plantes produisent un grand nombre de métabolites secondaires qui ne sont pas produits directement lors de la photosynthèse, mais résultent de réactions chimiques ultérieures. Les métabolites secondaires à structures chimiques souvent complexes, sont très dispersés et très différents selon les espèces. C'est seulement à partir de la deuxième moitié du 20^e

siècle qu'il y a eu explosion des recherches en ce domaine grâce à l'évolution du matériel d'analyse (Thomas, 2011).

1.2.1. Les composés phénoliques : Ce sont des composés dont les molécules contiennent respectivement une, deux ou plusieurs fonctions phénoliques, qui dérivent de la biogenèse de l'acide chikimique et/ou l'acétate et qui ne contiennent pas de l'azote (Fleuriet, 2005).

Les composés phénoliques sont fort répandus dans le règne végétal ; on les rencontre dans les racines, les feuilles, les fruits et l'écorce. Ces composés représentent 2 à 3% de la matière organique des plantes et dans certains cas jusqu'à 10% et même d'avantage (Walton et *al.*, 1999).

Parmi les composés phénoliques; les flavonoïdes, les quinones phénoliques, les lignanes, les xanthones, les coumarines et d'autres classes existent en nombres considérables (Mann et *al.*, 1994).

1.2.1.1. Les flavonoïdes : Les flavonoïdes sont présents dans plusieurs plantes, notamment dans les fruits et les légumes. Ils sont également présents dans le thé, les céréales, les épices et les herbes aromatiques (Bronner et *al.*, 1995 ; Hollman et *al.*, 1999)

1.2.1.2. Les tanins : On distingue différentes classes de tanins (figure 1):

- *Les tanins hydrolysables* : ce sont des hétérosides polyphénoliques issus de la combinaison d'un sucre estérifié par un nombre variable de molécules d'acides phénoliques (acide gallique, acide hexahydroxydiphénique et ses dérivés).

- *Les tanins condensés* : encore appelés proanthocyanidols (car ils conduisent en milieu acide et à chaud à des anthocyanidols), ce sont les tanins catéchiques, oligomères et polymères d'aglycones polyphénols flavaniques (unités flavan-3-ols), non hydrolysables (Bruneton, 1999)

La propriété tannante résulte de la formation de liaisons des tanins au collagène de la peau. De la même manière, les tanins se combinent à des macromolécules comme la cellulose, les protéines, les pectines et les

précipitent. Il s'agit d'interactions hydrophobes et de liaisons hydrogène entre les groupements phénoliques des tanins et les autres polymères.

Les préparations à base de drogues riches en tanins sont employées le plus souvent extérieurement contre les inflammations de la cavité buccale, la bronchite, les hémorragies locales, sur les brûlures et les engelures, les plaies, les inflammations dermiques, les hémorroïdes et la transpiration excessive (Iserin, 2001)

En usage interne, elles sont utiles en cas de catarrhe intestinal, de diarrhée, d'affections de la vésicule, ainsi que comme antidote (contre-poison) lors d'empoisonnements par des alcaloïdes végétaux (Bruneton, 1999).

1.2.1.3. Les coumarines: Les coumarines tirent leur nom de « coumarou », nom vernaculaire de la fève tonka, d'où fut isolée pour la première fois en 1820 la coumarine (Bruneton, 1999). Les coumarines sont des 2H-1-benzopyran-2-ones, que l'on peut considérer en première approximation, comme étant des lactones des acides 2- hydroxy-Z- Cinnamiques.

Les coumarines constituent une classe importante de produits naturels. La structure de la coumarine se trouve dans environ 150 espèces, appartenant à 30 familles de plantes différentes (Deiana et al., 2003). Les coumarines manifestent diverses activités biologiques, qui varient selon la substitution sur le cycle benzopyrane, telles que l'activité antifongique, anti-tumorale, antiagrégation plaquettaire, inhibitrice de plusieurs enzymes, antivirale, anti-inflammatoire, anticoagulante, diurétique et analgésique (Maged, 2002).

L'esculine, contenue dans l'écorce du marron d'Inde a les mêmes effets que la vitamine P, elle augmente la résistance des vaisseaux sanguins et présente donc un intérêt pour les soins des hémorroïdes et des varices. De plus, elle absorbe les rayons ultraviolets (filtres solaires, crèmes protectrices) (Maged, 2002).

1.2.1.4. Les lignanes : Le terme lignane désigne habituellement des composés naturels dimères dont la squelette résulte de l'établissement d'une liaison entre le carbone B (béta) des chaînes latérales de deux unités dérivées du 1-phényl propane (liaison 8-8') (Chun et al., 1991).

Plusieurs centaines de lignanes ont été isolées (Hofmann, 2003). Ils possèdent des activités biologiques, antitumorales et anti-oestrogéniques. Ce sont également des inhibiteurs des enzymes impliquées dans le métabolisme des hormones sexuelles (Rafaelli, 2002).

1.2.1.5. Les acides phénoliques : Ils possèdent au moins une fonction carboxylique et un hydroxyle phénolique et sont dérivés des acides benzoïques (C6-C1) ou des acides cinnamiques (C6-C3). Ce sont aussi les constituants à peu près constants des végétaux. Ils agissent comme laxatifs légers.

Les acides phénoliques, comme l'acide rosmarinique, sont fortement antioxydants et anti-inflammatoires et peuvent avoir des propriétés antivirales. La gaulthérie (*Gaultheria procumbens*) et le saule blanc (*Salix alba*) contiennent des acides glucosides phénoliques qui donnent, par distillation, des dérivés de salicylique et de salicylate de méthyle (Iserin, 2001).

1.3 LES ALCALOÏDES: Le terme d'alcaloïde (de l'arabe al kaly, la soude et du grec eidos, l'aspect) a été introduit par W. Meisner au début du XIX^e siècle pour désigner des substances naturelles réagissant comme des bases, comme des « alcalis ». Il n'existe pas de définition simple et précise des alcaloïdes et il est parfois difficile de situer les frontières qui séparent les alcaloïdes des autres métabolites azotés naturels (Iserin, 2001).

Les alcaloïdes renferment un atome d'azote dans la structure qui les rend pharmaceutiquement très actifs. C'est le cas d'un dérivé de la pervenche de Madagascar (*Vinca roseasyn. Catharanthus roseus*) employé pour traiter certains types de cancer.

Les alcaloïdes sont utilisés comme antalgiques majeurs (morphine), antipaludiques (quinine), pour combattre l'excès d'acide urique (colchicine), comme substances paralysantes (curare, caféine), comme poisons strychnine, nicotine), comme stupéfiants (cocaïne, mescaline), comme cholinergiques (pilocarpine) ou comme anticancéreux (vinblastine, vincristine). D'autres alcaloïdes, comme l'atropine, présentent une activité sédatrice, effets sur les troubles nerveux (maladie de Parkinson) (Walton et *al.*, 1999).

1.4. LES HUILES ESSENTIELLES : Les huiles essentielles contenues telles quelles dans les plantes sont des composés oxygénés, parfois d'origine terpénoïde et possédant un noyau aromatique. Elles sont constituées de différents composants terpènes, esters, cétones, phénols et d'autres éléments qui ne sont pas tous encore analysés. Seules les huiles essentielles naturelles ont des propriétés thérapeutiques (Walton et *al.*, 1999 ; Bruneton, 1999 ; Iserin, 2001).

Parmi la foule d'essences naturelles qui entrent dans la composition de nombreux remèdes naturels, citons l'essence d'anis (*Oleum anisi*), de fenouil (*Oleum foeniculi*), de lavande (*Oleum levandulae*), de menthe poivrée (*Oleum menthae*) et le menthol qu'elle fournit, ainsi que son carvacrol qui est un excellent désinfectant. L'arbre à thé (*Melaleuca alternifolia*), par exemple, est fortement antiseptique (Walton et *al.*, 1999 ; Bruneton, 1999 ; Iserin, 2001).

La pharmacologie regroupe sous le nom de principes amers des substances végétales terpéniques susceptibles de libérer de l'azulène, ainsi que des glucosides de diverses structures biochimiques. Comme leur nom l'indique, les substances amères sont divers composés qui ont un goût amer très prononcé. Ces substances stimulent les glandes salivaires et les organes digestifs. Elles augmentent l'appétit et facilitent la digestion (stomachique, apéritif, tonique).

1.5. LES HUILES GRASSES : Il s'agit d'huiles végétales liquides à température ambiante. Le froid les trouble et les fait figer, elles sont insolubles dans l'eau, mais bien solubles dans les solvants organiques (chloroforme, acétone, par exemple) (Iserin, 2001)

Parmi les huiles non siccatives, on peut citer l'huile d'olive et l'huile d'amandes, parmi les semi siccatives, celle d'arachide, de tournesol et de colza. L'huile de lin et d'œillette sont siccatives.

L'huile de ricin est fortement laxative. Les huiles grasses sont couramment utilisées, tant pour la fabrication de remèdes qu'à des fins alimentaires et industrielles (Iserin, 2001)

1.6. LES HETEROSIDES OU GLYCOSIDES: Les hétérosides, autrefois désignés sous le nom de glycosides, sont des corps, soit synthétiques, soit naturels. On trouve dans les hétérosides naturels une très grande variété d'osés: lucose, galactose, rhamnose, quinovose, xylose, arabinose, ribose, etc.,

La liaison genine-ose donne des O-hétérosides (Rutine) ou des C- hétérosides (Saponarine). Les C-hétérosides semblent intéressants en thérapeutique. La rupture de la liaison genine-ose est plus difficile dans le cas des C-hétérosides que dans celui des O-hétérosides (Walton et *al.*, 1999).

Les hétérosides présentent tous le caractère commun de se décomposer sous l'influence des acides forts ou des ferments (les carbohydrases) pour donner naissance à un ou plusieurs sucres (oses) et une partie non glucidique appelée aglycone. Cette dernière partie détermine l'effet thérapeutique.

On pourra pour chaque hétéroside, déterminer deux formes correspondantes des oses entrant dans leur constitution (Walton et *al.*, 1999).

Selon leur composition chimique, on distingue plusieurs groupes de glycosides :

1.6.1. Les saponines : Toutes les saponines sont fortement moussantes et constituent d'excellents émulsifiants (en latin, *sapo* signifie savon) (Kosmas et *al.*, 2002)

Les saponines existent sous deux formes, les stéroïdes et les triterpénoïdes. L'igname sauvage (*Dioscorea villosa*) contient des saponines stéroïdes à partir desquels on synthétisa la pilule contraceptive. Les saponines triterpénoïdes contenues dans la réglisse (*Glycyrrhiza glabra*) ont une activité hormonale moindre. Elles sont souvent expectorantes et facilitent l'absorption des aliments (Bruneton, 1999 ; (Kosmas et *al.*, 2002)

Les saponines ont la propriété d'hémolyser les globules rouges, ce qui explique l'effet toxique de certaines d'entre elles à l'égard des animaux à sang froid, surtout les poissons (Bruneton, 1999). Les saponines causent un relâchement intestinal, augmentent les sécrétions muqueuses bronchiales et désinfectent les voies urinaires. Elles sont employées comme diurétiques et elles possèdent des propriétés cytotoxiques et antitumorales (Bruneton, 1999). Les saponines sont aussi connues par leur activité antifongique, comme la dioscine trouvée dans certains légumes. Celles à génine stéroïdique sont des fongicides plus efficaces que celles à génine triterpénique (Berger, 2001)

1.6.2. Les hétérosides cardiotoniques : On retrouve les hétérosides cardiotoniques dans de nombreuses plantes médicinales, telles que la digitale laineuse (*Digitalis lanata*) et pourprée (*D.purpurea*) et le muguet (*Convallaria majalis*). Selon leurs structures chimiques, on les divise en cardénolides et bufadiénols. Ces substances (comme la digitoxine, la digoxine et la convallotoxine) ont une action directe sur le cœur (régulant l'activité cardiaque à des doses infinitésimales en cas d'affaiblissement de ce dernier) [44]. Chez les individus non atteints de cardiopathies, elles sont dangereuses. Leur consommation peut être fatale pour l'homme et les animaux. Les glucosides cardiaques ont aussi des propriétés diurétiques (Bruneton, 1999 ; Agrawal, 1985)

1.6.3 Les hétérosides anthraquinoniques: Ces glycosides sont le plus souvent des pigments cristallins, facilement labiles. Ce sont de puissants laxatifs et purgatifs. Rencontrés dans les taxons tels : *Polygonaceae* et *Rhamnaceae*. Ce sont les principaux constituants de plantes comme le séné (*Cassia senna*) et la rhubarbe de Chine (*Rheum palmatum*) (Bruneton, 1999).

1.6.4. Les hétérosides cyanogéniques : Molécules liées à un sucre et susceptibles de libérer HCN par hydrolyse. Il s'agit de substances à base de cyanure, mais qui à petites doses ont un effet sédatif sur le système nerveux (muscles, cœur). L'écorce du *Prunus serotina* (cerisier sauvage), les noyaux de fruits de *Prunus armeniaca* (l'abricotier) et les feuilles du *Sambucus nigra* (sureau noir), (les trois parties contiennent les cyanogènes), permettent de supprimer ou de calmer les toux sèches et irritantes. L'action enzymatique les décompose (souvent dans la salive humaine) en acide cyanhydrique libre qui donne le goût et l'odeur d'amande amère (Bruneton, 1999).

1.6.5. Les glucosinolates : Les glucosinolates sont présents dans toutes les espèces de *Brassicaceae*, le radis (*Raphanus sativus*) et le cresson de fontaine (*Nasturtium officinale*) sont des plantes à glucosinolates typiques (Iserin, 2001). On les rencontre également dans d'autres familles telles que les *Capparidaceae* et *Moringaceae*. Les glucosinolates (GLC) sont des hétérosides soufrés, anioniques, responsables des odeurs fortes dégagées par les *Brassicaceae* (Iserin, 2001). La structure de base des glucosinolates comporte un glucose (Glu), un groupe sulfate et une génine variable (R). La molécule existe généralement sous la forme de sels de potassium (Rafael, 2005). Certains auteurs considèrent ces molécules utiles, non seulement pour leur activité contre les bactéries, les champignons, nématodes mais aussi sur la croissance des cellules de tumeur et dans la prévention du cancer (Hayes et *al.*, 2008).

1.7. LES PHYTOSTEROLS: Les stérols sont des stéroïdes comprenant au moins un groupe menthydroxyle (OH) dans la plupart des

cas sur le carbone 3[52,53], leur structure est très semblable à celle du cholestérol ou de ses homologues

Les phytosterols (sterols végétaux) se diffèrent des autres stérols par une modification dans la chaîne latérale R, qui peut comporter un groupement méthyle ou éthyle fixé sur le carbone C24 et dans des cas, une double liaison supplémentaire en C22 (Richter, 1993]. Les glycosides des stérols sont les stérolines [56]. Les phytostérols sont étudiés en raison de leurs diversités structurales, de leur très faible toxicité et de leurs activités pharmacologiques telles que: anti-cholestérolémique, antidiabétique, antiinflammatoire, antitumorale, antinéoplasique et anticancéreuse (Kritchevsky et Shirley, 2005)

1.7.1. Les Polysaccharides (mucilages, gommages, résines, latex): Ce sont des polymères constitués de plusieurs oses liés ensemble par des liaisons O-sidiques. Du point de vue phytothérapeutique, les polysaccharides les plus importants sont les mucilages et les gommages (Bruneton, 1999) Les herbes mucilagineuses comme l'orme rouge (*Ulmus rubra*) et le lin (*linum usitatissimum*), sont utilisées contre les inflammations des muqueuses, notamment celles des voies respiratoires et digestives, elles assouplissent la peau lors d'applications de cataplasmes.

Certains polysaccharides, comme les glucomannanes et les pectines, sont utilisés en cosmétologie.

1.7.2. Les vitamines : Les vitamines sont des substances organiques, sans valeur énergétique propre, qui sont nécessaires à l'organisme et que l'homme ne peut synthétiser en quantité suffisante. Elles doivent être fournies par l'alimentation. Treize substances répondent à cette définition. Il s'agit d'un groupe de molécules chimiquement très hétérogènes. Ce sont des substances de faible poids moléculaire (Radmir, 2004). Certaines d'entre elles ont des structures proches de celles d'autres composés organiques: sucres pour la vitamine C, hormones stéroïdes pour la vitamine D,

porphyrines pour la vitamine B12. Les plantes fournissent quasiment toutes les vitamines. Certaines plantes en sont riches (ex: Citron(*Citrus limon*): vitamine C; Carottes (*Daucus carota*): provitamines A (β -carotène); Cresson(*Nasturtium officinale*): vitamines B1, B2, C, E) (Radmir, 2004).

1.7.3. Les constituants minéraux: Les sels de potassium (K) et de calcium (Ca) sont particulièrement importants comme constituants de l'organisme; les sels de potassium jouissent en plus des propriétés diurétiques, tandis que les sels de calcium participent à l'élaboration du système osseux, à la régulation du système nerveux et à la résistance aux maladies infectieuses. Dans de nombreux cas, les minéraux contenus dans une plante participent activement à son activité thérapeutique dans l'organisme. La prêle (*Equisetum arvense*), grâce à sa forte teneur en silice, est efficace contre l'arthrite, contribuant à réparer le tissu conjonctif alors que le pissenlit (*Taraxacum officinale*) est un puissant diurétique, effet dû à sa concentration en potassium (Iserin, 2001).

Tableau 8 : Récapitulatif des éléments actifs des plantes (Iserin, 2001)

Composants Chimiques	Propriété (s)
<i>Alcaloïdes</i>	Antidouleurs, réduisent les spasmes (antispasmodiques)
<i>Anthocyaniques</i>	Maintiennent les vaisseaux sanguins en bon état
<i>Anthraquinones</i>	Laxatifs, stimulent le travail intestinal, facilitent le transit intestinal
<i>Amers</i>	Stimulent la sécrétion des glandes salivaires et des organes digestifs facilitant ainsi la digestion (stomachique)
<i>Coumarines</i>	Fluidifient le sang, protègent du soleil, relaxent les muscles
<i>Flavanoïdes</i>	Anti-inflammatoires, renforcent les vaisseaux capillaires
<i>Glucosides cardiaques</i>	Aident à maintenir le rythme cardiaque, diurétiques, abaissent la tension artérielle en transférant les liquides des tissus et du système circulatoire vers les conduits urinaires
<i>Glucosides cyanogène</i>	Sédatifs, relaxants cardiaque et musculaire, suppriment ou calment la toux sèche
<i>Glucosinolates</i>	Augmentent le flux sanguin, favorisent l'évacuation des déchets, ralentissent la thyroïde
<i>Huiles essentielles</i>	La plupart ont des effets antiseptiques, d'autres, contiennent des agents anti-inflammatoires
<i>Mucilages</i>	Protègent les muqueuses telles que le tube digestif, gorge, poumons, reins et conduits urinaires des irritations ou des inflammations
<i>Phénols</i>	Anti-inflammatoires, Antiseptiques
<i>Saponines</i>	Favorisent l'activité hormonale, expectorants, facilitent l'absorption des éléments nutritifs
<i>Tanins</i>	Rapprochent les tissus et augmentent la résistance aux infections, astringents

CHAPITRE II

LES HUILES ESSENTIELLES

CHAPITRE II : LES HUILES ESSENTIELLES**1- GENERALITES****1- 1- Définition**

Le terme huiles essentielle dérive de « quinta essentia », nom donné par le médecin suisse PARACELsus aux extraits de plantes obtenues par distillation, il signifie la fragrance et la quintessence de la plante (Hart et *al.*, 2008).

Les huiles essentielles sont des produits de composition généralement assez complexe renfermant les principes volatils contenus dans les différentes parties des plantes. L'AFNOR (1996) définit une huile essentielle comme: "produit obtenu à partir d'une matière végétale soit par entraînement à la vapeur soit par expression, procédé mécanique mis en œuvre à partir de l'épicarpe des Citrus". L'huile essentielle est ensuite séparée de la phase aqueuse par des procédés physiques. Certains traitements physiques (par ex: redistillation, aération, déterpénation) pourraient entraîner des changements significatifs de sa composition. Cette définition par procédé d'obtention est restrictive, elle exclut les produits obtenus par tout autre procédé d'extraction (solvants organiques, fluides à l'état supercritique, corps gras, etc.)

Les huiles essentielles sont la fraction odorante volatile extraite des végétaux, c'est le parfum concrétisé de la plante, un véritable concentré. Elles sont liquides, huileuses mais contrairement aux huiles végétales elles ne sont pas grasses puisqu'elles s'évaporent. Chaque huile essentielle est unique, possède son odeur et ses caractéristiques spécifiques, certaines sont particulièrement épaisses (visqueuses), en générale, elles sont d'une couleur jaune mais certaines se distinguent: les huiles essentielles de Camomille allemande et de tanaïsie sont bleues, celles de sarriette, rouges, la bergamote est d'une très jolie vert pâle (Festy, 2008).

1.2. Répartition et localisation

Dans le règne végétal, les huiles essentielles se retrouvent généralement chez les végétaux supérieurs, elles sont présentes chez 17 500 espèces végétales. Les genres riches en huile essentielle appartiennent aux familles de Myrtaceae, Lauraceae, Rutaceae, Lamiaceae, Asteraceae, Apiaceae, Cupressaceae, Zingiberaceae, etc. Les huiles essentielles peuvent être stockées dans tous les organes végétaux : fleurs (bergamotier, tubéreuse), les feuilles (menthe poivrée), l'écorce (cannelier), le bois (bois de rose, santal blanc), les racines (angélique), des rhizomes (curcuma, gingembre), des fruits (anis, badiane) et dans les graines (muscade), et en fonction de l'organe producteur employé, le nom de l'huile essentielle est diffère.

Sur le plan quantitatif, les teneurs en huiles essentielles des plantes pouvant les contenir sont très faibles, souvent inférieures à 1 %. Des teneurs fortes comme celle du bouton floral du giroflier (15 %) sont rares et exceptionnelles (Lawrence, 1995; Festy, 2008). La synthèse et l'accumulation des huiles essentielles se fait généralement au niveau des structures histologiques spécialisées souvent localisées à la surface de la plante (Bruneton, 1993). Elles sont synthétisées dans le cytoplasme des cellules sécrétrices et s'accumulent dans des cellules glandulaires. La forme et le nombre des structures histologiques sécrétrices varient selon les familles. Néanmoins, plusieurs catégories de tissus sécréteurs peuvent coexister simultanément chez une même espèce (Karray-Bouraoui et *al.*, 2009).

1.3. Facteurs de variabilités

Les travaux de nombreux auteurs ont montré que les plantes réagissent au milieu environnant et qu'au cours de leur vie, la composition chimique de leurs métabolites pouvait évoluer. les huiles essentielles sont donc très fluctuantes dans leur composition, qui peut varier en fonction des conditions géographiques et climatiques, (température, salinité, pluviosité...) du terrain de culture de la plante, de l'année de culture (ensoleillement, hygrométrie, etc.), du mode cultural, de la période de récolte, de l'individu ou l'organe considéré(fraiche ou séchée), de la méthode d'extraction, etc. Ces variations

sont aussi observées entre les huiles essentielles extraites des différentes parties de la même plante (feuilles, fleurs, tiges, graines et racines). Ainsi, Une espèce végétale parfaitement définie botaniquement peut donner des huiles dont la composition chimique est différente suivant les individus (Dorman et Deans, 2000; Dudareva et *al.*, 2004).

1- 3- 1- Diversité selon l'organe végétal

Pour une espèce dont différents organes peuvent renfermer une huile essentielle, la composition chimique de celle-ci peut varier d'un organe à un autre. C'est le cas de la cannelle (*Cinnamomum zeylanicum* Blume), l'écorce donne une essence riche en aldéhyde cinnamique, la racine fournit un extrait volatil où le camphre est majoritaire tandis que dans l'huile essentielle obtenue à partir de feuilles, l'eugénol prédomine (Guignard, 1983)

1- 3- 2- Influence de la période de récolte, du climat et du sol

La proportion des différents constituants de l'huile essentielle d'une espèce donnée peut varier d'une manière considérable au cours de son développement. Chez la coriandre (*Coriandrum sativum* L.), la teneur en linalol est 50% plus élevée dans le fruit mûr que dans le fruit vert. Chez la sauge (*Salvia officinalis* L.), la diminution de la teneur en camphre qui est observée lorsque les feuilles ont atteint leur taille maximale, qui correspond à la formation d'une lactone et à sa solubilisation par glycosylation (Bruneton, 1993). La maturité ou l'état phénologique de la plante au moment de la récolte sont difficiles à vérifier et à contrôler. Une menthe récoltée quelques jours avant ou après la floraison va voir son taux d'isomenthone, de menthone, de menthofurane et d'acétate de menthyle fortement évoluer par rapport à sa teneur en menthol (Bruneton, 1987).

Le problème de la hauteur de prélèvement relève du même phénomène, En effet, sur une même tige, les feuilles ou les fleurs n'apparaissent pas simultanément et suivant leur âge, n'ont pas la même composition. Ceci a été démontré notamment sur la menthe où des différences de composition chimique ont été observées entre les bords et le centre de la feuille (Touche, 1997). Le climat et le sol ont une influence plus importante pour les espèces

végétales dont l'organe sécréteur d'huile essentielle se situe au niveau des poils glandulaires (*Lamiaceae*, *Verbenaceae*, *Geraniaceae*, *Rutaceae*) que pour celles dont l'huile est produite dans les formations schizogènes des feuilles, calices ou tiges (*Lauraceae*, *Asteraceae*) (Fluck, 1963).

1- 3- 3- Influence du procédé d'obtention.

