

UNIVERSITE KASDI MERBAH - OUARGLA

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des Sciences Biologiques

Année : 2017-2018



N° d'enregistrement :

/.../.../.../...

THESE

Pour l'obtention du diplôme de Doctorat ès sciences
en Biologie

**Contribution à l'étude des activités biologiques de quelques plantes
médicinales du Sahara algérien: *Nauplius graveolens*, *Ziziphus lotus* et
*Capparis spinosa***

Présentée et soutenue publiquement

Le : 18/01/2018

Par

RAMDANE Farah

devant le jury composé de :

Mme BISSATI SAMIA	Professeur	Univ. K.M. Ouargla	Présidente
Mr DADAMOUSA Belkhir	Professeur	Univ. Ghardaïa	Examineur
Mr BOURAS Noureddine	Professeur	Univ. Ghardaïa	Examineur
Mme DEHAK Karima	M.C (A)	Univ. Boumerdes	Examinatrice
Mr HADJ MAHAMMED Mahfoud	Professeur	U.KM. Ouargla	Rapporteur
Mr OULD-EL-HADJ Mohamed Didi	Professeur	U.KM. Ouargla	Co-Rapporteur

Remerciements

*J'adresse mes sincères remerciements à mon directeur de thèse Monsieur **HADJ MAHAMMED Mahfoud**; Professeur à la faculté des Mathématiques et des Sciences de la Matière de l'Université KASDI MERBAH-Ouargla pour son aide durant la réalisation de ce travail. Et pour m'avoir fait l'honneur de diriger ce travail. Je suis reconnaissante pour lui pour la confiance et le soutien permanent qu'ils m'ont témoigné dans ce travail ainsi que pour la grande autonomie qu'elle m'accordé. J'espère être à la confiance de sa hauteur et de ces espérances. A mon co-directeur Monsieur **OULD HADJ Mohamed Didi**; Professeur à la faculté des sciences de la nature et de la vie de l'Université KASDI MERBAH-Ouargla pour avoir co-dirigé ce travail, ainsi que pour ses conseils, ses encouragements et les nombreuses suggestions scientifiques qu'il m'a prodigué.*

*Je suis particulièrement reconnaissante pour Madame **BISSATI - BOUAFIA Samia**. Professeur et doyenne de la faculté des sciences de la nature et de la vie de l'Université KASDI MERBAH-Ouargla, pour l'honneur qu'elle m'a fait d'avoir acceptée la présidence de jury de ma thèse. Qu'elle soit assurée de ma respectueuse considération.*

*Mes remerciements vont également aux membres de jury pour avoir accepté d'examiner cette étude de recherche : Monsieur **DADAMOUSA Belkhir**; Professeur et directeur de l'Université de GHARDAÏA, et Monsieur **BOURAS Noureddine**; Professeur à l'Université de GHARDAÏA, en acceptant d'examiner ce travail et de faire partie du jury. Qu'ils trouvent ici mes sincères remerciements pour leurs disponibilités.*

*Je remercie chaleureusement Madame **DEHAK Karima**; Maitre de conférence à l'Université de Boumerdes m'avoir encouragé, pour ses conseils précieux et de m'avoir fait l'honneur d'accepter l'examen et de participer au jury de ce travail.*

*Je tiens également à remercier Monsieur **LIMAM Ferid**; Professeur et chef du laboratoire des substances bioactives en Tunisie, pour m'avoir accueilli chaleureusement au sein de son laboratoire, pour m'avoir encouragé et ainsi me permis de discuter à de nombreuses reprises de ce travail. Ses compétences sont inestimables pour moi. Merci pour son efficacité et son qualité humaine, son bonne humeur et son soutien.*

*Je remercie Monsieur **HAMMAMI Madjdi** membre au laboratoire des substances bioactives d'avoir réalisé les analyses GC-MS.*

*J'adresse mes sincères remerciements à Madame **ESSID Rym**, membre au laboratoire des substances bioactives, je lui exprime toute ma gratitude pour sa collaboration qui m'a*

permis de réaliser des tests leishmanicides au laboratoire de Parasitologie et les tests antimicrobiens.

*Je n'oublie pas de remercier le chef du laboratoire VTRS au département des Sciences et Technologie à l'Université el chahid Hamma Lekhder d'el Oued : **Mr LANEZ Touhami**, et également les 'ingénieurs **Mr TLIBA Ali** et **Melle HAMMAMI Hadia** pour leur aide et leur disponibilité.*

*Sans oublié aussi Monsieur **Haliss Youcef**; Maitre de conférences et chercheur au Centre de Recherche en Zones Arides et semi Arides (CRSTRA) de Touggourt.*

*Egalement, je remercie toute personne qui ont m'aider dans la récolte de la matière végétale et son identification surtout les personnels de l'Institut Nationale de Recherche Forestière -INRF- (Station de recherche pour la protection de zones aride-Tamanrasset), particulièrement Monsieur **El OUASSIS Dahmane**.*

Je tiens à exprimer mes plus chers et vifs remerciements à mes collègues à l'Université d'el Oued et mes amies du laboratoire de Biogéochimie des Milieux Désertiques de l'Université KASDI MERBAH-Ouargla chacun et son nom pour Leur aide et leur soutien qui ont été un véritable moteur pour moi.

Enfin, mes sincères remerciements ainsi que ma profonde gratitude vont à ma famille surtout à ma mère, pour l'affection, le soutien moral et les encouragements tout au long de mes études et durant cette thèse et pour ceux qui ont contribué de près ou de loin dans la réalisation de ce travail.

Liste des figures

Figure	Titre	Page
1	Délimitation de la zone d'étude	4
2	Photo de <i>Nauplius graveolens</i>	11
3	Structure de sesquiterpènes isolés de la plante <i>Nauplius graveolens</i>	13
4	Structure de sesquiterpènes isolés de la plante <i>Asteriscus aquaticum</i>	14
5	Structure de sesquiterpènes isolés de la plante <i>Asteriscus vogelii</i>	14
6	Structure de sesquiterpènes isolés de la plante <i>Asteriscus sericum</i>	15
7	Structure de sesquiterpènes isolés de la plante <i>Asteriscus pygmaeum</i>	16
8	Photo d' <i>Artemisia judaica</i>	17
9	Quelques composés isolés de l'espèce <i>Artemisia judaica</i>	19
10	Répartition de la famille Myrtacée dans le monde	20
11	Photo de <i>Myrtus nivellei</i>	22
12	Structure des composés A et B isolés des huiles essentielles de <i>Myrtus nivellei</i>	24
13	Structure de quelques composés isolés de <i>Myrtus communis</i> du Japon	27
14	Structure de quelques composés isolés de <i>Myrtus communis</i> de la Tunisie	27
15	Répartition géographique de la famille Lamiacée	28
16	Diversité de formes et de contours des feuilles de certaines espèces du genre <i>Lavandula</i>	31
17	Photo de <i>Lavandula pebescence</i> subesp antineae	32
18	Répartition du genre <i>Lavandula</i> dans le monde	34
19	Photo de <i>Cymbopogon schoenanthus</i>	41
20	Quelques composés isolés à partir du genre <i>Cymbopogon</i>	43
21	Sites d'enquête	47
22	Forme oxydée et réduite du radical DPPH'	55
23	Mécanisme réactionnel intervenant lors du test FRAP entre le complexe tripyridyltriazine ferrique Fe(III)-TPTZ et un antioxydant (RH)	56
24	Injection intrapéritonéale d'alloxan pour l'induction du diabète	64
25	Répartition des fréquences d'utilisation des plantes médicinales selon les communes d'enquêtes	66
26	Fréquence d'utilisation des plantes médicinales selon le sexe	67
27	Fréquence d'utilisation des plantes médicinales selon l'âge	68
28	Fréquence d'utilisation des plantes médicinales selon les catégories sociales	68
29	Fréquence d'utilisation des différentes parties	72
30	Répartition des formes d'utilisation des plantes pour la préparation de remède	73
31	Répartition des différentes maladies traitées par les cinq plantes	73
32	Fréquence d'utilisation des plantes selon leur état	74
33	Chromatogramme de CPG/SM d'huile essentielle de <i>Cymbopogon schoenanthus</i> Spreng	78
34	Structure des principaux constituants dans l'huile essentielle de <i>Cymbopogon schoenanthus</i>	80
35	Chromatogramme de CPG/SM d'huile essentielle de <i>Myrtus nivellei</i>	82
36	Composés majoritaires identifiées dans l'huile essentielle de <i>Myrtus nivellei</i>	84
37	Chromatogramme de CPG/SM d'huile essentielle d' <i>Artemisia judaica</i>	86
38	Composés majoritaires identifiées dans l'huile essentielle d' <i>Artemisia judaica</i>	90
39	Teneur en polyphénols des extraits et fractions des trois plantes étudiées	94
40	Teneur en flavonoïdes des extraits et fractions des trois plantes étudiées	95
41	Teneur en tanins totaux des extraits et fractions des trois plantes étudiées	95
42	Teneur en polyphénols, flavonoïdes, et tanins totaux des décoctés	96
43	Variation du poids corporel chez les groupes traités et les groupes témoins pendant 21 jours	108
44	Variation de la glycémie chez les groupes traités et les groupes témoins pendant 21 jours	109

Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
I	Les plantes sélectionnées	6
II	Structure de quelques composés isolés des espèces de la famille Astéracée	9
III	Structure de quelques composés isolés des espèces de la famille Myrtacée	21
IV	Composition des huiles essentielles des feuilles de <i>Myrtus nivellei</i>	24
V	Quelques composés identifiés dans l'espèce <i>Myrtus communis</i>	24
VI	Exemple de quelques composés identifiés dans les espèces de la famille Lamiacée	29
VII	Variations des principaux constituants des huiles essentielles des espèces du genre <i>Lavandula</i>	36
VIII	Distribution de différentes classes de flavonoïdes dans le genre <i>Lavandula</i>	39
IX	Structure de quelques composés isolés des espèces de la famille Poacée	40
X	Composés majoritaires identifiés dans quelques espèces du genre <i>Cymbopogon</i>	44
XI	Conditions expérimentales en CPG/SM	50
XII	Répartition des lots d'expérimentation	64
XIII	Plantes recensées dans la région du Hoggar	70
XIV	Résultats des tests chimiques des cinq plantes étudiées	75
XV	Composition chimique des huiles essentielles de <i>Cymbopogon schoenanthus</i>	79
XVI	Composition chimique des huiles essentielles de <i>Myrtus nivellei</i>	83
XVII	Composition chimique des huiles essentielles d' <i>Artémisia judaica</i>	87
XVIII	Rendement et couleur des extraits des plantes étudiées	90
XIX	Teneur en composés phénolique flavonoïdes et tanins totaux des extraits des plantes sélectionnées	92
XX	Activité antioxydante des huiles essentielles et extraits des plantes étudiées	97
XXI	Résultats d'activité antibactérienne des extraits obtenus	104
XXII	Détermination de la concentration minimale inhibitrice des extraits actifs	105
XXIII	Activité antileishmanienne des extraits et les huiles essentielles des plantes investiguées	107
XXIV	Valeurs du poids corporel chez les groupes traités et les groupes témoins pendant 21 jours	108
XXV	Valeurs de la glycémie chez les groupes traités et les groupes témoins pendant 21 jours	110

Liste des abréviations

AFNOR: Association Française de Normalisation

ANDI: Agence Nationale de Développement de l'Investissement

ATCC : American Type Culture Collection

CECT: Spanish Type culture collection

CPG : Chromatographie en phase gazeuse

CPG-SM : Chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse

DL₅₀ : Dose létale de 50%

IC₅₀ : Concentration inhibitrice de 50%

EtOH: Ethanol

GPS: Global Positioning System

INRF: Institut National de Recherche Forestière

ISO: International Standards Organisation

NIST: National Institute of Standards and Technology

OMS: Organisation Mondiale de la Santé

P/V: Poids/ Volume

POD : peroxydase

RPMI : Roswell Park Memorial Institute

SH : Sulfhydryle

TBS: Tris Buffer Saline

TPTZ : Tripyridyl-s-Triazine

UFC: Unité Formant Colonie

UNESCO : Organisation des Nations unies pour l'éducation la science et la culture

SOMMAIRE

Introduction	1
Chapitre I : Description des plantes étudiées	
I.1. Choix des plantes étudiées	3
I.1.5. Plantes sélectionnées	5
I.2. Famille des Astéracées (composées)	7
I.2.1. Composition chimique	8
I.2.2. Genre <i>Nauplius</i>	10
I.2.3. Espèce <i>Nauplius graveolens</i> Forssk	10
I.2.4. Genre <i>Artémisia</i>	16
I.2.5. Espèce <i>Artemisia judaica</i> subesp sahariensis	16
I.3. Famille des Myrtacées	20
I.3.1. Composition chimique	20
I.3.2. Genre <i>Myrtus</i>	22
I.3.3. Espèce <i>Myrtus nivellei</i> Batt & Trab	22
I.4. Famille des lamiacées	27
I.4.1. Composition chimique	28
I.4.2. Genre <i>Lavandula</i>	30
I.4.3. Espèce <i>lavandula Pebescence</i> Maire	32
I.5. Famille des Poacées (Graminées)	39
I.5.1. Composition chimique	40
I.5.2. Genre <i>Cymbopogon</i>	40
I.5.3. Espèce <i>Cymbopogon schoenanthus</i> L	41
Chapitre II : Matériels et méthodes	
II.1. Etude ethnobotanique	46
II.2. Récolte du matériel végétal	48
II.2.1. Reconnaissance botanique	48
II.2.2. Caractérisation chimique	48
II. 3. Huiles essentielles	49
II. 3.1. Extraction des huiles essentielles	49
II. 3.2. Analyse des huiles essentielles par CPG-SM	50
II. 4.Composés phénoliques	51
II.3.1. Extraction des composés phénoliques	51

II.4.2	Détermination de la teneur en composés phénoliques totaux	52
II.4.3.	Dosage des flavonoïdes totaux par la méthode de trichlorure d'aluminium	53
II.4.4.	Dosage des tannins	53
II.5.	Evaluation de l'activité antioxydante	54
II.6.	Evaluation de l'activité antimicrobienne	56
II.7.	Activité antiparasitaire	59
II.7.1.	Leishmaniose	59
II.7.2.	Formes cliniques de la leishmaniose	59
II.7.3.	Activité leishmanicide	60
II. 8.	Activité antidiabétique	62
II.8.1.	Diabète	62
II.8.2.	Classification	62
II.8.3.	Expérimentation animale	63
II.9.	Analyse statistique	65
Chapitre III : Résultats et discussion		
III.1.	Résultats de l'enquête ethnobotanique	66
III.2.	Screening chimique des plantes sélectionnées	75
III.3.	Rendement des huiles essentielles	76
III.4.	Analyse des huiles essentielles par GC-MS	77
III.5.	Composés phénoliques	91
III.5.1.	Rendement des extraits phénoliques	90
III.5.2.	Teneur en polyphénols flavonoïdes et tanins totaux des extraits obtenus	91
III.6.	Activités biologiques des extraits	96
III.6.1.	Activité antioxydante	96
III.6.2.	Activité antibactérienne	100
III.6.3.	Activité antileishmanienne	105
III.6.4.	Activité antidiabétique	107
Conclusion générale		111
Références bibliographiques		114

Introduction générale

La nature est pleine de ressources aux vertus bénéfiques pour l'homme. En plus de son alimentation, il y trouve des substances actives qui procurent un bienfait à son organisme. (Rebbas *et al.*, 2012). Dans le monde, les plantes ont toujours été utilisées traditionnellement comme des remèdes contre diverses maladies. Les médicaments à base de plantes sont considérés comme peu toxiques et doux par rapport aux médicaments pharmaceutiques; c'est ainsi que leur industrie est de plus en plus développée grâce aux diverses études ethnobotaniques des plantes (Dibong *et al.*, 2011). La transmission des savoirs thérapeutiques ancestraux, qui s'effectue très souvent de façon orale dans les zones africaines, se trouve menacée d'extinction en parallèle à l'ingérence des "cultures occidentales" dans les mœurs des jeunes. D'où la nécessité et l'urgence d'inventorier ces connaissances ancestrales sur les plantes médicinales afin de sauvegarder celles ayant des activités pharmacologiques intéressantes et menacées d'extinction ou non (Telefo *et al.*, 2012).

L'étude de la chimie des plantes est toujours d'actualité vu que le règne végétal représente une source importante d'une immense variété de molécules bioactives. Parmi ces composés on retrouve, les coumarines, les alcaloïdes, les acides phénoliques, les tanins, les lignanes, les terpènes et les flavonoïdes (Hopking, 2003).

Ce travail qui constitue une contribution à l'exploitation et la valorisation des ressources naturelles sahariennes nous a permis, grâce à une enquête ethnobotanique, de cibler cinq plantes à savoir : *Nauplius graveolens* Forssk, *Artemisia judaïca* Maire, *Myrtus nivellei* Coss. & Dur, *Cymbopogon shoenanthus* Spreng et *Lavandula pubescens* Maire, d'en étudier leurs caractéristiques aussi bien biologiques que chimiques. Notre choix s'étant focalisé sur un groupe de plantes ayant une utilisation traditionnelle pour le traitement de certaines pathologies telles que le diabète, la diarrhée, mais aussi pour d'autres indications telles que les inflammations et la toux. Notons aussi que ce travail est un développement de travaux déjà publiés (Ramdane *et al.*, 2015, 2017a ; 2017b) et représente une base de données assez consistante pour d'éventuelles investigations scientifiques sur les mêmes plantes. Les deux plantes citées dans le titre de cette thèse : *Capparis spinosa* et *Ziziphus lotus* n'ont pu être investies leur indisponibilité.

L'étude de la végétation du Sahara central et plus spécialement du massif du Hoggar a déjà fait l'objet de plusieurs travaux, dont ceux de René Maire (1933), Pierre Quézel (1954) puis Paul Ozenda dont la Flore du Sahara septentrional et central paraîtra en 1958.

En 2000 une mise à jour des connaissances sur la médecine traditionnelle des touarègues a été publiée par Jacques Hureiki. Mais aucun de ces travaux n'a fait l'étude biologique ou chimique des espèces sahariennes que dans les derniers siècles. C'est dans ce contexte que notre contribution va s'inscrire, à travers cette thèse.

Notre manuscrit comporte deux grandes parties, dont la première est consacrée à la synthèse bibliographique sur les différents aspects de notre étude (les plantes; la zone de récoltes et les caractérisations biologiques et chimiques). Dans la deuxième partie expérimentale, elle est divisée en 2 chapitres: Matériels - méthodes et résultats - discussions nous avons développé l'ensemble des techniques et méthodes utilisées pour l'extraction, le dosage colorimétrique des polyphénols, des flavonoïdes et les tannins totaux, suivis par l'évaluation des différentes activités (anti-oxydante, antimicrobienne, anti-parasitaire). Une étude de l'activité hypoglycémiant des décoctés préparés à partir des deux plantes *Nauplius graveolens* Forssk et *Myrtus nivellei* Coss. & Dur a été aussi développée. Une conclusion générale est donnée à la fin de cette thèse mettant en exergue les principaux résultats obtenus.

Chapitre I :

Description des plantes
étudiées

I.1. Choix des plantes étudiées

La sélection du matériel végétal est la première étape dans une étude phytochimique. Du soin avec lequel elle sera réalisée dépend en grande partie le succès du travail entrepris par la suite (Ferrari, 2002). Un certain nombre de critères ont été pris en compte pour la sélection des plantes de cette étude:

I.1.1. Origine géographique

Le Hoggar est la partie la plus méridionale du Sahara algérien. Compris entre 21°-25° d'altitude Nord et entre 3°-6° de longitude Est, il est limité au Nord par le plateau du Tidiket et la cuvette du Touât, à l'Est par les falaises du Tassili N'ajjer, à l'Ouest par la plaine du Tanezrouft, au Sud-est par l'Adrar des Ifoghas. Couvrant une superficie d'environ 554.000 Km² soit 1/4 de la surface globale de l'Algérie, il est traversé dans sa partie centrale par le tropique du Cancer. Tamanrasset (figure1), ville de près de 100000 habitants (2004), est la capitale administrative de L'Hoggar. A une altitude de 1450 mètres, entourée de pics volcaniques et de massifs montagneux, la ville est située à 2000 km au Sud d'Alger et 600 km au Nord d'Agades, première ville nigérienne (Sahki et Sahki-Boutamine, 2004; Chenoune, 2005).

La spécificité biologique du Sahara, ainsi que l'existence de vastes étendues constituant des obstacles indéniables à la dissémination des plantes, font que la flore est très pauvre en nombre d'espèces et que l'endémisme est particulièrement développé atteignant la valeur remarquable d'environ 25% (Ozenda, 1983). Composées de 1200 espèces pour tout le Sahara. Cette flore est répartie en 104 familles d'angiospermes et 400 genres. Les principales familles sont les Asteraceae, Brassicaceae, Fabaceae, Poaceae, Chénopodiaceae et Caryophyllaceae, qui représentent environ 40% de la flore saharienne (Baali-cherif, 2007).

Le Hoggar subit l'influence de deux régimes climatiques: Le régime méditerranéen (tempéré) et le régime tropical (soudanais). De part sa situation géographique exceptionnelle, l'Hoggar se trouve entre un véritable refuge écologique de forte diversité floristique et faunistique. Plusieurs types de flores se distinguent selon leurs origines biogéographiques: Une flore méditerranéenne, une flore saharo-sindienne, une flore soudano-décanienne, une flore cosmopolite, une flore endémique. La flore actuelle est pauvre par rapport à l'étendue du Hoggar: Maire y distingue 350 espèces et Sahki cite plus de 300 arbres, arbustes et arbrisseaux, autochtones ou introduits. Ces espèces s'associent et forment, sous l'influence du climat, de la géomorphologie et des disponibilités hydriques, des groupements végétaux dont l'étude a été faite par plusieurs auteurs (Baali-cherif, 2007).

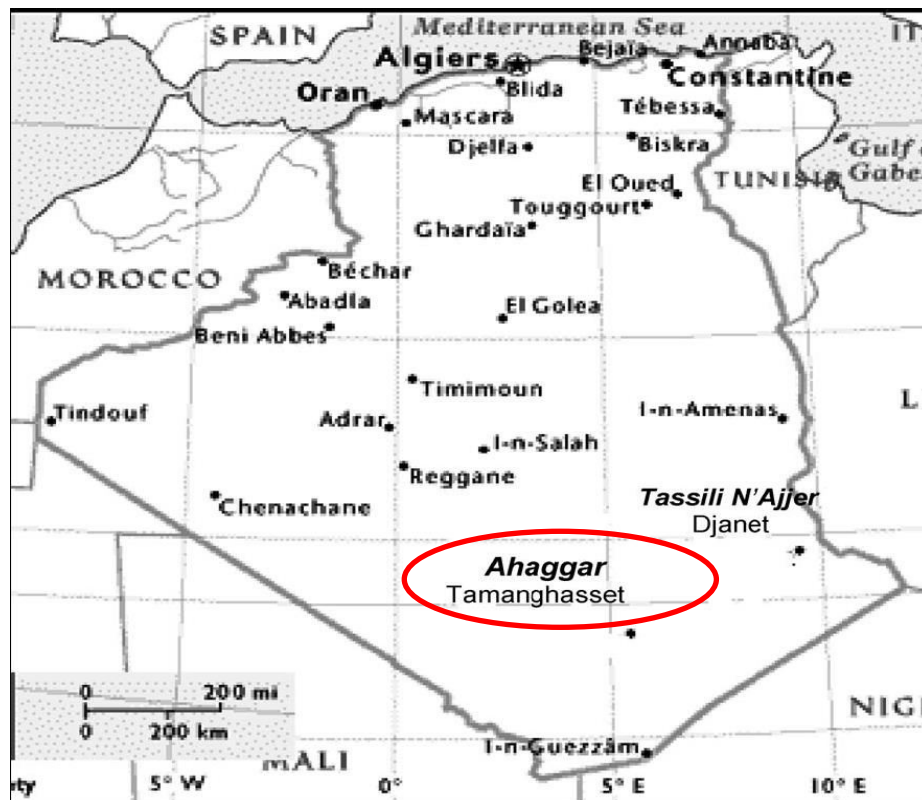


Figure 1 : Délimitation de la zone d'étude (Hamiche et Maiza, 2006)

I.1.2. Utilisation traditionnelle

L'ethnobotanique et l'ethnopharmacologie mettent en relation les savoirs ancestraux des médecins traditionnels et les connaissances scientifiques actuelles. Malgré le fait que certaines plantes soient encore utilisées pour leurs propriétés antimicrobiennes et antifongiques dans la médecine traditionnelle sans aucune preuve scientifique, un criblage systématique de diverses plantes médicinales peut aboutir à la découverte de nouveaux composés antimicrobiens, ce qui justifie l'objectif de nos travaux (Abedini, 2013).

I.1.3. Aspect chimique et chimiotaxonomique

Les plantes appartenant aux mêmes familles ou à des familles voisines et/ou qui poussent dans les mêmes biotopes sont susceptibles de synthétiser les mêmes molécules chimiques. La chimiotaxonomie, ou classification des plantes en fonction de leurs métabolites secondaires, complète les classifications botaniques basées sur des critères morphologiques et moléculaires (Ferrari, 2002; Abedini, 2013).