Le procédé d'obtention d'une huile essentielle peut également intervenir sur sa composition chimique. Il existe une abondante littérature sur les modifications de la composition au cours de l'extraction de l'huile essentielle d'une plante. Sous l'action de la chaleur, du pH, de la teneur en oxygène, de l'état d'hydratation et de la pression du milieu d'extraction, de nombreuses réactions sont susceptibles de se produire: réactions d'hydrolyse, de réarrangement photochimique ou, en milieu acide, de racémisation, d'oxydo-réduction, d'élimination (déshydratation, rétroaldolisation, etc.), d'addition (hydratation, estérification, etc.), de cyclisation, etc. (Richard et Etievant, 1997).

1- 3- 4- Influence de la qualité du végétal

L'extraction des huiles essentielles ne s'effectue pas toujours avec de très bons rendements. De plus la qualité des huiles obtenues dépend dans une large mesure de l'état de fraîcheur du végétal et du temps écoulé entre la récolte et l'extraction de l'huile. Un stockage de la plante pendant 24 heures suffit pour induire des changements sensibles de composition, lesquels peuvent d'ailleurs être souhaités. Ainsi Tucarov (1964) note la disparition de 15% de produits volatils dans le végétal après trois (3) mois de stockage. Il observe également une différence entre les feuilles jeunes, plus riches en huile, et les feuilles âgées.

1- 3- 5- Existence de variétés chimiques ou chémotypes

Au sein d'une même espèce la composition chimique de l'huile essentielle peut être différente : on parle alors de races chimiques ou de chémotypes. Il s'agit d'un polymorphisme chimique, une espèce peut être homogène au niveau de son caryotype et produire des huiles essentielles de compositions

différentes. Le cas des thyms avec ses 7 chémotypes, et le cas *d'Ocimum gratissimum* L., qui peut présenter cinq chémotypes : eugénol, méthyl-eugénol, linalol, β -caryophyllène et géraniol (Garnero, 1978, 1985; Charles et Simon, 1992).

1- 4- Méthodes d'extraction des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont contenues dans les plantes aromatiques et sont responsables des différentes senteurs qu'elles dégagent. Il existe plusieurs méthodes d'extraction, chacune ayant plusieurs variantes, que l'on utilise en fonction du matériel végétal à traiter. Les principales méthodes d'extraction sont basées sur l'entraînement à la vapeur d'eau, l'expression, la solubilité et la volatilité. Chacune d'elles donne une image différente de la composition de l'arôme du produit. L'hydrodistillation reste le moyen le plus employé pour produire les huiles essentielles, en particulier à des fins commerciales et médicinales (Burt, 2004).

L'extrait volatil obtenu n'est jamais identique au mélange de constituants initialement présent dans les organes sécréteurs du végétal. Au mieux, il s'en rapproche. De nos jours, il n'existe pas de méthode présentant le même degré d'efficacité à l'égard d'une part de molécules très volatiles ou peu polaires et d'autre part de molécules peu volatiles ou très polaires (Richard et Etievant, 1997).

Le choix de la méthode la mieux adaptée à l'extraction des huiles essentielles d'un végétal se fait en fonction de la nature de la matière végétale à traiter, des caractéristiques physico-chimiques de l'huile à extraire, de l'usage de l'extrait, de manière à pouvoir minimiser les distorsions inévitables entre l'extrait et l'arôme du départ au cours de l'extraction (Richard et Etievant, 1997).

1- 4- 1- Entraînement à la vapeur d'eau

Les méthodes d'extraction par entraînement à la vapeur d'eau sont basées sur le fait que la plupart des composés volatils contenus dans les végétaux sont entraîna- bles par la vapeur d'eau, du fait de leur point d'ébullition relativement

bas et de leur caractère hydrophobe. Sous l'action de la vapeur d'eau introduite ou formée dans le vase d'entraînement, l'huile aromatique contenue dans la plante est chauffée, disloquée du tissu végétal et entraînée par la vapeur d'eau. Les vapeurs hétérogènes sont condensées sur une surface froide et l'huile essentielle se sépare par décantation. En fonction de sa densité, elle peut être recueillie à deux niveaux : au niveau supérieur du distillat, si elle est plus légère que l'eau, ou, au niveau inférieur du distillat, si elle est plus dense que l'eau. Les principales variantes de l'extraction par l'entraînement à la vapeur d'eau sont: l'hydrodistillation, la distillation à vapeur saturée et l'hydrodiffusion.

1- 4- 1- 1- Hydrodistillation

Elle se produit dans l'appareil de Clevenger et consiste à immerger directement le matériel végétal à traiter dans un alambic rempli d'eau qui est ensuite portée à ébullition. Les vapeurs hétérogènes sont condensées sur une surface froide. Les vapeurs ascendantes provenant de l'alambic ou du réacteur progressent, puis se condensent par refroidissement. Le condensat est récupéré, puis l'huile est séparée de la phase aqueuse. L'hydrodistillation est une technique qui permet d'obtenir des huiles essentielles difficilement entraîna- bles à la vapeur d'eau; la pression permet d'économiser de la vapeur d'eau et elle augmente la production pour un même volume d'appareillage). L'hydrodistillation est une méthode simple dans son principe et qui ne nécessite pas un appareillage coûteux. Cependant, en dépit de sa simplicité, elle peut apporter de nombreux artéfacts. En effet, l'eau, l'acidité et la température du milieu peuvent induire des réactions d'hydrolyse, de réarrangement, de racémisation, d'oxydation, d'isomérisation, etc. (Lahlou, 2004).

1- 4- 1- 2- Distillation à vapeur saturée

La distillation à vapeur saturée produite avec l'appareillage de Kaiser Lang, le végétal n'est pas en contact avec l'eau: la vapeur d'eau est injectée au travers de la masse végétale disposée sur des plaques perforées. En général, elle est pratiquée à la pression atmosphérique ou à son voisinage et à 100°C,

température d'ébullition de l'eau. Elle présente l'avantage de minimiser les altérations de l'huile essentielle recueillie. Le volume d'huile essentielle récupéré dépend du rendement de distillation, qui est variable, chez une même plante, en fonction de la saison (Gonny et *al.*, 2004).

1- 4- 1- 3- Hydrodiffusion

Cette technique, développée par la firme Suisse Schmidt SA (1981), consiste en l'expulsion de la vapeur d'eau à très faible pression (0,02-0,15 bar) à travers la masse végétale du haut vers le bas. Ainsi, le flux de vapeur traversant la masse végétale n'est pas ascendant, comme dans les techniques classiques de distillation, mais descendant. Le principe est de dégager et de condenser en utilisant la pesanteur, l'azéotrope produit par la vapeur d'eau et dispersé dans la masse végétale.

La composition des produits extraits est sensiblement identique à celle des produits obtenus par les méthodes classiques. Le procédé permet un gain de temps et d'énergie et évite un grand nombre d'artéfacts liés à une température excessive. En fait ce procédé correspond à la percolation en phase vapeur.

1- 4- 2- Expression à froid

Le principe de l'extraction consiste à rompre les poches à huile par un moyen mécanique, pression, incision ou abrasion à froid. L'huile essentielle mélangée à l'eau cellulaire est séparée par décantation ou centrifugation. C'est une technique physique qui consiste à écraser les zestes pour en extraire les huiles. Dans la pratique, seules les essences d'agrumes sont préparées selon cette méthode; il s'agit donc d'une technique simple, pratique, peu coûteuse mais d'emploi limité. Les zestes sont lacérés et le contenu des poches sécrétrices, qui ont été rompues, est récupéré par un procédé physique. Le procédé classique consiste à exercer, sous un courant d'eau, une action abrasive sur la surface du fruit. Après élimination des déchets solides l'huile essentielle est séparée de la phase aqueuse par centrifugation (Bruneton, 1993).

1- 4- 3- Extraction par les solvants

Elles sont basées sur le fait que les huiles sont solubles dans la plupart des solvants organiques. L'extraction se fait dans des extracteurs de construction variée. Cette méthode permet de tripler la quantité d'huile essentielle récupérée, elle consiste à épuiser le matériel végétal par un solvant à bas point d'ébullition, qui sera ensuite éliminé par distillation sous pression réduite; l'évaporation du solvant ne donne pas une huile essentielle, mais une concrète (dans le cas du traitement du matériel végétal frais), mélange odorant de consistance pâteuse ou solide due à la présence de cires et des tanins extraits par le solvant. Après traitement à l'alcool à 95°GL à froid, la concrète est débarrassée des cires par précipitation et filtration, pour conduire à l'absolue. Lorsque l'extraction au solvant est réalisée sur du matériel sec, notamment des épices (gingembre, poivre), il s'agit d'oléosine.

Le choix du solvant est effectué en tenant compte des paramètres techniques, économiques et des propriétés physico-chimiques des solvants, telles que: la température d'ébullition, la constante diélectrique, la miscibilité avec d'autres solvants, etc.

L'extraction par les solvants est très coûteuse à cause du prix de l'équipement et de la grande consommation de solvants, un autre inconvénient majeur de l'extraction par les solvants est leur manque de sélectivité: de ce fait, de nombreuses substances lipophiles peuvent se retrouver dans les concrètes (huiles fixes, phospholipides, caroténoïdes, cires, coumarines, etc.) et imposer une purification ultérieure (Bruneton, 1993).

1- 4- 4- Extraction au CO₂

L'extraction au moyen de dioxyde de carbone liquide à basse température et sous haute pression est une nouvelles techniques, permettant d'augmenter le rendement de production (Lahlou, 2004; Santoyo et al., 2005).

La technique se base sur la solubilité des constituants dans le CO₂ et de son état physique. Grâce à cette propriété, il permet l'extraction dans le domaine supercritique et la séparation dans le domaine gazeux. Le CO₂ est liquéfié par

refroidissement et comprimé à la pression d'extraction choisie. Ensuite, il est injecté dans l'extracteur contenant le matériel végétal. Après, le liquide se détend pour se convertir à l'état gazeux pour être conduit vers un séparateur où il sera séparé en extrait et en solvant (Ribeiro et *al.*, 2001; Marongiu et *al.*, 2004).

1-5- Composition chimique des huiles essentielles et la notion de chémotype

Sur le plan chimique, les huiles essentielles sont des mélanges de structures extrêmement variables et complexes de différents composés chimiques formant des solutions homogènes; Plus de 300 composés différents peuvent être identifiés dans les huiles essentielles. Trois groupes de composés ont été décrits (Pichersky et *al.*, 2006). Le principal groupe est composé de terpènes et terpénoïdes, majoritairement des monoterpènes et des sesquiterpènes (Ruberto et Baratta, 2000), les autres groupes comprennent les composés aromatiques (phénoliques) et dans une moindre mesure des composés aliphatiques (alcane et alcène) qui sont généralement en trace. Tous les composés sont caractérisés par un faible poids moléculaire (Bakkali et *al.*, 2008).

Selon les conditions environnementales et de vie, les mêmes espèces peuvent présenter des différences chimiques intra-spécifiques dans leurs compositions d'huiles essentielles (Lahlou et Berrada, 2003; Lahlou, 2004). Ces différences intra-spécifiques sont définies comme chémotypes. Il est important de noter que les huiles essentielles à chémotypes différents présentent non seulement des activités différentes mais aussi des toxicités très variables (Pibiri, 2005). Pour certains auteurs, les chémotypes constituent, à l'intérieur de l'espèce, des variétés chimiques possédant chacune un équipement enzymatique particulier, déterminé génétiquement et qui oriente la biosynthèse vers la formation préférentielle d'un constituant précis (Pellecuer, 1982).

1- 6- Méthodes d'analyse des huiles essentielles

Les méthodes d'analyses des huiles essentielles peuvent être classées en deux groupes distincts: des analyses qui ont pour but de définir les caractéristiques

physico- chimiques de l'huile essentielle (densité, indice de réfraction, pouvoir rotatoire, indice d'acide, indice d'ester, etc.). Ces caractéristiques propres à chaque huile servent de critère de qualité dans les transactions commerciales entre producteurs et acheteurs. Les méthodes de détermination à utiliser sont décrites dans le recueil de normes françaises "huiles essentielles" édité par l'Association Française de Normalisation (AFNOR) et dans le recueil de normes de l'International Standard Organisation (ISO). Et celles qui ont pour objet l'identification qualitative et quantitative, des différents constituants d'une huile essentielle (CPG, CG/SM, CG/FTIR, HPLC, RMN, IR, etc.) (Figure 26) :

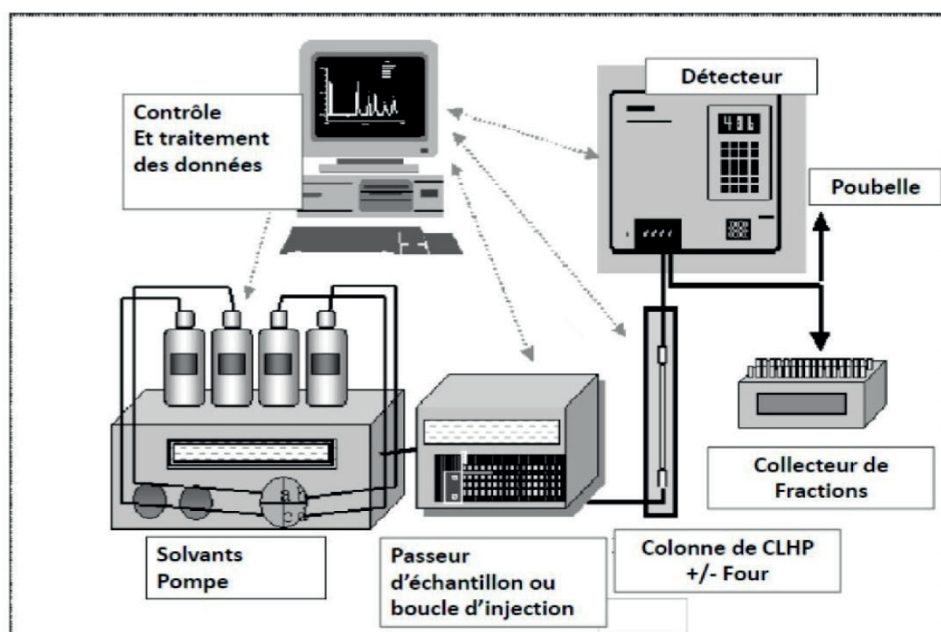


Figure 26. Schéma d'une chaîne de CLHP en mode analytique ou préparatif.



Figure 27 : Spectromètre de RMN Bruker Avance III HD 400 MHz

La chromatographie en phase gazeuse est la technique la plus utilisée pour ce type d'analyse. Le chromatographe peut être couplé à différents types de détecteurs, les plus utilisés sont: le détecteur à ionisation de flamme (FID), le détecteur de masse (SM) et de plus en plus le détecteur infrarouge à transformé de Fourier (FTIR). Récemment la CPG a été couplée à des détecteurs de type ICP (inductively coupled plasma) qui permettent l'analyse des constituants d'une molécule par choix d'un atome particulier.

1- 6- 1- La chromatographie en phase gazeuse

Les techniques chromatographiques sont à la base de la séparation et la purification des principes actifs des extraits ayant une activité biologique initialement détectée.

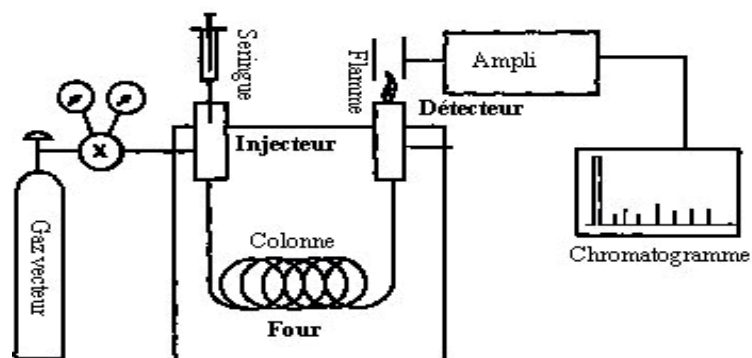


Figure 28 : Chromatographie en phase gazeuse

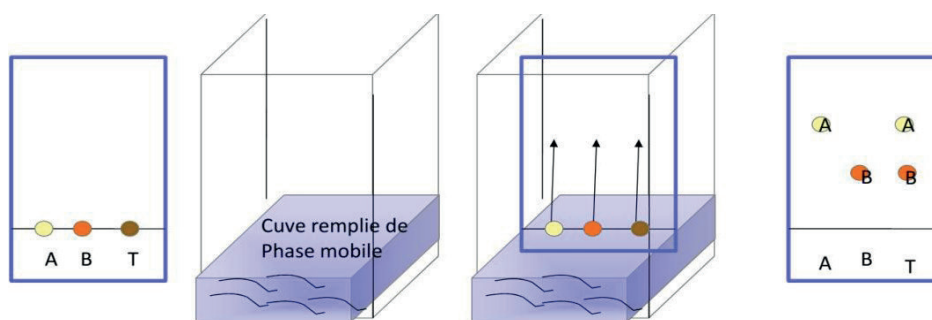


Figure 29 : Chromatographie sur couche mince

La chromatographie en phase gazeuse (CPG) est la technique la mieux adaptée à l'analyse des huiles essentielles (Figure 28). C'est une méthode basée sur le principe de la chromatographie de partage (Tranchant, 1964) qui permet la séparation de composés à l'état gazeux suivant leur coefficient de partage entre une phase stationnaire liquide imprégnée sur un support solide inerte (colonne de chromatographie) et parcouru par une phase mobile gazeuse (le gaz vecteur).

La phase stationnaire étant un liquide non volatil réparti ou greffé sur un support inerte. La phase mobile (Figure 29) est constituée de gaz inerte (H_2 , N_2 , He). La solution est injectée au moyen d'une seringue soit manuellement, soit avec un injecteur automatique qui permet d'obtenir une meilleure reproductibilité. La chambre d'injection est maintenue à une température telle que la vaporisation de l'échantillon se fasse dans un temps le plus court

possible. La séparation des composés dépend du type de colonne utilisée et de la polarité de la phase stationnaire

Après avoir choisi le type de colonne appropriée et un programme de température adéquat, la détection des composés élués est obtenue par un détecteur FID (détecteur par ionisation à flamme). Dans le cas des huiles essentielles, le FID est le détecteur le plus cité dans la littérature.

La CPG permet à la fois une analyse qualitative et quantitative. L'inconvénient majeur de cette méthode provient de la nécessité de vaporiser les produits, ce qui peut entraîner des modifications structurales.

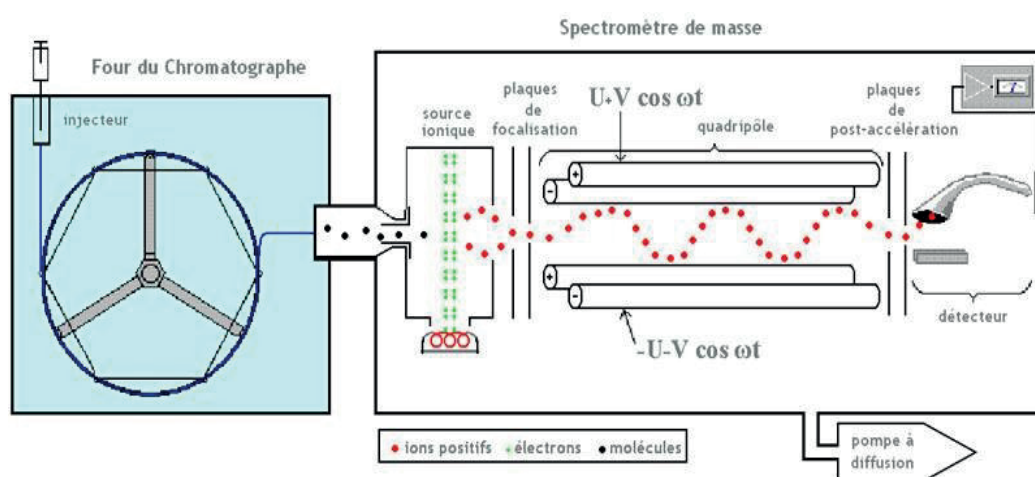


Figure 30 .Chromatographie en phase gazeuse avec spectre de masse

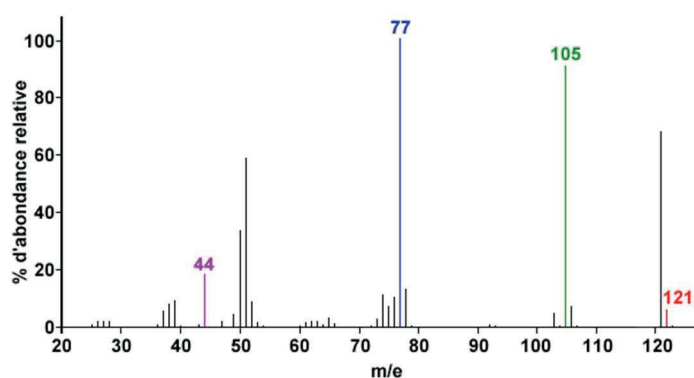


Figure 31. Pics chromatographiques de CPG/MS

Le couplage CPG/MS permet l'analyse de composés thermiquement stable, de masse moléculaire inférieure à 1000u (Figures 30, 31).

1- 6- 2- Indice de rétention

Pour un même composé, l'indice de rétention, qui est une grandeur "caractéristique" du composé, est différent suivant le type de colonne utilisé. Sur une colonne apolaire l'élution est approximativement fonction de la température d'ébullition du composé; sur une colonne polaire, les composés sont retenus plus longtemps sur la phase stationnaire. Ils auront donc un temps de rétention relativement plus élevé. Quel que soit le type de colonne, les constituants d'une même famille sont élués dans le même ordre. Les renseignements sur les deux colonnes sont donc complémentaires.

La valeur de rétention absolue, d'un composé inconnu A dans un mélange, dépend des conditions opératoires dans lesquelles elle est mesurée et n'est pas forcément reproductible d'une colonne à une autre. L'une des solutions permettant de remédier au non reproductibilité est l'utilisation de plusieurs étalons régulièrement espacés sur un chromatogramme, par exemple les alcanes (nonane, décane, undécane, dodécane, etc.). On localisera tous les pics du chromatogramme par rapport à cette échelle ainsi constituée. Dans le cas d'une analyse en programmation de température, on utilise un indice de rétention linéaire défini par la formule suivante:

$$\text{TR (A) - TR (Cn)}$$

$$\text{IR} = \text{Cn} \times 100 + \text{-----} \times 100$$

$$\text{TR (Cn+1) - TR (Cn)}$$

- IR: indice de rétention
- TR (A): temps de rétention du composé inconnu A
- TR (Cn): temps de rétention de l'hydrocarbure à n atomes de carbone
- TR (Cn+1): temps de rétention de l'hydrocarbure à n +1 atomes de carbones

Les indices de rétention des différents constituants sont calculés après co-injection de l'huile essentielle avec un mélange d'alcanes linéaires.

1- 7- Utilisation des huiles essentielles en aromathérapie

Les applications des huiles essentielles sont nombreuses, les plus importantes sont leurs utilisations en parfumerie, en cosmétologie, dans l'agro-alimentaire, dans l'industrie chimique et pharmaceutique.

1- 7-1- Parfumerie et cosmétologie

La parfumerie est le débouché principal des huiles essentielles, concrètes, absolues, et résinoïdes. Dans la réalisation de ces transformations, l'industrie de la parfumerie utilise à côté des constituants issus de la synthèse chimique, des extraits naturels sélectionnés pour leurs qualités olfactives quelquefois jugées irremplaçables pour leur originalité ou leur puissance. A titre d'exemple, l'huile de vétiver, grâce à son odeur agréable, est recherchée en cosmétologie et en parfumerie haut de gamme associée à d'autres huiles telles que le santal, le patchouli ou la rose pour lesquelles elle joue le rôle de fixateur naturel (Jouhanneau, 1991). L'huile essentielle d'ylang- ylang est très employée en cosmétologie, en parfumerie et en savonnerie de luxe. Les huiles essentielles servent aussi en hygiène, en esthétique corporelle sous forme de lotions, d'eaux florales, de crèmes, de gels, de pommades.

1- 7-2- Industrie agro-alimentaire

Les huiles essentielles sont utilisées en agro-alimentaire comme aromates dans les préparations culinaires. Plusieurs secteurs alimentaires sont consommateurs: de nombreux arômes de fruits sont utilisés dans les laitages, les boissons non alcoolisées font appel aux huiles essentielles d'agrumes, de menthes, etc. Les plats cuisinés utilisent les plantes aromatiques sous toutes leurs formes: oléorésines et huiles essentielles mais aussi sous formes fraîche, sèche ou surgelée (Onippam, 1997). Les huiles essentielles sont des concentrés à odeur et saveur très agréables qui présentent une alternative à l'usage des plantes entières, qu'il s'agisse de la menthe, du citron, du thym, du basilic, etc.

1- 7- 3- Industrie chimique

Elle utilise des isolats (substances pures isolées des huiles essentielles), comme matière première pour la synthèse de principes actifs médicamenteux, de vitamines, de substances odorantes, etc. A titre d'exemple nous pouvons citer l'exploitation industrielle des pinènes à partir de l'huile de térébenthine et de l'eugénol à partir de l'huile de giroflier.

Les pinènes constituent un produit industriel de première importance, leur réactivité marquée autorisant la synthèse de très nombreux produits. Parmi les principales voies synthétiques mises en œuvre, il y a les réactions de pyrolyse: la thermolyse du seul bêta-pinène conduit, via des réactions radicalaires, à des carbures tels que le myrcène qui est lui-même une matière première permettant d'accéder à un grand nombre de composés intéressant la parfumerie (Les actualités économiques, 1996)

1- 7- 4- Industrie pharmaceutique

L'industrie pharmaceutique utilise les huiles essentielles dans le domaine des antiseptiques externes; elle tire partie des propriétés bactériostatiques, bactéricides, antifongiques, protectrices, etc., des essences naturelles. A titre d'exemple, l'huile essentielle d'eucalyptus est largement utilisée en pharmacie pour ses propriétés antiinfectieuses, cicatrisantes, et pour la réparation des tissus (Holzner, 1977).

L'eucalyptol, l'un des principaux constituants de certaines huiles essentielles d'eucalyptus, est utilisé dans les préparations pharmaceutiques où il joue le rôle d'antiseptique, de stimulant de l'expectoration dans les bronchiques chroniques, dans le traitement des inflammations du nez et de la gorge.

Les huiles essentielles sont également utilisées pour l'aromatisation des formes médicamenteuses destinées à la voie orale (Bruneton, 1993). Elles constituent également le support d'une thérapie particulière: l'aromathérapie (thérapie par les huiles essentielles des plantes aromatiques).

1. 8. Activité biologique des huiles essentielles

La recherche de molécules naturelles aux propriétés antimicrobiennes et antioxydantes est d'une grande importance aussi bien dans le domaine médicale que dans le domaine de l'industrie alimentaire. Dans ce contexte, les huiles essentielles constituent des sources potentielles pour ce type de molécules (Bruneton, 1993).

Les huiles essentielles reconnues depuis l'Antiquité pour leur valeur médicinale, mais souvent considérées comme une survivance moyenâgeuse de la pratique médicale par les représentants de la médecine moderne, les huiles essentielles suscitent aujourd'hui un intérêt thérapeutique totalement renouvelé (Duquéniois et Anton, 1968). Les huiles essentielles possèdent de nombreuses activités biologiques. En phytothérapie, elles sont utilisées pour leurs propriétés antiseptiques contre les maladies infectieuses d'origine bactérienne, par exemple contre les bactéries endocanalaies (Pellecuer et *al.*, 1980) ou au niveau de la microflore vaginale d'origine fongique (Viollon et *al.*, 1993), contre les dermatophytes, les moisissures allergisantes (Chaumont et Leger, 1989; Kishore et *al.*, 1993 et Lima et *al.*, 1993) ou les champignons opportunistes (Viollon et *al.*, 1993). Elles présentent également des propriétés cytotoxiques qui les rapprochent donc des antiseptiques et désinfectants en tant qu'agents antimicrobiens à large spectre (Sivropoulou et *al.*, 1996).

Lens-Lisbonne et *al.*, (1987) ont déterminé les activités antimicrobiennes de trois chémotypes de l'huile de thym, et de cannelle et de leurs principaux constituants vis-à-vis *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* et *Streptococcus jaecillm*.

L'huile essentielle de pin (*Pinus sylvestris* L.) est utilisée pour ses propriétés analeptiques, antispasmodiques, antiseptiques, dans le traitement de nombreuses maladies respiratoires en l'occurrence la toux, la bronchite, les angines, etc. (Khetouta, 1978). Et l'huile essentielle de cyprès est utilisée pour le traitement de la toux spasmodique, celle d'estragon dans le traitement de hoquet (Jouhanneau, 1991).

Dans les domaines phytosanitaires et agro-alimentaires, les huiles essentielles pourraient également être employés comme agents de protection contre les champignons phytopathogènes (Zambonelli et *al.*, 2004), et les microorganismes envahissant la denrée alimentaire (Mangena et Muyima, 1999).

Les huiles essentielles sont volatiles, cette caractéristique permet de l'utiliser en tant qu'agents de préservation pour le contrôle de l'hygiène de l'air des systèmes de climatisation, notamment en milieu hospitalier, entraînant un effet bénéfique au niveau de la qualité de l'air des locaux. Ils sont utilisées aussi comme préservateur du bois d'œuvres. Le développement de nouveaux produits de protections du bois d'œuvres ayant pour principes actifs des biomolécules présentes dans les plantes aromatiques et médicinales peut s'inscrire comme une solution écologique à un coût moindre (Haluk et Roussel, 1998, 2000; El Ajjouri et *al.*, 2008).

Certaines huiles essentielles sont riches en composés phénoliques comme l'eugénol, le thymol et le carvacrol. Ces composés possèdent une forte activité antibactérienne. Le carvacrol est le plus actif de tous, il est utilisé comme agent de conservation et arôme alimentaire dans les boissons, friandises et autres préparations. Le thymol est l'ingrédient actif des rince-bouches et l'eugénol est utilisé dans les produits cosmétiques, alimentaires, et dentaires. Ces trois composés ont un effet antimicrobien contre un large spectre de bactéries : *Escherichia coli*, *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella enterica*, *Clostridium jejuni*, *Lactobacillus sake*, *Staphylococcus aureus* et *Helicobacter pylori* (Pauli, 2001; Fabian et *al.*, 2006).

D'autres familles de composés des huiles essentielles présentent aussi des propriétés antibactériennes intéressantes: certains alcools, aldéhydes et cétones monoterpéniques (géraniol, linalol, menthol, terpinéol, thujanol, myrcénol, camphre, carvone, etc.), des phénylpropanes (cinnamaldéhyde) et des monoterpènes (γ -terpinène, p-cymène). Les industries alimentaires, cosmétiques et pharmaceutiques sont très intéressées par les propriétés de ces composés d'autant plus qu'il s'agit d'aromatisants naturels. De ce fait,

beaucoup de chercheurs à travers le monde étudient leur potentiel en tant qu'agent de conservation (Burt, 2004). Un grand nombre de composés volatils ont été des très bons agents antifongiques et sont testés contre une large gamme de champignons: *Candida* (*C. albicans*), *Aspergillus* (*A. niger*, *A. flavus*, *A. fumigatus*), *Pénicillium chrysogenum*. (Kalemba et al., 2003).

L'activité d'une huile essentielle peut être différente de celle de la plante dont elle est issue. Ainsi l'huile essentielle de romarin (*Romarinus officinalis* L.) est antibactérienne alors que l'infusé de la même espèce est traditionnellement utilisé pour le traitement symptomatique de troubles digestifs divers, sur la base de propriétés antispasmodiques et cholérétiques vraisemblablement liées à la présence de composés phénoliques (Bruneton, 1993).

Ces huiles doivent être parfaitement définies quant à l'origine botanique des plantes mères (famille, genre, espèce, variété) et quant à leurs biotopes afin que leurs constituants moléculaires et leur composition, donc leurs propriétés, soient également bien définis et scientifiquement utilisables sans risques d'échec, d'inconvénient, voire de toxicité. L'organisation mondiale de la santé (OMS) estime qu'environ 80% des habitants de la planète ont recours aux médecines traditionnelles à base de plantes (Assiniwi, 1988; Beccera et al., 2002).

2-Propriétés et activités biologique de la famille des Asteraceae

La famille des Asteraceae est économiquement importante, elle fournissant des plantes alimentaires: La laitue est la plante la plus cultivée de la famille, suivie de l'artichaut, de l'endive, du salsifis, de la chicorée, de l'estragon et du tournesol. Et de nombreuses autres espèces sont utilisés dans l'ornementation (Chrysanthème, marguerite, le dahlia, etc.). Elle compte aussi un nombre important de plantes adventices, causant des pertes économiques pour de nombreuses cultures (Gaussen et al., 1982; Heywood, 1985).

Les profils biologiques et chimiques des plantes appartenant aux Asteraceae, avec près de 1700 genres et environ 24 000 espèces, sont caractérisés par la complexité et la diversité (Hegnauer et al., 1977; Funk et al., 2009). Selon Zdero et Bohlmann (1990), environ 7000 composés différents ont été isolés et

identifiés à partir de 5000 espèces des Asteraceae jusqu'aux années 1990. Et ensuite, de nombreux, di- et triterpénoïdes, flavonoïdes, polyacétylènes, alcaloïdes, benzofuranes, benzopyranes et phénylpropanes sont identifiés (Alvarenga et al., 2001), ils sont des constituants communs de nombreuses espèces; ils se produisent probablement dans toutes les tribus et forment la composition chimique de la famille. Les huiles essentielles et les diterpénoïdes sont également largement distribués. Les alcaloïdes, les glycosides cyanogéniques, les amides, les coumarines et plusieurs types de constituants phénoliques présentent une distribution beaucoup plus limitée (Hegnauer et al., 1977).

Cette extraordinaire diversité des métabolites secondaires s'accompagne d'une bioactivité importante. ces plantes possèdent de multiples activités pharmacologiques telles que des effets antioxydants, antiprotozoaires, antimicrobiens, cytotoxiques, anti-inflammatoires, antidiabétiques, hépatoprotecteurs et antipasmodiques, des activités sur les systèmes nerveux central et cardiovasculaire, etc. composés trouvés dans les espèces de la famille des Astéracées, par exemple les alcaloïdes pyrrolizidiniques, sont toxiques et sont parfois impliqués dans des empoisonnements humains et vétérinaires (Wagner, 1977; Dewick, 2002).

Les sesquiterpène lactone de la famille des Asteraceae sont une cause importante de dermatite de contact allergique. L'allergie à ces composés est la principale cause de dermatite de contact allergique chez les fleuristes aux États-Unis (Odom et al., 2000). D'après ces auteurs, cette activité est liée aux mêmes facteurs structuraux conditionnant l'activité cytotoxique de ces sesquiterpène lactone. D'autres études d'activité biologique ont montré que certaines lactones sesquiterpéniques sont antibactériennes à l'encontre des germes Gram positif, c'est le cas de l'hénélanine de l'aunée (*Inula helenium* L.) et de la cnicine du chardon béni (*Cnicus beniductus* L.) (Bruneton, 1993).

Plusieurs espèces de la famille sont connues pour leurs propriétés médicinales et pharmacologiques. Parmi, les espèces utilisées comme remède en médecine traditionnelle et en cosmétiques on cite *Artemisia vulgaris*, *Arnica montana*,

Chamomilla recutita, *Matricaria chamomilla*, *Anthemis nobilis* et *Tussilago farfara* (Gaussen et al., 1982).

Les Asteraceae sont également utilisées à certaines fins industrielles. *Tagetes patula* est commun dans les aliments pour volailles commerciaux et son huile est extraite pour des utilisations dans le cola et l'industrie de la cigarette. Les genres *Chrysanthemum*, *Pulicaria*, *Tagetes* et *Tanacetum* contiennent des espèces ayant des propriétés insecticides utiles (Singh et al., 2015).

D'autres espèces de la famille sont des producteurs de nectar et sont utiles pour évaluer les populations de pollinisateurs pendant leur floraison, l'exemple de *Centaurea* (centaurée), *Helianthus annuus* (tournesol domestique), et certains espèces de *Solidago* (verge d'or) sont des plantes à miel pour les apiculteurs. *Solidago* produit un pollen relativement riche en protéines qui aide les abeilles à se développer (Singh et al., 2015).

CHAPITRE III

PHYTOCHIMIE D'INULA VISCOSA

CHAPITRE III : PHYTOCHIMIE D'INULA VISCOSA

1. ASPECT BOTANIQUE

1.1. Famille des Astéracées

La systématique des végétaux supérieurs est actuellement basée sur les données phylogénétiques des taxons étudiés. Cette taxonomie moderne est bien établie dans des sites Web spécialisés, comme Angiosperm Phylogeny Website (Stevens PF. 2017) hébergé par le site web du Missouri Botanical Garden (Missouri Botanical Garden 2017), Global Compositae Checklist (Global Compositae Checklist, 2017), The International Plant Names Index (125), The Plant List (2017), Tela Botanica (2017).

1.1.1. Origine phylogénétique de la famille des Astéracées

La position phylogénétique de cette famille monophylétique est aujourd'hui bien établie. Cela s'explique par de nombreuses synapomorphies moléculaires (biosynthèse de l'inuline) et morphologiques (inflorescence en capitule).

1.1.2. Embranchement des Embryophytes

C'est l'embranchement des plantes terrestres même s'il comprend des espèces aquatiques qui s'opposent ici aux algues. Le nom de Cormophytes (du latin *cormus*, tige) donné également à ces plantes désigne leur l'appareil végétatif qui les caractérise. L'adaptation à l'habitat terrestre s'est traduite chez ces plantes par l'apparition :

- D'organes de reproduction tels que l'anthéridie, l'archégone et l'embryon.
- De molécules protectrices : les cutines, les sporopollénines et les anthocyanes.

1.1.3. Sous-embranchement des Trachéophytes

Également appelés Rhizophytes (du grec *rhiza*, racine), les Trachéophytes (du grec *trakheia*, conduit raboteux) regroupent toutes plantes possédant des racines et un appareil conducteur assurant la circulation des sèves ; il est constitué :

- ♦ De vaisseaux du xylème (du grec *xulon*, bois) réunis en faisceaux vasculaires pour conduire l'eau puisée du sol (sève brute) des parties souterraines vers les parties aériennes de la plante. Ces vaisseaux présentent des épaississements de lignine (du latin *lignum*, bois), biopolymère de composés aromatiques, à la fois très résistant à la traction et hydrophobe. La synthèse de la lignine par les plantes vasculaires est une étape fondamentale de l'évolution du règne végétal.
- ♦ Des tubes criblés du phloème (du grec *Phloios*, écorce) réunis en faisceaux criblés pour conduire la sève élaborée des parties assimilatrices (feuilles) vers toutes les autres parties de la plante. La formation de feuilles est donc une conséquence de l'acquisition d'un appareil conducteur chez ce groupe de plantes.

1.1.4. Super-classe des Spermatophytes

Les Spermatophytes (du grec *sperma*, graine), appelés également Phanérogames (du grec *phaneros*, apparent) comprennent la majorité des espèces de plantes terrestres, dont la reproduction comporte deux innovations majeures chez les Trachéophytes :

- Le gamétophyte reste inclus à l'intérieur de la spore. Cette endoprothalie est à l'origine du grain de pollen et de l'ovule. La graine étant le résultat de la transformation de l'ovule après la fécondation : les téguments ovalaires se lignifient, l'oosphère fécondée donne le zygote, puis un embryon.

- La fécondation n'est plus tributaire de l'eau extérieure, puisqu'elle devient un processus interne à la plante grâce au développement du tube pollinique.

1.1.4.1. Classe des Angiospermes

Depuis 2009, APG propose de considérer les Angiospermes (du grec *aggeion*, petite urne) comme une classe et non plus comme un embranchement, malgré l'immensité de cette classe comprenant 266 800 espèces connues, incluses dans 410 familles et réparties en 58 ordres. La position de cette classe par rapport au règne des Plantae est représentée dans la figure 34. Trois caractères fondamentaux définissent cette classe :

- Les organes reproducteurs groupés en fleurs hermaphrodites, elles-mêmes groupées en inflorescences dont on distingue deux types :
 - ✓ La grappe et ses variétés (épis, corymbe, ombelle et capitule) dont l'axe principal ne porte pas en général de fleur (inflorescence indéfinie) ;
 - ✓ La cyme où une fleur termine l'axe principal (inflorescence définie).
- L'ovaire et le fruit : les carpelles (du grec *karpos*, fruit) forment un ovaire recouvrant les ovules et, après la fécondation, se transforment en fruit ;
- Le sac embryonnaire qui correspond au gamétophyte femelle est situé dans l'ovule, siège d'une double fécondation : l'une classique, à l'origine de l'embryon, l'autre à l'origine de l'albumen, tissu de réserve des graines.

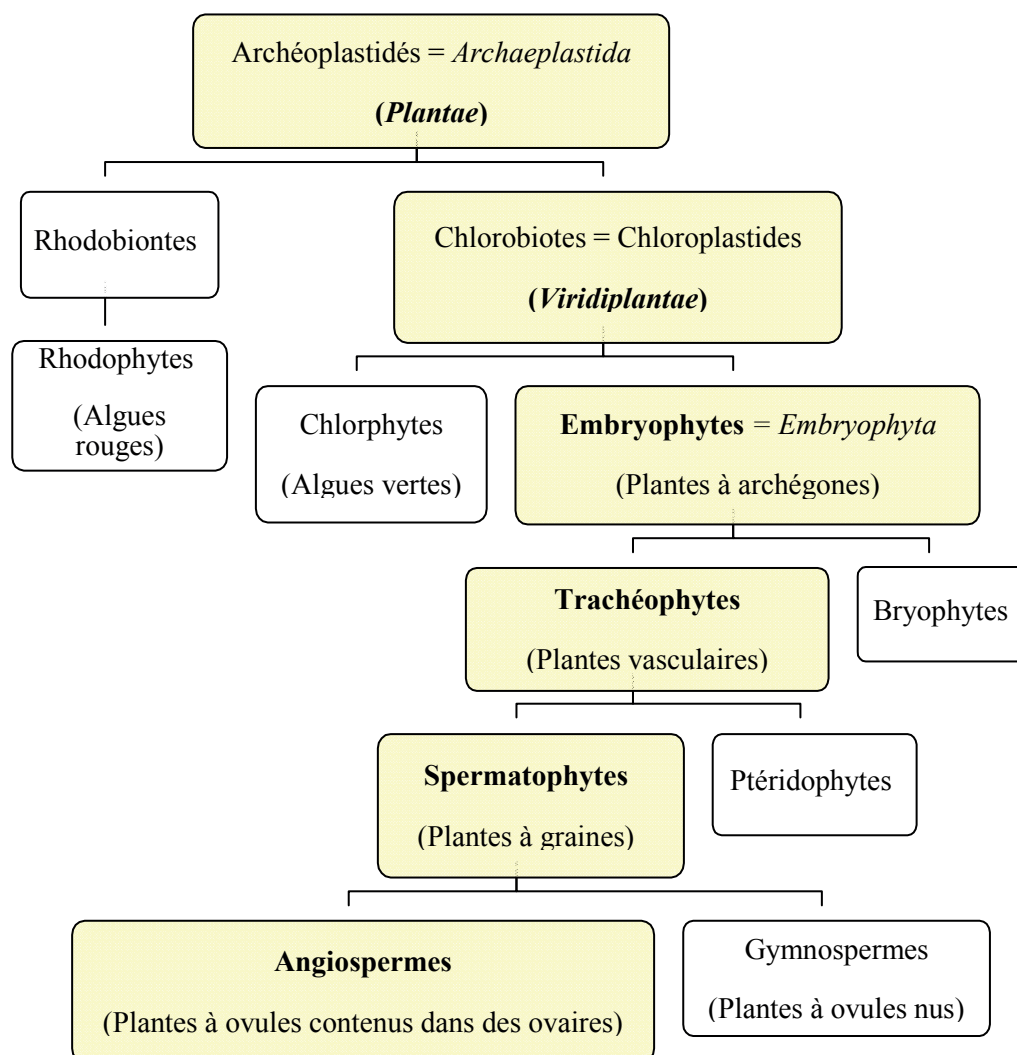


Figure 32 : Position des Angiospermes par rapport au règne *Plantae*

1.1.5. Clade des Eudicotylédones (Dicotylédones vraies)

195 000 espèces réparties en 302 familles et en 43 ordres, sont groupées dans ce vaste ensemble de la classification phylogénétique APG IV (2016), également appelé clade des Triaperturées (ou Triporées). Ce sont les plantes à fleurs pourvues de deux cotylédons et d'un pollen à trois apertures. Alors que leur appareil végétatif est très diversifié, ces végétaux présentent un appareil reproducteur caractérisé par l'apparition chez les fleurs :

- De pièces périnthaires enveloppant étamines et carpelles, issues de la modification des tépales :
 - Le calice généralement vert, est l'ensemble des sépales issus des tépales inférieurs et dont le rôle est protecteur. S'il y a soudure des sépales, la fleur est dite gamosépale. Dans le cas où les sépales restent libres, la fleur est dite dialysépale.
 - La corolle souvent colorée, est l'ensemble des pétales issus des tépales supérieurs et dont le rôle est d'attirer les insectes pollinisateurs. S'il ya soudure des pétales, la fleur est dite gamopétale ; dans le cas contraire, la fleur est dialypétale.
- Du mécanisme de la "pentamérisation", qui aboutit à la formation d'une courte hélice de pièces florales par fusion de deux cycles trimères. La fleur se stabilise généralement à 5 cycles avec le diagramme floral suivant : 5S, 5P, (5+5)E, 5C. Chez les dicotylédones les plus évoluées, on ne trouve que 4 cycles, par disparition d'un des verticilles d'étamines. Cette post-obdiplostémonie (fleur à 4 cycles) sera la règle chez les Astéridées.

1.1.6. Clade des Astéridées

Avec les Rosidées, ce groupe constitue l'un des deux principaux clades des Dicotylédones vraies. Selon la classification APG IV (2016), ce clade descend des Superastéridées. Les Astéridées contiennent deux clades importants : celui des Lamiidées (ou Euastéridées I) et celui des Campanulidées (ou Euastéridées II), lui-même comprenant l'ordre des Astérales.

1.1.7. Ordre des Astérales

L'ordre des Astérales (Lindley, 1833) réunit environ 26000 espèces présentant certains nombres de caractères communs :

- Biochimiques puisqu'ici, l'inuline remplace l'amidon,
- Étamines ayant tendance à s'associer pour former un manchon entourant le style,

- Le pollen sera expulsé de ce tube par un processus spécifique, dit "à piston",
- Les ovules sont toujours unitégumentés et ténuinucellés.

Selon la classification classique (Cronquist, 1981), cet ordre ne comprend qu'une seule famille, celle des Asteraceae; alors que la classification phylogénétique inclut 11 familles botaniques :

- Asteraceae (Martinov, 1820) comprenant plus de 23000 espèces,
- Goodeniaceae (Robert Brown, 1810) comprenant 400 espèces,
- Stylidiaceae (Robert Brown, 1810) comprenant 156 espèces,
- Calyceraceae (Robert Brown ex L. Richard, 1820) comprenant 55 espèces,
- Menyanthaceae (Berchol & J. Presl, 1820) comprenant 39 espèces,
- Rousseeaceae (A.P. de Candolle, 1839) ne comportant qu'une seule espèce,
- Pentaphragmataceae (J. Agardh, 1858) comprenant 25 espèces,
- Alseuosmiaceae (Airy Shaw, 1965) comprenant 8 espèces,
- Phellinaceae (Takhtadjan, 1967) comprenant 12 espèces,
- Argophyllaceae (Takhtadjan, 1987) comprenant 11 espèces,
- Campanulaceae (A.L. de Jussieu, 1789), comprenant 2200 espèces en incluant les Lobeliaceae (Jussieu ex Bonpland, 1813).

1.1.8. Famille des Astéracées (Martinov, 1820)

Les Asteraceae du latin "*aster* = étoile" se réfère à la forme de l'inflorescence, un mot créé par le botaniste Ivan Ivanovič Martinov en 1820, anciennement appelée Compositae (Gisek, 1792; Cronquist, 1981), constitue la plus grande famille des Angiospermes. Elle regroupe plus de 1500 genres et 25000 espèces dont 750 endémiques (Funk et *al.*, 2009; Rahman et *al.*, 2011). La flore algérienne comprend 408 espèces d'Astéracées groupées en 109 genres, dont 50 sont localisés au Sahara (Quezel et Santa, 1962- 1963).

C'est l'une des familles botaniques des plus cosmopolites ; particulièrement adaptée aux régions semi-arides de la région méditerranéenne, de l'Afrique australe, du Mexique, du sud-ouest des États-Unis et des régions arides d'Amérique du Sud. Les Astéracées sont caractérisées par un appareil reproducteur comportant une inflorescence en capitule de fleurs très

singulières toutes sessiles et groupées sur un réceptacle court et bombé, devenant aplati chez les espèces les plus évoluées. Parfois isolés au sommet des tiges, les capitules sont généralement eux-mêmes rassemblés en grappe, en cyme ou en corymbe. Du point de vue anatomique, le capitule est constitué d'un réceptacle sur lequel s'insèrent en spirale, de la base au sommet 2 sortes de bractées : d'abord stériles et vertes -en écailles, en crochets ou en épines- formant l'involucre ; ensuite de petites bractées fertiles, en paillettes, axillant chacune une fleur. Les fleurs sont petites et portent des anthères soudées entre elles d'où l'ancienne appellation de "Synanthérées" pour cette famille. L'ovaire est infère uniloculaire dont le style se termine par 2 stigmates en "brosse". Le calice très réduit est représenté par un assortiment annulaire d'écailles ou de soies. La corolle est soit régulière et tubuleuse, soit zygomorphe bilabée ou ligulée. Chez les Astéracées le fruit est un akène couronné ou non d'un pappus. Selon la classification phylogénétique les Astéracées peuvent être subdivisées en cinq sous-familles :

- Barnadésioïdées (Barnadesioideae) et Mutisioïdées (Mutisioideae) regroupant des espèces de lianes ou d'arbustes spontanés des Andes (Amériques du Sud) qui seraient des Astéracées archaïques. Ces deux sous-familles se caractérisent respectivement par des espèces à corolle bilabée 1/4 et espèces à corolle bilabée 2/3.
- Carduoïdées (Carduoideae) appelées également Tubuliflores ou Tubulées comprennent les espèces à fleurs régulières dont les corolles sont roses, pourpres ou bleues. C'est le cas des nombreuses Astéracées épineuses des régions méditerranéennes et eurasiennes notamment les genres *Atractylis*, *Cynara*, *Echinops*, *Silybum*.
- Cichorioïdées (Cichorioideae) appelées également Liguliflores ou Ligulées- correspondent aux espèces à latex dont les capitules ne portent que des fleurs ligulées terminées par cinq dents. La corolle est jaune (*Lactuca*, *Scolymus*, *Taraxacum*) ou parfois bleue (*Cichorium*).

- Astéroïdées (Asteroideae) appelées également Radiées regroupent plus de 60% des espèces d'Astéracées qui ne possèdent pas de laticifères et qui partagent toutes le caractère "radié" de leur capitule. Celui-ci, comporte au centre des fleurs tubulées habituellement jaunes et à la périphérie des fleurs à ligules tridentées blanches ou jaunes. Secondairement, ces fleurs ligulées peuvent être absentes chez quelques espèces appartenant à cette sous-famille, comme c'est le cas chez le genre *Artemisia*.