I.1.4. Les apports de la littérature

Dans l'optique de la découverte de nouvelles molécules et/ou de nouvelles voies d'application thérapeutiques (ou cosmétiques), il est plus judicieux de choisir des plantes qui ont été peu ou pas travaillées chimiquement et biologiquement.

Cependant, si la famille ou le genre a déjà été étudié, il sera plus facile de trouver des procédés analytiques, d'identifier rapidement les composés déjà connus et de trouver des traceurs qualitatifs et quantitatifs. Cela permet également d'éliminer les genres et/ou les espèces connus pour leur toxicité (Abedini, 2013).

I.1.5. Plantes sélectionnées

Une première liste comprenant une trentaine de plantes médicinales rencontrées dans le Sahara algérien a été établie (Tableau I) suite à une enquête ethnobotanique. Ensuite grâce à une recherche bibliographique exhaustive (Sahki et Sahki-Boutamine, 2004) et observation du matériel végétal sur terrain afin de limiter le nombre des plantes, les critères de rejets suivants ont été pris :

- Plante très épineuse et difficile à récolter;
- Plante ayant fait l'objet de nombreuses études scientifiques;
- Plante très peu abondante sur terrain;
- Plante cosmopolite.

Tableau I: Les plantes sélectionnées

Famille	Plante	Aspect botanique	Répartition	Retenue ou non
Lamiaceae	<i>Salvia aegyptiaca</i> L	Plante très rameuse,	D'origine saharo-sindienne. On la trouve également au Hoggar, l'Afrique du Nord, en Égypte, en Arabie et en Iran	Non retenue (nombreux travaux)
	<i>Teucrium polium</i> L	Plante souvent pérenne, velue, ramifié	Espèce cosmopolite d'origine méditerranéenne, fréquente au Hoggar	Étudiée par le laboratoire de Biogéochimie (Univ. Ourgla)
	<i>Salvia chudaei</i> Batt and Trab	Très rameuse, velue	Espèce endémique du Sahara central	Étudiée par le laboratoire de Biogéochimie (Univ. Ourgla)
	<i>Mentha longifolia</i> L	Plante vivace très odorante, entièrement couverte de poils soyeux	C'est une plante cosmopolite	Non retenue (nombreux travaux)
	<i>Marrubium deserti</i> De Noë	Arbrisseau, très rameaux, à tiges raides	Espèce endémique du Sahara central et septentrional	Non retenue (nombreux travaux)
	<i>Lavandula pubescens</i> Maire	Un sous-arbrisseau rameux	Endémique du Sahara central	Retenue
Asteraceae	<i>Atractylis aristata</i> Batt and Trab	Plante vivace très épineuses, tiges ramifiées et dressées	Endémique saharienne	Non retenue (très épineuse)
	<i>Matricaria pubescens</i> Scultz	Petites touffes vertes sombres, tiges couchées se redressant à l'extrémité	Endémique nord-africaine est assez commune au Sahara	Non retenue (nombreux travaux)
	<i>Nauplius graveolens</i> Forsk	Plante vivace à rameaux étalés	Espèce saharo-sindienne est fréquente au Sahara central, septentrional	Retenue
	<i>Artemisia judaica</i> subsp. sahariensis (Chev)	Arbrisseau vivace en touffes très denses	Espèce saharo-sindienne, la sous-espèce sahariensis propre au Sahara central	Retenue
	<i>Artemisia campestris</i> L	Arbrisseau très ramifié	D'origine méditerranéenne	Non retenue (nombreux travaux)
Zygophyllaceae	<i>Fagonia bruguieri</i> DC	Plante vivace très rameuse à souches ligneuses, rameaux herbacés	Espèce d'origine saharo-sindienne se rencontrent au Sahara central, septentrional	Non retenue (cosmopolite) (nombreux travaux)
	<i>Tribulus terrester</i> L	Plante herbacée, annuelle prostrée, velue	Espèce cosmopolite	Non retenue (cosmopolite) (nombreux travaux)
	<i>Balanites aegyptiaca</i> Del	Arbre épineux	Fréquente dans le Sahara central, dans tout le Sahel, au Maroc	Non retenue (nombreux travaux)
	<i>Zygophyllum album</i> L	Plante herbacée, annuelle, très rameuse	Présente au Tidikelt, au Touat, dans le Sahara septentrional, en Égypte, en Arabie et à Chypre	Non retenue (nombreux travaux)
Fabaceae	<i>Acacia nilotica</i> L	Arbre épineux	Espèce sahélo-soudanaise, on la trouve dans le Sahara central, du Sénégal au Soudan, en Europe	Non retenue (arbre épineux riche en latex)
	<i>Acacia tortilis</i> (Forsk)	Arbre épineux	Très répandu, on le trouve du Sénégal, à l'Afrique orientale et l'Arabie du sud	Non retenue (arbre épineux riche en latex)
Apiaceae	<i>Deverra scoparia</i> Coss and Dur	Plante vivace, en touffes importantes	Plante endémique nord-africaine	Étudiée par le laboratoire de Biogéochimie
	<i>Ammondaucus leucotrichus</i> Coss and Dur	Herbacée annuelle	Espèce saharienne	Non retenue (rare au Sahara central + nombreux travaux)

Caparidaceae	<i>Cleome arabica subspamblyocarpa</i> (Barrate and Murb)	Plante herbacée à odeur fétide, rameuse	Espèce saharo-sindienne	Non retenue (nombreux travaux + odeur fétide)
	<i>Capparis spinosa</i> L	Arbuste épineux à rameaux rampants, touffu	Espèce saharo-sindienne et méditerranéenne, se rencontre au Sahara central et septentrional ainsi qu'en Arabie, Iran et Inde	Retenue au premier, ensuite annuler à cause de nombreux travaux + arbuste épineux difficile à récolter
Chenopodiaceae	<i>Atriplex halimus</i> L	Arbuste polymorphe, touffu de teinte argentée	Commun dans le Sahara central et septentrional	Non retenue (nombreux travaux+ plante exogène)
Salvadoraceae	<i>Salvadora persica</i> L	Petit arbre de haut à fortes ramifications et à rameaux flexibles retombant	Au Sahara central de l'Atlantique à la Mer rouge et de l'Arabie aux Indes	Non retenue (la même espèce est étudiée dans la référence Chellichentouf et al., 2012)
Solanaceae	<i>Hyoscyamus muticus</i> L	Plante vivace, en touffes, à tiges herbacées nombreuses dressées	Espèce saharo-sindienne, se trouve en Egypte, en Arabie et en Iran, la sous espèce felezlez est endémique du Sahara septentrional et central	Non retenue (très toxique)
Resedaceae	<i>Reseda villosa</i> Coss	Plante pérenne, couverte de poils laineux à souche ligneuse, épaisse	Endémique saharienne	Non retenue (bon pâturage pour les chameaux et chèvres)
Polygonaceae	<i>Colligonum comosum</i> L'Her	Arbuste, très rameux sans tronc principal	Se rencontre dans le Sahara central et septentrional, en Egypte, en Arabie et en Iran	Non retenue (fixateur de dunes+ bon pâturage pour le dromadaire)
Myrtaceae	<i>Myrtus niveili</i> Batt and Trab	Arbrisseau à écorce rugueuse	Très réponde au Sahara central	Retenue
Axlepiaceae	<i>Solenostemma oleifolium</i> Bull and Bruce	Arbrisseau buissonnant, vivace, visqueux	Espèce saharienne	Non retenue (nombreux travaux)
Ramnaceae	<i>Zizyphus lotus</i> L	Arbuste épineux, très ramifié à grosses souches souterraines	D'origine méditerranéenne, se rencontre en Europe, en Afrique du Nord, en Afrique occidentale et en Arabie	Retenue au premier, ensuite annuler à cause de nombreux travaux + arbuste épineux difficile à récolter
Rutaceae	<i>Haplophyllum tuberculatum</i> L	Plante herbacée à tige ligneuse	Commun dans tout le Sahara septentrional, semble absent ou très rare au Sahara central	Non retenue (espèce très rare au Sahara centrale)
Poaceae	<i>Cymbopogon schoenanthus</i> L Spreng	Plante en touffes épaisses, serrées	Très commun dans tout le Sahara, se trouve en Ethiopie, en Egypte, en Arabie et dans l'Asie désertique	Retenue

Dans le but de valoriser et de travailler sur le plus grand nombre possible de plantes dans cette thèse, nous avons pu choisir 5 plantes de différente famille botanique qui sont très peu étudiées jusqu'à présent, et abondantes sur terrain.

I.2. Famille des Asteraceae (Composeae)

Cette famille doit son nom aux diverses fleurs en étoile, du grec *astèr*: astre. C'est une famille d'une grande importance tant pour son utilisation en industrie alimentaire qu'en thérapeutique (Bruneton, 1999).

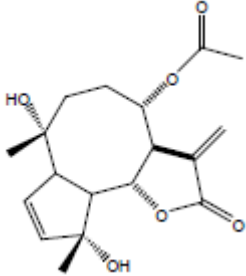
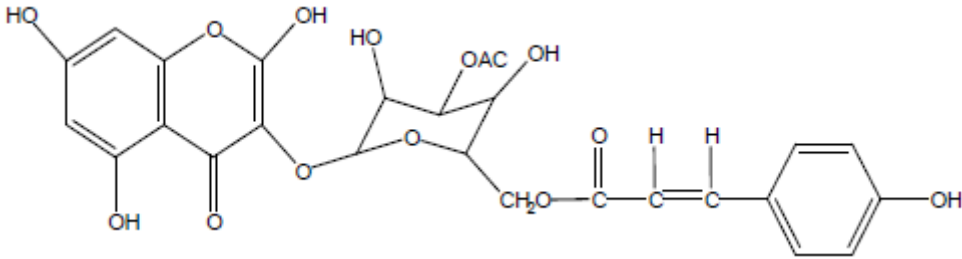
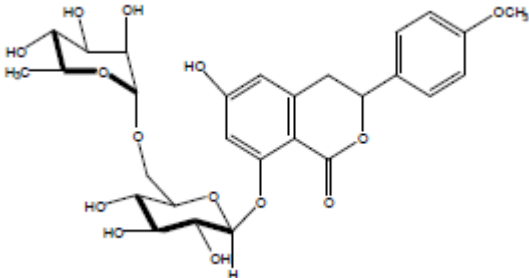
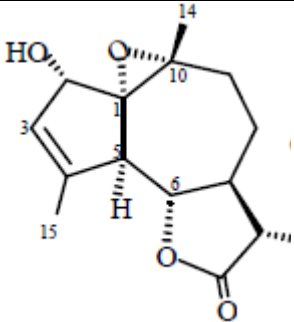
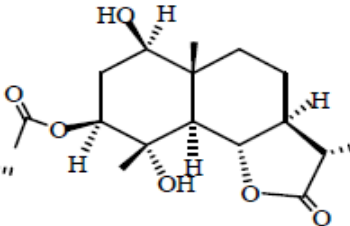
C'est la famille la plus importante chez les Angiospermes (Guignard et Dupont, 2005) elle est cosmopolite avec 25000 espèces connues groupées en 1000 genres, les Astéraceae peuvent être divisées en 12 à 13 tribus (Ducombs, 1999; Alvarenga, 2001). En Algérie, il en existe 109 genres et 408 espèces (Quezel et Santa, 1963). Les Composeae surtout représentées dans les régions tempérées et froides du globe sont des plantes généralement herbacées avec des feuilles isolées leur inflorescence est tout à fait caractéristique (Paris et Moyse, 1981) c'est un capitule entouré par des pièces appelées bractées dont l'ensemble forme l'involucre (Ozenda, 1983) sur la tête renflée de l'axe floral ou réceptacle, les fleurs généralement nombreuses sont groupées souvent à l'aisselle de paillettes ou d'écailles, ces fleurs ont un calice en forme de bourrelet annulaire portant fréquemment des écailles ou des soies (Paris et Moyse, 1983). Le fruit est un akène surmonté ou non d'une aigrette (Cohen, 1980).

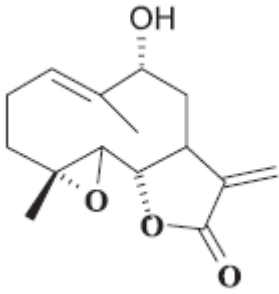
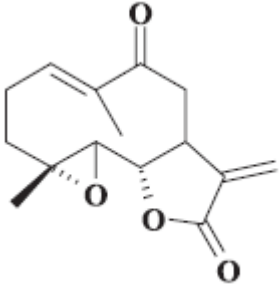
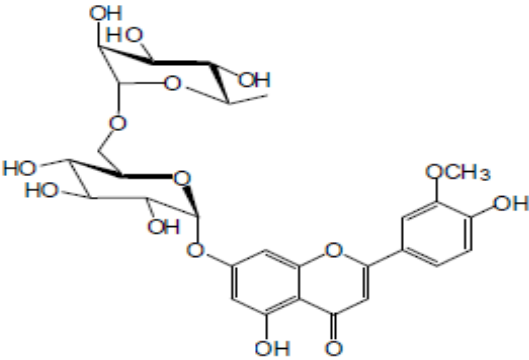
I.2.1. Composition chimique

C'est une famille constituée de différents composés dont les principes actifs sont très variés. Beaucoup de Composeae sont des plantes aromatiques (camomille, romaine, matricaire, artemisia divers....) leurs huiles essentielles renferment quelques composés aliphatiques ou aromatiques mais surtout des terpènes et leurs dérivés tel que l'azulène (Paris et Moyse, 1981). Les plantes de cette famille contiennent des lactones sesquiterpéniques (Ducombs, 1999; Guigna et Dupont, 2005) où ces lactones sont diversifiées et utiles pour la taxonomie (Judd et *al.*, 2002). Plus que 5000 espèces appartiennent à cette famille ont été étudiées et 7000 molécules ont été isolées (Alvarenga, 2001).

Vu la diversité des composés flavonoïdiques isolés de cette famille, les chercheurs ont l'utilisée comme un marqueur chimiotaxonomique (Alvarenga, 2001; Emerenciano, 2001). Une trentaine de type flavonoïdique ont pu être identifiés chez les Astéraceae (Bruneton, 1999), beaucoup appartiennent au groupe des flavones sont très répandus: apigénine 7 glucoside, luteoline 7 glucoside et luteoline 7 rutinoside mais on trouve aussi des flavonols notamment rhamnoglucoside du quercétine et glucoside du kaempferol. Les tanins sont rares et peu abondants. Bien que les Composées ne soient pas considérées comme une famille à alcaloïdes, ceux-ci sont assez répandus en petite quantité (Paris et Moyse, 1981). Le tableau II montre quelques composés isolés des plantes de cette famille:

Tableau II: Structure de quelques composés isolés des espèces de la famille Astéraceae

Plante	Structure	Références
<p><i>Chrysanthemum boreale</i></p>	 <p>8-Acetoxy-4,10-dihydroxy- 2,11(13)-guaiadene-12,6-olide</p>	<p>Park <i>et al.</i>, 2009</p>
<p><i>Scorzonera austriaca</i></p>	 <p>Luteolin 3'-(6-E-p-coumaroyl-β-D-glucopyranoside)</p>	<p>Ting <i>et al.</i>, 2007</p>
<p><i>Scorzonera cretica</i></p>	 <p>1H-2-Benzopyran-1-one, 8-[[6-O-(6-deoxy-α-L-mannopyranosyl))-β-D-glucopyranosyl] oxy]-3,4-dihydro-6-hydroxy-3-(4-methoxyphenyl)-</p>	<p>Paraschos <i>et al.</i>, 2001</p>
<p><i>Matricaria chamomilla</i></p>	  <p>1α,10α-epoxy-2α-hydroxy-(5α,6β,7α,11βH)-guai-3(4)-èn,12,6α,olide (2α- hdroxy arborescine)</p> <p>3β-acétoxy-1β,4α-dihydroxy-(5α,6β,7α,11βH-10β méthyl) - eudesman-12,6α-olide (Matricolone)</p>	<p>Zaiter <i>et al.</i>, 2007</p>

<i>Anvillea radiata</i>	 <p>9a-hydroxyparthenolide</p>	 <p>parthenolid-9-one</p>	El Hassany <i>et al.</i> , 2004
 <p>Diosmétine-7-O-rutinoside</p>			

I.2.2. Genre *Nauplius*

Arbuste bas à écorce blanche et crevassée dans les parties âgées à rameaux très étalés naissant peu au dessous des capitules; feuilles d'une verte pale étroites et profondément découpées, très velues les supérieures presque entières et entourant le capitule qu'elles dépassent longuement, involucre à bractées coriaces indurées à maturité, fleurs jaunes écailles du réceptacle allongées et dures dépassant longuement les achaines ceux-ci en cône renversé arqués, velus à quatre cotes très saillantes, tronqués au sommet et à aigrette remplacée par une couronne de quatre écailles membraneuses déchiquetées (Ozenda, 1983).

I.2.3. Espèce *Nauplius graveolens* Forssk

C'est un sous arbrisseau vivace, touffu qui peut atteindre jusqu'au 50 centimètre de haut (figure2), pour les Touargs elle forme un couple masculin – féminin (*amayu-tamayut*) avec *Pulicaria incisa*. Les rameaux blanchâtres se divisent en dessous des capitules jaune d'or, les feuilles d'une verte pale étroites et profondément découpées très velues, les fleurs sont jaunes (Benchalal *et al.*, 2004; Sahki et Sahki Boutamine, 2004).



Figure 2: Photo de *Nauplius graveolens*

I.2.3.1. Nomenclature et systématique

Le nom scientifique est *Nauplius graveolens* (Schousb), elle a des synonymes (Cheriti *et al.*, 2007) :

- *Bubonium graveolens* (Forssk) Maire,
- *Asteriscus graveolens* (Forssk),
- *Buphtalmum stenophyllum* (Link),
- *Bubonium odorum* (Schousb).

Nom arabe: Tafs (Cheriti *et al.*, 2007).

Noms tamahaq: Amayou (Sahki et Sahki- Boutamine, 2004; Akssira *et al.*, 2006).

➤ Systématique

Embranchement : Spermaphytes

Sous embranchement : Angiosperme

Classe : Dicotylédones

Ordre : Astérales

Famille : Astéraceae

Genre : *Nauplius*

Espèce : *Nauplius graveolens* (Sahki et Sahki- Boutamine 2004 ; Guignard et Dupont, 2005)

I.2.3.2. Répartition géographique

Cette espèce est fréquente au Sahara central, en Egypte et dans le Sud Est du Maroc, en Ahaggar, elle est fréquente dans les savanes désertiques, les lits d'oueds limoneux sablonneux et pierreux et sur la rocaille des montagnes jusqu'à 2800 mètres d'altitude (Maire, 1933; Akssira *et al.*, 2006).

I.2.3.3. Usage thérapeutique

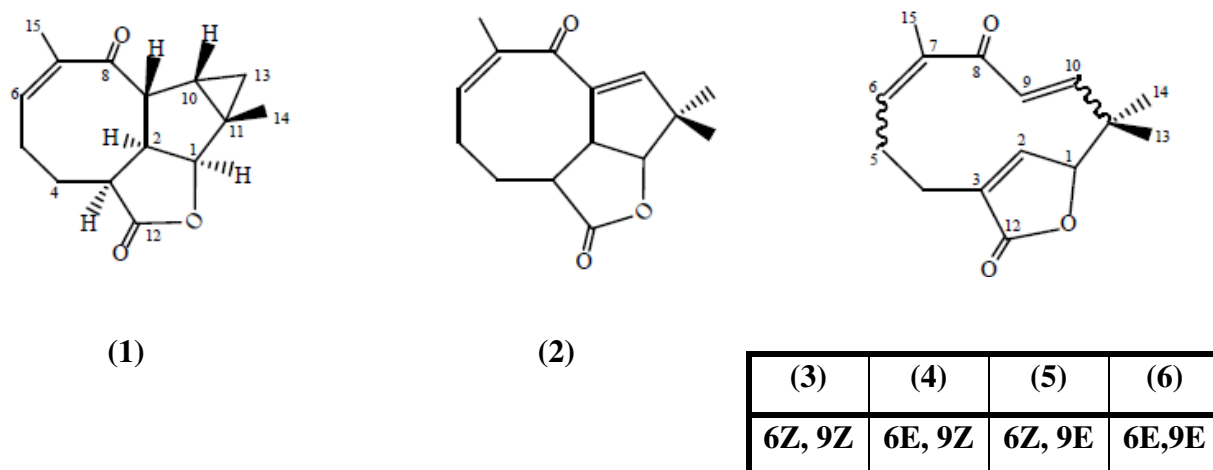
Cette espèce est très parfumée et considérée comme un très bon remède (Benchalah *et al.*, 2004) elle est utilisée contre les vomissements (Sahki et Sahki boutamine, 2004), pour le traitement des affections respiratoires (sinusites) et la migraine, on peut en faire des cataplasmes ou l'utilisée sous forme d'infusion (Benchalah *et al.*, 2004) contre le diabète et les infections microbiennes (Akssira *et al.*, 2006). Dans le traitement du rhumatisme et la fatigue (Hamiche et Maisa, 2006). Au Maroc l'infusion de la plante entière est utilisée, en gargarisme, pour calmer le ment de dents et de gencives, dans le même but, on mastique des feuilles fraîches. Une décoction est utilisée par les femmes pour combattre la stérilité (Alilou, 2012).

I.2.3.4. Chimie de *Nauplius graveolens*

Selon l'étude de Cheriti et ses collaborateurs, ils ont analysé l'extrait des huiles essentielles de *Nauplius graveolens* du sud Ouest d'Algérie par GC et GC-MS. 43 composés sont identifiés dans les feuilles et les fleurs représentent 97% et 97,6% des composés totales respectivement le 1,8 cinéol (21,5% dans les feuilles, 16,5% dans les fleurs) δ cadinol (19,1% dans les feuilles, 13,9% dans les fleurs) sont les composés majoritaires de cette huile essentielle (Cheriti *et al.*, 2006).

L'étude des huiles essentielles de *Nauplius graveolens* de Maroc a permis l'identification de 27 composés dont les majoritaires sont : 6-oxocyclonerolidol (74.9%) and 6 hydroxycyclonerolidol (11.8%) (Znini *et al.*, 2012).

Le fractionnement d'extrait chloroformique sur colonne de gel de silice, a permis d'identifier à l'aide de 2D RMN un nouveau sesquiterpène lactone appelle « Naupiliolide » ou « 14,15dimethyl 7,13 dioxotricyclique dodeca 12,13 olide (1) avec d'autre composés : 6,7,9,10-tétradihydroasteriscanolide (2) 8-oxo-humula-6Z,9Z-dièn-12,1-olide (3), 8-oxohumula- 6E,9Z-dièn-12,1-olide (4), 8-oxo-humula-6Z,9E-dièn-12,1-olide (5), 8-oxohumula- 6E,9E-dièn-12,1-olide (6) (Akssira *et al.*, 2006).



Ainsi l'étude chimique de l'espèce *Asteriscus graveolens* (El Dahmy *et al.*, 1985) a abouti à l'isolement et la caractérisation 6,7,9,10-tétradihydroasteriscanolide (2), méthyl-2 α -3 α ,9 α H-asteriscan-12-oate(7), bisabol-2,10-dièn-1-one(8), 6 α -hydroxybisabol-2,10-dièn-1-one(9), coniféryldiisovalérate (10).

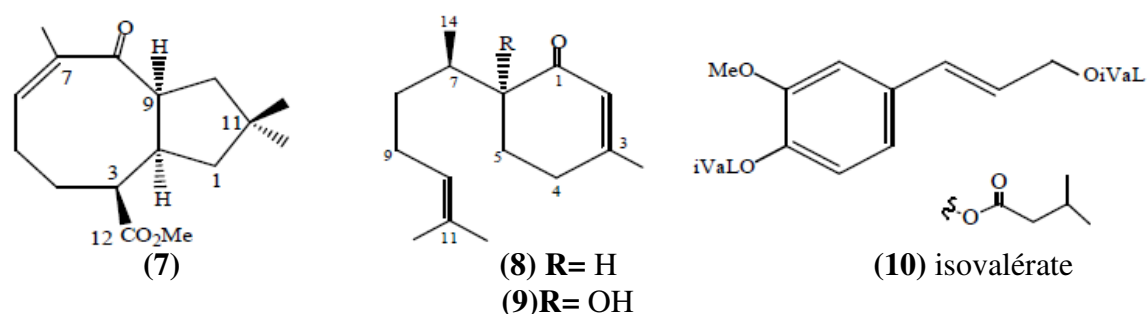


Figure 3: Structure de sesquiterpènes isolés de la plante *Nauplius graveolens* (El Dahmy *et al.*, 1985; Akssira *et al.*, 2006)

Par contre Ahmed et ses collaborateurs ont analysé et déterminé les flavonoïdes de *Nauplius graveolens* d'Égypt. L'analyse a été fait par RMNH¹ ils ont identifiés 11 composés flavonoidiques parmi les: kaempferol 3-O- β -glucoside, kaempferol 3-O- β - galactoside, kaempferol 7-O- β - galactoside, quercetine 7-O- β -glucoside, luteoline 7-O- β - glucoside, quercetine (Ahmed *et al.*, 1991).