Selon NCBI, vingt tribus constituent cette sous-famille : Anthemideae, Astereae, Athroismeae, Bahieae, Calenduleae, Chaenactideae, Coreopsideae, Doroniceae, Eupatorieae, Gnaphalieae, Helenieae, Heliantheae, Inuleae, Madieae, Neurolaeneae, Perityleae, Plucheeae, Polymnieae, Senecioneae et Tageteae.

Certaines espèces aromatiques appartenant à ces tribus sont pourvues de cellules et des poils glanduleux à huiles essentielles ou parfois de canaux sécréteurs d'oléorésine.

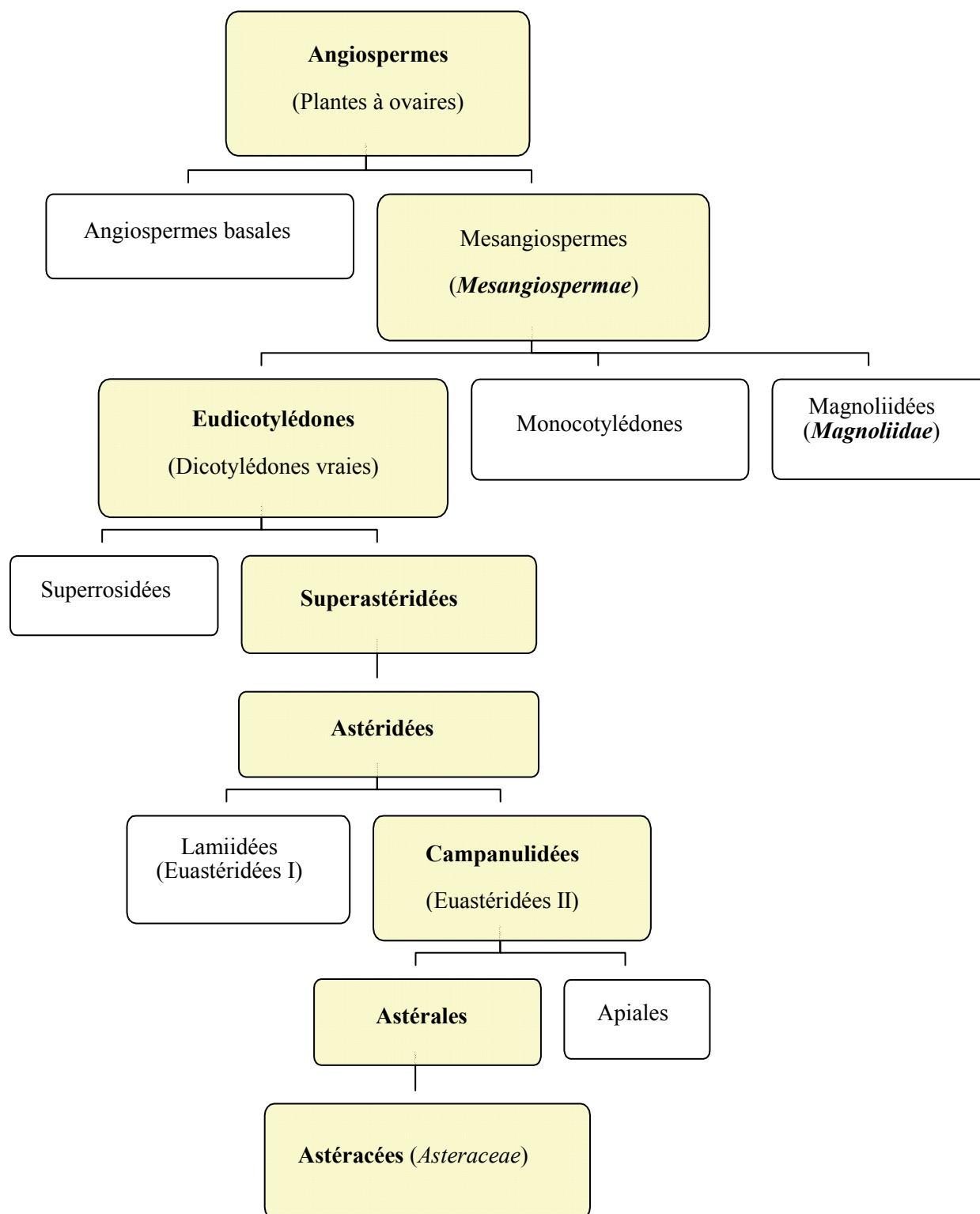


Figure 33 : Position des Astéracées par rapport à la classe des Angiospermes.

Les Asteraceae sont principalement des herbes, des arbustes ou sous-arbrisseaux, parfois des épiphytes ou de herbes des plantes aquatiques. Les feuilles sont le plus souvent alternes, mais aussi opposées ou radiales, simples exstipulées.

La famille des Astéracées plus de 13 tribus, 1000 genres et 25000 espèces. En Algérie, il en existe 109 genres et 408 espèces. Cette vaste famille est économiquement importante, elle fournit des plantes alimentaires: Laitues (*Lactuca*), Endives, Chicorée (*Cichorium*), artichauts (*Cynara*), salsifis (*Tragopogon*). Le tournesol (*Heliantus annuus*) est cultivé pour son huile riche en acide gras.

Plusieurs espèces sont utilisées en pharmacie : Le Semen-contrain (*Artemisiacina Berge*), l'Arnica (*Arnica montana* L.), la Camomille (*Matricaria chamomilla* L, et *Anthemis nobilis* L), le pied de chat (*Antenaria diocagartn*). Une des propriétés typique de la famille des Astéracées est sa richesse en composés naturels divers. On y trouve des terpénoides, des flavonoïdes et des alcaloïdes. C'est une famille très riche en lactones sesquiterpéniques qui représentent des principes amers typiques de cette famille.

Les Astéracées, représentées principalement dans les régions tempérées et froides du globe, sont principalement des herbes vivaces ou non, mais aussi des arbustes ou sous-arbrisseaux, parfois des herbes rarement des plantes aquatiques ou des plantes grimpantes ou encore des épiphytes. Les feuilles sont le plus souvent alternes, mais aussi opposées ou radiales, simple.

Selon Gaussen, les composées sont répartie en fonction de leurs fleurs en deux type : l'un ayant des fleurs à corolles ligulées et l'autre à corolles tubulées.

2. LE GENRE INULA :

Le nom *Inula* est très ancien et vient du nom de l'espèce *Inula helenium* et généralisé pour tout les genres. Le nom Helenium découlerait du grec "*helen*".

La légende antique raconte que la fleur serait née des larmes de la belle Hélène de troie.

Le genre *Inula* comprend une variété d'environ 90 espèces. Ce sont des plantes herbacées vivaces, à feuilles alternes. Capitules jaunes, contenant à la fois des fleurs tubuleuses et des fleurs ligulées. Bractées en plusieurs séries. Fleurs périphériques pastillées, à ligules tridentées. Anthères sagittées à la base.

○ Répartition géographique:

Le genre *Inula* est largement distribué dans le bassin méditerranéen, en Europe (Espagne, France...), Asie (Chine, Turquie, Japon, Korea...) et en Afrique (Egypte, Algérie, Maroc...).

Usages traditionnels :

La médecine traditionnelle a attribué de nombreuses propriétés thérapeutiques aux espèces du genre *Inula*. Le Tableau N°9 présente les multiples usages traditionnels de quelques espèces du genre *Inula*.

Tableau N°9 : Usages traditionnels de quelques espèces du genre *Inula*.

Espèces	Usages traditionnels
<i>Inula helenium</i> L.	Comme un remède familial en Japon. Comme une diaphorèse en Europe, et en Taïwan et Chine, comme un agent thérapeutique pour la tuberculose et l'entrogastrique chronique. Elle a aussi des propriétés antiseptiques, antibiotiques, antispasmodiques, toniques et aromatiques.
<i>Inula britannica</i> L.	Les fleurs de ces plantes ont été utilisées pour le traitement des troubles digestifs, la bronchite, et l'inflammation. <i>Inula britannica</i> a aussi une activité anti-inflammatoire, antibactérienne, antihepatique et antitumorale.
<i>Inula royleana</i> L.	Ces racines possèdent une activité anti-inflammatoire antibiotique, et une activité vermifuge.
<i>Inula racemosa</i> L.	En médecine traditionnelle Chinoise, les racines d'herbe d' <i>Inula racemosa</i> ont été habituellement employées pour fortifier la rate, réguler la fonction de l'estomac, soulager la dépression du qi de foie, alléger les douleurs rhumatismales particulièrement entre le cou et les épaules et pour empêcher l'avortement.
<i>Inula montana</i> L.	Possède une activité sur le système digestif
<i>Inula salicina</i> L.	Digestif, antidiarrhéique
<i>Inula conyza</i> DC.	Laxative, vulnéraire
<i>Inula viscosa</i> L.	Possède une activité curative de blessure avec l'extrait du d' <i>Inula Viscosa</i>

3. PRESENTATION DE LA PLANTE *INULA VISCOSA* :

3. 1. Taxonomie :

Inula : viendrait du grec : Inéo qui signifie-je purge.

(Allusion à une propriété thérapeutique de la plante).

Viscosa : veut dire visqueuse : Inule visqueuse.

3. 2. Place dans la systématique :

Tableau N°10 : Taxonomie d'*Inula viscosa*

Embranchement	Spermaphytes
Sous-embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotyledones
Sous Classe	Gamopetales
Ordre	Astérales
Famille	Asteraceae
Genre	<i>Inula</i>
Espèce	<i>viscosa</i> - L - AIT
Synonymie	<i>Dittrichia viscosa</i> L
Nom commun	Inule, aunée visqueuse
Noms vernaculaires	Magramane ou Amagramane.

○ Répartition géographique :

Répandue dans tout le bassin méditerranéen, sur les sols salés, les prairies humides et les bords de cours d'eau, largement répandue en Algérie dans les rocailles et les terrains argileux (Figure 34).



Figure 34 : Espèce *Inula viscosa*

3.3. Description de la plante:

L'Inule visqueuse est une plante toute glanduleuse agréable (selon certains, désagréable pour d'autres), à odeur forte qui appartient à la famille des Astéracées. Elle est ligneuse à sa base (forte racine pivotante lignifiée pouvant atteindre 30 cm de long. Elle atteint de 50 cm à 1m de hauteur et présente des capitules à fleurs jaunes très nombreux au sommet de la tige. Les feuilles sont entières ou dentées, aiguës. C'est une plante largement répandue dans le nord de l'Algérie et dans tout le pourtour méditerranéen, les rocailles, garrigues, terrains argileux un peu humide et les bords des routes. Son histoire thérapeutique est très diversifiée et connu depuis longtemps par les guérisseurs.

4. USAGE TRADITIONNELLE D'INULA VISCOSA :

Considéré comme «la reine des plantes médicinales», les villageois arabes en Palestine et la Jordanie ont utilisé l' *Inula viscosa* pour soulager ou traiter de divers maux. Le médecin arabe El Tamimi, qui a pratiqué à Jérusalem au cours du 10ème siècle, a écrit que la boisson "Raesen", fabriqués à partir d'*Inula viscosa* et ajoutés au miel, a été la "boisson des rois." Il a été efficace dans la lutte contre les rhumatismes, les rhumes, et même agi comme un aphrodisiaque. Les pratiques de la médecine traditionnelle sont documentées dans "Herbes Pouch", un livre écrit en hébreu, qui comprend des entrevues et la main-première preuve d'un grand nombre utilise *Inula viscosa*.

Depuis les temps anciens, *Inula viscosa* a été largement utilisé comme traitement pour ce qui suit :

Tableau 11 : Usages d'*Inula viscosa*

Plaies	L'application de feuilles fraîches, ou une poudre de feuilles sèches ou de saignement sur des plaies ouvertes ou les résultats des brûlures à l'arrêt de l'hémorragie, et sert comme antiseptique et anti-inflammatoires agent efficace. Traitement <i>Inula viscosa</i> aide est préféré par les villageois sur des médicaments modernes, car il favorise la cicatrisation plus rapide.
Les peaux sèches et rugueuses	La poudre de la feuille <i>Inula viscosa</i> séchée est mélangée avec de l'huile et appliqué à l'extérieur des parties touchées du corps.
Hémorroïdes	Une pâte est également préparée à partir de feuilles broyées, mélangée avec de l'huile d'olive et appliquée comme une pommade.
L'hypertension artérielle et le diabète	feuilles <i>Inula viscosa</i> sont cuites à l'eau et la tonique consommée.
Bronchite et les infections respiratoires	L'extrait est ajouté à l'eau bouillante et la tonique consommée.

5. Travaux antérieurs sur le genre *Inula*:

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

- Flavonoïdes
- Terpènes
- Lactones Sesquiterpéniques

La composition chimique de ce genre de plantes est représentée par:

- Les flavonoides : comme la quercetine, isorhamnetine, lutéoline, spinacetine (Zhang et al., 2009)...
- Les terpénoïdes : sesquiterpène lactones, diterpènes et triterpènes (Mamoci et al., 2011; Khan et al., 2010; Zhu et al., 2013).
- Les dérivés d'acide anthranilique (Qin et al., 2008).
- Les huiles essentielles: avec les différents composants chimiques.

5.1. Les flavonoïdes:

Les composés flavoniques sont des substances naturelles très répandues dans la famille des Composées où beaucoup de travaux ont été réalisés. Chez le genre *Inula* on trouve des flavonoïdes glycosylés, et des flavonoïdes aglycones.

Une étude réalisée sur l'espèce *Inula viscosa* a révélé la présence des flavonoïdes cités dans le tableau N° 12

Tableau 12 : Structures chimiques des flavonoïdes isolés d'*Inula viscosa*

Composés	R1	R2	R3	R4
Apigénine	H	H	H	OH
Quercétine	OH	OH	H	OH
Genkwanine	H	H	H	OCH3
Hispiduline	H	H	OCH3	OH
3-O-méthylquercétine	OCH3	OH	H	OH
3-O-méthylkaempferol	OCH3	H	H	OH

5.2. Les sesquiterpènes lactones:

Les lactones sesquiterpéniques ont une distribution botanique assez sporadique, présentes chez les angiospermes, et très majoritairement chez les composées.

Des investigations phytochimiques réalisées sur le genre *Inula* ont permis d'isoler plusieurs lactones Sesquiterpéniques.

5.3. Les terpènes:

Les terpènes sont présents chez tous les êtres vivants et possèdent des structures, des propriétés physiques et chimiques et des activités biologiques très diverses. Plusieurs d'entre eux sont exploités à l'échelle industrielle.

Des travaux effectués sur certaines espèces du genre *Inula* ont permis d'isoler des triterpènes.

5.4. Les huiles essentielles :

Le calcul des rendements des huiles essentielles de la plante se fait en deux états : un état sec et un état frais sont rapportés dans le tableau 13:

Tableau N°13 : Rendements des huiles essentielles de la plante sèche et fraîche

Plante	Inula viscosa	
Rendement (%)	Fraîche	Sèche
	0.24	0.32

L'analyse qualitative et quantitative d'huile essentielle par CG/MS explique cette évaluation de l'efficacité antifongique par la présence des fortes concentrations des sesquiterpènes et plus particulièrement les carboxyudesmadienes dans les feuilles de cette plante. Les travaux d'Abu Zarga et al ont décrit la présence en plus de 14 composés identifiés dans l'huile essentielle d'*Inula viscosa* de la région jordanienne, 6 nouveaux sesquiterpeniques de type eudesmane. Ces composés sont l'acide 3p - hydroxyilicique, l'acide 3a -hydroxy-epiilicique, l'acide 2a-hydroxyilicique, l'acide 9p-hydroxy-2-oxoisocostique, l'acide 1p - hydroxyilicique et l'acide 2p -hydroxyilicique.

- Activités biologiques:

Les huiles essentielles du genre *Inula* ont des propriétés antifongique, antiseptique, antiinflammatoire, anti-infectieuse, microbicide, anticatarrhale, mucolytique puissante, calmante, régulatrice cardiaque, spasmolytique, antitussive et tonicardiaque (Hawi et al., in press; Zhao et al., 2010 ; Cafarchia et al., 2002).

Ces huiles essentielles sont utilisées dans l'aromathérapie pour le traitement de :

- Hypertension, tachycardie supraventriculaire, arythmie, aortite, coronarite (infarctus), fatigue cardiaque.
- Laryngite, trachéite, toux spasmodique, bronchite chronique, rhinopharyngo-amygdalite, otite séreuse, emphysème.

- Dyskinésies biliaires, entérocolite virale.
- Petite insuffisance rénale, cystites, vaginites.
- Mycoses cutanées et gynécologiques.

- Composition chimique:

Plusieurs études sur la composition chimique des huiles essentielles de différentes espèces du genre *Inula* (*I. crithmoïdes*, *I. helenium*, *I. viscosa*, *I. graveolens*, *I. oculus-christi* et *I. thapsoides*) ont été signalées précédemment en France (Blanc et al., 2006 ; Hernandez-Ochoa et al., 2012), Turquie (Perez-Alonso et al., 1996 ; Karamenderes et Zeybek, 2000 ; Ucuncu et al., 2008), Espagne (Camacho et al., 2000), Italie (De Laurentis et al., 2002 ; Adams, 2004 ; Blanc et al., 2004 ; Derius et al., 2008), Algérie (Haoui et al., 2001), Tunisie (Jallali et al., 2014), Maroc (Lamiri et al., 2001), Liban (Ghosn et al., 2006) et en Iran (Mirza et Ahmadi, 2000 ; Javidnia et al., 2006).

La composition chimique de certaines huiles essentielles d'*Inula* : seuls les composés majoritaires (ayant un pourcentage supérieur à 5%) sont mentionnés.

L'huile essentielle des parties aériennes d'*I. Crithmoïdes* (Tunisie) est plus riche en p-cymène (Jallali et al. 2014), alors que l'EH de l'espèce *I. Helenium* est caractérisée par l'alantolactone avec un pourcentage de 51.3% pour l'espèce récoltée en Italie (Derius et al., 2008) et de 56.6% poussant en France (Hernandez-Ochoa et al., 2012).

L'huile essentielle des parties aériennes fraîches de l'espèce *I. oculus-christi* (Iran) est riche en pentacosane (13.7%) et en acide palmitique (13.6%) (Javidnia et al., 2006).

L'huile essentielle des parties aériennes fraîches de l'espèce *I. Thapsoides* (Turque) contient le dihydro edulan (12.4%) comme produit majoritaire (Ucuncu et al., 2008).

6. Propriétés pharmaceutiques :

Inula viscosa est largement utilisée dans la pharmacopée traditionnelle marocaine, surtout dans le milieu paysan, pour le traitement de diverses affections ou maladies telles que les bronchites et le diabète.

Elle est utilisée pour ses activités : anti-inflammatoires, antidiabétiques, antipyrétiques, antiseptiques et pour le traitement des troubles gastroduodénaux.

Un effet antiulcérogénique a été attribué à la présence des flavonoïdes d'*Inula viscosa*.

L'extrait flavonique et l'huile essentielle d'*Inula viscosa* montrent une activité antifongique contre les dermatophytes.

L'inule visqueuse possède une activité biologique (antimicrobienne et antifongique). Elle a été utilisée couramment pour prolonger la durée de conservation de nourriture et dans la médecine traditionnelle.

L'activité antifongique des huiles essentielles des feuilles et des fleurs, de la plante entière et de la plante entière sans fleurs d'*Inula viscosa* contre les dermatophytes, *Trichophyton mentagrophytes* et *Trichophyton terrestre*. La cible principale de cet effet est l'inhibition de la synthèse d'ergostérol et par conséquent, l'inhibition de la synthèse de la chitine constituant de la paroi des dermatophytes.

L'huile essentielle d'*Inula viscosa* révèle un pouvoir antifongique puissant contre les moisissures. Elle peut être exploitée dans l'industrie agro-alimentaire afin d'augmenter la durée de vie d'un grand nombre de produits alimentaires en particulier les corps gras.

6. Conclusion :

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

C'est ainsi, que toute cette richesse dans l'usage thérapeutique traditionnel de la plante, nous a encouragé à étudier l'espèce algérienne *Inula viscosa* afin d'en extraire les principes actifs naturels.

CHAPITRE IV

MATERIELS & MÉTHODES

CHAPITRE IV : MATERIELS ET METHODES

1. MATERIEL VEGETAL :

La collecte des espèces d'*Inula viscosa* a été effectuée dans 6 stations différentes à l'Est Algérien (Sétif, Boordj Bou Arreridj, Babors, Béjaïa, Jijel et Boumerdes).

Des échantillons de plante entière ont été prélevés en pleine période de floraison pour les analyses chimiques. Les échantillons destinés à l'extraction des huiles essentielles sont coupés en petit morceaux et soumis à l'hydrodistillation.

L'extraction des huiles essentielles a été effectuée par hydrodistillation dans un appareil de type Clivenger. L'opération consiste à introduire 300ug de matériel végétal frais dans le ballon, on y ajoute une quantité suffisante 3 à 4 litre d'eau distillée, le mélange est porté à ébullition, l'huile obtenue est récupérée et conservée dans des flacons opaques bien scellés à température basse (4 à 5°C). L'opération d'extraction dure plusieurs heures (3h) à partir du début de l'ébullition.

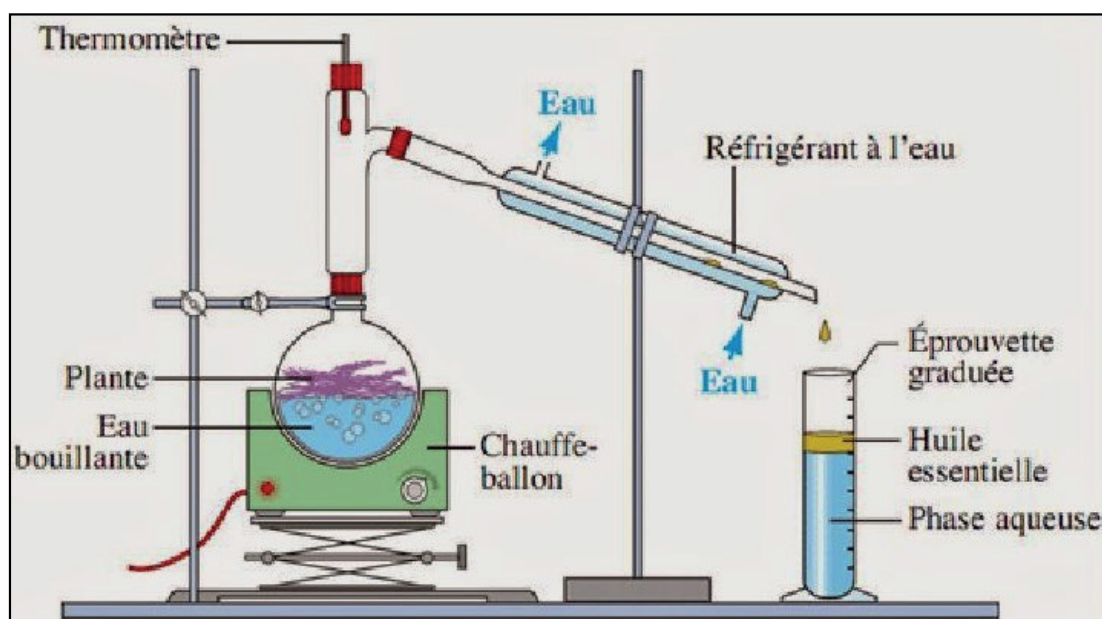


Figure 37 : Dispositif d'extraction des huiles essentielles

2. METHODES CHROMATOGRAPHIQUES

2.1. Chromatographie sur couche mince (CCM) analytique

Couramment utilisée en phytochimie, cette technique d'analyse simple permet le suivi et le contrôle lors des différentes étapes du fractionnement et de purification. Les chromatogrammes couche mince permettent de vérifier la présence et l'état de pureté des produits suivis ; ce qui permet de rassembler judicieusement les fractions récoltées.

Les chromatographies sur couche mince sont réalisées en phase normale sur des plaques d'aluminium recouvertes d'un gel de silice de type Kieselgel 60 F254 (Merck KGaA). Le développement des plaques s'effectue dans des cuves en verre saturées avec l'éluant approprié. La phase mobile (éluant) est constituée d'un mélange binaire de solvants selon le type de séparation souhaitée. Dans notre cas, le système de solvants est constitué de six volumes de cyclohexane pour quatre volumes d'acétate d'éthyle. Ce système d'éluant est choisi de manière à obtenir la meilleure séparation de la gamme de composés qui intéressent notre investigation phytochimique.

L'examen des chromatogrammes s'effectue en lumière visible et/ou sous lumière ultraviolette (254 et 365 nm), avant et après pulvérisation sur la plaque d'un réactif révélateur approprié. Les réactifs de révélation utilisés pour le présent travail sont les suivants :

- Réactif à la Vanilline sulfurique (Révélateur universel).
- Réactif de Neu ou NP/PEG (Révélateur des flavonoïdes).
- Réactif de Dragendorff (Révélateur des alcaloïdes).

2.2. Chromatographie en phase liquide à ultra performance couplée à la spectrométrie de masse (ou UPLC-MS)

2.2.1. Principe

C'est une méthode d'analyse qui associe une variante améliorée de l'HPLC à un spectromètre de masse. Elle est utilisée pour l'élucidation structurale et pour la quantification de produits naturels. Elle comporte deux étapes :

- La première étape consiste à séparer les composés de l'échantillon à travers une colonne chromatographique ;
- La seconde étape consiste à détecter ces composés par spectrométrie de masse, technique physique d'analyse donnant avec beaucoup de précision, la masse de chacun des analytes séparés.