L'étude chimique réalisée par San Feliciano et collaborateurs (1982,1989) sur l'extrait hexanique d' *Asteriscus aquaticum*, a permis de mettre en évidence par les mêmes méthodes décrites ci-dessous, la présence des deux sesquiterpènes lactones à squelette humulène: 8-oxo-humula-2,6,9,-trièn-12,1-olide (11), 8 α -hydroxy- humula-2,6,9,-trièn-12,1-olide (12). Une étude chimique plus récente effectuée sur la même espèce et le même extrait, a permis d'identifier un sesquiterpène lactone nommé Asteriscunolide (13).

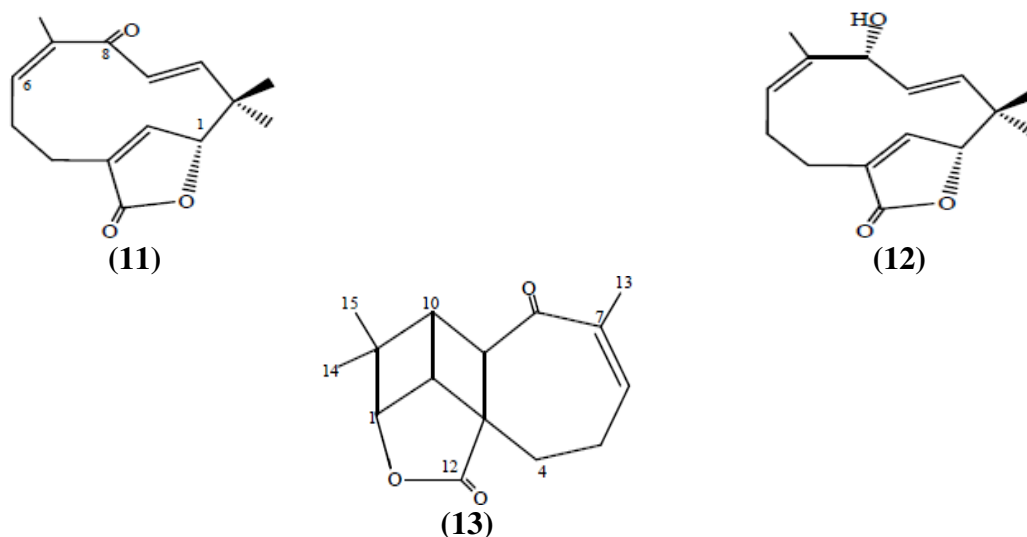
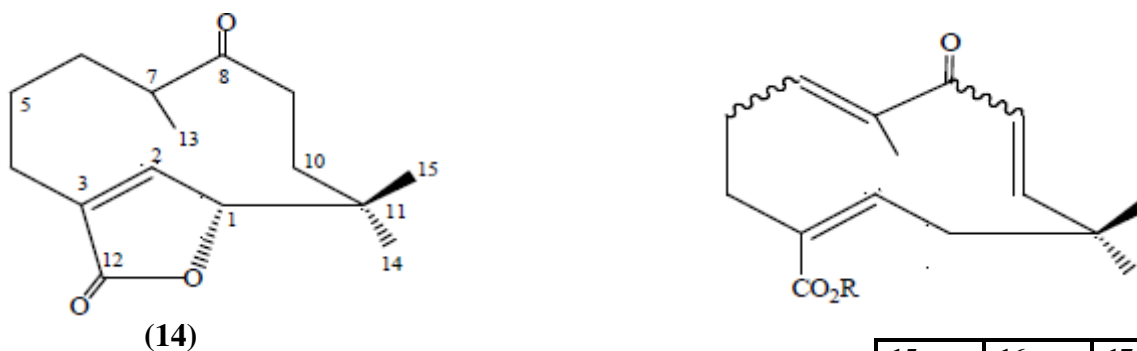


Figure 4: Structure de sesquiterpènes isolés de la plante *Asteriscus aquaticum* (San Feliciano *et al.*, 1982;1989)

L'investigation chimique de l'extrait chloroformique de l'espèce *Asteriscus vogelii* (Amélia *et al.*, 2001) a permis d'identifier dix composés constitués exclusivement de sesquiterpènes lactones à squelette humulène parmi les: 8-oxo-6,7,9,10-tétraheptahydrohumulèn-12,1-olide (**14**), asteriscunolides (**3**), (**5**) et (**6**), acide 8-oxo- α -humula-6Z,9E-dièn-12-oïque (**15**), acide 8-oxo- α -humula-6E,9Z-dièn-12-oïque (**16**), acide 8-oxo- α -humula-6E,9E-dièn-12-oïque (**17**).



	15	16	17
R	H	H	H
	6Z,9E	6E,9Z	6E,9E

Figure 5: Structure de sesquiterpènes isolés de la plante *Asteriscus vogelii* (Amélia *et al.*, 2001)

Une autre étude phytochimique réalisée sur l'extrait méthanolique des parties aériennes d'*Asteriscus sericum* (Jakupovic *et al.*, 1987), a abouti à l'isolement de huit composés : asteriscunolide (**3-6**), 6-oxo-cyclonérolidol (**18**), 6 α -hydroxycyclonérolidol (**19**), stigmastérol- β -D-glucopyranoside (**20**) et β -sitostérol (**21**).

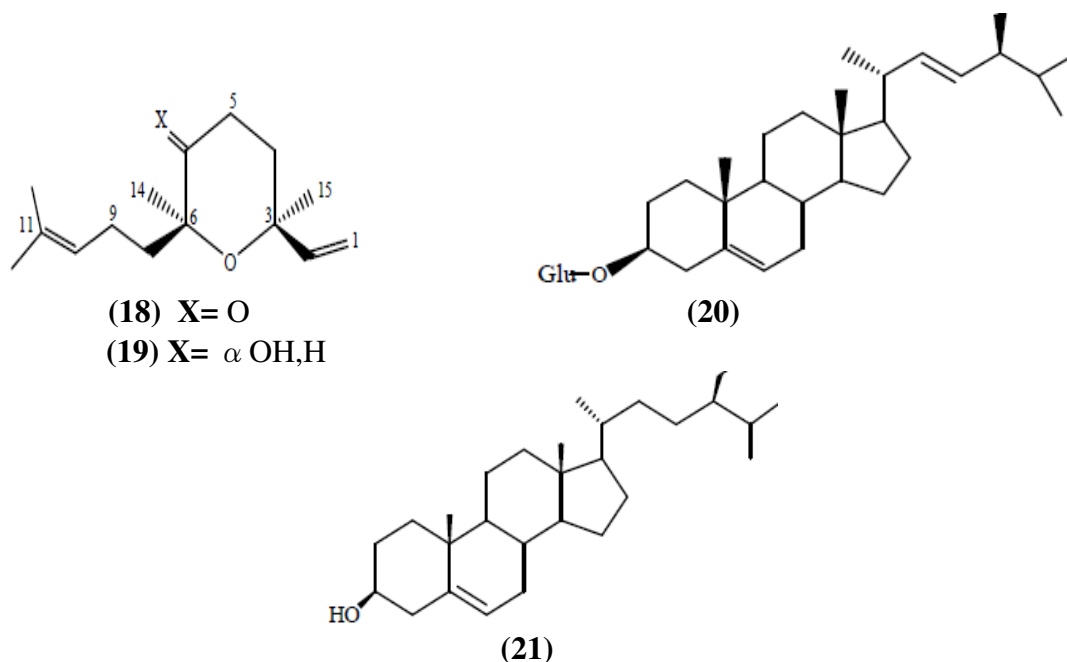
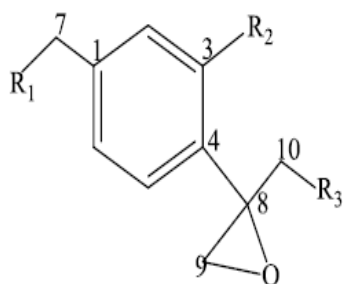


Figure 6: Structure de sesquiterpènes isolés de la plante *Asteriscus sericum* (Jakupovic *et al.*, 1987)

L'espèce *Asteriscus schimperi* s'est avérée extrêmement riche en sesquiterpènes (Abdelaziz *et al.*, 2005). En effet, l'investigation chimique de l'extrait chloroformique a permis d'isoler et d'identifier six sesquiterpènes dont deux à squelette bisabolone (7) et (8), et quatre à squelette humulène (3), (4), (5) et (6).

Une recherche bibliographique exhaustive a été réalisée sur l'espèce *Asteriscus pygmaeum* (Ahmed *et al.*, 1992). Cette étude menée sur l'extrait méthanolique des parties aériennes, a abouti à la mise en évidence de sept composés dérivés du thymol et farnésol. Leurs structures sont représentées ci-dessous (22-28).



	22	23	24
R ₁	H	OCOCHMe ₂	OCOCH ₂ CHMe ₂
R ₂	OCOCHMe ₂	OCOCHMe ₂	OCOCHMe ₂
R ₃	OCOCHMe ₂	OCOCHMe ₂	OCOCHMe ₂

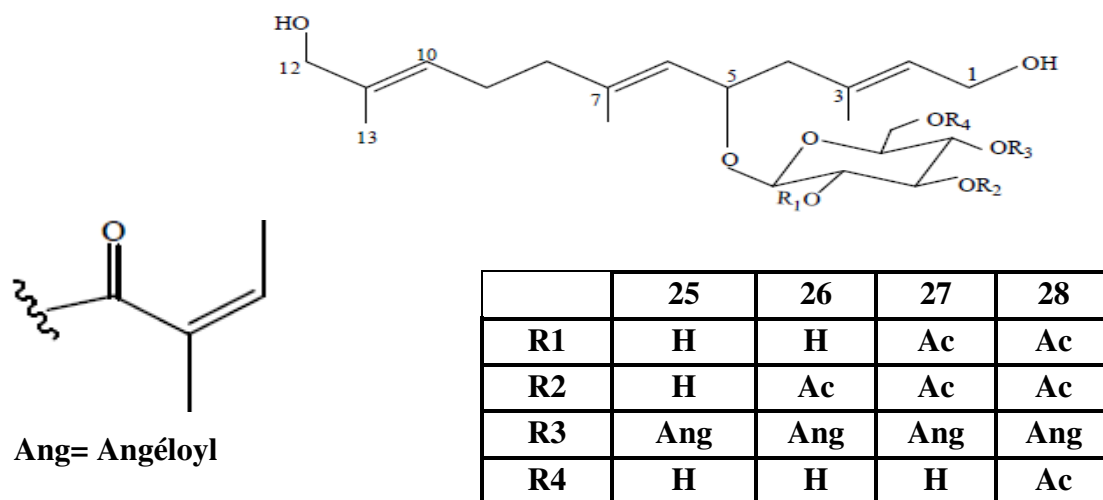


Figure 7: Structure de sesquiterpènes isolés de la plante *Asteriscus pygmaeum* (Ahmed *et al.*, 1992; Abdelaziz *et al.*, 2005)

Il semble que le genre *Nauplius* en Algérie n'a fait l'objet que d'une seule étude à l'université de Béchar (Cheriti *et al.*, 2007). La recherche bibliographique effectuée a montré l'absence d'études phytochimiques antérieures de l'espèce provenant du Hoggar.

I.2.4. Genre *Artemisia*

Le genre *Artemisia* appartient à la famille des Asteraceae, avec plus de 350 espèces différentes qui se trouvent principalement dans les zones arides et semi arides d'Europe, d'Amérique, d'Afrique du Nord et d'Asie. Ce genre est composé d'un grand nombre d'Herbacées de petite taille. Les espèces d'*Artemisia* sont largement utilisées comme plantes médicinales en médecine traditionnelle. Les *Artemisia* étaient déjà employées comme anthelminthique et stomachique par les Grecs et les Romains; les médecins persans et arabes en faisaient le même usage. Certaines *Artemisia* ont des propriétés médicinales et quelques unes fournissent des huiles volatiles très appréciées (Unesco, 1960; Iranshahi *et al.*, 2007; Boulanouar *et al.*, 2013; Nikolova *et al.*, 2010).

I.2.5. Espèce *Artemisia judaica*

Arbrisseau vivace en touffes très denses, pouvant atteindre 1,50 m de haut. Tiges plus ou moins ligneuses couvertes d'un duvet argenté. Feuilles sont petites, laineuses, à lobes courts, larges et obtus. Inflorescences en panicules hémisphériques, de 3mm de diamètre environ denses très ramifiés, à involucre laineux et contenant 10 à 20 fleurs jaunes pâle (Ozenda, 1983; Sahki et Sahki Boutamine, 2004). Une odeur très agréable se dégage de toute la plante (Benchalah *et al.*, 2000).



Figure 8 : Photo d' *Artemisia judaïca*

I.2.5.1. Nomenclature et systématique

Nom arabe : Bahesteran

Nom Tamahaq : Tehereggelé

Nom français : Armoise de judée (Sahki et Sahki- Boutamine 2004)

➤ **Systématique**

Embranchement : Spermaphytes.

Sous-embranchement : Angiospermes.

Classe : Dicotylédones

Ordre : Astérales.

Famille : Asteraceae

Genre : *Artemisia*

Espèce : *Artemisia judaïca* (Sahki et Sahki- Boutamine 2004 ; Guignard et Dupont, 2005)

I.2.5.2. Répartition géographique

Artemisia judaïca est une espèce saharo-sindienne que l'on rencontre en Egypte et en Arabie. La sous- espèce sahariensis, propre au Sahara central, est abondante et on trouve de beaux peuplements, jusqu'à 2000 mètres d'altitude, dans les lits d'oueds sablonneux et limoneux : L'oued Edjrereu à Djanet en fournit un bon exemple, on la rencontre en fait dans de nombreuses régions, même sur sable grossier et gravillons, mais elle ne pousse pas sur les hauteurs du plateau (Benchalah *et al.*, 2000; Sahki et Sahki Boutamine, 2004).

I.2.5.3. Utilisation traditionnelle

Pâturage médiocre car la plante est trop laxative pour les animaux. Elle jouit d'une grande réputation dans toute l'Afrique sahélienne pour ses nombreuses vertus médicinales et aromatiques. Elle fait l'objet d'un commerce important avec l'Afrique sub-saharienne. En médecine traditionnelle, la plante est utilisée en infusion ou en décoction, ou séchée et réduite en poudre comme laxative contre les troubles digestifs et contre la grippe. Elle est également anti-diarrhéique et vermifuge. La plante est aussi prophylactique. A cet effet on attache un petit nouet contenant cette plante à l'état sec au poignet d'un bébé, d'un enfant circoncis ou d'une femme en période de veuvage pour éloigner toute influence néfaste maléfique (Sahki et Sahki Boutamine, 2004). Elle est aussi réputée tonique son parfum lui vaut d'être ajoutée dans le troisième thé, il se peut que sa forte odeur chasse les insectes (Benchalah *et al.*, 2000)

I.2.5.4. Chimie d'*Artemisia judaïca*

Selon l'étude de Dob et Chelghoum (2005); ils ont analysés l'extrait des huiles essentielles d'*Artemisia judaïca* par GC et GC-MS, cette espèce pousse spontanément à In Amenas (Algérie). L'huile essentielle a été isolée des parties aériennes par hydrodistillation avec un rendement de 0,70%. Soixante-deux composants ont été identifiés, soit 95,1% de cette huile. Les principaux composés sont pipéritone (61,9%), terpinène-4-ol (4,6%) et l'acétate de bornyle (3,0%).

El Massry et ces collaborateurs (2002) ont montré la composition chimique des huiles essentielles d'*Artemisia judaïca* d'Egypte. 25 composés ont été identifiés dont pipéritone (45,0%), trans-ethylcinnamate (20,84%) et 3 ethylphenylpropionate sont les composés majoritaires.

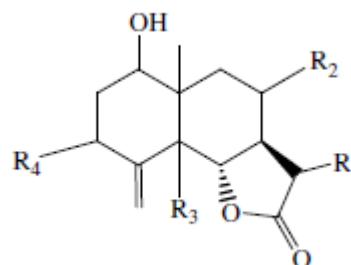
l'étude chimique de l'espèce *Artemisia judaïca* d'Egypte (Metwally *et al.*, 1985) a abouti à l'isolement et la caractérisation de Vulgarine, 4-Epi-vulgarine, 4-Hydroperoxy desoxyvulgarine.

R1 R2 R3 R4

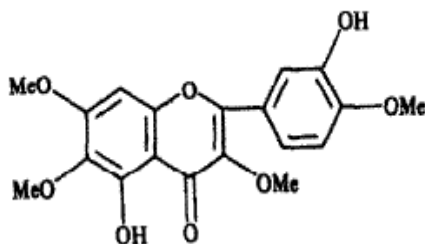
CH2 H H H : Vulgarine

CH3 H OH H: 4-Epivulgarine

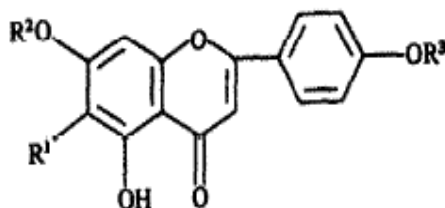
CH3 H H OH: 4-Hydroperoxy desoxyvulgarine.



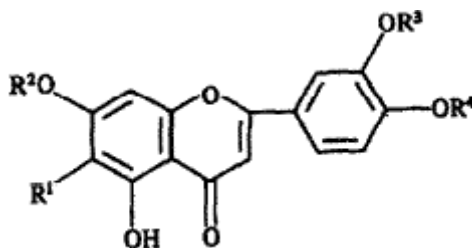
L'étude chimique réalisée par Saleh et ses collaborateurs (1987) sur l'extrait hydro-éthanolique d'*Artemisia judaïca* a permis d'isoler et de caractériser :



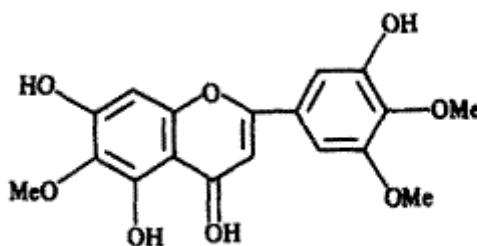
1- Casticine



	R1	R2	R3
2- Hispidiline	OMe	H	H
3- Pectolarigenine	OMe	H	Me
4- Circimaritine	OMe	Me	H



	R1	R2	R3
5- Hispidiline	OMe	H	H
6- Pectolarigenine	OMe	H	Me
7- Circimaritine	OMe	Me	H



8- 5,7,3'-Trihydroxy-6,4',5'-trimethoxyflavone

Figure 9 : Quelques composés isolés de l'espèce *Artemisia judaïca* (Saleh *et al.*, 1987)

Artemisia judaïca du Hoggar n'a jusqu'à présent fait l'objet d'aucune étude phytochimique, par contre beaucoup d'autres espèces du même genre ont largement été étudiées.

I.3. Famille des Myrtaceae

La famille des Myrtaceae est une famille des plantes dicotylédones qui comprend plus de 5650 espèces (Brubeton, 1999; Thornhill *et al.*, 2012) réparties en 130 à 150 genres environ (Grattapaglia *et al.*, 2012). Sont caractérisées par la présence, dans leurs tissus de poches sécrétrices d'huiles essentielles (Bruneton, 1999). Selon Quezel et Santa (1963), les Myrtaceae sont des plantes à feuilles entières, opposées. Fleurs axillaires hermaphrodites. Calice cupuliforme. Etamines sont très nombreuses, insérées avec les pétales au sommet du tube calycinal. Gynécée infère ou semi- infère à 5 carpelles uniloculaires, à ovules nombreux, à placentation axile. Fruits bacciformes bleuâtres globuleux, de 5-8 mm de diamètre. De très nombreuses Myrtaceae ont été introduites en Algérie comme arbres d'ornement ou reboisement. Tel est le cas en particulier pour les *Eucalyptus* (Quezel et Santa.1963).

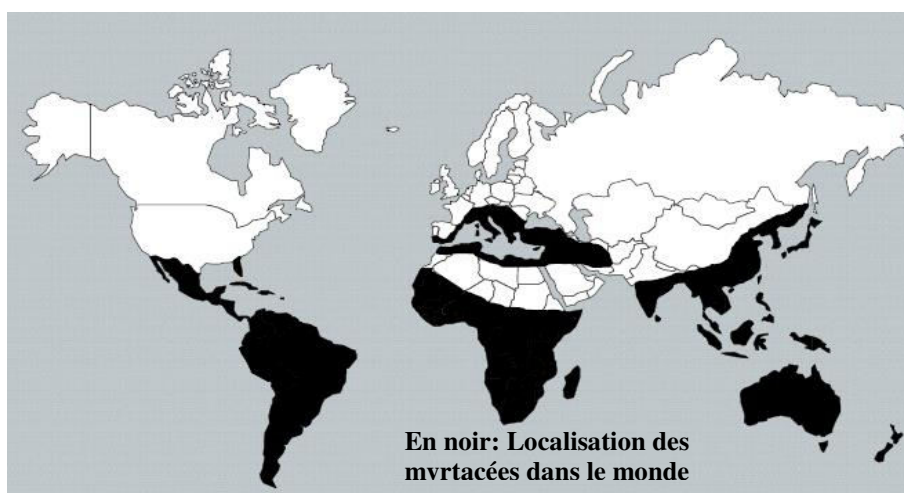


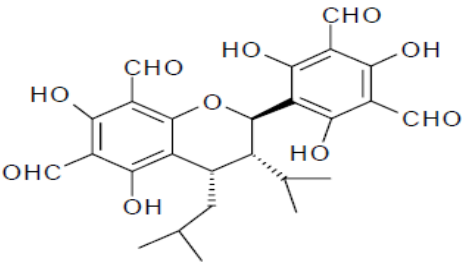
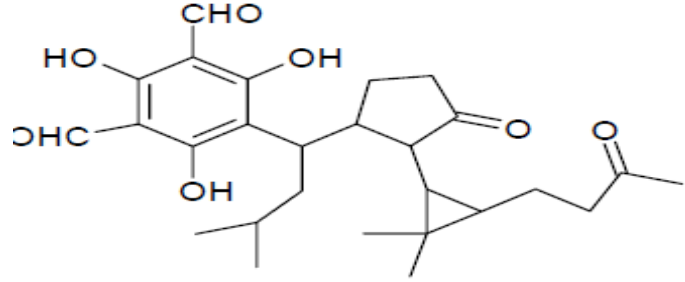
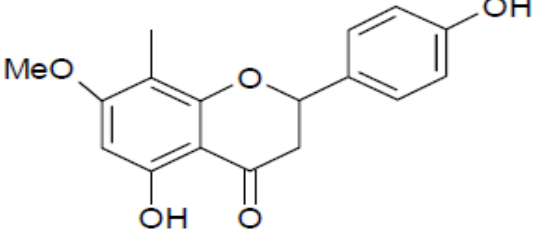
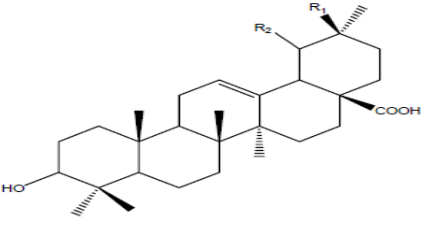
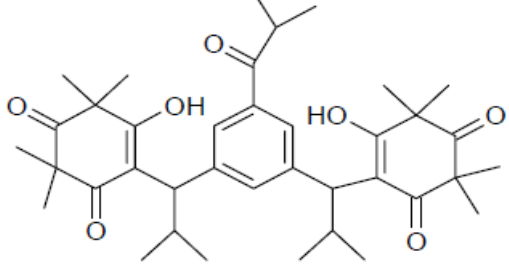
Figure 10 : Répartition de la famille Myrtaceae dans le monde (Grattapaglia *et al.*, 2012)

I.3.1. Composition chimique

Cette famille est très recherchée par la parfumerie, agro- alimentaire ou la chimie fine, leurs huiles essentielles leur confère assez souvent des propriétés antiseptiques qu'exploite l'industrie du médicament (Bruneton, 1999). Chimiquement cette famille est riche en composés phénoliques et en tannins. Elle est aussi reconnue comme une des principales familles qui produit des flavonoïdes C-méthylés³. La recherche bibliographique réalisée sur cet axe montre que la majorité, sinon la totalité des études phytochimiques effectuées sur un nombre important d'espèces de la famille des Myrtaceae certifie la richesse en métabolites secondaires tels que: les flavonoïdes (Wollenweber *et al.*, 2000; Oldrich *et al.*, 2005), les huiles essentielles (Ogunwande, 2005) et les terpénoïdes (Russell et Southwell, 2003).

Le tableau III montre des métabolites isolés de quelques espèces de la famille Myrtaceae

Tableau III: Structure de quelques composés isolés des espèces de la famille Myrtaceae

Plante	Structure	Références
<p><i>Eucalyptus sideroxyton</i> et <i>Eucalyptus grandis</i></p>	 <p style="text-align: center;">Sideroxytonal A</p>	<p>Singh <i>et al.</i>, 1996; Satoh <i>et al.</i>, 1992</p>
<p><i>Eucalyptus Amplifolia</i> et <i>Eucalyptus globulus</i></p>	 <p style="text-align: center;">Eucalyptone</p>	<p>Singh et Etoh, 1995; Osawa <i>et al.</i>, 1995</p>
<p><i>Callistemon coccineus</i></p>	 <p style="text-align: center;">5,4'-Dihydroxy-8-C-méthyl-7-méthoxyflavanone</p>	<p>Wollenweber <i>et al.</i>, 2000</p>
<p><i>Callistemon lanceolatus</i></p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="327 1444 758 1668">  <p>R₁= H, R₂= CH₃ Acide ursolique R₁= CH₃, R₂= H Acide oléanolique</p> </div> <div data-bbox="813 1444 1324 1713">  <p style="text-align: center;">Myrtucommulone A</p> </div> </div>	<p>Varma <i>et al.</i>, 1975; Lounasma <i>et al.</i>, 1977</p>

I.3.2. Genre *Myrtus*

En Algérie le genre *Myrtus* est présenté par deux espèces ; *Myrtus communis* L connue par myrtle commun (Lim, 2012; Wahid, 2013) et *Myrtus nivellei* connue par myrte du Sahara qui est une descendance du myrte commun (Migliore *et al.*, 2012; Wahid, 2013) et tibescus en Tchad (Bouzabata *et al.*, 2013).

I.3.3. Espèce *Myrtus nivellei* Batt & Trab

C'est un arbuste de 1,50 à 4 mètres de haute (Sahki et Sahki Boutamine, 2004). Le myrte pousse en buisson épais à branche frêles (Benchalah *et al.*, 2004), avec une écorce rugueuse, des feuilles sont opposées, lancéolées, sessiles de 4 à 5 cm de largeur, présentant une nervure. Les fleurs sont plus petites de 7-8 mm, un peu rosées extérieurement, pourvues de deux bractées linières aussi longue que le calice, baies globuleuses (Quezel et Santa, 1963) Les fleurs sont isolées à l'aisselle des feuilles, 5 pétales blancs et de nombreuses étamines. Les fruits sont des baies bleu violacé (Sahki et Sahki Boutamine, 2004).



Figure 11 : Photo de *Myrtus nivellei*

I.3.3.1. Nomenclature et systématique

Nom Tamahaq : Tafeltest ou Tafedest

Nom Arabe : Rihane El ssahara el wousta

Nom Français: Myrte du Sahara centrale (Sahki et Sahki Boutamine, 2004).

➤ **Systematique**

Famille : Myrtaceae

Embranchement : Spermaphytes

Sous-embranchement : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Ordre : Myrtales

Genre : *Myrtus*

Espèce : *Myrtus nivellei* Batt et Trab (Ozenda, 1983; Sahki et Sahki Boutamine, 2004).

I.3.3.2. Répartition géographique

Myrtus nivellei est répandu dans le Sahara central (Zougali, 2010). Il se développe dans les lits d'oueds sablonneux ou rocheux lorsque la nappe phréatique est très peu profonde ou affleure à la surface. On le rencontre entre 1500 et 2000 mètres d'altitude. Plante très glabre- rocailles humides : dans les montagnes (Quezel et Santa, 1963; Benchalah *et al.*, 2004; Bouzabata *et al.*, 2013).

I.3.3.3. Utilisation traditionnelle

Les rameaux sont feuillés, récoltés et séchés, font l'objet d'un véritable commerce dans tout l'Afrique sub-saharienne (Sahki et Sahki boutamine, 2004). Les feuilles sont utilisées come condiment (Bouzabata *et al.*, 2013 ; Wahid, 2013). Macérées dans du beurre fondu, les feuilles donnant une brillantine utilisée en coiffure (Sahki et Sahki boutamine, 2004). En médecine traditionnelle, elle est utilisée contre la dermatose, fièvre et diabète (Hammiche et Maisa, 2006). Les feuilles ajoutées aux galettes d'orge sont employées contre la blennorragie (Sahki et Sahki boutamine, 2004). Il est à noter qu'au Sahara, le myrte de nivelle est employé comme médicament, condiment et aliment, en général, le myrte est peu toxique, mais son essence peut provoquer céphalée et abattement (Wahid, 2013).

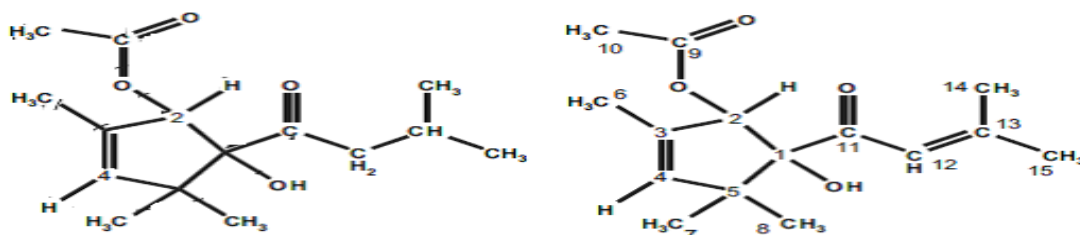
I.3.3.4. Chimie de *Myrtus nivellei*

Nous signalons l'existence dans la littérature de deux études récentes sur l'espèce *Myrtus nivellei* ainsi que sur son activité biologique; La composition des huiles essentielles des feuilles de *Myrtus nivellei* du Sahara central dans deux stations (Djanet et Tmanrasset) a été montré par la littérature (Bouzabata *et al.*, 2013). Le tableau IV montre la composition de cette huile essentielle.

Tableau IV : Composition des huiles essentielles des feuilles de *Myrtus nivellei* (Bouzabata *et al.*, 2013)

Composés (%)	Tassili		Tamanrasset	
	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
α -Pinene	2,9	3,3	3,6	5,8
p-Cymene	0,6	0,7	0,9	1,0
Limonene	17,5	25,0	18,8	20,6
1,8-Cineole	36,6	50,4	33,6	40,7
γ -Terpinene	0,0	0,6	0,0	0,2
Linalool	0,7	1,7	0,6	1,0
Terpinen-4-ol	0,5	0,6	0,3	0,3
α -Terpineol	3,5	5,2	4,7	5,5
Linalyl acetate	1,7	4,2	1,5	2,1
α -Terpinylacetate	3,6	7,8	3,6	4,7
Geranylacetate	5,0	5,3	3,2	4,1
(E)- β -caryophyllene	0,2	0,2	0,4	0,6
α -Humulene	0,3	0,4	0,8	1,3
Composé A	2,4	4,5	4,8	9,8
Composée B	0,4	0,9	1,0	2,1

Les produits majoritaires étaient le limonène et cinéole dans l'huile essentielle des deux stations avec deux nouveaux composés A (1-hydroxy-1-(3-méthylbutoxy)-2-acetoxy-3,5,5-triméthyl-3-cyclopentène) et B qui ne diffère de composé A que par la présence d'une double liaison supplémentaire entre C₁₂ et C₁₃ (Bouzabata *et al.*, 2013).

**Figure 12 :** Structure des composés A et B isolés des huiles essentielles de *Myrtus nivellei* (Bouzabata *et al.*, 2013).

D'autres travaux ont été réalisés sur le myrte commun sont rassemblés dans le tableau V.

Tableau V : Quelques composés identifiés dans l'espèce *Myrtus communis*

Provenance de <i>Myrtus communis</i>	Quelques composés identifiés	Références
Sirdinia (Italie)	α pinène (41.6%-51.1%), 1,8 cineole (24.2%-25.5%), et limonène (7.9%-9.5%).	Flamini <i>et al.</i> , 2004
	α pinène (28.5%-30.0%), 1,8 cineole (15.3%-28.8%), et limonène	Tuberoso <i>et al.</i> , 2006
	Acide gallique, acide cafféique, acide ellagique, quercétine-3-O-lactoside, quercétine-3-O-rhamnoside, epigallocatechine, epigallocatechine-3-O-gallate, myricétine-3-O-galactoside, myricétine-3-O-rhamnoside,	Romani <i>et al.</i> , 1999
	Delphinidine-3-O-glucoside, cyanidine-3-O-glucoside, petunidine-pentose, petunidine-3-O-glucoside, delphinidine-pentose, peonidine-3-O-glucoside, malvidine-pentose, malvidine-3-O-glucoside, cyanidine-pentose.	Montoro <i>et al.</i> , 2006 (a),(b); Tuberoso <i>et al.</i> , 2007
	myricétine-3-O-galactoside, myricétine-3-O-rhamnoside, myricétine	Tuberoso <i>et al.</i> , 2010
	Myricétine-3-O-arabinoside, quercétine-3-O-glucoside, quercétine-3-O-rhamnoside	Tuberoso <i>et al.</i> , 2013
Turque	Acide palmitique (17.8%), acide stéarique (17.8%), acide oléique (69.5%)	Cakir, 2004
Tunisie	1,8cinéole (7.31%-40.99%), acétate de géranyle (1.83%-20.54%), linalool (0.74%-18.92%) et α - pinène (1.24%-12.64%).	Aidi Wannas <i>et al.</i> , 2009.
	Acide palmitique (13.58%-37.07%), acide oléique (6.49%-21.89%), acide linoléique (12.21%-71.34%)	
	Acide α -linoléique, triglycéride.	Aidi Wannas <i>et al.</i> , 2010 (a).

	<p>α-Pinène (17.53%-58.05%) 1,8 cineole (21.67%-32.84%) limonene (10.11%) linalool (4.67%-6.88%) eugenol(10.11%) methyl eugenol (4.02%) α- terpineol (5.16%).</p> <p>Acide gallique, acide caféique, acide siringique, acide vanillique, acide ferulique, quercetine-3-rutinoside, myricetine-3-D-galactoside, quercetine-3-D-galactoside, myricetine-3-D-rhamnoside, quercetine-3-D-rhamnoside, myricetine, quercetine, gallotannins</p>	Aidi Wannes <i>et al.</i> , 2010 (b)
	1,8 cinéole (22.25%-25.23%) acétate de géranyle (2.55%-2.61%) linalool (7.13%-11.35%) acétate de linalyle(1.78%) α -pinène (19.70%-24.53%), Limonène(7.95%-10.18%)méthyle eugénol(2.14%).	Messaoud <i>et al.</i> , 2011
France	α - pinène (52.9%) 1,8 cinéole (32.92%) α - terpinéol (2.46%) linalool (4.21%)	Curini <i>et al.</i> , 2003
	<p>α- pinene (46.7%) 1,8 cinéole (5.5%)</p> <p>Acide gallique, acide ellagique, catechine, epicatechine-3-O-gallate, epigallocatechine, epigallocatechine-3-O-gallate, myricetine-3-O-galactoside, myricetine-3-O-rhamnoside, myricetine-3-O-arabinoside, quercetine-3-O-glucoside, quercetine-3-O-rhamnoside, myrecetine, quercetine, kaempferol</p>	Barboni <i>et al.</i> , 2010
Iran	1,8 cinéole (28.94%) acétate de linalyle (5.01%) linalool (16.74%) et α -pinène (40.18%), Limonène (24.4%) α - terpinéol	Rahimmalek <i>et al.</i> , 2013
Algérie	α -pinène (50.8%-33.6%) 1,8-cinéole (21.9%-13.3%) linalool (2.7%-14.8%) acétate de linalyle (0.5%-9.5%).	Bouzabata <i>et al.</i> ,2015
	α -pinène (10.7%) 1,8-cinéole (6.6%) linalool (15.4%) acétate de géranyle (10.9%) limonène (23.4%) acétate de linalyle (8.2%)	Hennia <i>et al.</i> , 2015
	Myricetine-3-O- α -L-rhamnoside	Bouaziz <i>et al.</i> , 2015
	Acide galloylquinique, acide gallique, hydroxytyrol, tyrosol, luteoline, apigénine, secoiridoide 1, secoiridoide 2, myricitrine.	Dairai <i>et al.</i> , 2015
Grèce	α pinène (11.6%) 1,8 cinéole(19.6%) linalool (15.8%), acétate de myrtényle (23.7%)	Gardeli <i>et al.</i> , 2008

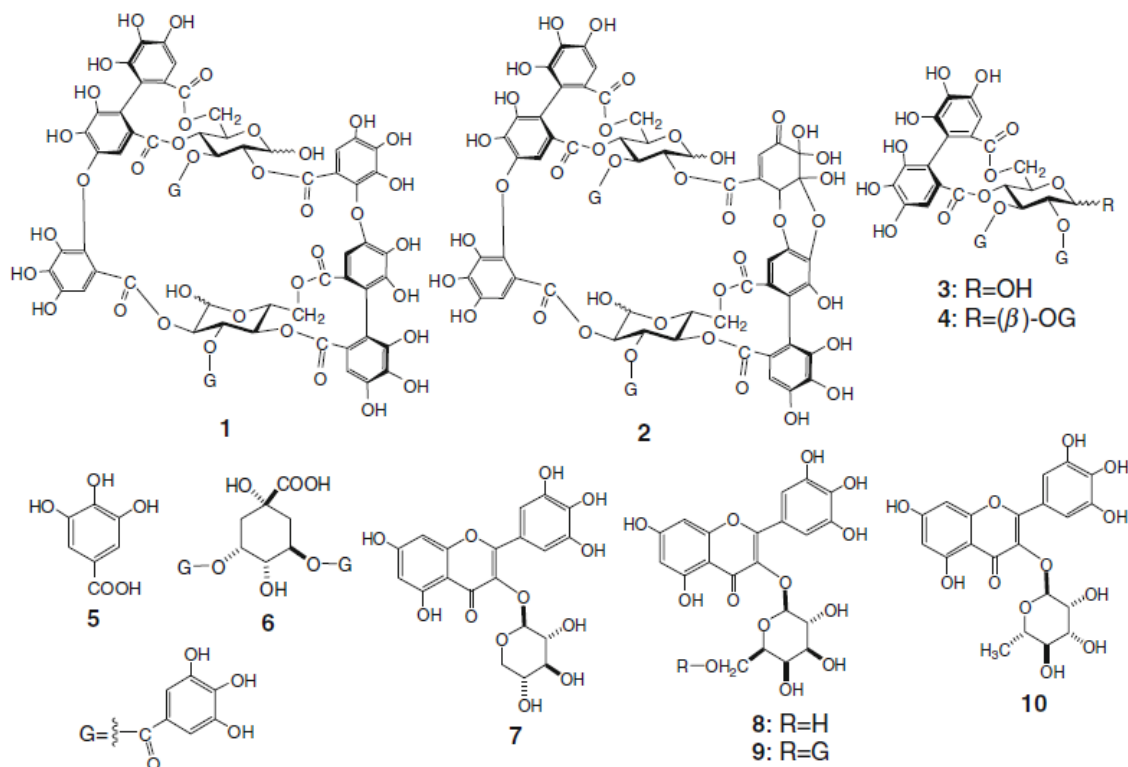


Figure 13: Structure de quelques composés isolés de *Myrtus communis* du Japon (Yoshimura *et al.*, 2008)

Oenotheine B (1), eugeniflorine D2 (2), tellimagrandine I (3) et II (4), acide gallique (5) acide quinique 3,5-di-O-gallate (6), myricetine -3-O-β-D-xyloside (7), myricetine- 3-O-β-D-galactoside (8), myrecetine-3-O-β-D-galactoside 6''-O-gallate (9), et myricetine-3-O-α-L rhamnoside (10)

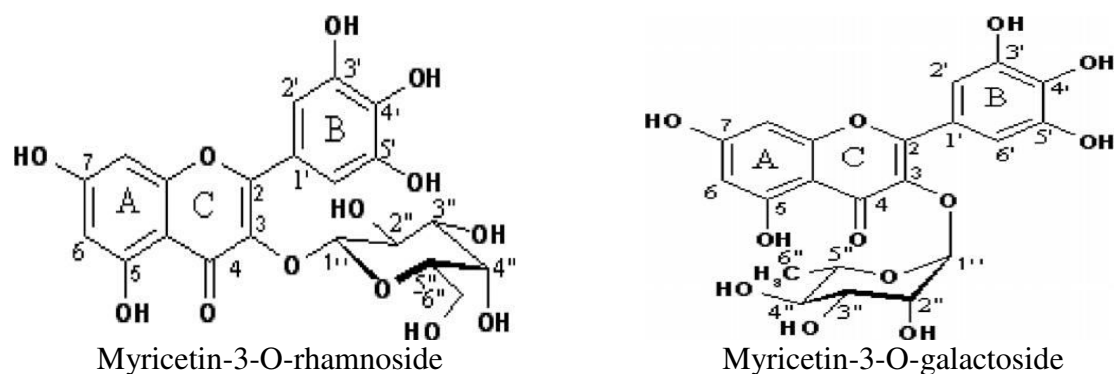


Figure 14: Structure de quelques composés isolés de *Myrtus communis* de la Tunisie (Hayder *et al.*, 2008)

I.4. Famille des lamiaceae

La famille des Lamiaceae qui signifie "labié" en référence à la forme des lèvres des fleurs (Lee *et al.*, 2011 ; Benabdlkader, 2012) est composée de près de 230 genres et 7100 espèces d'herbes, (Stago *et al.*, 2012). Répartis en 7 ou 8 sous-familles (Benabdlkader, 2012).

Ce sont le plus souvent des plantes herbacées, des arbustes et très rarement des arbres ou des lianes. Largement répandus autour du monde mais particulièrement dans les régions tempérées et méditerranéennes (Stago *et al.*, 2012) : Thyms, Lavandes, Romarins qui caractérisent la région des garrigues (Guignard et Dupont, 2004), au Sahara les Lamiaceae ne se rencontrent guère que dans la région présaharienne et dans l'étage supérieur du Hoggar, sauf les trois espèces *Marrubium deserti*, *Salvia aegyptiaca* et *Teucrium polium* qui sont plus largement répandues (Ozenda, 1983).

Pour la plupart des genres, la section carrée de la tige, les feuilles opposées, et décussées, et les fleurs hermaphrodites avec calices persistants entourant, à maturité, un tétrakène, sont une combinaison de caractères différenciant par rapport aux autres Angiospermes (Cohen, 1980; Benabdlkader, 2012). C'est une famille très importante dans la flore de l'Algérie (Quezel et Santa, 1963), représentée par 28 genres et 146 espèces (Zaabat, 2010). Beaucoup d'espèces de cette famille sont cultivées en raison de leur caractère aromatique telle que : *Lavandula*, *Salvia*, *Rosmarinus* et *ocimum* (Lee *et al.*, 2011)

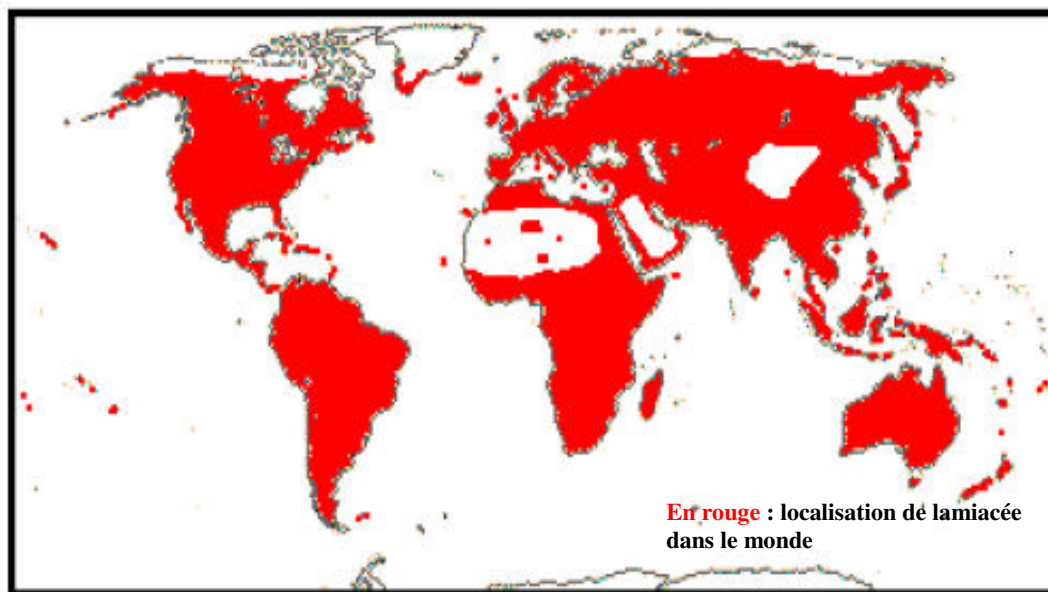
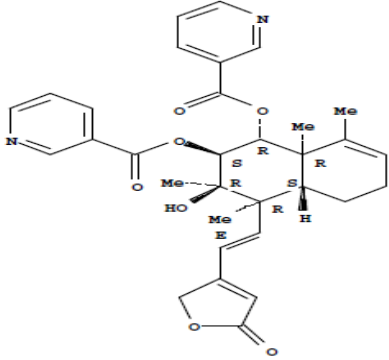
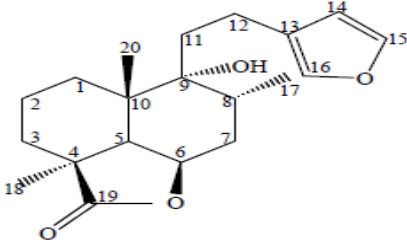
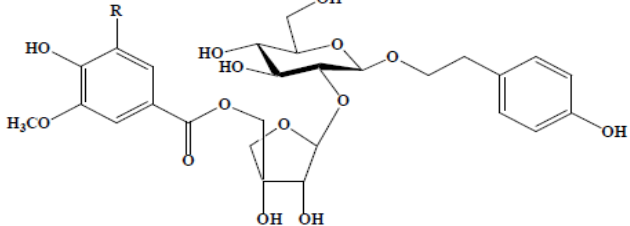
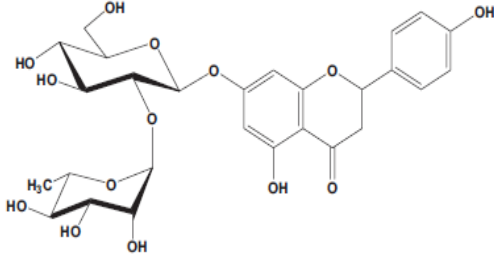
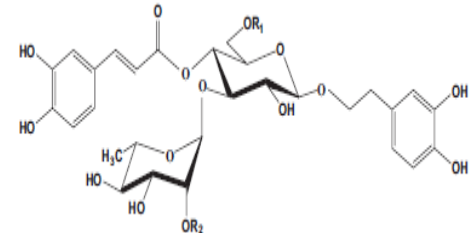


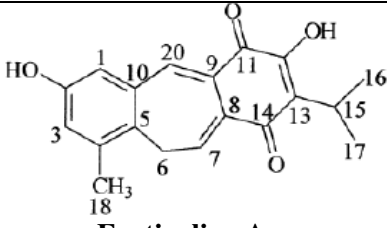
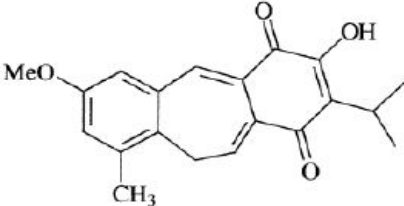
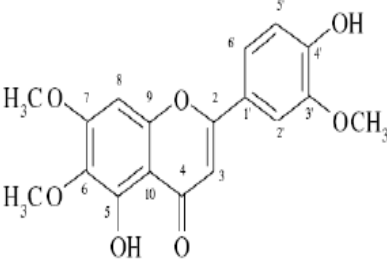
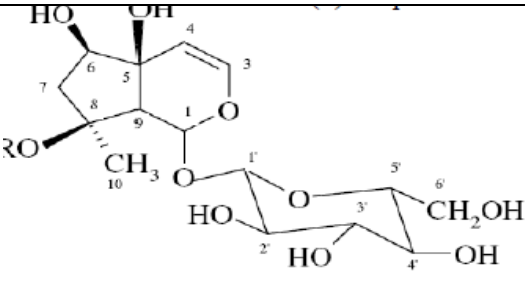
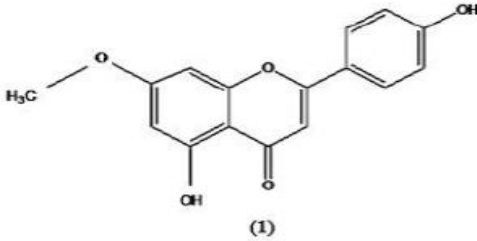
Figure15: Répartition géographique de Myrtaceae (Zaabat, 2010 (a))

I.4.1. Composition chimique

On note le caractère aromatique des plantes de cette famille, la plupart étant riche en huile essentielle (González-Coloma, 2011). Dont l'odeur se dégage par simple attouchement en effet la localisation des huiles essentielles est très externe; elles se forment dans des poils à essence, et se localise sous la cuticule qui se soulève (Guignard et Dupont, 2004). Est une famille plus importante en médecine folklorique, en culinaire, en cosmétique et pour la production des huiles essentielles (Riahi *et al.*, 2013).