Rapide, sélective et surtout très sensible, cette méthode fournit simultanément une information structurale pour chaque pic du chromatogramme à partir de seulement quelques microgrammes d'échantillon. Les couplages entre la chromatographie en phase liquide et la spectrométrie de masse sont apparus plus tardivement que ceux avec la chromatographie en phase gazeuse en raison des obstacles technologiques liés à leur réalisation. La principale limitation est la nécessité d'évaporer la phase mobile chromatographique afin de faire passer les analytes en phase gazeuse avant leur entrée dans le spectromètre de masse. Ces problèmes ont été résolus avec le développement de méthodes d'ionisation à pression atmosphérique tel que l'électrospray (ES). La chromatographie en phase liquide couplée à la spectrométrie de masse (LC-MS) est aujourd'hui devenue une méthode de choix pour l'analyse des mélanges complexes, tel que le métabolome des extraits végétaux.

L'UPLC est une variante améliorée de la chromatographie en phase liquide à haute pression. Introduite dès 2004 par Waters corporation, cette technologie est basée sur l'emploi de phase stationnaire composée de particules inférieures à 2 μm (au lieu des particules à 3 à 5 μm habituellement présentes dans les colonnes HPLC). De ce fait, il est possible d'augmenter le débit, et donc la vitesse d'analyse, tout en amplifiant les performances chromatographiques (résolution et sensibilité).

Les possibilités de l'UPLC se trouvent encore renforcées quand elle est couplée à un spectromètre de masse à temps de vol ; ce qui est rendu possible grâce à la technique de l'ionisation par électrospray.

2.2.1.1. Appareillage et mode opératoire

Les expériences de LC-MS ont été effectuées à l'aide d'un système Waters ACQUITY UPLC System (Waters Corp. Milford, USA) dont la colonne est un modèle HSS C18 à phase inversée constituée de microparticules à 1,7 μm de diamètre. La longueur de la colonne est de 100 mm pour un diamètre interne de 2,1 mm. Ce système est couplé à un spectromètre de masse haute définition SYNAPT G2 (Waters Corp. Milford, USA). À chaque expérience LC-MS, 5 μl d'échantillon ont été injectés. Tous les échantillons à analyser ont été préparés de la même manière : Dissolution de 10 mg/ml l'extrait d'acétate d'éthyle dans du méthanol RS pour UHPLC-MS, puis microfiltration à travers une membrane PTFE 0,2 μm . L'élution en mode gradient est réalisée avec deux solvants :

- Solvant A : Solution aqueuse d'acide formique à 0,1%
- Solvant B : Acétonitrile / Acide formique (99,9:0,1)

L'élution (avec un débit de 0,4 ml/min) a débuté avec le mélange des deux solvants A/B (95:5) pendant six minutes, puis changement par augmentation du solvant B jusqu'à 100% en deux minutes, puis maintien du solvant B pendant deux minutes supplémentaires. Les données spectrales de masse ont été acquises après électrobulsion (ESI) en mode positif et en mode négatif, selon les paramètres suivants :

	ESI positif	ESI négatif
Tension capillaire	3,25 kV	-2,5 kV
Tension du cône source	30 V	-40 V
Tension du cône d'extraction	4 V	4 V
Température de la source et de la désolvation	120 °C	550 °C

L'azote a été appliqué comme gaz de désintégration à un débit de 900 litres/h. Les spectres de masse ont été acquis sur la gamme m/z de 100 à 1200 à une résolution de masse de 22000 FWHM (largeur à mi-hauteur).

2.3. Chromatographies préparatives

En phytochimie, les chromatographies préparatives sont utilisées comme des procédés de séparation physico-chimique permettant :

- Dans un premier temps, d'obtenir à partir d'extraits bruts, des fractions simplifiées et enrichies en métabolites voisins, où souvent un composé est majoritaire ;
- Dans un second temps, d'isoler et de purifier un composé d'intérêt dont l'identité sera établie avec précision grâce aux méthodes d'analyse telles que la RMN et la spectrométrie de masse.

2.3.1. Chromatographie éclair sur colonne de gel de silice

Cette chromatographie sur colonne (CC) appelée aussi chromatographie "flash" utilise comme phase stationnaire des particules de silice de 35 à 70 μm de diamètre et comme phase mobile un liquide qui s'écoule sous pression d'air comprimé. Cette technique est basée sur le même principe que la CCM, sauf que la silice est placée dans une colonne en verre et non sur une plaque ; ceci dans le but d'isoler des métabolites présents dans une matrice aussi complexe qu'un extrait végétal brut.



Figure 35 : Montage d'une chromatographie sur colonne "flash"

2.3.2. Chromatographie en phase liquide à haute performance (CLHP) préparative

L'HPLC préparatoire du lot F26-28 issu du fractionnement par CC de l'extrait AcOEt de *Pentzia monodiana* a été réalisé sur un appareil AP-MOD-100 fourni par Armen Instrument (Saint-Avé, France). L'ensemble des équipements de l'appareil HPLC est constitué :

- D'un injecteur Vanne Rhéodyne 3725-038 inox ;
- D'une colonne PursuitTM de Varian avec phase inverse (250 mm × 30 mm, 10 μ m) ;
- D'un détecteur Büchi UV/VIS filtre-photomètre ;
- D'un intégrateur Merck D-2500 ;
- D'un collecteur de fraction Büchi C-660.

L'échantillon de 10 mg de F26-28 est dissout dans 10 ml d'éluant qui est un mélange MeOH/Eau (60:40, v/v). Avant son injection dans la colonne HPLC, la solution de l'échantillon est filtrée à travers une membrane en nylon

(Acrodisc®, 0,45µm). L'élution a été réalisée en mode isocratique avec un débit de 20 ml/min. Le collecteur de fractions est réglé à 15 ml/tube.

2.3.3. Chromatographie de partage centrifuge (CPC)

Nous avons envisagé une technique de chromatographie liquide/liquide préparative.

Bien que moins efficace que l'HPLC préparative, la CPC permet néanmoins :

- Une forte capacité de charge,
- D'éviter l'adsorption irréversible,
- De minimiser la dégradation des molécules,
- Une récupération intégrale de l'échantillon (par extrusion de la phase stationnaire à la fin de l'expérience).

2.3.3.1. Principe

La CPC est une méthode de chromatographie liquide/liquide sans support solide, basée sur les différences de partage des solutés entre deux phases non miscibles d'un même système biphasique de solvants. Une phase liquide stationnaire est maintenue dans la colonne par un champ de forces centrifuges, généré par la mise en rotation de la colonne chromatographique. L'autre phase liquide mobile est alors pompée au travers de la phase stationnaire. Les solutés se partagent entre les deux phases en fonction de leurs coefficients de partage respectifs. L'appareil développé en 1982 par la compagnie Sanki Engineering, est un rotor mono-axe constitué d'un empilement de disques en acier inoxydable dans lesquels sont gravées des cellules de partage (de quelques millilitres) reliées entre elles par des capillaires (Figure 37)

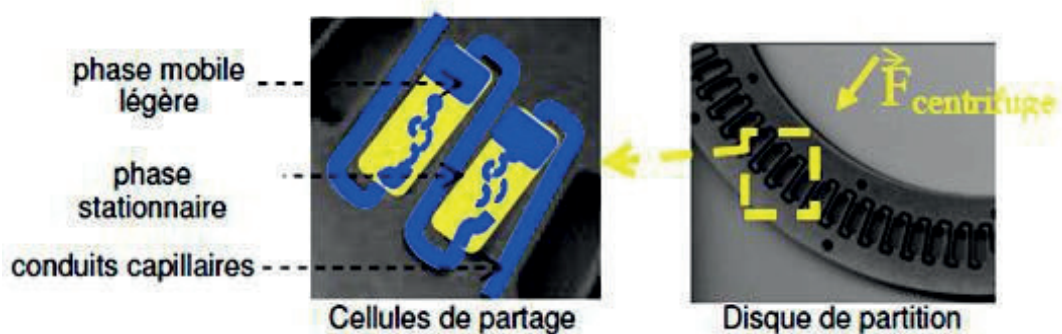


Figure 37 : Représentation schématique de cellules de partage, détail d'un des disques constitutifs d'une colonne de CPC (231)

Quand la colonne est mise en rotation, le champ de force centrifuge maintient la phase stationnaire liquide au sein de la colonne. La pompe permet de faire passer la phase mobile à travers la phase stationnaire, permettant l'échange entre les deux phases. Lorsque la phase inférieure (souvent la phase aqueuse) est la phase stationnaire, la phase mobile (souvent la phase organique) est pompée en mode ascendant dans la cellule. Inversement lorsque la phase supérieure est la phase stationnaire, la phase mobile est pompée en mode descendant (Figure 38).

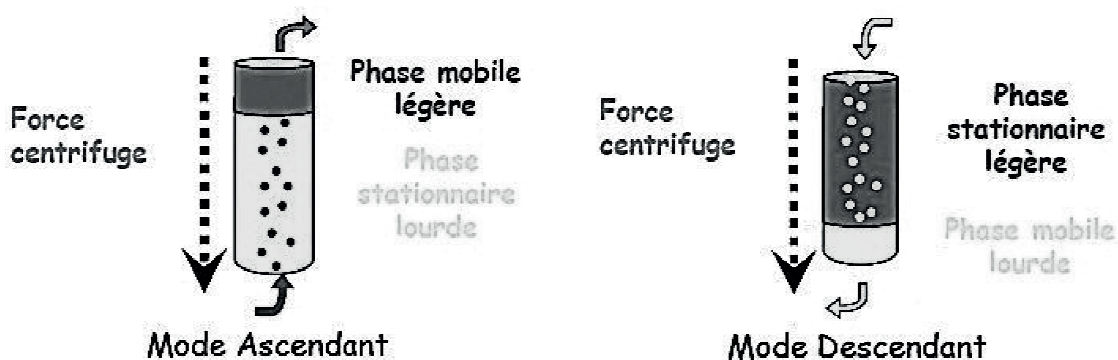


Figure 38 : Représentation schématique des deux modes d'élution en CPC (Grégoire AUDO, manuel d'instructions d'Armen instrument)

Cela permet plusieurs modes de développement, en inversant rapidement le sens de pompage de la phase mobile (dual mode) via une vanne 4 voies située avant la colonne, d'où la versatilité de cette technique. Au niveau de la

séparation dans la colonne en mode élution, les composés présents initialement dans la phase mobile, vont être retenus par la phase stationnaire en fonction de leur coefficient de partage entre les deux phases.

Le coefficient de partage (ou constante de distribution) K_D est une constante physique caractéristique d'une substance chimique dans un état donné (ionisé, neutre, complexé...), à température donnée et au sein d'un système biphasique de solvants donné.

A l'équilibre, cette constante est régie par la loi de Nernst, 1891 : une substance chimique dissoute se répartit à l'équilibre entre deux phases liquides non miscibles selon un ratio constant et reproductible. Ainsi le K_D s'exprime comme le rapport de la concentration en composé A dans la phase stationnaire sur la concentration de A dans la phase mobile.

$$K_D = [A]_{\text{stat}} / [A]_{\text{mob}}$$

A partir du K_D , il est possible de définir le volume de rétention du composé A (V_r) comme la somme du volume de phase mobile à l'équilibre (V_m) et le volume de la phase stationnaire (V_s) à l'équilibre fois le K_D .

$$V_r = V_m + K_D \cdot V_s$$

Ainsi pour un $K_D = 1$, le volume de rétention est égal au volume de la colonne. La différence de K_D entre les différents composés permet d'avoir des volumes de rétention différents et par là même une séparation des composés. D'après cette relation, un composé de $K_D = 1$ sera élué de la colonne au bout d'un volume de colonne. Un composé de $K_D < 1$ (forte affinité pour la phase mobile) sera élué avant un volume de colonne alors qu'un composé de $K_D > 1$ (forte affinité pour la phase stationnaire) sera au contraire, élué après un volume de colonne.

Le taux de rétention de phase stationnaire S_f est un paramètre caractéristique des techniques chromatographiques sans support solide. Il représente le volume de phase stationnaire restant dans la colonne une fois l'état d'équilibre atteint. Pour atteindre cet état, la phase mobile est pompée, dans le mode

sélectionné ascendant ou descendant pour les techniques hydrostatiques, au travers de la colonne remplie avec la phase stationnaire et mise en rotation, jusqu'à atteindre un état stable. Le remplissage partiel de la colonne qui en découle peut être décrit comme suit : le taux de rétention de la phase stationnaire (Sf) est égal au rapport du volume de phase stationnaire (Vs) sur le volume total de la colonne (Vc).

$$Sf = V_s / V_c$$

2.3.3.2. Appareillage

Les appareils disponibles sur le marché sont généralement commercialisés par Sanki Ing. (Japon), P.C. Inc. (USA), Pharmatec (USA), Kromaton et Armen Instruments en France (224). Pour nos expériences nous avons utilisé le matériel (Figure 49) suivant :

- Appareil Armen instrument SCPC-250+1000-B, fournit par Saint-Avé, France ; équipé de deux rotors de 250 ml et de 1 litre, constitués respectivement de 1953 et de 2016 cellules jumelles. La vitesse de rotation peut être réglée de 0 à 3000 tours/min pour le rotor de 250 ml et de 0 à 1500 tours/mn pour le rotor de 1 litre. Une vanne incorporée à l'appareil CPC a permis de fonctionner en mode ascendant ou descendant. Le système est équipé d'une pompe à gradient, d'une soupape à 6 voies à injection et deux boucles de 10 ml ou 50 ml selon le rotor utilisé.
 - Collecteur de fractions BÜCHI-684 ;
 - Racks de collecte pour tubes de 50 ml ;
 - Ampoule à décanter de 5 litres.

3. Méthodes d'analyse spectrométrique

Deux méthodes d'analyse spectrométrique ont été employées dans cette étude: la spectrométrie de masse à temps de vol (ou TOF-MS) et la résonance magnétique nucléaire (RMN) dont le principe, l'appareillage et le mode opératoire sont abordés respectivement dans les sections II.5.1 et II.5.2.

3.1. Spectrométrie de masse à temps de vol (ou TOF-MS)

3.1.1. Principe

La spectrométrie de masse appliquée aux produits naturels est basée sur la détermination des masses moléculaires des différents constituants présents dans l'échantillon étudié. Cette détermination n'est obtenue que pour les analytes ayant au préalable subi une ionisation par un bombardement électronique. Les ions ainsi formés sont directement projetés dans un vide, et soumis à l'action d'un champ magnétique. Les forces qui s'exercent sur ces ions permettent de calculer leur rapport masse/charge (m/z), lui-même en relation directe avec leur nature chimique. L'enregistrement des résultats se présente sous forme d'un spectre de masse sur lequel on reportera l'abondance des ions formés en les classant par ordre croissant de leur rapport m/z . Le principe de fonctionnement du spectromètre de masse est schématisé dans la figure 40.

- Injection directe ou après séparation (CPG/HPLC)
- Production d'ions en phase gazeuse
- Accélération
- Séparation des ions générés en fonction du rapport m/z
- Conversion d'un courant ionique en courant électrique
- Représentation des données dans un spectre de masse

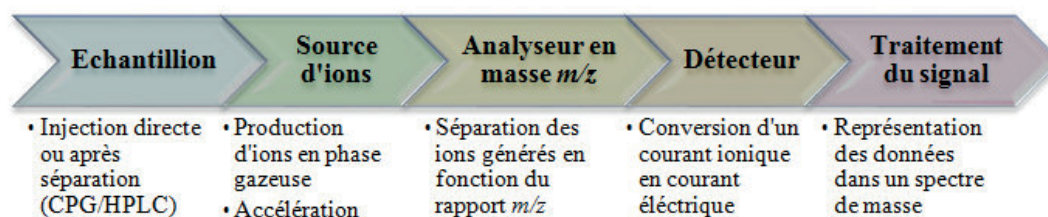


Figure 39 : Principales étapes du fonctionnement d'un spectromètre de masse

Le principe de l'analyse du temps de vol est le suivant : les ions sont accélérés par un champ électrique et tous les ions ont initialement la même énergie cinétique. Soumis à un déplacement important (tube de vol, trajet d'environ 2 m), ils acquièrent une vitesse différente et les ions "lourds" sont plus lents. La corrélation du temps de vol au rapport m/z permet la mesure de la masse avec une grande sensibilité. Dans la pratique, les phénomènes

physiques qui produisent les ions peuvent aussi générer une certaine dispersion en énergie cinétique. Cette dispersion en énergie peut être corrigée avec un réflectron. Le réflectron met en œuvre un champ électrique pour réfléchir le faisceau d'ions vers le détecteur. Les ions avec le même rapport m/z et la plus grande énergie pénètrent plus profondément dans le réflectron, mais les moins énergétiques pénètrent moins profondément dans leur réflectron. Le réflectron présente également l'avantage d'augmenter la longueur effective de l'analyseur.

3.1.2. Appareillage et mode opératoire

En routine, les analyses MS basse résolution sont effectuées au laboratoire de pharmacognosie de Paris (UMR 8638), à l'aide d'un spectromètre de masse ZQ 2000 Waters (Saint-Quentin, France) équipé d'une interface d'ionisation électrospray. Le mode d'ionisation utilisé est positif ou négatif. Certains spectres de masse haute résolution (HRMS) ont également été enregistrés.

3.2. Résonnance magnétique nucléaire (RMN)

En 1966, l'invention de Richard R. Ernst de la première spectroscopie RMN par transformée de Fourier, lui a valu le prix Nobel de chimie en 1991 pour cette découverte majeure. En effet, cette technologie a ouvert la voie de la RMN multidimensionnelle.

3.2.1. Principe

La résonance magnétique nucléaire (RMN) est la propriété de certains noyaux atomiques possédant un spin nucléaire (par exemple ^1H et ^{13}C), placés dans un champ magnétique. Lorsqu'ils sont soumis à des impulsions électromagnétiques, ces noyaux atomiques peuvent absorber l'énergie de ces radiofréquences puis la restituer lors de la relaxation. Par ce phénomène de RMN, il est possible de mesurer par spectrométrie, la fréquence émise par chacun de ces noyaux atomiques en fonction de leurs interactions intramoléculaires, et par conséquent déterminer la structure chimique de la molécule qu'ils composent.

3.2.1.1. Appareillage et mode opératoire

Les spectres de résonance magnétique nucléaire ont été réalisés sur un spectromètre Bruker Bruker Avance III HD, Wissembourg, France (400 MHz pour la ^1H -RMN et 101 MHz pour la ^{13}C -RMN), avec TMS comme norme interne (Figure 51). Le spectromètre est piloté par un logiciel Topspin© (Bruker). Les spectres sont décrits des champs forts vers les champs faibles. Les déplacements chimiques δ sont exprimés en partie par million (ppm) par rapport au pic de solvant résiduel (7,26 ppm en proton et 77,16 ppm en carbone pour le CDCl_3). Les constantes de couplage (J) sont indiquées en Hertz (Hz). Les abréviations utilisées pour indiquer la multiplicité des signaux sont : s, d, t, m, dd,... et désignent respectivement un singulet, un doublet, un triplet, un multiplet, un doublet de doublet. Les spectres sont traités avec le logiciel MestReNova© (Mestrelab Research).



Figure 40 : Spectromètre de RMN Bruker Avance III HD 400 MHz

4. TECHNIQUES NUMERIQUES D'ANALYSES DES DONNEES**4.1. Analyse en Composantes Principales (A.C.P.)**

L'analyse en composantes principales (ACP) est une méthode statistique d'analyse des données (initialement de statistique descriptive) qui consiste à rechercher les directions de l'espace qui représentent le mieux les corrélations

entre les variables aléatoires. Donc le but est de comprendre et de visualiser comment les effets de phénomènes a priori isolés se combinent. Lorsqu'on veut compresser un ensemble de N variables aléatoires, les N premiers axes de l'ACP est un meilleur choix, du point de vue de l'inertie expliquée. Si on décide de ne retenir que les deux premiers axes de l'ACP, on pourra alors projeter notre nuage sur un plan, et le visualiser. Même si l'ACP est majoritairement utilisée pour visualiser des données, il ne faut pas oublier que c'est aussi un moyen de décorréliser les données, les axes qui ne sont utilisés c'est de l'information perdue c'est une classification des données en amas (clusters) corrélés.

4.2. Unweighted Pair Group Method with Arithmetic mean (UPGMA)

L'UPGMA est le nom d'un algorithme destiné à la construction d'un arbre phylogénétique. Cette méthode permet la transformation d'une matrice de distances (entre différents organismes, populations, ou séquences de nucléotides) en un arbre enraciné. C'est la méthode la plus simple de construction d'arbre. A l'origine elle a été développée pour construire les phénogrammes taxonomiques (arbres qui reflètent les similitudes phénotypiques entre unités taxonomiques), mais elle est employée aussi pour construire les arbres phylogénétiques si les taux d'évolution sont approximativement constants parmi les différentes lignées. Les analyses statistiques ont été réalisées en utilisant le logiciel STATISTICA 10.

CHAPITRE V

RÉSULTATS & DISCUSSIONS

CHAPITRE V : RESULTATS ET DISCUSSIONS

1. ANALYSE DES HUILES ESSENTIELLES

L'hydrodistillation des huiles essentielles d'*Inula viscosa* des stations étudiées a donné un liquide visqueux de couleur jaune. Le rendement moyen en huile essentielle est de 0.23%.

L'analyse et l'identification de la composition chimique d'huiles essentielles ont été réalisées par des méthodes chromatographiques couplées à la spectrométrie de masse. Les composants identifiés et leurs abondances relatives sont représentés par ordre de leurs apparitions (Tableau 14). 64 composés chimiques ont été identifiés dans l'huile d'*Inula viscosa* représentant un total moyen de 99,48%.

La composition chimique d'huile essentielle des populations d'*Inula viscosa* est très différente. Elle est dominée par la présence, du polygodial ($24,85 \pm 0,79$) ; le fokienol ($6,88 \pm 2,97$) le nerolidol-Z ($5,65 \pm 5,79$), l'intermédiol-neo ($5,05 \pm 2,27$) ; le caryophyllen oxide ($4,81 \pm 1,93$) ; le cubénol-1-épi ($4,57 \pm 3,03$) ; le phytol ($3,44 \pm 3,16$) et l'ionone isométhyl- α -E ($3,10 \pm 1,69$).

Chaque population est caractérisée par un ou des composés qui lui ont spécifiques, la population de Sétif est caractérisée par l' α -Pinène, le menthyl acétate et le caryophyllène-E. La population de Béjaïa se distingue par la présence de l' Δ -amorphe ; cedrol-épi et le Muurola-4,10-(14)-diène-1- β -ol. L'huile essentielle de jijel s'isole par la présence de croweacin. La population des Babors est caractérisée par l'humulene epoxide II. La station des Bibans (BBA) est caractérisée par le bernéol ; α -terpinéol, alors que la population de Boumerdes se distingue par le decosane.