Tableau VI : Exemple de quelques composés identifiés dans les espèces de la famille Lamiaceae

Plante	Structure	Références
<i>Scutellaria barbata</i>	 <p style="text-align: center;">Barbatine</p>	Nguyen <i>et al.</i> , 2009
<i>Marrubium . alysson</i>	 <p style="text-align: center;">Marrubiine</p>	Savona <i>et al.</i> , 1979
<i>Phlomis pungens</i>	 <p style="text-align: center;">R=OMe, hattushoside</p>	Saragoglu <i>et al.</i> , 1998
<i>Marrubium deserti de Noé</i> (Algérie)	 <p style="text-align: center;">Apigénine-7-O--néohesperidoside</p>  <p style="text-align: center;">Actéoside R₁=R₂=H / Forsythoside B R₁=βD apiose, R₂=H</p>	Zaabat <i>et al.</i> , 2010 (b)

<p><i>Salvia arizonica</i></p>	 <p>Fruticuline A</p>	 <p>Deméthylfruticuline A</p>	<p>Valant-Vetshera <i>et al.</i>, 2003</p>
<p><i>Teucrium orientale</i> L.</p>	 <p>Cirsilineol</p>	 <p>8 -O- acétyl- harpagide, R= COCH₃ 8-O-Méthyl harpagide, R= CH₃</p>	<p>Cakir, <i>et al.</i>, 2006</p>
<p><i>Teucrium ramosissimum</i></p>	 <p>Genkwanine</p>	<p>Ben Sghaier <i>et al.</i>, 2007</p>	

I.4.2. Genre *Lavandula*

Dès la renaissance déjà 5 espèces de lavande étaient reconnues. Le nombre d'espèces décrites n'a cessé d'augmenter au fil des explorations botaniques dans le Maghreb et l'Asie actuellement 39 espèces différentes réparties en trois sous-genres *Fabricia*, *Sabaudia* et *Lavandula* et huit sections (Guiton, 2010). Le mot *lavande* dérive du verbe laver. Il est peut être issu de l'italien *lavando* (action de laver) mais peut remonter au latin *lavare* qui signifie laver et aussi se baigner.

Mais il est également possible que *Lavandula* et lavande soient tirés du latin *livere* (qui signifie "pour être livide ou bleuâtre") qui en latin médiéval a donné le terme *lavindula*. La relation entre la lavande et le lavage qui n'est clairement explicitée qu'en 1568 serait alors une supposition secondaire (Benabdlkader, 2012).

Fleurs sont bleu-violacé. Inflorescences ont en épis très denses. Feuilles sont florales bractéiformes linéaires ou triangulaires, plus courtes ou à peine plus longues que les calices (Ouezel et Santa, 1963).

La description morphologique des lavandes a été particulièrement détaillée par Upson et Andrews (2004). Parmi les caractères qui permettent le mieux de distinguer les différentes espèces nous retiendrons la morphologie des feuilles, la forme de l'inflorescence, des bractées, du calice, et de la corolle même si d'autres caractères moins facilement visibles entrent aussi en compte dans la détermination des espèces comme le nombre de chromosomes, la forme des grains de pollen ou encore celle des graines. La morphologie des feuilles dans le genre *Lavandula* est très variable (Figure 16). Alors que les feuilles du sous-genre *Lavandula* et *Sabaudia* sont simples et allongées, celles du sous genre *Fabricia* sont très diversement lobées et dentées (Guiton *et al.*, 2010).

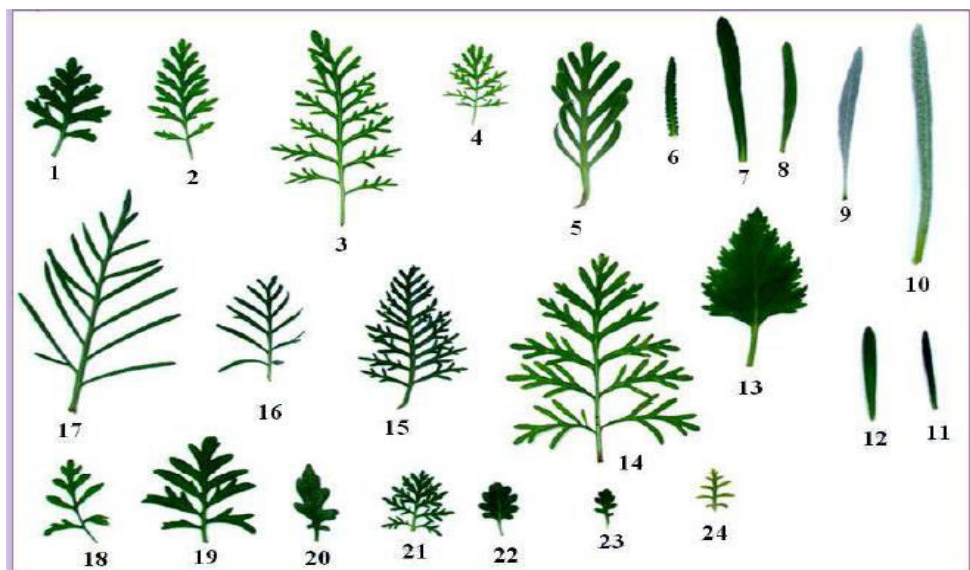


Figure 16 : Diversité de formes et de contours des feuilles de certaines espèces du genre *Lavandula* (Benabdlkader, 2012)

1. *L. mairei*, 2. *L. multifida*, 3. *L. canariensis*, 4. *L. rejdalii*, 5. *L. pinnata*, 6. *L. dentata*, 7. *L. viridis*, 8. *L. latifolia*, 9. *L. angustifolia*, 10. *L. lanata*, 11. *L. pedunculata* subsp. *lusitanica*, 12. *L. stoechas*, 13. *L. rotundifolia*, 14. *L. aristibracteata*, 15. *L. minutolii*, 16. *L. antinea*, 17. *L. buchii*, 18. *L. maroccana*, 19. *L. citriodora*, 20. *L. subnuda*, 21. *L. pubescens*, 22. *L. samhanensis*, 23. *L. dhofarensis*, 24. *L. coronopifolia*.

I.4.3. Espèce *lavandula Pubescens* Maire

Plante vivace, elle a souvent l'aspect d'un sous arbrisseau rameaux, mais elle est très polymorphe. Parfois, en saison humide, elle présente de longues tiges feuillues et souples. A d'autres époques, elle porte des tiges grêles presque lignifiées. Très découpées, les feuilles varient en couleur selon les saisons, du gris bleuté au vert foncé. Les fleurs restent petites, en épis plus ou moins serrés et allongés, d'un bleu profond. Toute la plante dégage une odeur très agréable (Ozenda, 1983; Benchalah *et al.*, 2000 ; Sahki et Sahki Boutamine, 2004). Au Tassili, sur le plateau, on trouve très fréquemment des touffes dispersées de Lavande, rabougries ou à l'opposé bien développées. Ces formes très différentes peuvent résulter de variations climatiques importantes. La Lavande est appréciée des animaux domestiques ainsi que des mouflons, qui en sont friands (Benchalah *et al.*, 2000).



(Ramdane, 2017)

Figure 17 : Photo de *Lavandula pubescens*

I.4.3.1. Nomenclature et systématique

➤ Nomenclature

Nom arabe : Lamad

Nom tamahaq: Adjoua

Français : Lavande du hoggar (Sahki et Sahki Boutamine, 2004).

➤ **Systematique**

Embranchement : Spermaphytes

Sous embranchement : Angiospermes

Classe: Dicotylédones

Ordre: Lamiales (labiales)

Famille: Lamiaceae

Genre: *Lavandula*

Espèce: *Lavandula pubescens* (Ozenda, 1983; Benchalah *et al.*, 2000 ; Sahki et Sahki Boutamine, 2004).

I.4.3.2. Répartition géographique

En général, les lavandes poussent et s'épanouissent mieux dans des terrains secs, bien drainés, légers, sablonneux et pierreux en plein soleil. Les lavandes poussent surtout sur des sols calcaires à l'exception des espèces des sections *Stoechas* et *Dentatae* qui préfèrent les sols siliceux. Toutes les espèces de lavande ont besoin de peu, voire pas d'engrais, et d'une bonne circulation d'air dans les zones de forte humidité. L'excès d'humidité est leur pire ennemi. Le genre *Lavandula* appartient à l'ancien monde, avec une aire de répartition naturelle qui s'étend de la Macaronésie (îles du Cap Vert, Canaries et Madère) à travers l'Afrique du Nord et tropicale, l'Europe Méditerranéenne, le moyen orient, la péninsule Arabique, l'Iran occidental jusqu'au Sud-est de l'Inde (Figure 18) (Upson *et al.*, 2000 ;Guiton, 2010).

En Algérie, ce genre est représenté par sept espèces spontanées, *L. stoechas*, *L. multifida*, *L. coronopifolia*, *L. pubescens*, *L. dentata*, et les plus récemment décrites *L. antineae* et *L. sahariensis* (Quezel et Santa, 1963; Upson et Andrews, 2004). Certaines sont rares et disséminées en haute montagne ou cantonnées dans le grand Sahara. D'autres sont au contraire particulièrement abondantes et répandues sur de grandes étendues. *L. stoechas* est la seule de ces espèces qui pousse également en France à l'état sauvage (Benabdlkader, 2012). La *lavande antinea* est une espèce endémique du Sahara central. Elle se rencontre dans les ravins pierreux, les canyons, les lits rocailloux des oueds en moyenne et haut montagne (Sahki et Sahki Boutamine, 2004).

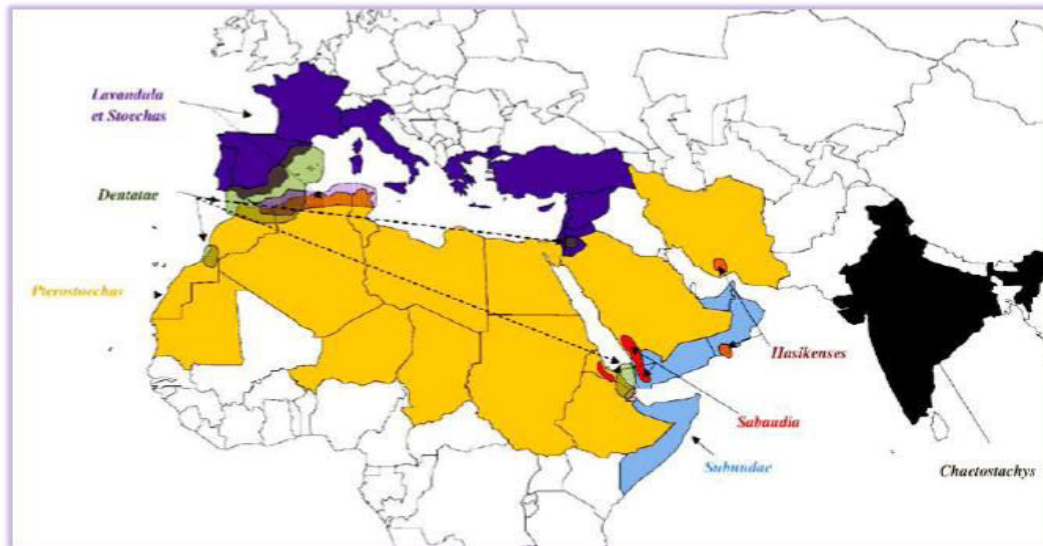


Figure 18: Répartition du genre *Lavandula* dans le monde (Upson *et al.*, 2000; Guiton, 2010)

Les pays sont de la couleur de la section majoritairement présentée. Pour certaines sections dont la répartition est plus restreinte, une zone de couleur indique les principales zones de présence. **Jaune** : Section *Pterostoechas*, **Bleu foncé** : Sections *Lavandula* et *Stoechas*, **Noire** : Section *Chaetostachys*, **Bleu clair** : Section *Subnuda*. **Vert** : Section *Dentatae*, **Rouge** : Section *Sabaudia* et **Orange** : Section *Hasikenses*.

I.4.3.3. Utilisation traditionnelle

Les lavandes sont parmi les plantes médicinales les plus utilisées (Chemat *et al.*, 2006). Des preuves documentées de l'utilisation des lavandes comme agent thérapeutique remontent jusqu'aux anciens Romains, Grecs et Arabes (Eveleigh, 1996). Les lavandes étaient utilisées par les Romains pour conserver le linge et parfumer les bains. *L. angustifolia*, *L. latifolia*, *L. fragrans*, *L. stoechas* et *L. multifolia*, *L. intermedia* et *L. dhofarensis* sont les plus importantes utilisées en médecine traditionnelle, en industrie pharmaceutique et cosmétique (Chograni *et al.*, 2008; Costa *et al.*, 2013). Dans l'industrie agro-alimentaire, les huiles essentielles de lavande sont employées dans les boissons aromatiques, les crèmes glacées, les bonbons, les pâtisseries, et les gommes à mâcher (Kim et Lee, 2002). Cependant, il y a quelques différences dans les usages thérapeutiques rapportés pour différentes espèces. Par exemple, la plupart des lavandes semblent avoir des actions carminatives (Hassiotis *et al.*, 2010(a); Robu *et al.*, 2012), mais *L. stoechas* est traditionnellement utilisée contre les maux de tête, *L. latifolia* comme abortive et *L. angustifolia* comme analgésique et anti-inflammatoire (Djenane, 2012), problème gastro-intestinale et rhumatisme (Hajhashemi, 2003). *L. pubescens* est appréciée des chèvres et autres animaux, notamment des moutons. Aromatise le thé. En médecine traditionnelle, elle est utilisée en infusion contre les refroidissements et les rhumatismes (Benchallah *et al.*, 2000; Sahki et Sahki Boutamine, 2004).

Par ailleurs, les infusions des parties aériennes d'un certain nombre d'espèces de lavande sont utilisées comme antiseptiques ou pour des actions carminatives, sédatives, spasmolytiques, antidouleurs ainsi que comme des agents de cicatrisation (Gamez *et al.*, 1990 ;Buchbauer, *et al.*, 1991; Schulz, 2005). Certaines espèces ont un effet acaricide (Lis-Balchin, 2002). Les Lavandes ont une faible toxicité et des huiles essentielles non diluées peuvent être utilisées pour traiter certaines brûlures et avoir des effets bénéfiques sur la cicatrisation. Cependant, des cas de dermatite allergique après contact direct avec la peau ont été rapportés (Lis-Balchin, 2002).

I.4.3.4. Chimie du Lavande

Commercialement, plus de 462 tonnes d'huiles essentielles sont produites annuellement à partir d'espèces du genre *Lavandula*. Les huiles essentielles de ces espèces sont parmi les 20 huiles essentielles les plus importées par les Etats-Unis depuis 1985 (Boelens, 1995; Weiss, 1997; Palá-paúl, 2004). Il n'est donc pas surprenant que les connaissances phytochimiques sur les lavandes soient centrées sur leurs huiles essentielles (Hassiotis, 2010 (b); Costa *et al.*, 2013) Les études sur la composition chimique des huiles essentielles des espèces du genre *Lavandula* montrent qu'elles sont plus riches en monoterpènes qu'en sesquiterpènes (Palá-Paúl, 2004). Parmi les 39 espèces de lavande connues, seulement 13 espèces ont fait l'objet d'analyses de la composition chimique de l'huile essentielle. Les Etudes des constituants volatils des espèces de lavande ont révélé la présence de plus de 200 constituants chimiques, beaucoup d'entre eux étant présents sous forme de trace. Certaines espèces telles que *L. stoechas* synthétisent plus de 100 terpènes différents alors que d'autres espèces telle que *L. canariensis* expriment une diversité terpénique beaucoup plus faible. *L. stoechas* a été plus particulièrement étudiée du fait de son aire de répartition large et de son utilisation traditionnelle très ancienne. Ainsi, des variations intra-spécifiques chez *L. dentata* récoltées dans différents endroits en Algérie (Bousmaha *et al.*, 2006) ont été rapportées (Tableau VII). Les composés terpéniques sont caractéristiques des espèces de lavande et constituent des marqueurs chémo taxonomiques utiles pour distinguer des espèces et même des sous espèces. Par exemple, *L. stoechas* subsp. *luisieri* est le seul taxon de lavande produisant les monoterpènes irréguliers, le *cis*- et le *trans*- α -nécrodol et l'acétate de *trans*- α -nécrodol (Benabdlkader, 2012). Le tableau ci-dessous représente des principaux constituants des huiles essentielles des espèces du genre *Lavandula* d'après la littérature.

Tableau VII: Variations des principaux constituants des huiles essentielles des espèces du genre *Lavandula*

Sous genre	Section	Espèce	Origine	Organe	Principaux constituants %	Références
<i>Lavandula</i>	<i>Lavandula</i>	<i>L. angustifolia</i>	Australie	—	linalol (8-41) acétate de linalyle (6-20) terpinène-4-ol (4-12)	An <i>et al.</i> , 2001
			Corée	Feuilles et fleurs	linalol (18-43) acétate de linalyle (2-35)	Kim et Lee, 2002
			Isfahane (Iran)	Feuilles	1,8-cinéole (65.4) bornéole (11.5) camphre (9.5)	Hajhashemi <i>et al.</i> , 2003
			Tegrane (Iran)	Partie aérienne fleurie	linalol (32-35) acétate de linalyle (13-14) acétate de lavandulyle (10- 15)	Fakhari <i>et al.</i> , 2005
			Xinjiang (China)	—	linalol (44.54) géraniol (11.02) acétate de lavandulyle (10.78)	Cong <i>et al.</i> , 2008
			Lituanie	—	acétate de linalyle (26.5) linalol (20.9)	Venskutonis <i>et al.</i> , 1997
			Australie	—	acétate de linalyle (40-41) linalol (29-36)	Moon <i>et al.</i> , 2007
			Mainz (Allemagne)	—	camphre (50.4) 1,8-cinéol (36)	Yassaa et Williams 2005
			Comunidad Valenciana (Espagne)	Feuilles	1,8-cinéol (20-54) camphre (11-43) linalol (0-54)	Munoz-Bertomeu <i>et al.</i> , 2007
			Jaén province (Espagne)	Fleurs	linalo (27-41) 1,8-cinéol (28-34) camphre (10-23)	Salido <i>et al.</i> , 2004
	<i>Dentatae</i>	<i>L. dentata</i>	Cherchel (Algérie)	Partie aérienne fleurie	1,8-cineole (38.4) cis-verbenol (4.3)	Dob <i>et al.</i> , 2005
			Beni-Saf (Algérie)	Fleurs, feuilles et tiges	β - pinene (6-26) 1,8-cinéol (0.9-36) trans-pinocrvéol (3-9)	Bousmaha <i>et al.</i> ,2006
			Talazart (Maroc)	Partie aérienne	1,8-cinéol (41.28) sabinene (13.89)	Imelouane <i>et al.</i> ,2009
	<i>Stoechas</i>	<i>L. stoechas</i>	Corse (France)	—	fenchone (14-75) camphre (2.5-56.2) 1,8-cinéol (3-14) acétate de myrtényle(1-4)	Ristorcelli <i>et al.</i> ,1998
			Crète	Feuilles et fleurs	fenchone (44-48) 1,8-cinéol (5-16) camphre (4-6)acétate de myrtényle(2- 9)	Skoula <i>et al.</i> , 1996
Cherchel (Algérie)			Feuilles et fleurs	fenchone (31.6) camphre (22.4) <i>p</i> -cymène (6.5) lavandulyl acetate (3.0), α -pinene (1.0)	Dob <i>et al.</i> , 2006	

<i>Stoechas</i>		<i>L. stoechas</i>	Cagliari (Italie)	Fleurs, feuilles et tiges	fenchone (59-72) camphre (9-15) acétate de myrtényle (3-5)	Angioni <i>et al.</i> , 2006
			Kairouane (Tunisie)	Feuilles	fenchone (68.2) camphre (11.2) 1,8-cinéol+limonène (4.9)	Bouzouita <i>et al.</i> , 2005
		<i>L. intermedia</i>	Zagros Iran	Feuilles	1,8- cinéol (31.64 – 47.94) Bornéol(17.11-26.14), camphre (8.41-14,4)	Bajalan <i>et al.</i> , 2015
		<i>L. stoechas</i> ssp. <i>atlantica</i>	Rabat (Maroc)	Partie aérienne fleurie	camphre (39.2)fenchone (9.2) camphène (6.7) α -pinène (6.5)	Zrira et Benjilali, 2003
		<i>L. stoechas</i> ssp. <i>stoechas</i>	Rabat (Maroc)	Partie aérienne fleurie	fenchone (30.5)camphre (18.2)1,8-cinéol (8.6)	
			Chypre	Partie aérienne fleurie	fenchone (28-51) camphre (4-39)	Valentini <i>et al.</i> , 1993
		<i>L. stoechas</i> ssp. <i>luisieri</i>	Seville (Espagne)	Partie aérienne fleurie	acétate α -necrodyle (17-27) 1,8-cinéol (6-16)acétate de lavandulyle (4-5)	Lavoine-Hanneguelle et Casabianca, 2004
			Toledo et Seville (Espagne)	Feuilles et fleurs	camphre (1-53) 5-Methylene-2,3,4,4-tetramethylcyclopent-2-enone (5-38) fenchone (1-22)1,8-cinéol (0.4-20)	González-Coloma, <i>et al.</i> , 2006
		<i>L. pedunculata</i>	Portugal	Partie aérienne fleurie	fenchone (6-44) camphre (8-34) 1,8-cinéol (5-34)	Zuzarte <i>et al.</i> , 2009
		<i>L. viridis</i>	–	Culture <i>in vitro</i>	1,8-cinéol (18-25) camphre (9-15) α -pinène (8-14)	Nogueira et Romano, 2002
	Barranco do Velho et Salir (Portugal)	Partie aérienne fleurie	1,8-cinéole (34- 42) camphor (13) α -pinène (9) linalol (7-6)	Zuzarte <i>et al.</i> , 2011		
<i>Lavandula</i>	<i>Lavandula</i>	<i>L. angustifolia</i>	Grèce	Culture <i>in vitro</i> Fleurs	Linalool (26.9), acétate de linalyle (22.8)	Hassiotis <i>et al.</i> , 2010
<i>Fabricia</i>	<i>Pterostoechas</i>	<i>L. canariensis</i>	Sydney(Australie)	Partie aérienne	carvacrol (23.6)-bisabolene (20.8) (E,E)- α -farnesene (11.3)	Pala-Paul <i>et al.</i> , 2004
		<i>L. coronopifolia</i>	Ammane (Jordanie)	Feuilles et fleurs	linalol (20-41) 1,8-cinéol (7-25) camphre (11-19) terpinène-4-ol (10-11)	Aburjai <i>et al.</i> , 2005
		<i>L. pinnata</i>	Madère (Portugal)	Fleurs, feuilles et tiges	Phellandrene (12-32) α -phellandrene (6-16) -caryophyllene (11)	Figueiredo <i>et al.</i> , 1995
	<i>Chaetostachys</i>	<i>L. bipinnata</i>	Dharwad (Inde)	Feuilles	trans-carvéol (18.93) menthol (8.89) pulgéone (8.45) camphre (7.09)	Hanamanthagouda <i>et al.</i> , 2010

<i>Lavandula</i>	<i>Lavandula</i>	<i>L.angustifolia</i>	Tizi- Ouzou Alger	Partie aérienne	Linalool (22,35) acétate de linalyle(21,80) trans- ocimene (6,16) terpinène-4- ol (5,19)	Djenane <i>et al.</i> , 2012
			Bergamo Province Italie	Fleurs	Linalool (46.85- 47,82), acétate de linalyle(10.74- 11.90) camphre(10.23- 11.82)bornéol (4.07-4.15) terpinène-4-ol (5.54-5.94) β caryophyllene (1.72-1.28)	Chemat <i>et al.</i> , 2006
	<i>Stoechas</i>	<i>L.Stoechas</i>	Tunisie	Partie aérienne	DFenchone(29.28)αpinène (23.18)camphre(15.97) camphène(7.83)eucapur (3.29)limonène(2.71) linalool(2.01) acétate d' endobornyle (1.03)	Sebai <i>et al.</i> , 2013
		<i>L.pedunculata</i> ssp lusitanica	Portugal	Partie aérienne	Fenchone(38.0) camphre(40.6)	Costa <i>et al.</i> , 2013
		<i>L. stoechas</i>	Grèce	Feuilles et fleurs	Fenchone(45.19)αpinène (2.52)p-cymène(4.90) 1.8cinéole(16.30)camphre(9. 90)acétatedelavandulyle (3.21) α-cadinol(4.20)	Hassiotis <i>et al.</i> ,2010 (b)
<i>L.angustifolia</i>	Italie	-	acétate de linalyle (43.1) linalool(32.7)caryophyllène (4.9)tepinén4ol(3.1)2 octanone/myrcène(2.4)trans- ocimène(1.5)	Evandri <i>et al.</i> , 2005		

➤ Flavonoïdes

Parmi les nombreux composés chimiques connus chez les Lamiaceae, les flavonoïdes se sont révélés avoir une valeur taxonomique particulière aussi bien au sein du genre que de la famille des Lamiaceae. La première étude exhaustive sur les flavonoïdes des feuilles de lavande a été entreprise par Upson *et al.* (2000). Cette étude a montré que l'accumulation de certains flavonoïdes soutenait sur le regroupement infra-spécifique et les liens à l'intérieur du genre. Les glycosides de flavone 8-O-hydroxylés, rares dans la famille Lamiaceae et dans la sous-famille des *Nepetoideae*, ont été trouvés uniquement dans le genre *Lavandula*. Ils sont exclusifs des sections du sous-genre *Fabricia* et du sous-genre *Sabaudia*. La présence de certains flavonoïdes a apporté un soutien fort à l'existence de trois sous-genres.

Les principaux constituants des flavonoïdes des feuilles des espèces *Lavandula* sont des flavone glycosides. Six sous-classes différentes sont représentées (Tableau VIII). Ce sont des flavones glycosides simples, les flavones C-glycosides, les 6-hydroxyflavone 7-glycosides et les 8-hydroxyflavone 7- et 8-glycosides. Leur répartition entre les taxons montre une certaine valeur taxonomique. Ce profil flavonoïdique complexe est typique des membres de la famille des Lamiaceae avec notamment la présence fréquente de flavones avec hydroxylation supplémentaire aux positions 6- et 8- (Benabdelkader *et al.*, 2012)

Tableau VIII : Distribution de différentes classes de flavonoïdes dans le genre *Lavandula* (d'après Upson *et al.*, 2000)

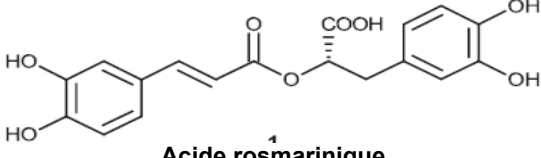
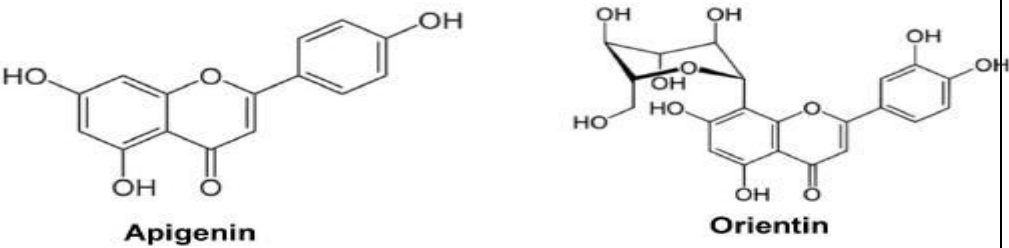
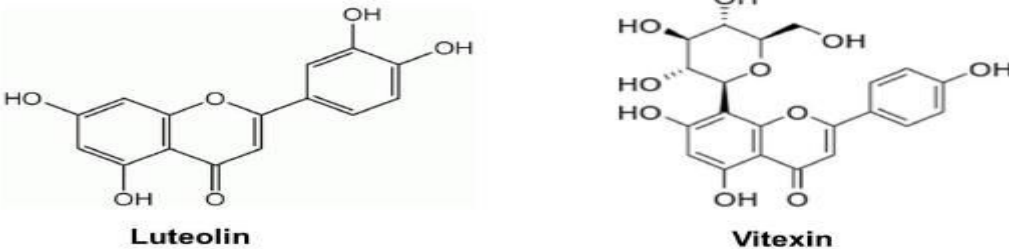
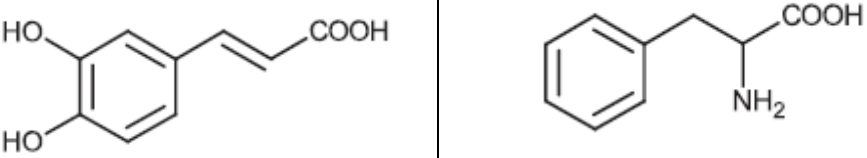
Section	flavone 7- Omonoglycosides	flavone di- Oglycosides	6- hydroxyflavone 7-Oglycosides	flavone Cglycosides	8- hydroxyflavone 8-Oglycosides	8- hydroxyflavone 7-Oglycosides
Lavandula	+	-	-	+	-	-
Dentata	+	-	+	+	-	-
Stoechas	-	-	-	-	+	+
Pterostoechas	-	-	-	-	+	+
Subnudae	-	-	-	-	+	+
Chaetostachys	-	-	-	-	+	+
Sabaudia	+	-	-	-	-	+

I.5. Famille des Poaceae (Gramineae)

C'est la famille du blé, de l'avoine, du riz, du maïs, des céréales en général. Cette famille, parmi toutes celles du règne végétal, occupe une place à part, non seulement par le nombre de ses espèces, 9000 groupées en 635 genres mais encore par son ubiquité, sa répartition et son intérêt humain, historique comme économique, sont des plantes herbacées et généralement de faible dimension, pourvues de nombreuses racines en forme de faisceaux qui prennent naissance à la base de la tige. Elles présentent des rhizomes qui souvent se ramifient et chaque année donne naissance à de nouvelles tiges aériennes. La tige porte le nom de chaume ; elle est creuse et cylindrique, les feuilles sont distiques, c'est-à-dire qu'elles s'insèrent suivant deux génératrices opposées. L'inflorescence élémentaire des poaceae est l'épillet, le fruit est un caryopse, c'est à dire un akène dont l'enveloppe est intimement adhérent au tégument de la graine (Quezel et Santa, 1963; Guignard et Dupont, 2005; Ouled Dhaou, 2010) Dans les régions arides et semi-arides, plusieurs recherches ont révélé que les Poaceae sont à large amplitude écologique, grâce à leur résistance à la sécheresse (Ouled Dhaou, 2010).

I.5.1. Composition chimique

Tableau IX: Structure de quelques composés isolés des espèces de la famille Poaceae

Plante	Structure	Références
<i>Paspalum atratum</i>	 <p style="text-align: center;">Acide rosmarinique</p>	Pinto <i>et al.</i> , 2015
<i>Cynodon dactylon</i>	 <p style="text-align: center;">Apigenin Orientin</p>	Ashokkumar <i>et al.</i> , 2013
<i>Cynodon dactylon</i>	 <p style="text-align: center;">Luteolin Vitexin</p>	Ashokkumar <i>et al.</i> , 2013
<i>Paspalum atratum</i>	 <p style="text-align: center;">Acide caféique Phenylalanine</p>	Pinto <i>et al.</i> , 2015

I.5.2. Genre *Cymbopogon*

Regroupe 140 espèces (Khanuja *et al.*, 2004) avec une grande différence morphologique et chemotypique (Nath *et al.*, 2002). Présente sous forme de touffes, ont de nombreuses tiges dressées provenant à partir d'un rhizome (Lewinsohn *et al.*, 1998). Grappes géminées, portant une spathéole à la base et constituant une panicule compacte à spathes plus grandes. Epillets géminés, différents: un sessile à une lemme et une fleur fertile (la fleur fertile est parfois remplacée par une neutre ou mâle dans les épillets inférieurs de la grappe); un pédonculé à deux fleurs neutres ou une neutre et une (supérieure) mâle. Vivace en touffes denses. Chaumes de 20-50 cm, à 2-4 nœuds. Grappes à rachis et pédoncules villex sur un

seul côté. Lemme de la fleur fertile nettement marquée, bifide, portant une arête genouillée et glabre atteignant 10 mm de long (Quezel et Santa, 1962).

I.5.3. Espèce *Cymbopogon schoenanthus* L

Plantes en touffes épaisses, serrées dépassant 1 mètre de haut. Feuilles sont étroites, souples puis coriaces s'enroulant sur elles même (Sahki et Sahki Boutamine, 2004). Les tiges florales dressées, nombreuses peuvent atteindre 60 à 80 cm si la saison s'y prête, les inflorescences sont en forme de panicules aux épis plus ou moins teintés de violet semblent voltiger au dessus de la touffe. En dehors des périodes humides, elle se présente sous forme de paille jaunâtre. Toute la plante, mais surtout la partie inférieure, dégage une odeur puissante et très agréable en se desséchant (Benchalah *et al.*, 2004).



Figure 19: Photo de *Cymbopogon schoenanthus*

I.5.3.1. Nomenclature et systématique

Noms arabe: Lammad , Sounboul El Arabe

Nom tamahaq: Teberimt

Nom français : jonc aromatique, citronnelle (Sahki et Sahki Boutamine, 2004).

➤ Systématique

Embranchement: Spermaphytes

Sous embranchement : Angiospermes

Classe : Monocotylédones

Ordre: Poales

Famille: Poaceae

Genre : *Cymbopogon*

Espèce: *Cymbopogon schoenanthus*(L) (Sahki et Sahki Boutamine, 2004).

I.5.3.2. Répartition géographique

Le jonc aromatique est très commun dans l’Ethiopie, en Egypte, en Arabie et dans l’Asie désertique (Lewinsohn *et al.*, 1998; Sahki et Sahki Boutamine, 2004). Elle est très répandue dans tout le Sahara (Benchalah *et al.*, 2004). En Ahaggar, cette plante pousse par pieds isolés dans les lits pierreux des oueds et dans les ravins de montagnes entre 800 et 2100 mètres. En dehors des périodes humides, la plante se présente sous forme de paille jaunâtre (Sahki et Sahki Boutamine, 2004). Au tassili, on le trouve fréquemment dans le lit des oueds caillouteux et surtout dans les ravins des parties hautes des plateaux (Benchalah *et al.*, 2000)

I.5.3.3. Utilisation traditionnelle

Plantes exhalant une odeur très agréable et de ce fait utilisée parfois pour bourrer les coussins. Elle sert également à parfumer le thé facilitant en même temps la digestion. Jeunes bourgeons et épis tendres sont consommés avant leur maturité. Elle est broutée par les dromadaires. En médecine traditionnelle, la décoction de la plante soulage les maux de reins ainsi que les troubles intestinaux (Ketoh *et al.*, 2006) et les intoxications alimentaires. Diurétique en infusion, la plante est aussi réputée donner de l’appétit (Benchalah *et al.*, 2000; Sahki et Sahki Boutamine, 2004).

I.5.3.4. Chimie du *Cymbopogon*

Parmi les nombreux composés identifiés et isolés à partir des espèces du genre *Cymbopogon*; la figure (20) et le tableau (X) montrent quelques flavonoïdes, terpenoïdes et quelques composés majoritaires à intérêt pharmacologique très important (Avoseh *et al.*, 2015).

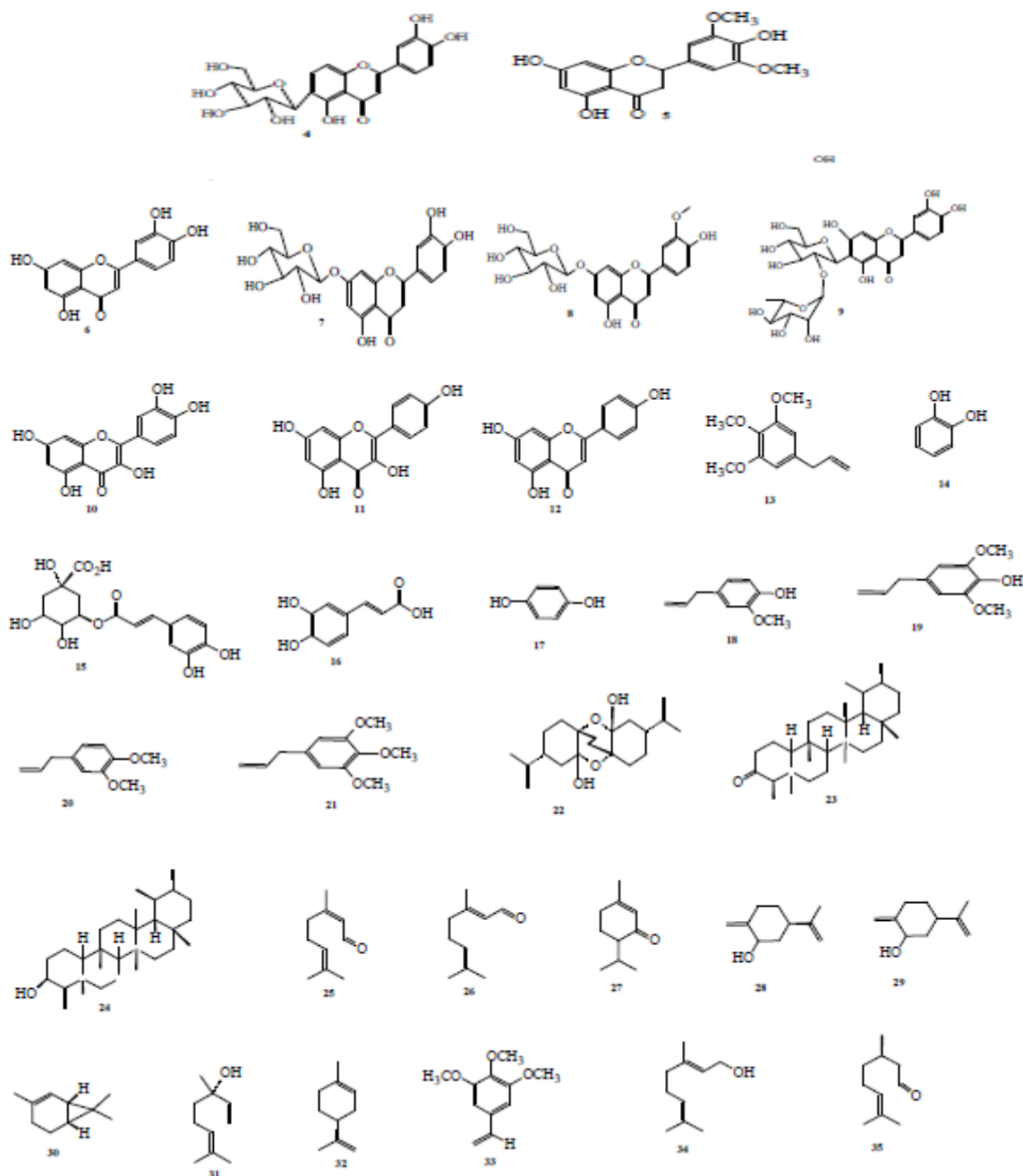


Figure 20: Quelques composés isolés à partir du genre *Cymbopogon* (Avoseh *et al.*, 2015)

Isoorientine (4), tricine (5), luteoline (6), luteoline 7-*O*-glucoside (cynaroside)(7), isoscoparine (8) 2''-*O*-rhamnosyl isoorientine (9) quercetine (10), kaempferol (11) apigenine (12) elimicine (13), catechol (14), acide chlorogénique (15) acide caféique (16) hydroquinone (17) eugenol(4-allyl-2-methoxyphenol) (18) elemicine (5-allyl-1,2,3-trimethoxybenzene) (19) eugenol methylether (4-allyl-1,2-dimethoxybenzene) (20), *trans*-iso-elemicine (1,2,3-trimethoxy-5-(1-propenyl) benzene) (21) cymbodiacetal (22) cymbopogone (23) cymbopogonol (24) neral (25) geranial (26) piperitone (27) *cis-p*-mentha-1(7),8-dien-2-ol (28) *trans-p*-mentha-1(7),8-dien-2-ol (29) δ -2-carene (30) linalool (31) limonene (32) elemicin (33) geraniol (34) and citronellal (35).

Tableau X : Composés majoritaires identifiés dans quelques espèces du genre *Cymbopogon* (Avoseh *et al.*, 2015)

Composés	Espèces	Région	%
cis- <i>p</i> -mentha-1(7),8-dien-2-ol (C ₁₀ H ₁₆ O)	<i>C. giganteus</i> (F)	Cameroon	22.8
		Burkina Faso	12,0
		Madagascar	19.0
trans- <i>p</i> -mentha-1(7),8-dien-2-ol	<i>C. giganteus</i> <i>C. giganteus</i> <i>C. densiflorus</i> <i>C. giganteus</i>	Cameroon	26.5
		Burkina Faso	14.2
		Zambia	11.1
		Madagascar	22.4
Limonène (C ₁₀ H ₁₆)	<i>C. giganteus</i> <i>C. giganteus</i> <i>C. proximus</i> <i>C. schoenanthus</i>	Cameroon	7.4
		Burkina Faso	42.0
		Burkina Faso	3.9
		Tunisie	24.2
Elemicine (C ₁₂ H ₁₆ O ₃)	<i>C. pendulus</i>	Inde	53.7
α-Pinène (C ₁₀ H ₁₆)	<i>C. pendulus</i>	Inde	6.1
Camphène (C ₁₀ H ₁₆)	<i>C. pendulus</i> <i>C. winterianus</i>	Inde	9.1
		Inde	8.0
Géranial (C ₁₀ H ₁₆ O)	<i>C. flexuosus</i>	Inde (region de Kumauon)	33.1
		Inde (Bilhar)	42.4
	<i>C. citratus</i>	Burkina Faso	48.1
		Brésil	50.0
		Egypte	40.72
		Zambie	39.0
		Kenya	39.53
		Benin	27.04
		Nigeria	33.7
Angola		40.55	
Congo Brazzaville		48.88	
Mali	45.3		
Iran	39.16		
<i>C. winterianus</i>	Brésil	8.05	
Néral (C ₁₀ H ₁₆ O)	<i>C. flexuosus</i>	Inde	30.0
		Burkina Faso	34.6
		Inde (Bilhar)	29.8
		Brésil (North)	30.1
		Egypte	34.98
		Zambie	29.4
		Kenya	33.31
	<i>C. giganteus</i>	république de Benin	19.93
		Nigeria	26.5
	<i>C. citratus</i>	Angola	28.26
		Malaysia	50.81
		Congo Brazzaville	36.24
		Brésil	4.53
Côte d'Ivoire		32.5	
Mali		26.3	
Iran	30.95		
Geranyl acétate (C ₁₂ H ₂₀ O ₂)	<i>C. flexuosus</i>	Inde	12.0

Linalool (C ₁₀ H ₁₈ O)	<i>C. flexuosus</i>	Inde	2.6
	<i>C. winterianus</i>	Inde	1.5
	<i>C. martini</i>	Inde	2.0
	<i>C. nardus</i>	Malaysia	11.0
Géranol (C ₁₀ H ₁₈ O)	<i>C. winterianus</i>	Inde	23.9
	<i>C. martinii</i>	Inde	84.16
	<i>C. winterianus</i>	Brésil	32.82
Citronellal (C ₁₀ H ₁₈ O)	<i>C. winterianus</i>	Inde	32.7
	<i>C. nardus</i>	Malaysia	29.6
	<i>C. winterianus</i>	Brésil	36.19
Selina-6-en-4-ol (C ₁₅ H ₂₆ O)	<i>C. citratus</i>	Brésil	27.8
α -Cadinol (C ₁₅ H ₂₆ O)	<i>C. citratus</i>	Brésil	8.2
Piperitone (C ₁₀ H ₁₆ O)	<i>C. olivieri</i>	Iran	72,8
	<i>C. parkeri</i>	Iran	80,8
	<i>C. proximus</i>	Burkina Faso	59,1
4-Carène (C ₁₀ H ₁₆)	<i>C. olivieri</i>	Iran	11,8
Germacrene-D (C ₁₅ H ₂₄)	<i>C. parkeri</i>	Iran	5,1
δ -2-Carène (C ₁₀ H ₁₆)	<i>C. proximus</i>	Burkina Faso	22,3
β -Phellandrene (C ₁₀ H ₁₆)	<i>C. schoenanthus</i>	Tunisie	13,4

Chapitre II:

Matériels et méthodes

II.1. Etude ethnobotanique

Le terme « ethnobotanique » a été employé pour la première fois en 1895 par Harschberger, botaniste, écologue et taxonomiste américain, définissant ainsi « l'étude des plantes utilisées par les peuples primitifs et aborigènes ». Cette définition s'est élargie et précisée dans les années qui ont suivi, passant par une volonté de connaissance exhaustive du mode de vie des populations concernées et des effets de l'environnement végétal sur celui-ci, pour aboutir à cette définition en 1967: « étude des relations entre l'homme et la végétation ambiante » (Houël, 2011).

Pendant la dernière décennie le recours à la médecine traditionnelle a connu un regain d'attention et d'intérêt dans le monde (OMS, 2003). D'après les estimations 80% de la population mondiale dépend principalement de la médecine traditionnelle pour le traitement des maux, la dépendance vis à vis de remèdes dérivés de plantes indigènes est particulièrement marquée dans les pays en développement où la médecine occidentale souvent est absente ou simplement trop coûteuse, dans bien des régions d'Afrique la perte de la biodiversité causée par le défrichage rapide de la végétation à des fins d'expansion de l'agriculture et de l'élevage a entraîné la baisse spectaculaire des ressources en remèdes traditionnels (Okafor, 1999).

Ainsi, notre étude ethnobotanique consiste en :

- Une consultation de la bibliographie et des flores médicinales algériennes;
- Une enquête préalable auprès des guérisseurs, des herboristes, des guides de touristes et de la population locale établie sur la base d'un questionnaire qui permet de dresser une première liste des plantes spontanées médicinales de la région, ainsi que les indications et les connaissances pharmacologiques de ces plantes ;
- La sélection des espèces indiquées dans l'enquête depuis la base de données comportant plus de 31 espèces. Enfin, les informations recueillies seront analysées à la lumière des données de la littérature (Sahki sahki Bputamine, 2004; Hammiche et Maisa, 2006), et cela, afin de balayer l'ambiguïté concernant certaines espèces, notamment sur le plan taxonomique.

II.1.1. Echantillonnage

Ce travail a été réalisé de juillet 2011 à mars 2012 dans les grands villages et le centre ville de la wilaya (figure 21). Selon Ould Hadj *et al.*, 2003(a): L'échantillonnage est l'ensemble des opérations qui ont pour objet de relever dans une population des individus devant constituer l'échantillon. Pour un bon échantillonnage notre étude a touché presque toutes les catégories

de la population autochtone: les herboristes, les tradipraticiens, les guides touristiques, et autres personnes ayant des informations ou des pratiques sur l'usage des plantes médicinales. Pour la présente étude un échantillonnage aléatoire est adapté, nous sommes entretenus avec 100 personnes, hommes et femmes, (fiches sans informations complètes sont annulées).



Figure 21 : Sites d'enquête (ANDI, 2013)

II.1.2. Fiche d'enquête

Chaque fiche d'enquête contient les informations suivantes :

- Le numéro de la fiche, des informations personnelles (l'âge, le sexe, lieu de résidence et la profession) ;
- Des informations sur les plantes spontanées à vocation médicinales de la région (nom vernaculaire, nom scientifique, partie(s) utilisée(s), le mode de préparation et les maladies traitées
- Des informations sur la préparation des remèdes (poids de drogue, quantité d'eau, plante ou produits ajouté, récipient de préparation, technique de préparation, traitement, dose pour les adultes et les enfants et la durée de traitement.

Selon les végétaux herbacées, arbrisseaux ou arbres toutes les parties peuvent être retenues feuilles, sommités fleuries, tiges, fruits, racines, écorce, gomme, latex et sucs (Benchallah *et al.*, 2004). Une fois recueillies, les plantes sont en général séchées pour les conserver pour des emplois futurs. Les préparations sont en général obtenues en faisant bouillir la matière végétale, en la faisant macérer ou en la dissolvant dans des substances comme l'huile de palmiste ou de miel, les préparations les plus courantes se présentent sous la forme de décoction, d'infusion, ou de cataplasme (Okafor, 1999).

Après la collecte des données, un logiciel Microsoft Excel Version 2007 est utilisé pour le calcul. Ces données sont représentées graphiquement.

II.2. Récolte du matériel végétal

Des sorties pour faire des récoltes dans la région de Tamanrasset au niveau de différents habitats des espèces ciblées ont été réalisées sous l'aide des personnels de l'INRF (Oued Tassakimte : 23° 36' de latitude Nord, 5° 58' 10'' et 5° 58' 30 de longitude Est et 1920 m d'altitude. Oued wadanki : 23° 54' 56,4'' Nord, 006° 29' 04,8' Est. Oued Tazouag: 23° 14' 36, 8'' Nord -005° 40' 22, 6'' Est et 2300 m. Oued In Zbib : 22° 48' 012'' Nord - 05° 37' 20, 4'' Est et 1418 m d'altitude. Oued Tassena : 22° 48' 13'' Nord, 05° 36' 57, 6'' Est et 1438 m. et Oued Gelta Igif Mellan: 23° 26' 8,85'' Nord, 05° 47' 167'' Est et 1859 m d'altitude). Les coordonnées géographiques de ces habitats sont déterminées à l'aide d'appareil GPS.

Le matériel végétal est constitué des parties aériennes des plantes *Nauplius graveolens* Forssk, *Lavandula pebesence* Maire, *Artemisia judaica* Maire, *Cymbopogon shoenanthus* Spreng et *Myrtus nivellei* Coss. & Dur. Récoltées au printemps successivement dans les années 2011, 2012, 2013, 2014 et 2015 et le mois d'Aout jusqu'au Octobre pour *Myrtus nivellei*. Les échantillons séchés à l'abri de la lumière et de l'humidité, à température ambiante. Après séchage, les plantes ont été broyées et stockées soigneusement dans un endroit sec en vue de leurs études.

II.2.1. Reconnaissance botanique

L'identification des plantes choisies *Nauplius graveolens* Forssk, *Myrtus nivellei* Coss. & Dur. *Artemisia judaica* Maire, *Cymbopogon shoenanthus* Spreng et *Lavandula pebesence* Maire a été réalisée selon la flore du Sahara (Ozenda, 1983) et confirmée par les chercheurs de l'Institut National de la Recherche Forestière -INRF-Tamanrasset (Algérie).