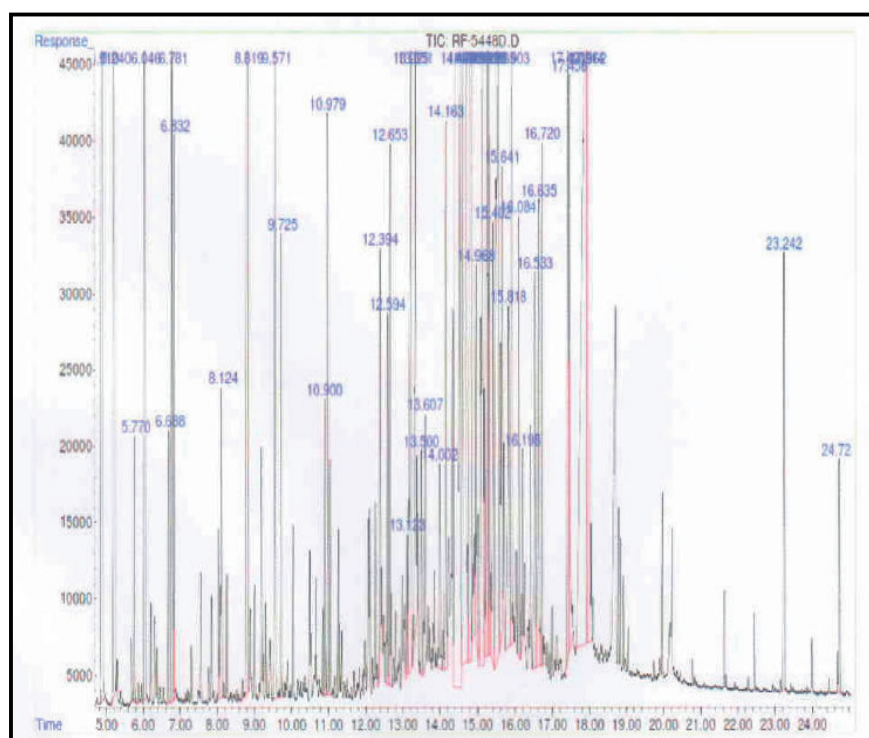
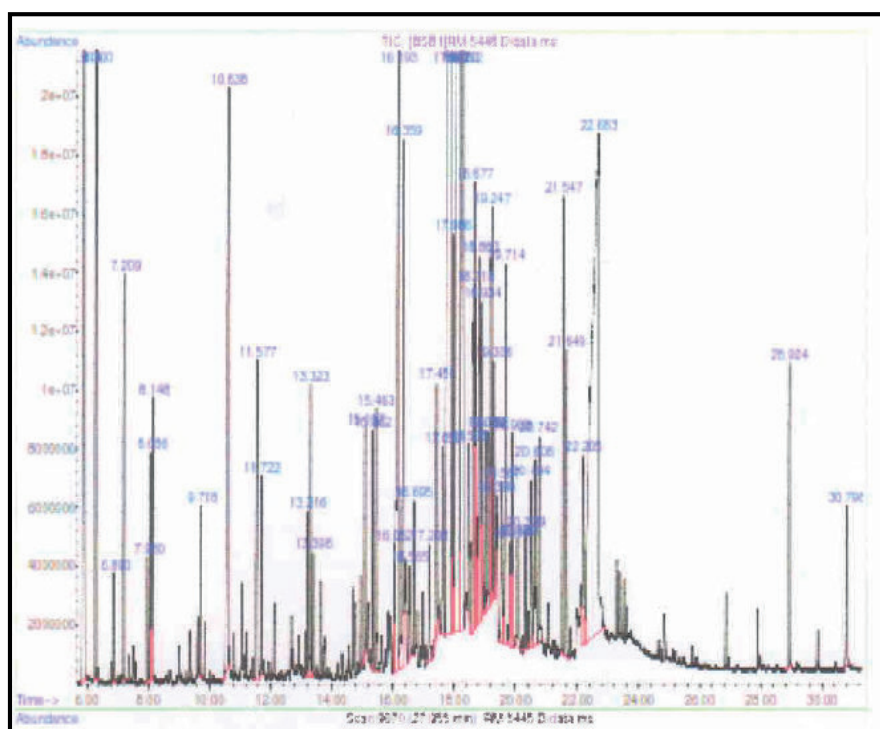


Figure 42 : Chromatogramme de masse de la population de Sétif

Tableau 14 : Composition chimique d'huile essentielle d'*Inula viscosa*

Populations	KI	Sétif	Béjaïa	Bibans	Boumerdes	Jijel	Babors	Moy	SD
Nombre de composants									
Total (%)									
		39	43	36	43	40	39		
		100	100	100	97.36	100	99.53	99.48	
α -pinène	920	1.14	0.25	0.00	0.00	0.30	0.30	0.33	0.42
β -pinène	964	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.32	0.12	0.18
cineole-dehydro-1,8-	977	2.65	2.58	0.31	0.59	0.81	0.53	1.24	1.07
para cymene	1012	0.53	0.51	0.00	0.00	0.73	0.00	0.30	0.33
nonanal-n	1092	0.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.54	0.24	0.39
bornéol	1161	0.00	0.79	7.58	0.77	0.00	0.39	1.59	2.96
α -terpineol	1184	0.91	0.00	1.09	0.00	0.00	0.00	0.33	0.52
decanal-n	1194	0.49	0.00	0.26	0.38	0.23	0.24	0.27	0.17
bornyl-lacétate	1271	0.23	1.01	1.51	0.42	0.37	0.00	0.59	0.56
menthylacétate	1281	1.52	0.77	0.74	0.00	0.21	0.15	0.57	0.56
patechenol-E	1301	0.39	0.65	0.00	0.00	0.62	0.82	0.41	0.35
β -damascenone-E	1366	0.00	0.00	0.28	0.00	0.00	0.22	0.08	0.13
α -copaene	1379	0.00	0.00	0.00	0.35	0.14	0.16	0.11	0.14
methyl-eugenol	1386	0.00	0.56	0.63	0.22	0.00	0.00	0.23	0.29
caryophyllene-Z	1392	0.00	0.49	0.41	0.29	0.36	0.37	0.32	0.17
caryophyllene-E	1407	1.41	0.00	0.34	0.37	0.19	0.36	0.44	0.49
crowaacin	1419	0.50	0.30	0.00	0.00	1.09	0.43	0.39	0.40
α -inone isomethyl-E	1450	4.36	2.88	3.20	4.83	0.00	3.35	3.10	1.69
aromadrenedehydro	1450	4.60	5.40	1.81	0.17	2.80	0.00	2.46	2.24
geranylacétate	1451	0.00	0.80	0.00	0.36	0.00	0.00	0.19	0.33
α -selinene	1484	0.97	1.75	0.25	2.44	1.85	2.01	1.54	0.79
α -amporphe	1487	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	0.05	0.12
calamenene10,11-epoxy	1498	0.00	0.00	0.00	0.77	0.52	0.70	0.33	0.37
Δ -cadinene	1504	0.00	0.43	0.00	0.48	0.85	0.99	0.46	0.41
α -farnesene(E,E)-	1515	0.00	0.00	0.56	0.94	0.00	0.31	0.30	0.39
Δ -amorphe	1525	0.00	1.45	0.39	0.22	0.16	0.00	0.37	0.55
citronellybutanoate	1539	0.00	0.00	0.93	0.00	0.00	0.00	0.15	0.38
nerolidol-Z	1547	2.67	7.15	14.35	0.00	0.00	9.74	5.65	5.79
nerolidol-E	1547	0.39	0.00	1.81	2.97	1.10	1.08	1.23	1.06
longipinanol	1561	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.31	0.05	0.13
caryophylleneoxide	1572	8.58	3.14	4.65	3.90	4.54	4.04	4.81	1.93
longipinanol	1581	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	0.00	0.04	0.09
fokienol	1584	6.03	12.92	5.74	5.80	5.47	5.28	6.88	2.97
cedrol-épi	1594	0.00	1.69	0.00	0.00	0.74	0.00	0.41	0.70
cubenol 1 épi	1610	1.97	3.83	4.49	7.80	8.41	0.90	4.57	3.03
β -muurola-4,10(14)-dien-1-OL	1615	0.00	1.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24	0.58
caryophylla-4(12),8(13)-dien5 β -OL	1619	1.01	2.89	3.24	0.00	0.00	0.00	1.19	1.51
caryophylla-4(12),8(13)-dien5 α -OL	1627	3.52	1.11	1.32	1.53	0.00	0.00	1.25	1.29
humulene-epoxide II	1630	0.00	0.00	0.45	0.76	0.00	2.75	0.66	1.07
aromadendrene-epoxide allo	1638	0.00	0.00	0.33	7.10	0.49	5.33	2.21	3.16
himachalol	1645	2.22	1.76	1.67	0.00	3.85	0.00	1.58	1.45
intermedeol-neo	1649	4.28	6.72	3.21	2.69	4.70	8.68	5.05	2.27
α -sentalol-Z	1656	1.55	2.46	0.00	4.43	3.17	1.29	2.15	1.55
farnesol(2Z-6Z)	1665	0.44	0.84	1.00	0.90	0.46	0.00	0.61	0.38
β -costol	1666	2.23	2.36	1.67	5.69	0.00	0.00	1.99	2.09
thujopsenal	1683	1.65	2.31	0.00	2.55	1.12	1.02	1.44	0.94
α -bisabolol	1695	0.00	0.00	0.33	0.60	0.00	0.41	0.22	0.26

farnesol(2E6E)	1699	0.94	1.34	0.00	0.00	0.98	1.64	0.82	0.68
Δ -curumen-15-al	1705	0.00	0.00	0.00	1.74	1.98	0.51	0.70	0.92
β -curumen12ol Z	1727	1.32	2.09	0.00	0.00	1.92	0.00	0.89	1.01
β -acoradienol	1743	5.95	1.43	0.00	1.35	0.72	0.00	1.57	2.23
α -costol	1746	3.23	2.57	1.37	2.36	1.26	0.89	1.95	0.91
Δ -curumen-15-al	1753	1.98	0.66	0.00	0.00	1.83	0.77	0.87	0.86
α -cadinene14 hydroky	1784	0.00	0.00	0.00	0.00	1.85	1.74	0.60	0.93
phytol	1810	3.86	0.00	0.00	3.12	8.08	5.56	3.44	3.16
Isovalencenol-E	1813	0.00	0.30	0.00	0.30	0.00	0.00	0.10	0.15
octadecaneE-C18	1823	0.00	1.83	0.46	1.14	0.28	0.00	0.62	0.73
canellal	1893	3.56	2.78	1.01	3.73	0.00	3.85	2.49	1.61
polygodial	1915	18.64	14.17	32.05	18.30	34.86	31.06	24.85	8.79
docosane	2005	0.00	0.00	0.00	2.54	0.00	0.00	0.42	1.04
tricosane	2307	0.42	0.31	0.34	0.29	0.18	0.00	0.26	0.15
tricosane	2310	1.74	0.87	0.23	0.22	0.48	0.49	0.67	0.57
pentacosane	2512	0.85	0.40	0.00	1.43	0.32	0.00	0.50	0.55

3. ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES (ACP)

La comparaison des populations d'*Inula viscosa* avec celles issues de la littérature, montre très peu de différences de concentrations totales en huiles essentielles. Pour comparer les profils en composés chimiques, nous avons considéré chaque composé comme une variable quantitative (Tableau 11) :

Tableau 15 : Composés de l'huile essentielle utilisée dans les analyses statistiques

Code	Composés	Code	Composés
V1	cineole-dehydro-1,8	V18	α -sentalol-Z
V2	bornéol	V19	farnesol(2Z-6Z)
V3	bornyl acétate	V20	β -costol
V4	menthyl acétate	V21	thujopsenal
V5	α -ionone isomethyl-E	V22	α -bisabolol
V6	aromadrene dehydro	V23	farnesol(2E6E)
V7	α -selinene	V24	Δ -curumen-15-al
V8	nerolidol-Z	V25	β -curumen12ol Z
V9	nerolidol-E	V26	β -acoradienol
V10	caryophyllene oxide	V27	α -costol
V11	fokienol	V28	Δ -curumen-15-al
V12	cubenol lépi	V29	α -cadinene14 hydroky
V13	caryophylla-4(12),8(13)-dien 5 β ol	V30	phytol
V14	caryophylla-4(12),8(13)-dien 5 α ol	V31	Isovalencenol-E
V15	aromadendrene epoxide allo	V32	octadecaneE-C18
V16	himachalol	V33	canellal
V17	Intermedeol-neo	V34	polygodial

2.1. Etude des variables

La composition inter-populations basée sur l'huile essentielle, présente une différence notable, ainsi les composants identifiés montrent une certaine variabilité spécifique

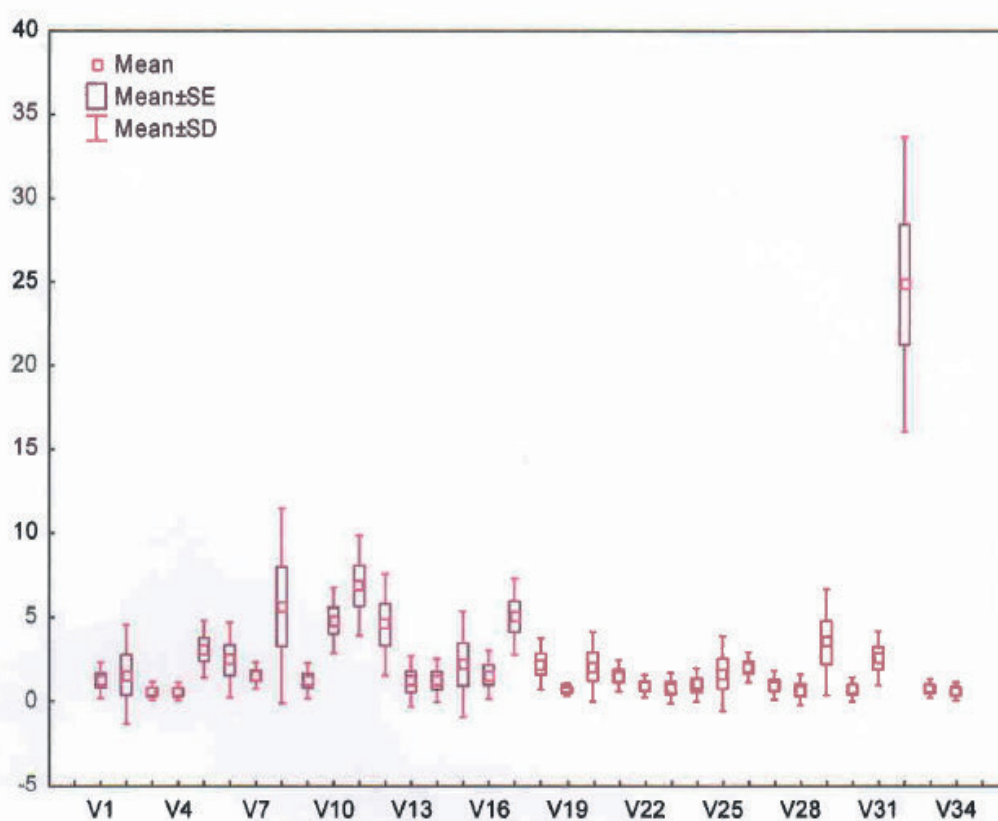


Figure 42 : Variabilité de la concentration des composés chez *Inula viscosa*

Les valeurs propres que représente la variance des composants de l'huile essentielle sur les axes sont de 9.64 pour le premier axe, 7.84 pour l'axe 2 et 7.61 pour l'axe 3 donnant ainsi une bonne contribution de la variance totale. L'ensemble de l'information expliquée par les trois axes est de 73,86%.

a- Matrice de corrélation :

L'examen de la matrice fait apparaître des coefficients de corrélation moyenne, 46,52 des variables sont significativement corrélées (Tableau 16) :

Tableau 16 : Matrice de corrélation

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	V18	V19	V20	V21	V22	V23	V24	V25	V26	V27	V28	V29	V30	V31	V32	V33	V34
V1	1.00																																	
V2	-0.42	1.00																																
V3	-0.08	0.04	1.00																															
V4	0.75	0.11	0.20	1.00																														
V5	0.16	0.00	-0.04	0.25	1.00																													
V6	0.09	-0.16	0.20	0.75	-0.19	1.00																												
V7	-0.09	-0.75	-0.02	-0.09	-0.03	-0.22	1.00																											
V8	-0.25	0.75	0.06	0.16	0.11	-0.10	-0.81	1.00																										
V9	-0.75	0.20	0.06	-0.01	0.20	-0.00	0.22	-0.12	1.00																									
V10	0.40	-0.12	-0.20	0.70	0.26	0.33	-0.47	-0.21	-0.20	1.00																								
V11	0.35	-0.12	0.30	0.24	-0.02	0.08	0.09	0.11	-0.50	-0.27	1.00																							
V12	-0.25	0.20	0.16	-0.50	-0.40	-0.14	0.32	-0.50	0.54	-0.33	-0.12	1.00																						
V13	0.20	0.75	0.20	0.50	0.07	0.50	-0.70	0.00	-0.21	-0.10	0.50	-0.22	1.00																					
V14	0.00	0.01	0.15	0.20	0.00	0.04	-0.02	-0.16	-0.13	0.70	0.03	-0.25	0.22	1.00																				
V15	-0.51	-0.24	-0.47	-0.71	0.15	-0.30	0.00	-0.20	-0.70	-0.25	-0.27	0.11	-0.32	-0.25	1.00																			
V16	0.20	-0.05	0.15	0.20	-0.70	0.02	-0.20	-0.27	-0.46	0.30	0.07	0.34	0.13	0.02	-0.01	1.00																		
V17	0.16	-0.20	-0.20	-0.12	-0.10	0.10	0.20	0.20	-0.20	-0.27	0.30	-0.02	-0.11	-0.47	0.05	-0.10	1.00																	
V18	0.20	-0.04	-0.40	-0.50	-0.04	-0.10	0.20	-0.06	0.20	-0.20	0.10	0.00	-0.57	-0.11	0.40	-0.04	-0.22	1.00																
V19	0.21	0.05	0.01	0.00	0.10	0.20	-0.20	0.00	0.15	-0.20	0.20	0.00	0.02	0.27	-0.10	0.05	-0.71	0.10	1.00															
V20	0.20	0.20	0.12	0.05	0.00	-0.10	0.25	-0.20	0.15	-0.15	0.14	0.20	0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.54	0.54	1.00														
V21	0.20	-0.20	-0.10	-0.00	0.20	0.22	0.21	-0.07	-0.10	-0.11	0.40	0.20	-0.20	0.25	0.20	-0.20	-0.01	0.00	0.10	0.25	1.00													
V22	0.41	-0.00	-0.50	0.07	-0.20	0.20	0.20	0.02	-0.77	-0.00	0.20	-0.00	-0.20	-0.20	-0.15	0.10	0.20	-0.70	-0.20	-0.20	0.11	1.00												
V23	-0.10	-0.20	-0.40	-0.20	-0.20	-0.15	0.00	-0.71	0.15	-0.20	-0.40	0.01	-0.20	0.44	0.40	0.10	-0.20	0.70	-0.05	0.15	0.25	-0.22	1.00											
V24	0.71	-0.15	-0.01	0.25	-0.50	0.05	0.07	-0.40	-0.70	0.10	0.20	0.10	0.14	0.05	-0.00	0.70	0.15	0.20	-0.01	-0.20	0.21	0.40	0.21	1.00										
V25	0.75	-0.20	-0.10	0.70	0.20	0.50	-0.10	-0.42	-0.20	0.27	0.04	-0.20	-0.07	0.00	-0.21	0.22	-0.27	0.04	-0.20	0.24	0.20	0.07	-0.20	0.24	1.00									
V26	0.01	0.20	-0.10	0.00	0.22	0.01	-0.05	-0.01	-0.25	0.32	0.01	-0.00	0.10	0.00	-0.22	0.05	-0.24	0.20	0.20	0.00	0.00	-0.11	-0.20	0.27	0.25	1.00								
V27	0.20	-0.20	-0.20	0.10	0.10	0.01	-0.02	-0.40	-0.20	0.04	-0.11	-0.11	-0.10	0.21	-0.40	0.00	0.10	0.20	-0.20	-0.20	0.02	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	1.00							
V28	-0.41	-0.27	-0.25	-0.20	-0.20	-0.27	-0.12	-0.10	-0.21	-0.20	0.05	-0.20	-0.25	0.15	0.21	0.51	0.05	-0.70	-0.71	-0.21	0.00	0.47	0.00	-0.42	-0.74	0.40	1.00							
V29	-0.24	-0.00	-0.75	-0.27	-0.20	-0.20	0.15	-0.57	0.02	0.17	-0.27	0.20	-0.20	-0.20	0.22	0.21	0.21	0.20	-0.72	-0.40	-0.25	0.25	0.27	0.14	0.21	-0.20	0.24	0.24	1.00					
V30	0.20	-0.01	0.40	-0.10	0.12	0.21	0.21	-0.20	0.04	-0.00	0.02	0.20	0.10	-0.15	0.12	-0.15	-0.07	0.44	0.00	0.55	0.52	-0.12	-0.02	0.20	-0.10	0.25	-0.40	-0.21	-0.20	0.10	0.10	1.00		
V31	0.20	-0.40	-0.40	0.20	0.20	-0.15	0.20	-0.27	0.20	0.15	0.10	-0.55	-0.20	0.20	0.27	-0.20	0.21	0.14	-0.25	0.45	0.20	0.22	-0.20	-0.24	0.27	0.44	-0.17	-0.20	-0.10	0.10	0.10	1.00		
V32	-0.75	0.24	-0.12	-0.27	-0.10	-0.47	-0.25	0.20	0.10	-0.10	0.10	-0.21	-0.20	-0.20	0.20	0.21	-0.27	-0.20	-0.71	-0.20	-0.20	0.20	-0.20	-0.50	-0.27	0.10	0.72	0.21	-0.20	-0.20	0.10	0.10	1.00	
V33	0.17	-0.42	-0.20	0.05	0.21	0.71	-0.20	-0.20	-0.70	0.70	0.22	-0.51	0.00	0.75	-0.40	0.20	0.17	-0.15	-0.27	-0.00	0.25	0.40	-0.40	0.51	0.02	0.75	0.71	-0.20	0.11	-0.10	0.20	-0.40	1.00	
V34	0.22	-0.41	-0.20	-0.12	0.20	-0.20	0.14	-0.74	0.40	0.22	-0.20	0.40	-0.27	0.22	-0.42	-0.25	-0.15	0.74	0.22	0.07	0.71	-0.42	0.20	-0.20	0.50	0.20	-0.04	-0.47	0.00	0.20	0.15	-0.45	0.10	1.00

$r > 0.35$ Significant $p < 0.05$, $r > 0.45$ Significant $p < 0.01$

b. Cercle de corrélation

La représentation graphique du plan formé par les deux premiers axes principaux plan (1x2) (Figure 44) montre que l'ensemble des composants de l'huile essentielle contribue fortement à la formation de l'axe 1.

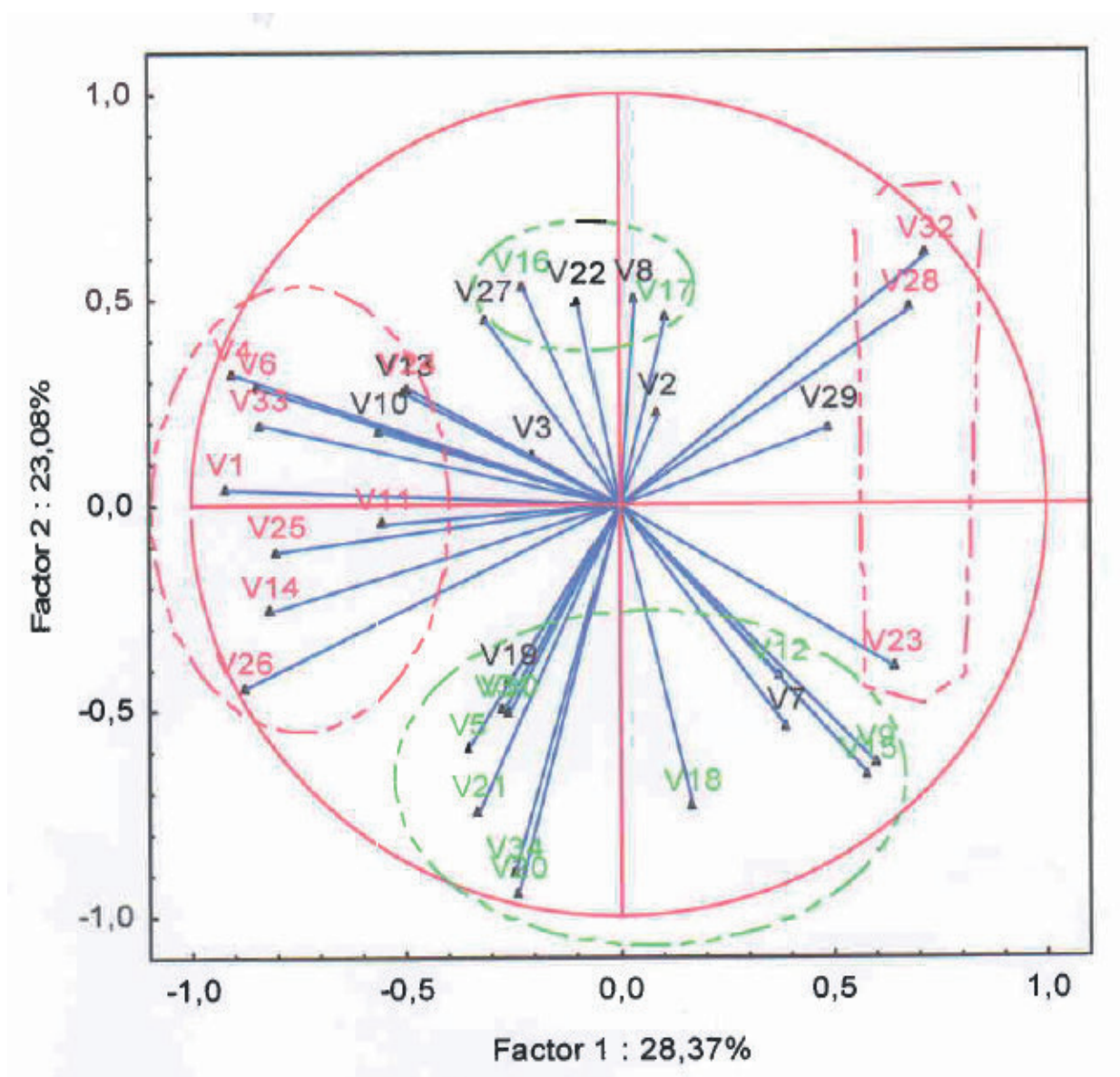


Figure 43 : Cercles des corrélations, projections des variables sur le plan (1x2)

La partie positive de l'axe 1 est expliquée par les variables (V23) Δ curcumen-15-al, (V28) Δ cadinenol-14 hydroxy et (V32) polugodial, par contre la partie négative de cet axe est expliquée par les composés (V1) cinéole-déhydro-1,8, (V4) menthyl acétate, (V6) aromadrenedehydro, (V11) fokienol, (V14) caryophylla-4(12),8-dien-5 α -ol, (V24) β -curcumen 12-ol-Z, (V25) β -acoradienol, (V26) α -costolet, (V33) tricosane.

Les variables (V16) himachalolet, (V17) intermedeol-neo, expliquent la partie positive de l'axe 2, alors que sa partie négative est expliquée par (V5) α -ionone isomethyl-E, (V9) nerolidol-E, (V12) cubenol-11 epi, (V15) aromadendrene epoxide allo, (V18) α -santalol Z, (V20) β -costol, (V21) thujopsenal, (V30) octadecane C18, (V31) canellal et (V34) pentacosane. Les variables (V7) α -silinene, (V22) farsenol (2Z 6Z), (V27) Δ -curcumen-15-al et (V29) phytol expliquent la partie positive de l'axe 3, alors que sa partie négative est expliquée par les variables (V2) bornéol, (V3) bornyl acétate, (V8) nerolidol-Z, (V13) caryophylla-4(12),8(13)-dien 5 β -ol (V19) (2Z 6Z) (Figure 45)

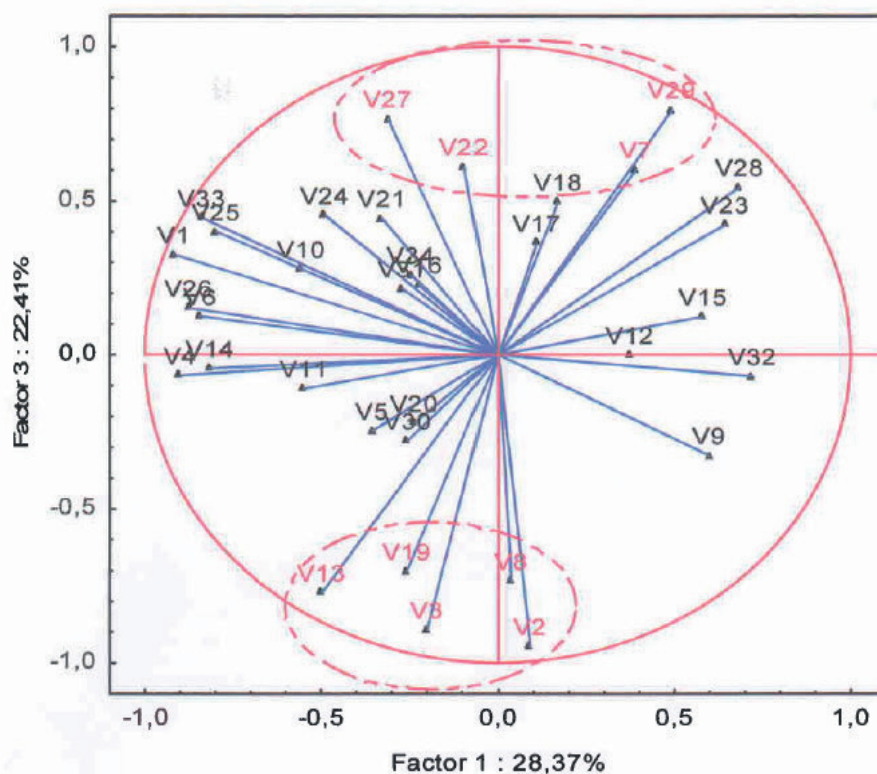


Figure 44 : Cercles des corrélations, projection des variables sur le plan (1x3)

Etude des populations d'*Inula viscosa*

La superposition du plan 1x2 des variables au plan 1x2 des espèces (Figure 45) montre que nos populations se sont réparties sur les trois premiers axes. La population des Babors est localisée sur la partie positive de l'axe 1, elle est caractérisée par Δ -curcumen-15-ol, Δ -cadinene-14-hydroxy et polugodial, dans la partie négative de l'axe 1, on trouve les populations de Sétif et Béjaïa, qui sont caractérisées par cinéole-déhydro-1,8, menthyl acétate, aromadrenedehydro, fokienol, caryophylla-4(12),8(13)-dien-5 α -ol, β -curcumen-12-ol Z, β -acoradienol, α -costol et trocosane.

L' α ionone isométhyl-E, nerolidol-E, cubenol 1 épi, aromadendrene epoxide allo, α -santalol Z, β -costol, thujopsenal, octadecane C18, canellal et pentacosane caractérisent la population de Boumerdes qui s'individualise sur la partie négative de l'axe 2. La population de Jijel placée sur la partie positive de l'axe 3 qui est caractérisée par l' α -selinene, farnesol (2E 6Z), Δ -curcumen-15-al et phytol, alors que dans la partie négative de l'axe 3 se localise la population des Bibans qui se caractérise par bornéol, bornyl acétate, nerolidol-Z, caryophylla-4(12),8(13)-dien 5 β -ol et farnesol (2Z 6Z) (Figures 46)

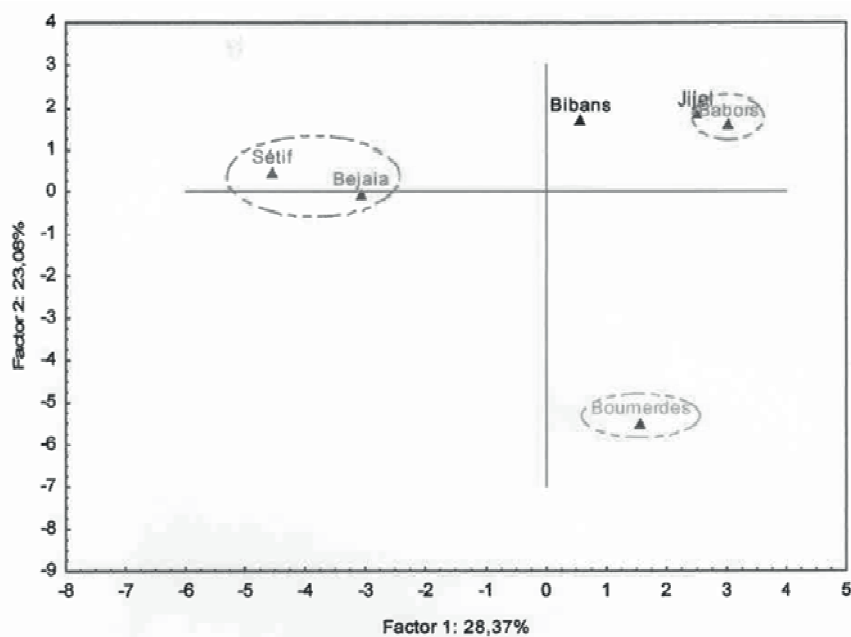


Figure 45 : Projection des populations de l'espèce *Inula viscosa*, sur le plan 1x2

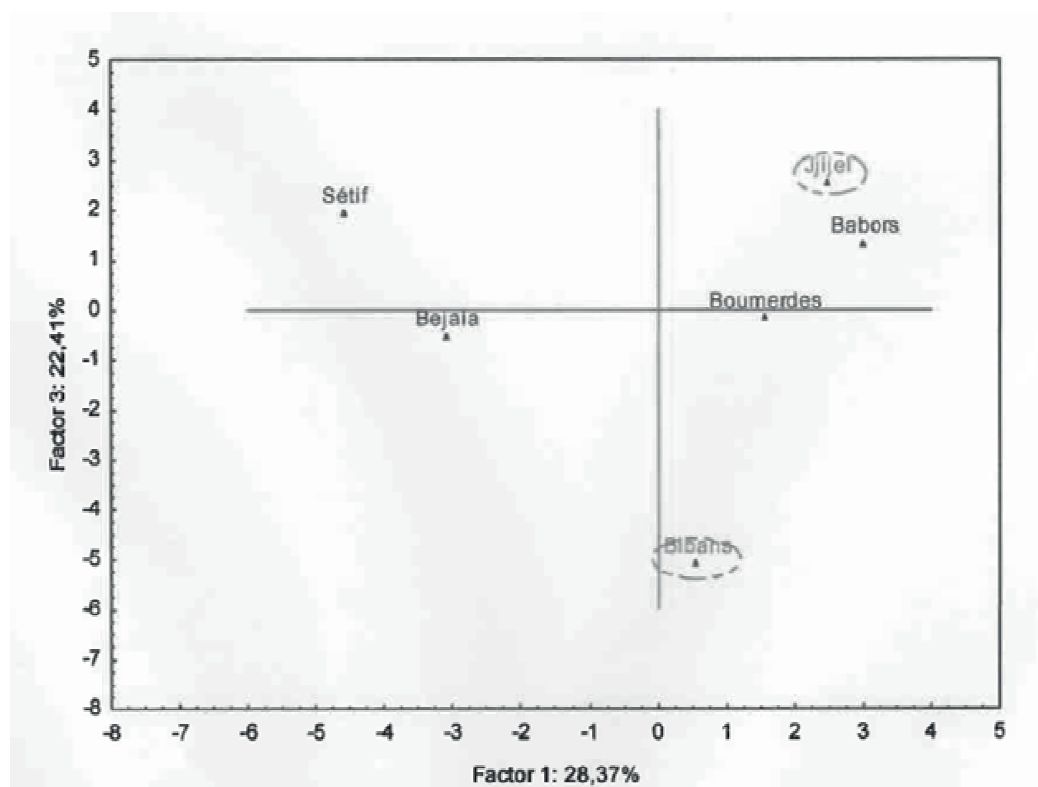


Figure 46: Projection des populations de l'espèce *Inula viscosa*, sur le plan 1x3

2.2. Projection spatiale

La projection spatiale tridimensionnelle des populations basée sur les trois axes principaux (Figure 48), montre que la population de Sétif est très proche de celle de Béjaïa et moins proche de la population des Bibans. Les populations de Jijel et Babors sont proches l'une de l'autre, par contre la population de Boumerdes est nettement séparée du reste des populations.

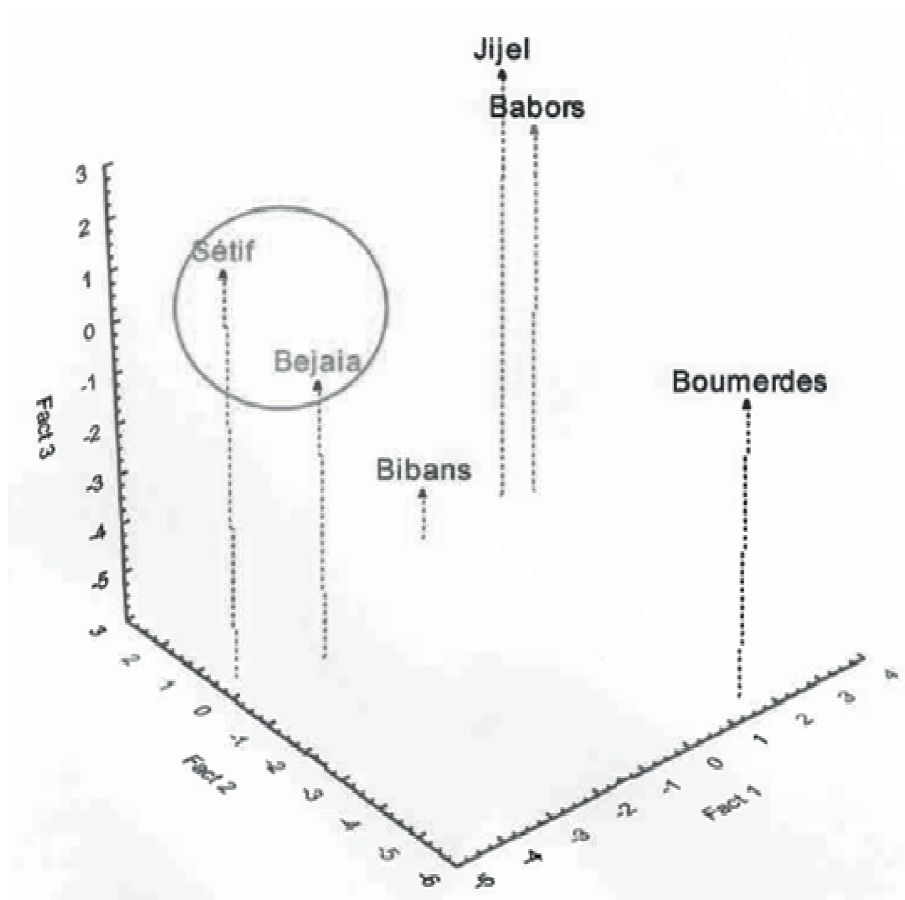


Figure 47 : Projection spatiale des populations d'*Inula viscosa*

UPGMA

L'analyse des clusters UPGMA (Figure 48), basée sur la distance du linkage, confirme les résultats de l'ACP et subdivise nos populations en deux clades bien distincts. Cette clustration des populations en petit groupes nous indique la présence de différence dans la composition de l'huile essentielle.

La première clustration regroupe les populations de Sétif, Béjaïa et Bibans qui sont subdivisées en deux sous-branches (Sétif et Béjaïa) qui sont séparés de la population des Bibans. La deuxième clustration contient deux sous-branches, les populations de (Jijel et Babors) sont regroupés alors que la population de Boumerdes s'individualise et se sépare de ces deux populations.

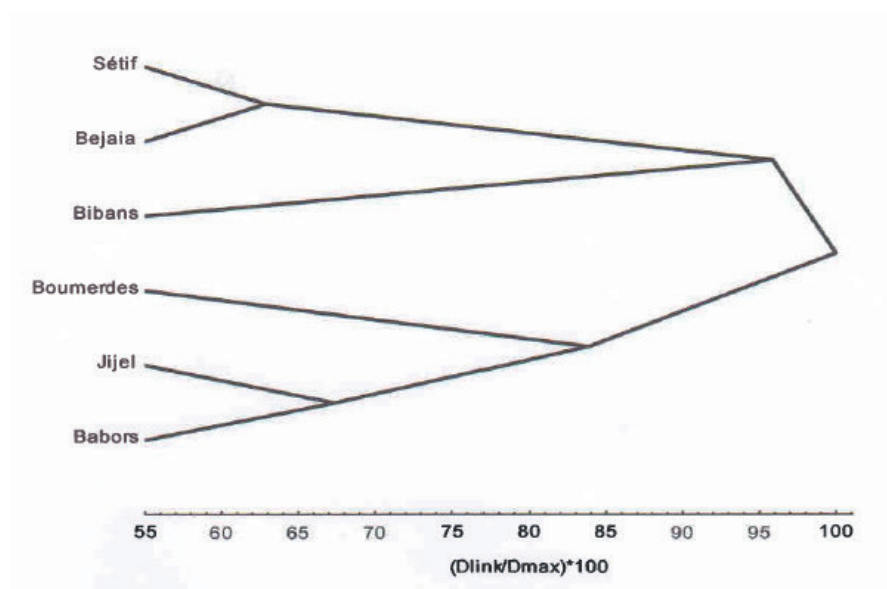


Figure 48 : UPGMA cluster des populations d'*Inula viscosa*.

L'analyse et l'identification des composants de l'huile essentielle de six populations d'*Inula viscosa* L. ont conduit à l'identification de 64 composants terpéniques.

Nos populations contiennent le polygodial qui constitue le produit majoritaire de l'huile. La comparaison des composants chimiques des huiles essentielles de nos échantillons avec ceux des travaux antérieurs d'*Inula viscosa*, montre

que l' α -terpinéol est présent dans la station de Sétif et celle d'Oran (Boumaza, 2009). Le fokienol produit majoritaire dans la population de la Jordanie (Al-Qudah, 2013) est présent dans nos populations. Le phytol est faiblement représenté dans les populations d'Alger (Haoui et *al.*, 2011) et d'Italie (Delaurentis et *al.*, 2002), alors qu'il représenté dans la majorité des stations de Jijel et Sétif. Les populations de Turquie et Oran (Algérie) sont riches en bornéol (Ocakverdi, 1994 ; Haoui et *al.*, 2011), sa concentration est moins importante dans nos différentes stations.

CONCLUSION

**CONCLUSION GÉNÉRALES
& PERSPECTIVES**

CONCLUSION GENERALE

L'étude ethnobotanique des plantes médicinales de la région de Sétif résulte de l'importance de ces plantes sur le double plan, scientifique en établissant un certains nombre de caractéristiques générales des recettes recensées. Sur le plan socio-économique : l'importance de la valorisation des plantes médicinales comme source de produits ayant une valeur économique et de revenus.

La série d'enquête ethnobotaniques (120) nous a révéler une multitude de renseignements :

-Sur le plan floristique : parmi les 49 familles botaniques recensées, les Lamiacée sont les plus représentées par 18 espèces, soit un taux de 15%.

-Sur le plan de l'usage thérapeutique : ces plantes possèdent des usages thérapeutiques multiples et variés. Nombreuses affections sont traitées. Ces observations sont compatibles avec celles portant sur les plantes à usages thérapeutiques dans la région méditerranéenne.

-Sur le plan phytochimique : l'analyse et l'identification des composants de l'huile essentielle de six populations d'*Inula viscosa* L. réalisées par des méthodes chromatographiques ont conduit à l'identification de 64 composants terpéniques. La comparaison chimique de l'huile essentielle d'*Inula viscosa* est dominée par le polygodial avec une moyenne de $(24,85 \pm 8,79)$.

PERSPECTIVES

L'approche ethnobotanique, nous a paru la plus adéquate pour une diagnose de la phytothérapie traditionnelle de la région de Sétif qui est une importante composante de la médecine dominante, c'est-à-dire la plus utilisée employant des ressources locales qui contribue, dans la mesure de son efficacité à améliorer la santé des populations soumises à une dégradation importante de leur situation socio-économique.

Cette méthode a été adoptée par l'ensemble de la communauté scientifique à travers le monde (Afrique, Asie, Amérique latine...) contribuant à la réalisation des bases de données de pharmacopées traditionnelles.

Malgré les nombreux travaux sur les plantes médicinales, force est de constater que les connaissances du potentiel phytothérapeutique de l'Algérie sont loin d'être exhaustives. Diverses enquêtes ont été menées en vue de recenser les plantes utilisées en médecine traditionnelle, mais beaucoup de travail reste à faire pour combler les lacunes.

Les connaissances concernant les plantes médicinales de la région de Sétif sont encore à l'état embryonnaire. Les enquêtes ethnobotaniques effectuées ont été surtout orientées vers un simple recensement et d'inventaire des espèces dans des lieux précis (Laouer, 1995 ; Sari, 1999), c'est pour cela qu'une recherche à une échelle plus grande doit être entreprise dans ce sens.

L'étude phytochimique des extraits bruts des plantes sélectionnées (plantes endémiques, ou non encore étudiées) selon des critères spécifiques de la région de Sétif selon deux volets :

Pharmaceutique : l'isolement de grands groupes de composants actifs provenant des plantes.

Microbiologique : étude des extraits bruts grâce au screening in vitro. Ceci permettra d'étudier les activités biologiques, anti-microbiennes et antioxydantes.

Enfin, la confrontation entre les données récoltées sur le terrain et la bibliographie existante en cherchant les convergences d'utilisation en Algérie et dans les autres pays du Maghreb (Tunisie, Maroc et Lybie) dans le but de la réalisation d'une base de donnée de la pharmacopée traditionnelle de l'Afrique du Nord.

BIBLIOGRAPHIE

**RÉFÉRENCES
BIBLIOGRAPHIQUES**

BIBLIOGRAPHIE

- Attisso M A. (1983).** Phytopharmacologie et phytothérapie In: Médecine traditionnelle et couverture des soins de santé. OMS, Genève, pp.: 190-202.
- Baba Aissa, F. (1991).** Les Plantes médicinales en Algérie. Boucherie et ad. Daiwan, Alger. 181 p.
- Balick M.J. (1994).** Ethnobotany, drug development and biodiversity conservation – exploring the linkages. In Wiley J. & Sons (eds), Ethnobotany and the search of new drugs, Ciba Foundation Symposium 185, 4-24.
- Battandier, J (1900).** Les Plantes médicinales. Bibliothèque Nationale Française.
- Beloued A., (1998).** Plantes médicinales d'Algérie. Éd. office de publications p.184
- Bouquet A, (1969).** Féticheurs et médecines traditionnelles du Congo (Brazzaville), Mémoire ORSTOM 36, Paris,
- Bramwell D. (2003).** On the size of the world's threatened flora. Plant Talk, vol. 32. (printemps) [En ligne]. <http://www.plant-talk.org/> (Page consultée le 21 mars 2016)
- Bruneton Lavoisier. J. (1993).** Les plantes médicinales, 2^{ème} édition. p :278-279 Doc (Ed), Paris, P : 1120.
- Brunetton Lavoisier J. (2009).** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales (4e ed.) Front Cover . BRUNETON Jean. Lavoisier, Oct 2, 2009 - 1292 pages.
- Chapman, A. D. (2009).** Numbers of Living Species in Australia and the World, 2nd ed. Report for the Australian Biological Resources Study. Australian Government Department of the Environment, Water, Heritage and the Arts, Canberra, Australia, 80 pp.
- Cunningham B. (2002).** Book review. Applied Ethnobotany: People Wild Plant Use and Conservation. Biodiversity and Conservation 11, 1123–1124.
- Descheemaeker.K. (2010).** Nutri-et phytothérapie,Makhu .P.11.
- Duke JA (1993).** Medecinal plants and the pharmaceutical industry, In New Crops. Edited by Janick, JE Simon John Wiley and Sons. Inc., New York, NY, pp, 664-9
- Dupont F, Guignard J-L, Pelt J-M. (2012).** Botanique: les familles de plantes. 15^e édition, Issy-les Moulineaux, Elsevier, Masson; 2012, 300 p.
- Farnsworth. Akerele, O, Bingel, S., Soejarto, D & Gueo Z (1986).** Place des plantes médicinales dans Bull de l'OMS 64(2): 159-175
- Franchomme. P et Penoel. D. (1990).** Matière médicale aromatique fondamentale ; L'aromathérapie exactement, encyclopédie de l'utilisation thérapeutique des huiles essentielles ; R. Jollois ; Edition :Limoge, 446p.
- Goeb Ph , (1999).**; Aromathérapiepratique et familiale ; Edition :MDB.

Guenter E, (1975). The essential oils. Vol II, III, IV, V, VI, D; VanNostrand; Edition: New York USA.

Hamilton AC, (2004). Medicinal plants conservation and livelihoods, biodiversity and conservation 18 (8): 1477-1517.

Hosseinzadeh S., Jafarikukhdan A., Hosseini A., Armand R. (2015). The Application of Medicinal Plants in Traditional and Modern Medicine: A Review of *Thymus vulgaris*, nternational Journal of Clinical Medicine, 6, 635-642

Hostettmann K (1997) . Tout savoir sur le pouvoir des plantes; Edition: Favre, S.A., Lausanne, Suisse.

INRA, 2009. Quatrième rapport national sur la mise en œuvre sur la diversité biologique au niveau national (internet). <https://cbd.int/doc/world/dz/dz-nr-04-fr.pdf>

Kerharo, J & Adam, J. G. (1974). La pharmacopée sénégalaise traditionnelle. Plantes médicinales et toxiques. Ed. Vigot Frères, Paris 1011 p.

Kerharo J et Bouquet A(1950), Sorciers, féticheurs et guérisseurs de la côte d'ivoire - Haute Volta. Vigot frères éd. Paris 144 p

Kerharo J (1971). Recherches ethnopharmacognosiques sur les plantes médicinales et toxiques de la pharmacopée sénégalaise traditionnelle. Thèse n° 21, 285p Université de Dakar (Sénégal)

Léger A. (2008). Biodiversité des plantes médicinales québécoises et dispositifs de protection de la biodiversité et de l'environnement. Mémoire présenté comme exigence partielle de la maîtrise en sciences de l'environnement, Université du Québec à Montréal, 186 p.

Maatoug H ; 1990 ; Nos plantes médicinales ; Lexiques cliniques des plantes, médicinales non toxiques employées en Tunisie.

Marin, B & Chrestin, H (1987). La valorisation des plantes médicinales, Plantes et fleurs d'Afrique. Europe Outre-Mer n°683-684: 43-46.

Martinez (1995): cité par Dhar U., Rawal R.S. & Upreti J. (2000). Setting priorities for conservation of medicinal plants - a case study in the Indian Himalaya. Biological Conservation 95 ,57-65

Martinez (1997): cité par Dhar U., Rawal R.S. & Upreti J. (2000). Setting priorities for conservation of medicinal plants - a case study in the Indian Himalaya. Biological Conservation 95 ,57-65

Moerman, DE (1991) The medicinal flore of native North America an analysis, Journal of Ethnopharmacology, 31:1-42,

Moerman, D.E., Pemberton, R.W., Kiefer, D., Berlin, B. (1999). A comparative analysis of five medicinal floras. Journal of Ethnopharmacology 19, 49–67.

Mohammedi Z. (2012). Etude Phytochimique et Activités Biologiques de quelques Plantes médicinales de la Région Nord et Sud Ouest de l'Algérie. Thèse de doctorat Université de Tlemcen, 170 p.

Newan D.J. and Graag G. M., (2007). Natural products as sources of new drugs over the last 25 years, *Journal of Natural Products*, 70 (3): 461-77.

Olsen (1998): cité par Dhar U., Rawal R.S. & Upreti J. (2000). Setting priorities for conservation of medicinal plants - a case study in the Indian Himalaya. *Biological Conservation* 95 ,57-65.

OMS (2002). Stratégie de l'OMS pour la médecine traditionnelle pour 2002-2005. WHO/EDM/TRM/2002.1.

OMS, OMPI et OMC (2016). Les droits de propriété intellectuelle dans le cycle de l'innovation. In OMC (ed): Promouvoir l'accès aux technologies médicales et l'innovation Intersections entre la santé publique, la propriété intellectuelle et le commerce. https://www.wto.org/french/tratop_f/trips_f/trilatweb_f/ch3d_trilat_web_13_f.htm, consulté le 28/03/2016

Ouattara S. (2005). Biodiversité et Plantes Médicinales & Aromatiques menacées de disparition en Afrique de l'Ouest. Training course on 'Cultivation, post-harvesting and processing technologies of MAPs in developing countries' Bamako, 25-29 juillet 2005, 15 p

Paris, R Moyse, R (1976) Précis de matière médicale. Masson 2e éd, tome 1, 420 p.

Pelt, J.M. (1971). Drogue et plantes médicinales. Horizon de France, Paris, 233 p.

Peyron L ; 2000 ; Aspect international du marché des plantes aromatiques et médicinales ; Actes journée Réflexion Plantes arom. ; Méd., Casablanca, 16 Nov., 2000, P.17-25. Loit A et Goris, Pharmacie galénique ; edit. Masson 1942.

PNUE (2012). Protocole de Nagoya sur l'accès aux ressources génétiques et le partage juste et équitable des avantages découlant de leur utilisation relatif à la convention sur la diversité biologique. Edition du Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique, Montréal, 26 p.

PPAM (2012). Element de conjoncture: marché des plantes aromatiques et médicinales. Edition France Agrimer, 17 p.

Nouvelle flore d'Algérie et des régions désertiques méridionales, Paris CNRS; 1962. 1170 p.

Flore et végétation du Sahara, 3è édition mise à jour et augmentée. Paris: Ed. du Centre National de Recherche Scientifique, 1991, 662 p.