II.2.2. Caractérisation chimique

Les poudres végétales, issues des parties aériennes des cinq plantes, ont été caractérisées chimiquement par différentes réactions en référant aux techniques décrites dans les travaux de NGeussan *et al.* (2009) (a), Chew *et al.* (2009), Bidie *et al.* (2001), afin de confirmer la présence ou l'absence de certains métabolites secondaires.

- **Caractérisation des flavonoïdes** : Réaction dite à la cyanidine (réaction de Shibata) dans un tube à essai, 2 mL d'extrait aqueux à 10% est placé, on ajoute 5 ml d'alcool

chlorhydrique (4 mL EtOH + 1 mL HCl concentré) ou H₂SO₄ et 2 ou 3 copeaux de magnésium. Une coloration rose orangée ou violacée apparaît lorsqu'il y a des flavonoïdes.

- **Caractérisation des tanins** : La réaction effectuée est l'action de chlorure ferrique (FeCl₃) 1% sur l'extrait aqueux à 10%, l'apparition d'une coloration bleu noire ou verte dénotant la présence des tanins
- **Caractérisation des alcaloïdes** : 2 mL d'une solution d'extrait de plante à 10% dans le méthanol est additionnée d'une goutte de HCl concentré et 4 à 6 gouttes de réactif de Dragendorff. Une précipitation brune rougeâtre signifie la présence d'alcaloïdes.
- **Caractérisation des polyterpènes** : 5 g de poudre végétale de chaque plante sont extraits avec l'EtOH à 70%. L'extrait est évaporé et le résidu est dissout dans 1 mL d'anhydride acétique suivi par 2 mL de H₂SO₄ concentré. Si une couleur marron rougeâtre est apparue, il déduit la présence des polyterpènes.
- **Caractérisation des saponosides** : sont caractérisés par la présence d'une mousse. Leur détection est réalisée après agitation de l'extrait aqueux (10%), le mélange est abandonné pendant 20 minutes et la teneur en saponosides est évaluée par positif lorsque la hauteur de la mousse persistante, supérieure à 1 cm.

II. 3. Huiles essentielles

Les huiles essentielles ne sont pas des corps simples mais en générale des assemblages de molécules ayant chacune leurs propriétés particulières (Lamendin *et al.*, 2004). Pour la 8^{ème} édition de la pharmacopée française (1965), les huiles essentielles (= essences = huiles volatiles) sont : « des produits de composition généralement assez complexe renfermant les principes volatils contenus dans les végétaux et plus au moins modifiés au cours de la préparation » (Bruneton, 1999). Les normes AFNOR et ISO ont donné la définition suivante : « ce sont des produits généralement odorants obtenus soit par entraînement à la vapeur d'eau de végétaux ou de parties de végétaux, soit par expression du péricarpe frais de certains citrus » (Chemat *et al.*, 2007).

II. 3.1. Extraction des huiles essentielles

La méthode utilisée appelée hydrodistillation consiste à immerger la matière première dans un bain d'eau l'ensemble est porté à l'ébullition et l'opération est généralement conduite à pression atmosphérique la distillation peut s'effectuer avec ou sans recyclage communément appelé cohobage (Hernandez, 2005). L'appareil utilisé est de type Clevenger, l'extraction est faite à partir des parties aériennes des trois plantes aromatiques: *Myrtus nivellei* Coss. & Dur.

Artemisia judaica Maire, *Cymbopogon shoenanthus* Spreng (aromatiques et riches en huile essentielle). L'extraction est effectuée durant trois heures. Les huiles essentielles sont stockées à 4°C à l'obscurité dans des flacons codés, jusqu'au leur analyse. Le calcul du rendement de chaque essence s'est effectué selon la relation suivante: $R = 100 \times (m/M)$ Où m et M représentent respectivement la masse de l'huile essentielle et la masse de la charge végétale.

II. 3.2. Analyse des huiles essentielles par CPG-SM

La chromatographie en phase gazeuse est une vieille technique qui est bien développée dans la littérature (Luijten, 1998). Elle est utilisée pour la séparation, l'identification, la quantification des composés volatils, dans le contrôle de qualité des produits et la caractérisation des huiles volatiles (Rauber, 2005). La CPG a été développée à une telle ampleur, elle est devenue une technique de routine dans les laboratoires. Le choix judicieux des systèmes d'injections spécifiques a étendu l'usage de la CPG dans plusieurs domaines d'applications (Luijten, 1998). Les conditions expérimentales sont représentées dans le tableau XI

Tableau XI: Conditions expérimentales en CPG/SM

Type de colonne	Colonne HP 5ms (apolaire)
Débit du gaz vecteur	0.9 mL/min
Nature du gaz vecteur	Helium N 60
Volume injecté	1µl
Mode d'injection	Split
Programmation en température	de 60°C à 260°C à raison de 5 °C/min puis élévation jusqu'à 340°C à raison de 40 °C/min
Température d'injecteur	280°C
Température de source	250°C
Tension d'ionisation	70e V
Température de quadripôle	150°C
Domaine de la masse (m/z)	50-550 m/z

Les spectres de masse ainsi obtenus sont ensuite comparés avec ceux des produits de référence contenus dans les bibliothèques informatisées disponibles, commerciales (NIST Mass Spectral Library 2011 édition, Wiley Registry of Mass Spectral Data 9th édition et celle de la base de données spectrales Adams (2007).

II. 4.Composés phénoliques

L'appellation « polyphénols » ou « composés phénoliques » regroupe une vaste ensemble d'environ 8000 composées (Hennebelle *et al.*, 2004) depuis les simples acides phénoliques jusqu'aux grands polymères complexes que sont par exemple les tanins et la lignine en font également partie les flavonoïdes (Hopking, 2003 ; Jurisic-Grubescic *et al.*, 2005).

Les flavonoïdes sont des dérivés du phényl propane (Judd *et al.*, 2002) représentent plus de 4000 composés (Rijke *et al.*, 2006; Yáñez *et al.*, 2007). A l'état naturel on trouve très souvent les flavonoïdes sous forme de glycosides (Stobiecki *et al.*, 2006). Les flavonoïdes peuvent assurer la protection des plantes contre le rayonnement UV (Dahou *et al.*, 2004; Radu *et al.*, 2006; Rijke *et al.*, 2006), certaines flavonoïdes jouent le rôle de phytoalexines (Hopkings, 2003; Stobiecki *et al.*, 2006. C'est par la couleur de fleurs que la plante exerce un effet attracteur sur les insectes pollinisateurs (Croteau *et al.*, 2000). De nos jours plusieurs activités sont attribuées aux flavonoïdes dans le domaine thérapeutiques, dont on peut trouver des activités antioxydantes, anti-inflammatoires, antiallergiques, et anticancéreuses (Alemán, 2000; Calabrò *et al.*, 2004).

II.3.1. Extraction des composés phénoliques

L'extraction veut dire la séparation des parties actives de tissus végétaux ou animaux à l'aide de solvants sélectifs, traditionnellement l'eau, les huiles végétales ou les graisses animales (Handa, 2008). Les méthodes modernes ont été employées depuis le 18^{ème} siècle pour la séparation et l'isolement des principes actifs majoritaires des plantes médicinales et qui utilisent principalement des solvants organiques (Chevallier, 2001; Benzeggouta, 2014). Deux méthodes d'extraction des polyphénols ont été utilisées; une par macération dans un mélange hydroalcoolique suivie par une extraction liquide-liquide en utilisant des solvants de polarité croissante, et l'autre par une méthode traditionnelle la décoction.

II.4.1.1. Extraction par macération avec des solvants de polarité croissante

L'extraction des composés phénoliques a été faite selon le protocole préconisé par Li *et al.* (2009), Hossain *et al.* (2011), Basli *et al.* (2012) avec une légère modification. Dont les étapes essentielles sont:

- Macération répétée du matériel végétal dans une solution hydroalcoolique (eau/ méthanol 20/80) pendant 24 heures. La macération est répétée trois fois avec renouvellement du solvant. Les filtrats hydro alcooliques récupérés sont réunis et concentrés sous pression réduite à une température de 45°C avec un évaporateur rotatif (Büchi Rotavapor R- 200), après on ajoute de l'eau distillée aux résidus secs (1g du résidu sec hydrométhanolique est gardé pour les analyses quantitatives). La solution ainsi obtenue est laissée au repos à froid pendant une nuit. Après filtration on obtient une solution aqueuse. Cette dernière subit une extraction de type liquide-liquide en utilisant des solvants de polarité croissante, on commence par l'acétate d'éthyle puis le n-butanol. Les deux phases organiques récupérées sont séchées avec du Na₂SO₄ anhydre puis filtrées, concentrées sous pression réduite à sec et pesées puis conservées à 4°C jusqu'à leurs analyses.

II.4.1.2. Extraction par décoction

Les premiers traitements utilisés par l'homme étaient des préparations simples à base d'eau pour extraire les principes actifs des plantes médicinales. L'utilisation de la tisane, que ce soit infusion, décoction ou macération, est retrouvée parmi les méthodes les plus anciennes à côté des fumigations, des inhalations de vapeur, de l'application d'une solution sur le corps. La tisane n'est pas uniquement un apport d'eau. Il s'agit d'une préparation médicinale utile en médecine et en phytothérapie. L'eau permet ainsi de récupérer certains constituants actifs hydrosolubles (Goetz, 2004; Benzeggouta, 2014). L'extraction des polyphénols par décoction a été effectuée selon le protocole décrit par Kaneria *et al.* (2012); Cette méthode a été réalisée par ébullition de la poudre végétale (*Nauplius graveolens* et *Myrtus nivellei*) dans l'eau distillée à raison de 5% (P/V) pendant 30 min dans un bain Marie à 100°C. Après filtration l'extrait a été évaporé à 45°C à l'aide d'un évaporateur rotatif (Büchi Rotavapor R- 200) jusqu'à l'obtention d'un résidu sec. Enfin ce dernier a été pesé et conservé à une température de +4°C

II.4.2. Détermination de la teneur en composés phénoliques totaux

La méthode utilisée est celle de Singleton et Ross (1965) décrite par Adewusi *et al.* (2011) et Mbaebie *et al.* (2012) en utilisant le réactif de Folin Ciocalteu. Ce dernier est constitué d'un mélange d'acide phosphotungstique (H₃PW₁₂O₄₀) et d'acide phosphomolybdique (H₃PMo₁₂O₄₀) qui se réduit, lors de l'oxydation des polyphénols, en oxyde bleu de tungstène (W₈O₂₃) et de molybdène (Mo₈O₂₃).

La coloration bleue produite est proportionnelle à la teneur en phénols totaux et possède une absorption maximum aux environs de 750 -765 nm (Lapornik *et al.*, 2005;Bonnaillie *et al.*, 2012). Le phénol standard utilisé dans cette méthode est l'acide gallique.

Un volume de 200µl de chaque extrait est introduit dans des tubes à essai, additionné 1ml de réactif de Folin Ciocalteu (dilué 10 fois). Après 4 minutes 0,8ml d'une solution de bicarbonate de sodium (Na_2CO_3) 7,5% a été ajoutée pour chaque tube. Après 30min, le contenu phénolique a été mesuré à 765nm avec un spectrophotomètre UV-Vis LNICAM-DISCPD2000-1. La courbe d'étalonnage a été réalisée par l'acide gallique à différentes concentrations (20 -100 µg/ml), dans les mêmes conditions de dosage. Les résultats sont ainsi exprimés en µg équivalent d'acide gallique par mg d'extrait sec (µg d'EAG/mg). Toutes les mesures sont répétées 3 fois.

II. 4.3. Dosage des flavonoïdes totaux par la méthode de trichlorure d'aluminium

La détermination de la teneur en flavonoïdes des extraits et fractions est effectuée par la méthode de trichlorure d'aluminium (AlCl_3) (Bahorum 1997; Mbaebie *et al.*, 2012). Brièvement, un millilitre d'extrait dilué dans le méthanol, ainsi que le flavonoïde standard la rutine aussi préparé dans du méthanol est ajouté à 1ml de AlCl_3 (solution méthanolique de 2%). Après une heure de réaction, l'absorbance est lue à 420 nm.

La courbe d'étalonnage est effectuée par la rutine à différentes concentrations (10-60µg/ml), dans les mêmes conditions et les mêmes étapes du dosage. Les résultats sont ainsi exprimés en µg d'équivalent de rutine par mg d'extrait. Toutes les mesures sont répétées 3 fois.

II.4.4. Dosage des tanins

La détermination de tanins dans les différents extraits et fraction est réalisée par la même méthode de Folin Ciocalteu après précipitation des tanins par la gélatine selon la procédure décrite dans Adewusi *et al.* (2011)

200µl de chaque extrait sont homogénéisés avec 200mg de gélatine dans 200µl d'eau distillée, Le mélange tanin- gélatine est laissé pendant 15min à 4°C, ensuite il est bien mélangé par un vortex et filtré par papier Whatman n°1. Les composés phénoliques non adsorbés (constituant le surnageant) sont dosés par la méthode de Folin Ciocalteu comme précédemment décrit après qu'on complète le volume prélevé à partir de surnageant 150µl à 1ml. Les valeurs obtenues sont soustraites de la teneur en polyphénols totaux et exprimé en µg équivalent d'acide gallique par mg d'extrait sec.

II.5. Evaluation de l'activité antioxydante

Le stress oxydant a été décrit réellement comme un facteur étiologique crucial impliqué dans diverses maladies chroniques humaines telles que le cancer, les maladies cardiovasculaires et neurodégénérative, inflammation, diabète mellitus et vieillissement (Uttara, 2009). Ces dommages oxydants sont réalisés par l'attaque des radicaux libres sur de divers biomolécules, en particulier les protéines, les lipides et l'ADN, ayant finalement comme conséquence la dégradation et la mort de cellules (Moon et Shibamoto, 2009)

L'activité anti-oxydante des composés phénoliques présents dans les plantes est principalement due à leurs propriétés redox qui leur permettent d'agir en réduisant les agents donneurs d'hydrogène et d'extinction de l'oxygène singulet. Les composés phénoliques peuvent aussi avoir des propriétés de chélation des métaux (Spiridon *et al.*, 2011). La famille la plus abondante de polyphénols présents dans l'alimentation humaine, est les flavonoïdes. Les flavonoïdes sont constitués de deux noyaux aromatiques, le phénol et la pyridine, reliés par trois atomes de carbone qui proviennent souvent d'un hétérocycle oxygéné (Mónica *et al.*, 2010).

Les effets protecteurs des flavonoïdes contenus dans le système biologique sont attribués à leur capacité à activer les enzymes antioxydants, réduire les radicaux de l' α -tocophérol, inhiber les oxydases (Kelly *et al.*, 2002), se lier à des molécules telles que les enzymes, les transporteurs d'hormones et l'ADN, chélater les ions métalliques de transition, catalyser le transport des électrons, et piéger les radicaux libres, y compris des anions superoxydes (Katarzyna *et al.*, 2001).

II.5.1. Test de phosphomolybdate (PPM)

Dans de ce test, l'hydrogène et l'électron sont transférés du composé réducteur (extrait-antioxydant) vers le complexe oxydant (PPM). Ce transfert dépend du potentiel redox, du pH du milieu et de la structure du composé antioxydant. Le test est basé sur la réduction du molybdène de l'étage d'oxydation (VI) à l'étage d'oxydation (V). Cette réduction se matérialise par la formation d'un complexe verdâtre (phosphate/ Mo (V)) à un pH acide. On mesure la diminution de la coloration du complexe molybdène (VI) en présence d'antioxydant (Muanda, 2011; Ramu *et al.*, 2012).

La méthode adoptée est celle de Prieto *et al.* (1999). 0,4ml de chaque extrait et fraction sont mélangé avec 4ml du réactif composé de (H₂SO₄ (0,6M), de Na₃PO₄ (28 mL) et de molybdate d'ammonium (4 mM) dans des tubes à essai. Les tubes sont ensuite agités et placés au bain Marie pendant 90 minutes à température de 95°C après les avoir refroidis.

L'absorbance est lue à une longueur d'onde égale à 695nm. Une gamme étalon à base d'acide ascorbique (20-100µg/ml) est également réalisée dans les mêmes conditions. Les résultats sont ainsi exprimés en µg d'équivalent d'acide ascorbique par mg d'extrait. Toutes les mesures sont répétées 3 fois.

II.5.2. Piégeage du radical 2,2 diphenyl 1picrylhydrazyl (DPPH')

Cette méthode est basée sur la mesure de la capacité des antioxydants à piéger le radical 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazil (DPPH'). Ce dernier est réduit à la forme d'hydrazine (non radical) en acceptant un atome d'hydrogène (figure 22). L'effet de chaque extrait sur le DPPH' est mesuré par la procédure décrite par Rai *et al.* (2006).

Un volume de 100µl de différentes concentrations de chaque extrait exprimées et standard (acide ascorbique) est ajouté à 2 ml de la solution méthanolique du DPPH' (100 µM) fraîchement préparée, Le mélange obtenu est ensuite gardé à l'abri de la lumière à la température ambiante pendant 30 minutes. L'absorbance est mesurée à 517 nm par spectrophotométrie UV-Vis LNICAM-DISCPD2000-1 contre un témoin composé de 1 ml de la solution de DPPH' et de 100µl ml de méthanol, la préparation des échantillons et du témoin est réalisée dans les mêmes conditions opératoires. Les résultats sont exprimés en pourcentage d'inhibition du radical DPPH' donné par la formule suivante :

$$\% \text{ Inhibition} = ((\text{Abs contrôle} - \text{Abs échantillon}) / \text{Abs contrôle}) \times 100$$

L'étude de la variation de l'activité en fonction de la concentration des extraits permet de déterminer la concentration qui correspond à 50 % d'inhibition

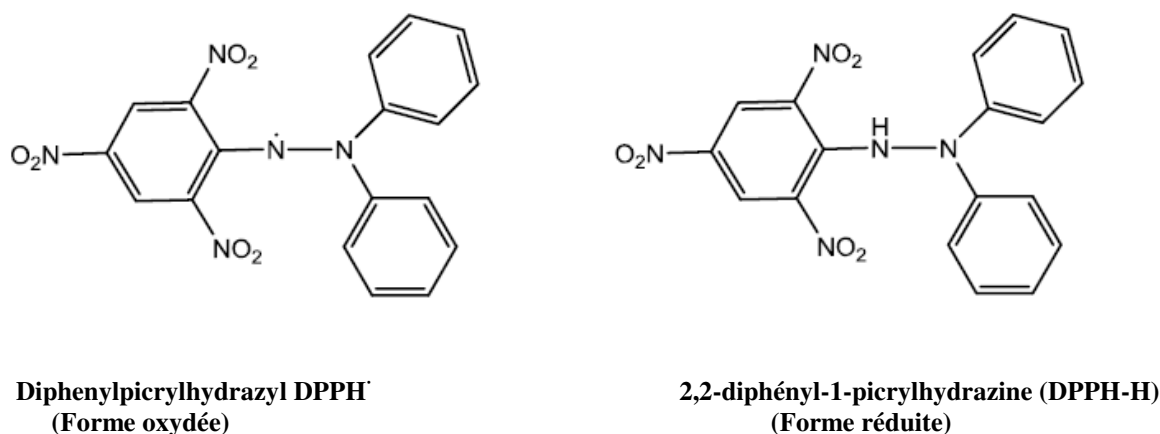


Figure 22 : Forme oxydée et réduite du radical DPPH' (Molyneux, 2004)

II.5.3. Pouvoir réducteur de l'ion férique ou (Ferric Reducing Ability of Plasma) (FRAP)

Cette méthode est originalement développée par Benzie et Strain (1996) pour mesurer le pouvoir antioxydant du plasma sanguin puis la technique est appliquée sur les extraits végétaux (Nithiyantham *et al.*, 2012). Correspond à la réduction d'un complexe tripyridyltriazine ferrique [(Fe(III)-TPTZ)₂] en un complexe tripyridyltriazine ferreux [(Fe(II)-TPTZ)₂] par un antioxydant (AH) (Maksimovic *et al.*, 2005), à un pH de 3,6 pour maintenir la solubilité du fer (Figure 23).

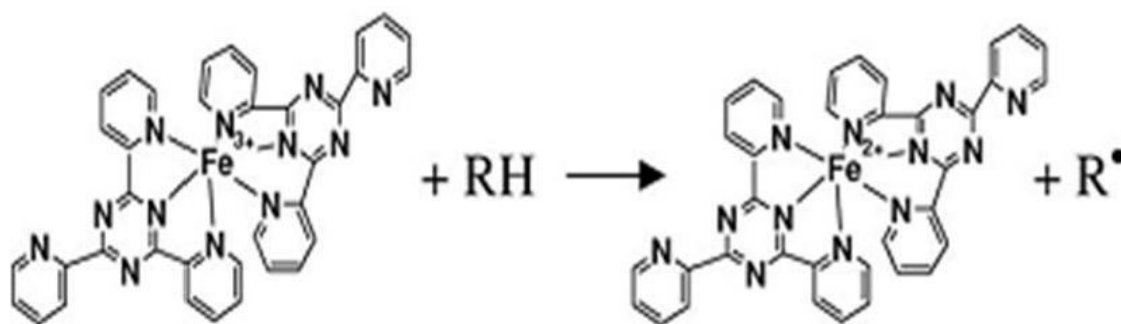


Figure 23: Mécanisme réactionnel intervenant lors du test FRAP entre le complexe tripyridyltriazine ferrique Fe(III)-TPTZ et un antioxydant (RH) (Tomasina *et al.*, 2012).

Le réactif de FRAP est préparé par le mélange de 25 mL de Tampon acétate (pH 3.6), 2.5 mL TPTZ (10 mmol) et 2.5 mL FeCl₃ (20 mmol). 50 µL d'extrait de différentes concentrations et 1,5 mL de la solution FRAP sont ajoutés. La lecture est réalisée après 30 min à 593 nm contre le blanc. La courbe d'étalonnage d'acide ascorbique à partir de différentes concentrations (20-100 µg/mL) est utilisée pour calculer le potentiel d'antioxydant. Le test est répété 3 fois.

II.6. Evaluation de l'activité antimicrobienne

La résistance aux antibiotiques par les microorganismes pathogènes (bactéries, virus, mycètes) est devenue un problème grave car ces contaminations microbiennes touchent toujours la santé publique (Edziri *et al.*, 2012).

Il y a eu un grand intérêt pour la découverte de nouveaux agents antimicrobiens avec différentes structures chimiques et nouveaux mécanismes d'action (Adwan *et al.*, 2010), due à une augmentation alarmante du taux des infections avec les microorganismes résistants aux antibiotiques (Rakholiya et Chanda, 2012).

Une des approches courantes pour la recherche des substances biologiquement actives est le criblage systématique des micro-organismes ou des plantes, qui sont des sources de beaucoup d'agents thérapeutiques utiles. En particulier, l'activité antimicrobienne d'huiles essentielles et des extraits de plantes ont formé la base de beaucoup d'applications, y compris, pharmaceutiques, médicales et agro-alimentaires (Abedini, 2013)

Nous avons testé nos extraits contre cinq bactéries (3 Gram positif et 2 Gram négatif) de type ATCC. Les caractéristiques des bactéries testées sont:

- ***Staphylococcus aureus* ATCC 25923** : Cocci à Gram positif, immobile, aérobie anaérobie facultatif, résistante aux antibiotiques (Haris et al., 2002), est une bactérie commensale de la flore cutanéomuqueuse de l'homme. Un portage nasal permanent est retrouvé chez 30 % des individus. *Staphylococcus aureus* est connu comme responsable d'infections depuis 1882, quand Ogston a identifié son rôle dans le sepsis et la formation d'abcès (Kouatchet et Eveillard, 2012). Elle est également responsable d'infections variées aussi bien en milieu communautaire qu'hospitalier (Nhan et al., 2012). Elle est aussi responsable d'infections sévères chez les patients de réanimation (Kouatchet et Eveillard, 2012).
- ***Listeria monocytogene* ATCC 19195** : bactérie à Gram positif, agent causale de la listériose. Habituellement mobiles à 20-25°C, apparemment toujours non-mobile à 37° C, anaérobie facultatif, se trouve partout dans l'environnement (dans le sol, dans l'eau et sur les plantes) (Dusant, 2005 ; Pushkareva et Ermolaeva, 2010)
- ***Bacillus cereus* ATCC 14759**: Bâtonnet à Gram positif, habituellement mobile. Endospore, aérobie ou anaérobie facultatif (Dusant, 2005). *B. cereus* est un pathogène opportuniste émergent, fréquemment associé à des toxi-infections alimentaires. Les symptômes provoqués par *B. cereus* lors de contaminations alimentaires sont généralement ceux d'une gastro-entérite (Granum, 1994)
- ***Escherichia coli* ATCC 25922**: Bâtonnet à Gram négatif, est une entérobactérie retrouvée en abondance dans la flore commensale humaine. Elle constitue l'espèce dominante de la flore aérobie anaérotolérante, responsable des infections nosocomiales. Des souches multirésistantes sont isolées des infections urinaires et pulmonaires, des pus, des septicémies, avec une fréquence croissante en milieu hospitalier (Ahoyo et al, 2007; Wiles, 2008)
- ***Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853**: Est un bacille Gram négatif en forme de bâtonnet, mobile, aérobie strict. Il s'agit d'un microorganisme saprophyte de l'environnement, notamment au niveau de l'eau, des sols humides et des végétaux.