Sadouk ; 2009 ; la phytothérapie ; Ecole supérieure des sciences et techniques de la sante de Sousse année 2008-2009 Section : hydro-thermo-thalassothérapie 3ème Année pp.05.

Sofowora A, (1996). Plantes médicinales et médecine traditionnelle d'Afrique. Ed. Karthala, Paris, 375 p.

Sofowora A., 2010 :«plantes médicinales et médecine traditionnelle, d'Afrique». ED. Karthala. 43p.

Srivastava R, 2000. Studying the information needs of medicinal plant stakeholders in Europe. *Traffic Dispatches* 15 : 5.

Valiathan (1998): cité par Dhar U., Rawal R.S. & Upreti J. (2000). Setting priorities for conservation of medicinal plants - a case study in the Indian Himalaya. *Biological Conservation* 95 ,57-65.

Vaudrauil ,2012 : A propos de deux registres nécessaires au bon usage des plantes médicinales de Martinique : la Pharmacopée végétale martiniquaise et un vademécum de phytothérapie, Thèse de doctorat en pharmacie, Rouen, pp28

Evaluation d'un nouveau point chaud de biodiversité végétale dans le bassin méditerranéen (Afrique du Nord). C.R. Biologies, 330; 589-605.

Victoria Hammiche Rachida Merad Mohamed Azzouz (2013) Phytothérapie traditionnelle en Algérie, Springer Paris Berlin Heidelberg New York, Verlag France, Paris, 2013

Walters M., Steenkamp Y., Arnold T.H. and Victor J.E. (2008). Conservation of medicinal plant species: The role of reserves. Doi:10.1016/j.sajb.2008.01.165.

Wills, C. J., Petersen, M., Bryant, W. A., Reichle, M., Saucedo, G. J., Tan, S., Taylor, G., and Treiman, J., 2000. A site-conditions map for California based on geology and shear-wave , velocity, Bull. Seismol. Soc. Am. 90(6B), S187–S208

Yahi N., Vela E., Benhouhou S., De Belair G., Gharzouli R. (2012). Identifying Important Plants Areas (Key Biodiversity Areas for Plants) in Northern Algeria. Journal of Threatened Taxa, vol. 4, n. 8, p. 2753–2765.

Yildiz Thomas ; 2000 ; Plantes Aromatiques et Médicinales en France : Usages, Ethique et Réglementation

ARTICLE PUBLICATION

**ANN in pharmacognosy identification
in the Setif region -Algeria**

ANN in pharmacognosy identification in the Setif region - Algeria

Harrag Abdelamlek

Department of Plant Biology and Ecology, Faculty of SNV, UFAS Setif1 University, Algeria

Email - abdelmalek.harrag@univ-setif.dz

Abstract: *As ethno-pharmacognosy databases grow rapidly, the automated identification of medicinal plants based on digital data becomes of great interest to accelerate the evaluation, research and monitoring of their biodiversity. The vegetal biogeography of the Setif region in Algeria offers a great ecological and floristic diversity; seen its geography and its remarkable climate of high plains. In this study, we established a census of the main species of medicinal plants in region according to a pre-established protocol. Species are classified according to several factors (their taxonomy, their geographical locations and their uses in traditional medication). In order to identify them, a database is established from the morphological characters (leaf shape, stem, flower, and root) and their natural environments. It is very difficult to analyze all these factors using conventional mathematical tools. An artificial neural network system is proposed in the analysis of these data. As this tool is distinguished by its ability to deal with such complexities of data, its application in this case is adequate. Once the system is established, it will allow the identification of the plant species and thus its administration in the treatment of diseases already used by the indigenous population with the least risk.*

Key Words: *Pharmacognosy, ethnobotany, medicinal plant, artificial neural networks.*

1. INTRODUCTION:

The plant biogeographically situation of the Setif region offers a great ecological and floristic diversity. This comes down to its remarkable geographical and climatic position (1). It is necessary to understand the effect of the factors that influence the spatial distribution of medicinal flora in the region. This is an essential step in developing a pharmacopoeia specific to the medicinal plants that populate the region. The purpose of this study comes in this context. An identification of the spatial distribution of this flora in the region is established according to the geomorphological forms encountered. In the identification of plants and their differentiation of medicinal plants which often have similar characteristics, it is necessary to begin by classifying them by their distinctive characteristics. The first criterion of identification is based on what is visible, namely the physical or morphological characters. Regarding identification, often the most common element used is flora. That's because it's the most visible part and also because it's where we have the most data available in the collections. Despite this, much remains to be done in this area.

We are witnessing lately the creation of database of images. The automated identification of species is nowadays based on digital data. This is needed to accelerate biodiversity research, monitoring and evaluation (2). Our work is part of this idea. A collection of local medicinal plants is gathered. Geo morphological characters are established. For the purpose of their identification, and with reference to already existing databases, we have proposed an identification system with artificial neural networks. Artificial neural networks are highly interconnected networks that make it possible to match two inputs and outputs spaces. By his learning skills, its application in the analysis of complex data is adequate in this area (3).

The established system allows the identification of the medicinal plants of the region from the shape of the leaves, the flowers, the stems as well as the geographical area which is characterized by the conditions of the soil and the climate. These factors are the input variables to the system. The identification of the plant expresses the output variable and therefore its use in traditional medicine with the least risk.

2. LITERATURE REVIEW:

Everywhere, they are the medicinal plants. Their lives are related to human societies. But many of these plants are threatened with extinction, hence the need to establish a database for the purpose of their protection (4-7). For this, it is important to take steps to preserve the knowledge of our ancestors in the use of medicinal plants (8). The United Nations Environment Program is part of this vision. This program aims to promote this potential in medicine (9). Traditional plant medicine dates back to ancient Egypt, Mesopotamia and the industrial valley (10-12). Nowadays, this medication comes back in strength. This is due to studies based on analytical and experimental techniques (13). The medical world relies on it in its prescriptions. From there appears the interest of traditional phyto therapy and ethno botany (14). Currently, the identification of medicinal plants uses different techniques because of its importance. Plant identification is an interesting and challenging topic research because of the variety of plant species. Among the different parts of the plant, the leaf is widely used for plant identification because it is usually the most abundant type of data available in botanical reference collections and the easiest to obtain in studies of age. A number of works have

been done for the identification of plant leaves. Identification uses several techniques. Often, it is a question of comparing certain characteristics by using taxonomic keys. In this context, several studies are done to identify the plants (15-21). However, this topic is still an open research topic. So, in front of the situation where the urgency is that many the plants are threatened with extinction. It is therefore very necessary to set up a database for the protection of plants. Several bioinformatics studies are used in research on medicinal plants (22).

Among the used techniques, we can quote:

- A technique based on the identification from the geometric characteristics of the leaves. Algorithms have been incorporated into the implementation, segmentation and classification of sheets. Recovery algorithms are demonstrated using geometric characteristics of the leaves (23).
- Other plant identification studies are based on the combination of characters received from the user (24).
- Tools based on the principle of fuzzy inference are also used. This is to compare the circular sampling with the center of the image (25).
- Artificial probabilistic neural network systems are also proposed (PNN). This is to do the recognition of images of leaves for the classification of plants (26).
- Classification algorithms based on generalized Gaussian density model. There, the color angle is used in different spaces. This is combined with probabilistic neural networks with machine-vector support (SVM). (27).

In our case, we propose an artificial neural network system where the shape of the leaves, the flowers, the stems as well as the geographical area which is characterized by the conditions of the soil and the climate are system inputs. The species of the plant represents the output of the system.

3. MATERIALS AND METHOD:

In the collection, we made ethnobotanical surveys on the basis of questionnaire cards. This makes it possible to list the species used in traditional local medicine and to identify the part of the plant used as well as its mode of use. In species determination, we used the New Flora of Algeria and Southern Desert Regions and the Flora of North Africa (28-29). Different species are determined where we can cite as an example: (*Peganum harmala*, *Ormenis africana*, *Globularia alypum*, *Artemisia herba-alba*, *Argyrobolium saharae*, *Tapsia garganica*, *Pallenis spinosa*, ...). The next step is to take the size and shape of the sheets as an identification parameter (Figure 1). In this we are inspired by the work of (Stephen Gang Wu et al., 2007) (30).

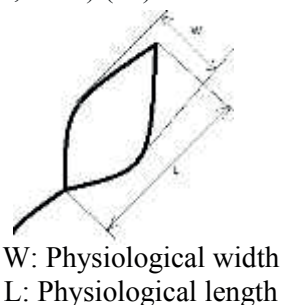


Figure 1. Physiological Length and Physiological Width

It is then necessary to determine the leaf perimeter. Subsequently we have determined the nature of the flower, the characters of the stem. A second step consists in linking these plants to the places of recollection (geographical data such as the nature of the soil, the altitude and the exposure to the wind and the sunshine) as well as to the climatic data (rainfall, temperature, winds).

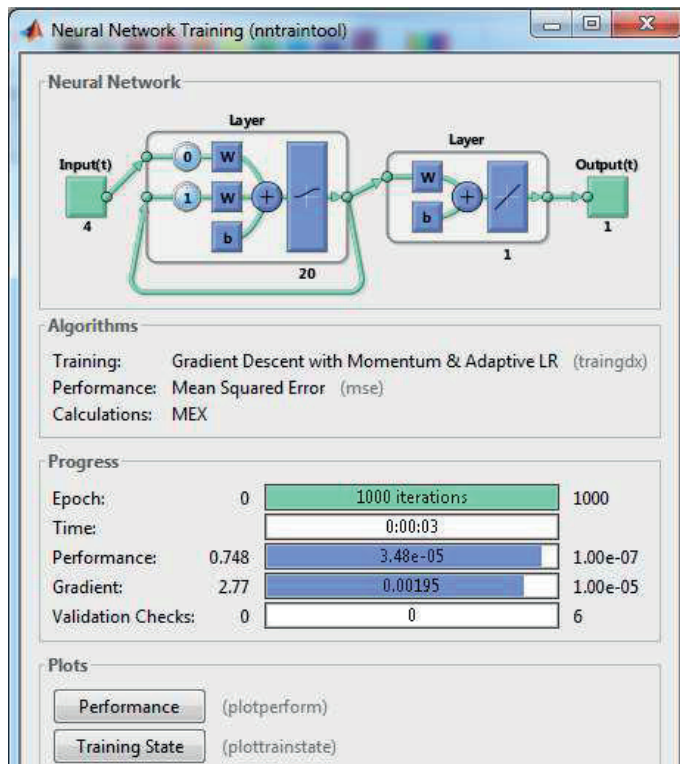
3.1. Artificial neural networks.

Artificial neural networks are an imitation of the natural neural network. Mathematicians have reproduced the functioning of the mathematical network by taking inspiration from the natural network. By building a computer model with these functions, it will be possible to infer the learning function. Neural networks are currently finding applications in different areas of science and technology (31). These networks have the ability to read experimental data and solve complex systems of natural processes. These networks make it possible to match the two inputs and output spaces. During the learning phase of the network, a transfer function is established. When changing reading parameters, the network operates by variations of the mathematical coefficients in order to adjust the function. In other words, it is not necessary to change the network itself, but just to act on mathematical coefficients. When the final function is adjusted from the real data, it will be possible to enter the data at the input to automatically read the result at the output. In our case, it will be enough to introduce the parameters related to the leaf, the stem, the geography and the climate to instantly read the species of the corresponding plant and therefore its use by the local traditional medicine.

3.2 Learning the neural network

By setting the values to the input corresponding to the species identified as the output value of the system, the network establishes a mapping function between the inputs and the output. After introducing all the variables at our disposal and each time we connect the inputs to the output, the network readjusts the matching function by changing the weights. These weights are in the form of mathematical coefficients that vary. The created function must respond to all possible combinations.

The proposed system includes an input layer, an output layer and a hidden layer (Figure 2).



4. RESULT AND DISCUSSION:

Depending on the function created, we affect all the data in Excel spreadsheet format including all the registered cases. During the learning phase of the network, it is assigned line by line for reading. The intermediate lines are left to the test. We fixed 1000 loop iterations for him to adjust the function to its optimum. The following results are shown (Figure 3):

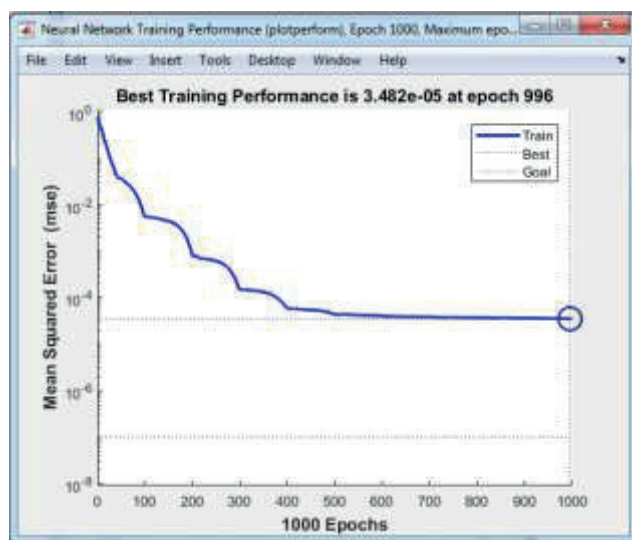


Figure 3. Optimum at 996 epocs

The optimum is practically reached at 500 pieces, but to go up to 996 pieces, the error is $3.482 \cdot 10^{-5}$. By injecting the data that relate the inputs (plant-specific variables and their geographical and climatic conditions and that are not taken into consideration for learning as a test, we find that the two curves coincide perfectly.) This proves the validity of the learning function (Figure 4).

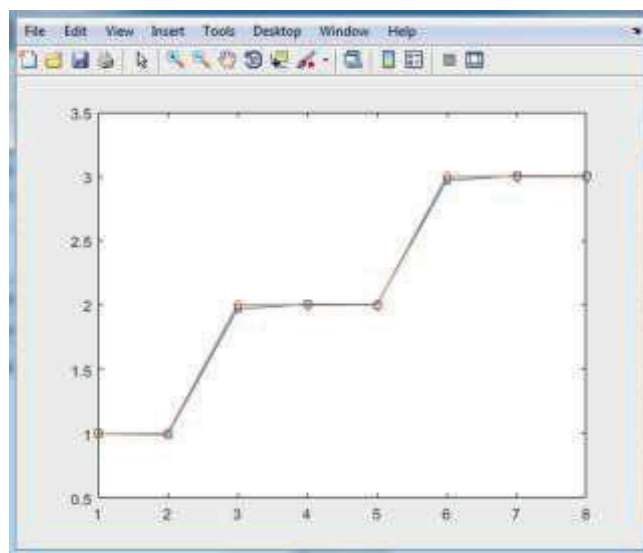


Figure 4. Training results

5. CONCLUSION:

The identification of medicinal plants is more than a necessity these days. These plants are widely used in our region of study. These plants have varied and complex characteristics. The proliferation of these plants is a function of several factors including geomorphological and climatic factors. Also, the ethnobotany of the region is very rich and varied. Attempting to establish a database gathering them by identifying them with their species and their use in traditional medicine is no small thing. By developing an artificial neural network in the identification of these species, we put an effective and precise tool. In this study, after collecting the majority of medicinal plants in the region, we identified those using conventional methods. We obtained a rich and varied database. Each plant is classified with its morphological characters (leaf, flower, and stem) and also its geographical environment (nature of the soil, altitude) as well as the climatic conditions in which it has proliferated. Our proposed system allows introducing these data to mathematically connect the inputs to the output that expresses the species. The proposed artificial neural network has made it possible to establish a correspondence function between the inputs and the output during its learning phase with a minimum error. The test values prove it. By this, we have at our disposal a reliable identification tool that remains extensible to species not considered in this study. We then have the possibility to introduce the characters of a collected plant to instantly read its species and its use in local traditional medicine.

REFERENCES:

1. Chermat S., Djellouli Y. and Gherzouli R. (2013). Dynamique régressive de la végétation des hautes plaines sétifiennes ; Erosion de la diversité floristique du Djebel Youssef (Algérie)." *Rev. Ecol.* 68: 85-100.
2. Kutha Krisnawijaya N.N., Herdiyeni Y. & Paruhum Silalahi B. (2017). Parallel Technique for Medicinal Plant Identification System using Fuzzy Local Binary Pattern . *J. ICT Res. Appl.*, Vol. 11, No. 1, 77-90.
3. Bouharati K., Bounechada M., Bouharati S., Hamdi-Cherif M. (2017). Leishmaniasis transmission vectors analysis using artificial neural networks. *Averroes European Medical Journal*. Volume 5, Number 1.
4. Du J.-X., Wang X.-F., and Zhang G.-J., "Leaf shape based plant species recognition," *Applied Mathematics and Computation*, vol. 185, 2007.
5. Ye Y., Chen C., Li C.-T., Fu H., and Chi Z. (2004). A computerized plant species recognition system, in *Proceedings of 2004 International Symposium on Intelligent Multimedia, Video and Speech Processing*, Hong Kong, October.
6. Miao Z., Gandelin M.-H., and Yuan B. (2006). An oopr-based rose variety recognition system, *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, vol. 19.
7. de Oliveira Plotze R., Falvo M., Pdua J. G., Bernacci L.C., Vieira M.L.C., Oliveira G.C.X., and Bruno O.M. (2005). Leaf shape analysis using the multiscale minkowski fractal dimension, a new morphometric method: a study with passiflora (passifloraceae)," *Canada Journal of Botany*, vol. 83.
8. Riccardo M. (2005). "Traditional Plant Use in the Areas of Monte Vesole and Ascea, Cilento National Park (Campania, Southern Italy)." *Journal of Ethnopharmacology* 97 (1): 129-143.
9. United Nation environment programme. (2002). *Rapport du PNUE sur l'avenir de l'environnement mondial*. www.grid.unep.ch/geo/geo3/index.htm.
10. Patwardhan B, Warude D, Pushpangadan P, et al. Ayurveda and traditional Chinese medicine: a comparative overview. *eCAM* 2005;2:465–73.

11. Manniche L. *An Ancient Egyptian Herbal*. Austin, Texas: University of Texas Press, 1989.
12. Oppenheim AL. *Mesopotamian medicine*. *Bull Hist Med* 1962;36:97–108.
13. Lahsissene H., Kahouadji A., Tijane M., et Hseini S., (2009). *Catalogue des plantes médicinales utilisées dans la région de Zaër (Maroc occidental)*. *Lejeunia*, 186, 1- 2.
14. Rhattas M., Douira A. et Zidane L. (2016). *Étude ethnobotanique des plantes médicinales dans le Parc National de Talassemtane (Rif occidental du Maroc)*. *Journal of Applied Biosciences* 97:9187 – 9211.
15. Doyle L. and Becker J. (1975). *Information Retrieval and Processing* Melville. Publishing Co. Los Angeles, California, pp: 410.
16. Hopkins B. and Stanfield D.P. (1966). *Savanna Trees of Nigeria: A Field Key*. Ibadan University Press, Ibadan, pp: 37.
17. Cope E.A. (2001). *Muenschers Key to Wood Plants: An Expanded Guide to Native and cultivated Species*. Cornell University Press, Ithaca, New York, pp: 337.
18. Singhal A. (2001). *Modern information retrieval: A brief overview*. *Bull. IEEE Comput. Soc. Tech. Committee Data Eng.*, 24: 35 – 43.
19. Zheng L., Kong J. Zeng X. and Ren J. (2008). *Plant species identification based on neural network*. *Proceedings of the ICNC Fourth Inter. Conference on Natural Computation*, Oct. 18- 20, Jinan, pp: 90–94.
20. Belhumeur P.N., Kress W.J., Ling H., Lopez I. and Ramamoorthi R. (2008). *Searching the Worlds Herbaria: A System for Visual Identification of Plant Spicies*. Columbia University, New York NY
21. Breen P. (2009). *Plant identification: Examining leaves*. *Landscape plants: Image, identification and information*. Oregon State University. <http://oregonstate.edu/dept/plant%20ID-Leaves.htm>
22. Vivekanand S. and Indra N.S. (2013). *Bioinformatics opportunities for identification and study of medicinal plants*. *Brief Bioinform*. Mar; 14(2): 238–250.
23. Chin-Hung T., Yung-Sheng C. and Wen-Hsing H. (2007). *Constructing a 3D trunk model from two images*. *Graphical Models*, Vol. 69, No. 1, 33-56.
24. Abdul Rahaman A. A. (2012). *An improved version of Leasys: an intelligent plant identification system*. *Agrárinformatika / Agricultural Informatics*. Vol. 3, No. 1:27-35.
25. Iakovidis, D.K., Keramidas, E.G. & Maroulis, D. (2008). *Fuzzy Local Binary Patterns for Ultrasound Texture Characterization*, *ICIAR*, LNCS 5112, pp. 750-759.
26. Stephen Gang Wu¹, Forrest Sheng Bao², Eric You Xu³, Yu-Xuan Wang⁴, Yi-Fan Chang⁵ and Qiao-Liang Xiang⁴ *A Leaf Recognition Algorithm for Plant Classification Using Probabilistic Neural Network* <http://arxiv.org/abs/0707.4289v1>
27. Zhi-Kai H. and Zhi-Feng W.Bark. (2007). *Classification Using RBPNN in Different Color Space Neural Information Processing – Letters and Reviews* Vol. 11, No. 1.
28. Quézel P. et al. (1962). *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales*. 1926-2015. Éditions du Centre National de la Recherche Scientifique. Paris. 1962-1963. 2 vol.
29. Maire R.C. (1952). *Flore de l'Afrique du Nord (1878-1949)*. *Topics Flora, North Africa*. Collection. open source. 1952. Vol 01.
30. Stephen Gang Wu¹, Forrest Sheng Bao², Eric You Xu³, Yu-Xuan Wang⁴, Yi-Fan Chang⁵ and Qiao-Liang Xiang. *A Leaf Recognition Algorithm for Plant Classification Using Probabilistic Neural Network*. <http://arxiv.org/abs/0707.4289v1>
31. Bouharati S., Benamrani H., Alleg F., et al. (2013). *Artificial Neural Networks In Prevention Of Nosocomials Infections*. *International journal of scientific & technology research*. volume 2, issue 10.

ملخص

دراسة النباتات الطبية في منطقة سطيف تنبثق من أهمية هذه النباتات في خطة مزدوجة ، علمية عن طريق إنشاء عدد معين من الخصائص العامة و على المستوى الاجتماعي الاقتصادي: أهمية تقييم النباتات الطبية كمصدر للمنتجات ذات القيمة الاقتصادية والدخل. كشفت لنا سلسلة الاستطلاعات (120) ثروة من المعلومات عن النباتات الطبية في منطقة سطيف : تحديد 49 عائلة نباتية، والعائلة الشفوية هي الأكثر تمثيلا بـ 18 نوعا، بمعدل 15.1% من حيث الاستخدام العلاجي: هذه النباتات لها استخدامات علاجية متعددة ومتنوعة. هذه الملاحظات متوافقة مع تلك الموجودة على النباتات ذات الاستخدامات العلاجية في منطقة البحر الأبيض المتوسط. التحليل الكيميائي لنبات بالطرق طرق الكروماتوغرافية أدى إلى تحديد 64 مكونات تريين. المقارنة الكيميائية للزيوت الأساسية كشفت هيمنة مكون پوليعوديال بمعدل 8.79 ± 24.85

الكلمات المفتاحية: النباتات الطبية ، العلاج بالنباتات ، سطيف ، تركيبة الزيت العطري ، إينولا فسكوزا

RESUME

L'approche ethnobotanique, nous a paru la plus adéquate pour une diagnose de la phytothérapie traditionnelle de la région de Sétif qui est une importante composante de la médecine dominante, c'est-à-dire la plus utilisée employant des ressources locales qui contribue, dans la mesure de son efficacité à améliorer la santé des populations soumises à une dégradation importante de leur situation socio-économique: **-Sur le plan floristique :** parmi les 49 familles botaniques recensées, les Lamiacées sont les plus représentées par 18 espèces, soit un taux de 15%.

-Sur le plan de l'usage thérapeutique : ces plantes possèdent des usages thérapeutiques multiples et variés. Nombreuses affections sont traitées. Ces observations sont compatibles avec celles portant sur les plantes à usages thérapeutiques dans la région méditerranéenne.

-Sur le plan phytochimique : l'analyse et l'identification des composants de l'huile essentielle de six populations d'*Inula viscosa* L. réalisées par des méthodes chromatographiques ont conduit à l'identification de 64 composants terpéniques. La comparaison chimique de l'huile essentielle d'*Inula viscosa* est dominée par le polygodial avec une moyenne de $(24,85 \pm 8,79)$.

Mots de clés : Ethnobotanique, Plantes médicinales, Phytothérapie, Sétif, composition de l'huile essentielle, *Inula viscosa*

ABSTRACT

The ethnobotanical approach seemed to us the most appropriate for a diagnosis of the traditional phytotherapy of the region of Setif which is an important component of the dominant medicine, that is to say the most used employing local resources which contributes, to the extent of its effectiveness in improving the health of populations subject to significant degradation of their socio-economic situation.

The ethnobotanical survey series (120) has revealed to us a wealth of information:

-Floristically: Of the 49 botanical families surveyed, Lamiaceae are the most represented by 18 species, a rate of 15%. **-Therapeutic use:** these plants have multiple and varied therapeutic uses. Many conditions are treated. These observations are compatible with those on plants with therapeutic uses in the Mediterranean region.

-Phytochemically: the analysis and identification of the essential oil components of six *Inula viscosa* L. populations carried out by chromatographic methods led to the identification of 64 terpene components. The chemical comparison of the essential oil of *Inula viscosa* is dominated by the polygodial with an average of (24.85 ± 8.79) .

Keywords: Ethnobotany, Medicinal plants, Phytotherapy, Setif, composition of the essential oil, *Inula viscosa*