Il est également un commensal de l'homme, en particulier au niveau intestinal, considéré comme une bactérie opportuniste, provoquant des infections chez des patients ayant une diminution de leur système de défense immunitaire mais également physique. Ainsi, il est responsable, pour une large part, d'infections nosocomiales, notamment des sites respiratoires et urinaires (Hafiane et Ravaoarino, 2008; Minchella *et al.*, 2010).

II.6.1. Méthode de diffusion sur disque

L'activité antimicrobienne des extraits a été déterminée par la méthode de diffusion en milieu gélosé cité par Celiktas *et al.* (2007) et la diffusion sur des puits pour les huiles essentielles (Valgas *et al.*, 2007). Les différentes souches bactériennes ont été repiquées par la méthode des stries, puis incubées à 37°C pendant 18 à 24 heures afin d'obtenir une culture jeune et des colonies isolées qui ont servi par la suite à préparer l'inoculum de suspension bactérienne dans des tubes de solution d'eau physiologique stérile à 0.9 %. L'étalement de la souche ($0,1 \cdot 10^7$ UFC/ml à $0,1 \cdot 10^8$ UFC/ml) à la surface entière de la boîte sur gélose Mueller Hinton est fait par un écouvillon. Des disques de 6 mm de diamètre imprégnés par 20µl d'extrait (50mg/ml) solubilisés dans l'éthanol dilué (l'absence de toxicité du solvant utilisé a été vérifiée) et disposés sur la surface des boîtes préalablement ensemencées avec la suspension bactérienne, même quantité des huiles essentielles a été déposée sur les puits. Cette activité a été faite au laboratoire des substances bioactives en Tunisie. En utilisant le tétracycline (30µg /disque) comme contrôle positif.

II.6.2. Détermination de la concentration minimale inhibitrice CMI

La concentration minimale inhibitrice est définie comme étant la plus faible concentration capable d'inhiber toute croissance visible du germe après 18 à 24 heures d'incubation à 37 °C (Deba *et al.*, 2008). La CMI a été déterminée en utilisant la gélose de Mueller Hinton coulée en boîtes de Petri puis ensemencée grâce à un écouvillon de la suspension bactérienne. L'ensemencement des colonies (5×10^5 UFC/ml) se fait comme décrit précédemment. L'activité est ensuite estimée en utilisant des disques imprégnés d'extraits 20µl à différentes concentrations (1- 31.25µg/ml), après incubation à l'étuve à 37 °C pendant 24 heures. Les valeurs de la CMI ont été relevées à la plus faible concentration du composé ne montrant aucune croissance microbienne (Tay *et al.*, 2011).

II.7. Activité antiparasitaire

II.7.1. Leishmaniose

Les leishmanioses sont des pathologies parasitaires de distribution ubiquitaire, endémiques dans les régions tropicales et subtropicales du globe, et touchant 98 pays dans le monde. La prévalence globale des leishmanioses est estimée à 12 millions d'individus, et environ 310 millions de personnes sont à risque d'infection. Elles constituent un véritable problème de santé publique en Inde, en Afrique du Nord, ou en Amérique du Sud. En Europe, les régions méditerranéennes sont des zones endémiques, avec plusieurs centaines de cas déclarés chaque année (en Espagne, en France, en Italie et au Portugal notamment). L'OMS estime que le nombre de nouveaux cas par an est de 1,3 millions, et que la mortalité annuelle est comprise entre 20 000 à 30 000 personnes. Les leishmanioses sont causées par des parasites du genre *Leishmania*, protozoaires kinétoplastidés, appartenant à la famille des *Trypanosomatidae*, et transmis par piqûre d'une femelle phlébotome infectée (Gay *et al.*, 2015).

La grande majorité des cas (près de 90%) sont localisés en Afghanistan, au Pakistan, en Syrie, en Arabie Saoudite, Algérie, Iran, au Brésil, et au Pérou pour la leishmaniose cutanée (LC)(Nikmehr *et al.*, 2014), en Inde, au Bangladesh, au Népal, au Soudan et au Brésil pour la leishmaniose viscérale (LV). La mortalité globale est due à la LV et elle est estimée à 59, 000 dont 35, 000 pour les hommes et 24,000 pour les femmes (Cabanillas, 2011).

II.7.2. Formes cliniques de la leishmaniose

Selon Filho *et al.* (2013) La leishmaniose se manifeste sous deux formes basiques cliniquement reconnues: la leishmaniose cutanée et la leishmaniose viscérale.

II.7.2.1. Leishmaniose cutanée

La LC représente un problème de Santé publique a l'échelle mondiale, elle est endémique dans plus de 70 pays avec une incidence annuelle estimée à 1 500 000 cas (Zougaghi *et al.*, 2011) connue de longue date en Algérie sous le nom de clou de Biskra ou Hab-es-sana (bouton d'un an), la quasi-totalité des LC algériennes sont dues à *Leishmania major* provoque une lésion cutanée unique ou multiple relativement bénigne mais à cicatrices inesthétiques et indélébiles après guérison (Achour Barchiche et Madiou, 2005).

II.7.2.1. Leishmaniose viscérale

La LV ou Kala-azar connaît une large distribution géographique avec l'apparition de nouveaux foyers même dans les pays initialement connus indemnes. La LV sévit selon un mode endémique et représente un réel problème de santé publique. Les signes d'infection persistantes sont fièvre, fatigue, faiblesse, perte d'appétit et perte de poids, anémie et de l'invasion parasitaire du sang et du système réticuloendothélial (inflammation des ganglions lymphatiques, de la rate et du foie), due à *Leishmania infantum* (Adel, 2010 ; Cabanillas, 2011; Sawadogo *et al.*, 2012 ; Essabbah Aguir *et al.*, 2013; Adel, 2014).

II.7.3. Activité leishmanicide

II.7.3.1. Promastigotes

L'activité leishmanicide a été réalisée au laboratoire des substances bioactives en Tunisie. Les souches faisant l'objet de notre étude, ont été obtenues à partir du laboratoire de parasitologie-mycologie de l'institut Pasteur de Tunisie. Les deux souches en question sont les suivantes :

- LCO3: Souche de référence de *leishmania major*.
- LV20: Souche de référence de *leishmania infantum*

II.7.3.2. Culture sur milieu RPMI

Pour augmenter la densité de l'inoculum, les promastigotes sont repiqués sur Milieu RPMI 1640 medium (Gibo), additionné de sérum veau fœtal (SVF) 10% et des antibiotiques (100µg de pénicilline, 100µg de streptomycine) La culture est préparés dans des flacons stériles est incubé à 26°C pour obtenir à la fin une concentration de 10^6 leishmanies/ml.

Pour étudier la sensibilité des leishmanies sous leur forme promastigotes aux extraits et huiles essentielles testés, le protocole suivant est adopté suivant González *et al.* (2005), Essid *et al.* (2015), Sidana et Farooq (2015). L'inoculum primaire des deux souches cultivées sur milieu RPMI enrichi de 10% de sérum veau fœtal est préparé dans des tubes coniques de 15 ml contenant le même milieu fraîchement préparé. L'inoculum (100µl) est ensuite réparti dans les puits de plaques de culture cellulaire à raison de 10^5 cellule /puits pour une période d'incubation de 72 h à 26°C (96 puits par plaque) en présence des extraits et huiles essentielles des plantes étudiés à différentes concentrations: (1–7.81 µg/ml). Les dilutions des extraits ayant été préparées dans l'éthanol dilué. La molécule de référence, utilisée comme témoin positif, est l'amphotéricine B à des concentrations (10^{-3} µg à 10^3 µg/mL).

Il est à noter que la préparation des dilutions, des milieux de culture, des plaques, de l'inoculum, du matériel s'opère dans des conditions aseptiques, à cause de la sensibilité de la culture des leishmanies vis-à-vis des contaminations

II.7.3.3. Test de viabilité des cellules

A la fin d'incubation 10 µl du bromure 3(4.5-diméthylthiazol-2-yl)-2.5-diphényl tétrazolium (MTT) 10 mg/ml est rajouté dans chaque puits durant une période de 4 h. La réaction est arrêtée par l'ajout de 100 µl sulfate dodécyl de sodium 10%, Les densités optiques (DO) sont lues après 30 minutes d'incubation à température ambiante sur un lecteur de microplaques-ELISA (Bio-TEK) à 560nm.

La viabilité de cellules est calculée après conversion des DO en pourcentage de viabilité puis comparé par la viabilité de la souche sans ajout d'extraits ou huiles essentielles (control négatif). L'IC₅₀ (concentration inhibant 50% de la croissance cellulaire) est déterminée en fonction du pourcentage d'inhibition de la viabilité de la cellule aux concentrations de composés donnés (Essid *et al.*, 2015).

$$\text{Pourcentage d'inhibition} = \frac{(\text{Absorbance contrôle négatif} - \text{Absorbance extrait})}{(\text{Absorbance contrôle négatif})} \times 100$$

II.7.3.4. Test de cytotoxicité

L'évaluation de la cytotoxicité des extraits sur des lignées cellulaires nous renseigne sur la capacité de ces extraits à bloquer les mécanismes de réplifications de ces cellules (Estevez, 2009). La cytotoxicité est évaluée en utilisant des lignées cellulaires du macrophage 264.7. Ces cellules sont maintenues dans le milieu RPMI 1640 medium, additionné de sérum veau fœtal (SVF) 10% et des antibiotiques (50µg/ml de pénicilline, 50µg/ml de streptomycine). La viabilité des cellules est confirmée par comptage des cellules sous microscope optique après l'ajout de 0,1% de Trypon bleu. Les macrophages sont placés dans des puits d'une plaque à raison de 10⁵ cellule/puits, laissés adhérer une nuit à 37°C et 5% (CO₂), après ils sont mises en présence des extraits et huiles essentielles à tester dans un milieu RPMI1640 fraîchement préparé. Les macrophages non traités ont été utilisés comme contrôle négatif. La plaque est incubée à 37°C à 5% de CO₂ pendant 72h, la viabilité des cellules est estimée par MTT (Essid *et al.*, 2015). La dose toxique (DL₅₀) est calculée de la manière suivante :

$$\frac{(\text{Nombre de cellules vivantes du contrôle} - \text{Nombre de cellules vivantes avec composés})}{\text{Nombre de cellules vivantes du contrôle}} \times 100 = \% \text{ de toxicité}$$

II.7.3.5. Indice de sélectivité (IS)

La détermination de la cytotoxicité des échantillons à tester permet aussi d'évaluer leur sélectivité grâce au calcul de l'indice de sélectivité (IS):

$$IS = \frac{IC_{50} \text{ cytotoxicité}}{IC_{50} \text{ activité antiparasitaire}}$$

II. 8. Activité antidiabétique

II.8.1. Diabète

Est une maladie métabolique caractérisée par un désordre au niveau de la régulation du métabolisme des glucides entraînant une hyperglycémie. C'est une des pathologies chroniques les plus répandues dans le monde et constitue donc un danger pour la santé publique. En effet, on compte plus de 143 millions de diabétiques, soit environ 2,8 % de la population adulte mondiale. En Europe, ce sont 30 millions de personnes qui sont touchées par cette pathologie, contre 15 millions aux Etats-Unis. On dénombre en France deux millions de diabétiques, soit 3,5 % de la population, dont 400 000 personnes qui ignorent leur maladie. La répartition des deux types de diabète est de 15 % d'insulinodépendants (DID) et 85 % de non insulinodépendants (DNID). En effet, en 2010, il a été estimé que la population diabétique va augmenter jusqu'à 221 millions dans le monde entier (Rammal *et al.*, 2009 ; Kambouche, 2011; N'guessan *et al.*, 2009 (b)).

Les patients atteints de diabète ont le stress oxydatif élevé et une altération des systèmes de défense antioxydant, qui semblent contribuer à l'initiation et la progression des complications du diabète induit. Le diabète entraîne de graves déséquilibres métaboliques, des changements dans de nombreux tissus en particulier le pancréas (Kebeiche, 2009).

II.8.2. Classification

II.8.2.1. Diabète insulinodépendant (DID)

Concerne le plus souvent les enfants, mais il peut survenir à tout âge. Les cellules qui sécrètent l'insuline sont détruites jusqu'à 90% de leur quantité normale (causes auto-immunes ou idiopathiques). Il est lié à un déficit en insuline (Kambouche, 2011).

II.8.2.2. Diabète non insulino-dépendant (DNID)

Ce type de diabète débute généralement après l'âge de 40 ans et représente 90% de l'ensemble des cas mondiaux. Il résulte de l'incapacité de l'organisme à réagir correctement à l'action de l'insuline. L'insuline est soit basse ou soit élevée (insulinorésistance prédominante ou insulinopénie prédominante) (Kambouche, 2011).

Le traitement actuel du diabète est efficace dans la baisse de la glycémie, cependant le contrôle adéquat quotidien de la glycémie est très difficile à atteindre dans la plupart des cas, ce qui conduit à long terme à l'émergence de complications très sérieuses. L'essor récente de la phytothérapie offre une opportunité pour trouver des molécules naturelles susceptibles d'exercer des effets bénéfiques sur la régulation du métabolisme glucidique en évitant les effets secondaires des substances synthétiques (Eddouks *et al.*, 2007).

II.8.3. Expérimentation animale

II.8.3.1. Animaux d'étude

Dans cette étude nous avons utilisé 35 rats femelles de type Wistar Albinos de l'Institut Pasteur d'Alger (I.P.A.), âgés de 12 semaines. Pesant entre 192g et 232g au début de l'expérimentation. Les rates ont été séparées dans des cages aléatoirement. Elles ont été libres et accès à l'eau et l'alimentation (maïs, son de blé, avec suppléments: vitamines E, A et D3, acides aminés, calcium, sels). Ces rates ont été soumises à une période d'adaptation d'une semaine environ, aux conditions de l'animalerie; à une température de (22°C), elles sont soumises à l'alternance naturelle de jour et de nuit correspond 12h de jour et de nuit. Sur la base des cages est déposée une épaisse couche de copeaux de bois renouvelée deux fois par semaine. Après cette période d'adaptation, les rats femelles sont réparties en sept lots de cinq rates chacun.

II.8.3.2. Induction du diabète par l'alloxane

L'alloxane a été proposé d'agir comme un agent diabéto-gène en raison de sa capacité à détruire les cellules des îlots de Langerhans éventuellement par le biais de la formation excessive des radicaux libres. Les cellules β du pancréas sont susceptibles d'être altérées par les dommages oxydatifs générés par les radicaux libres, en raison d'un faible niveau des enzymes piègeurs de radicaux libres (Kebeiche *et al.*, 2011). Les animaux sont pesés et injectés par voie intrapéritonéale par une dose de 150 mg / kg d'alloxane dissous dans une solution d'eau physiologique (figure 24). Le diabète sucré est confirmé après 72 heures d'injection de l'alloxane en testant les niveaux de glucose sanguin à jeun en utilisant un glucomètre CONTOUR PLUS actif et bandelettes de test de glucose (Akinnuga, 2014).

Après injection, les animaux sont libres et accès à la nourriture et de l'eau, également après 6 heures les rats injectés ont reçu une solution de glucose à 5% pendant la nuit pour éviter un choc hypoglycémique (Ahmad *et al.*, 2016). Les rates ayant une glycémie indice supérieur à 200 mg/dl sont retenus pour l'étude expérimentale (Wacim *et al.*, 2013). La glycémie des rates est mesurée au début de l'essai et le premier jour de chaque semaine de traitement. La répartition des lots est effectuée comme représenté dans le tableau XII.



(Ramdane, 2017)

Figure 24: Injection intrapéritonéale d'alloxan pour l'induction du diabète

Tableau XII : Répartition des lots d'expérimentation

Lot	Désignation	Dose administrée
T	Témoin non diabétique sans traitement	/
TD	Témoin diabétique sans traitement	/
PM1	Rates traitées par <i>Myrtus nivellei</i>	100mg/kg
PM2	Rates traitées par <i>Myrtus nivellei</i>	300mg/kg
PN1	Rates traitées par <i>Nauplius graveolens</i>	100mg/kg
PN2	Rates traitées par <i>Nauplius graveolens</i>	300mg/kg
GB	Rates traitées par glibenclamide	5mg/ml

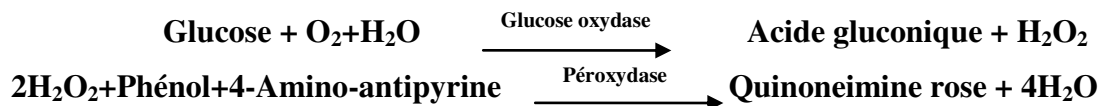
II.8.3.3. Détermination de la glycémie et mesure des poids

Durant la période de traitement, la glycémie a été mesurée à jeun pendant les jours 1-J, 7- J, 14-J à l'aide d'un appareil glucomètre CONTOUR PLUS. En effectuant une petite incision dans la partie finale de la queue après qu'il doit être désinfecté par l'alcool.

Dans le J-21, la glycémie a été mesurée à jeun par dosage colorimétrique (après sacrifice). Les poids corporels des rats ont été mesurés dans les jours: 1J, J7, J14, J21.

II.8.3.4. Dosage colorimétrique de la glycémie

Le glucose est mesuré après une oxydation enzymatique en présence du glucose oxydase. Le peroxyde d'hydrogène formé réagit grâce à l'action catalytique d'une peroxydase, avec un phénol et la 4- amino- phénazone pour former un composé rouge violet de quinonéimine qui sert d'indicateur coloré. L'absorbance du complexe coloré, proportionnelle à la concentration en glucose dans l'échantillon est mesurée à 500 nm (Trinder, 1969).



II.9. Analyse statistique

Chaque expérience réalisée dans cette étude est répétée trois fois, les valeurs sont représentées par la moyenne \pm écart type. La différence entre le contrôle et les différents tests, est déterminée par le test de Student pour les comparaisons simples ou ANOVA uni-variée suivie du test de LSD pour les comparaisons multiples et la détermination des taux de signification, utilisant le logiciel SPSS (Statistical Package for the Social Sciences).

Si la valeur de :

- $P > 0,05$: la différence n'est pas significative (Ns)
- $p \leq 0,05$: la différence est significative (*)
- $P < 0,01$: la différence est très significative (**)
- $P < 0,001$: la différence est hautement significative (***)
- $P < 0,0001$: la différence es très hautement significative (****)

Chapitre III:

Résultats et discussion

III.1. Résultats de l'enquête ethnobotanique

La pratique de la médecine traditionnelle, qui remonte la nuit des temps dans les différentes peuplades, est basée sur l'expérience ancestrale, généralement transmise d'une génération à l'autre. Reléguée au second plan dans les sociétés occidentales, cette médecine n'a plus de frontières de nos jours, devenant même de plus en plus une thérapeutique alternative dans les pays développés (Lengani *et al.*, 2010). La médecine traditionnelle et plus particulièrement les traitements à base de plantes étaient bien développés en Algérie, mais le recours à la médecine conventionnelle est à l'origine d'un délaissement de ces pratiques ancestrales qui risque de tomber dans l'oubli (Rebbas *et al.*, 2012). L'Algérie possède un riche patrimoine de ressources médicinales et alimentaires utilisées traditionnellement pour traiter plusieurs maladies, dont le diabète, les maladies cardiovasculaires et d'autres pathologies (Kambouche *et al.*, 2009).

L'étude ethnobotanique de quelques plantes médicinales de la région du Hoggar sont effectuées sur la base des fiches questionnaires pour avoir une vue d'ensemble sur les utilisations traditionnelles locales et sur la diversité floristique dans la pharmacopée de cette région. L'enquête a été faite auprès d'un herboriste qui a permis de dresser une première liste des plantes spontanées médicinales de la région. Ensuite, un questionnaire a été dressé aux personnes qui ont une connaissance sur les plantes médicinales, tradipaticiens, guides touristiques pour déterminer des informations plus précises et correctes sur le mode d'emploi et les maladies traitées, sur la dose et les effets secondaires qui peuvent être engendrés par les plantes sélectionnées.

III.1.1. Analyse des données selon le site d'utilisation

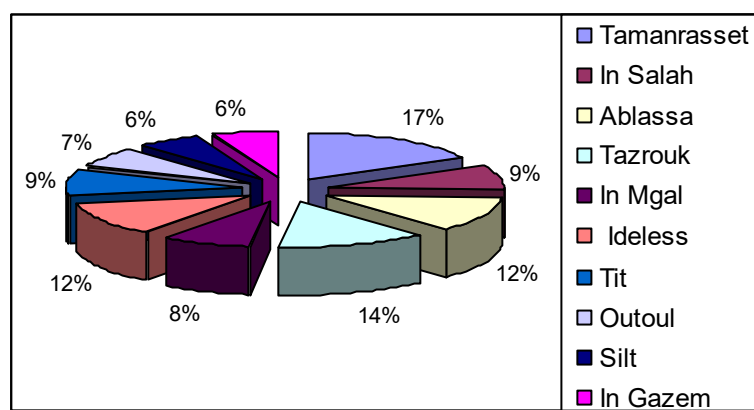


Figure 25: Répartition des fréquences d'utilisation des plantes médicinales selon les communes d'enquête

Nous avons constaté d'après l'enquête que le centre ville de Tamanrasset représente une zone d'utilisation principale avec un pourcentage de 17% suivit par les trois régions de Tazrouk, Ablassa et Idelles avec un pourcentage de 14, 12 et 12 % respectivement. A In Salah et Tit le pourcentage d'utilisation atteint 9%, suivit par In Mgal 8 % Outoul 7% et enfin, un faible pourcentage 6% d'utilisation a été observé dans les deux régions Silt et Ain Ghazem (figure25). Cette différence d'usages thérapeutiques traditionnels résulte probablement du fait que la population à Tamanrasset (centre ville) est plus nombreuse et est constituée de différentes catégories de personnes telles que les tradipraticiens et herboristes qui se sont concentrés dans le marché de Tamanrasset.

III.1.2.Utilisation des plantes médicinales selon le sexe

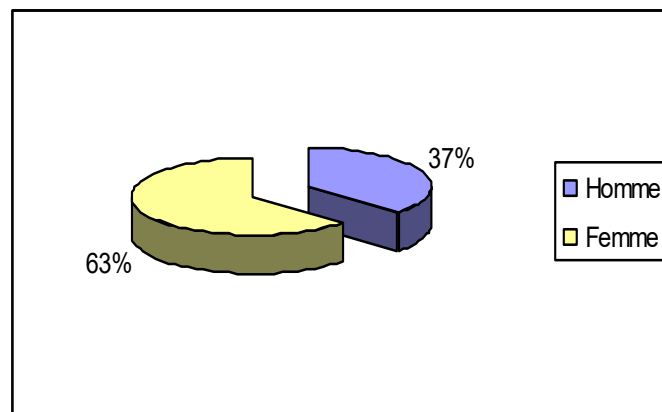


Figure 26 : Fréquence d'utilisation des plantes médicinales selon le sexe

Les résultats montrent que les femmes et les hommes sont concernés par la médecine traditionnelle, mais plus en ce qui concerne les femmes (figure 26). En effet parmi les individus qui pratiquent la médecine traditionnelle 63% sont des femmes et 37% sont des hommes ceci peut être expliqué par le fait que les femmes utilisent les plantes médicinales dans d'autre domaine que la thérapie telle que l'utilisation culinaire. Ce sont elles les plus proches à leurs ancêtres dans les maisons et préfèrent mieux utiliser des plantes médicinales pour leurs soins et leur santé. Ces résultats sont conformes à ceux obtenus par (Jouad *et al.*, 2001; Novais *et al.*, 2004; Mehdioui et Kahouadji, 2007; Tahraoui *et al.*, 2007; Benlamdini *et al.*, 2014; Orch *et al.*, 2015).

III. 1.3.Utilisation des plantes médicinales selon l'âge

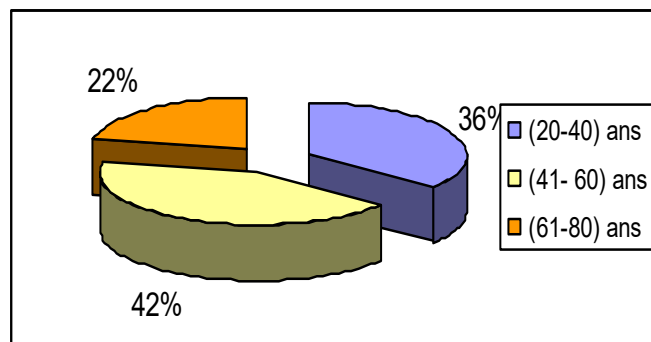


Figure 27: Fréquence d'utilisation des plantes médicinales selon l'âge

L'utilisation des plantes médicinales, dans la région du Hoggar est répandue dans toutes les tranches d'âge avec prédominance les personnes âgées de 41 à 60 ans (42%). Cependant pour la tranche d'âge de 20 à 40 ans on estime un taux de 36% et pour les personnes les plus âgées (22%), n'ont pas de besoin thérapeutique (figure 27). En fait, les personnes de 41 à 60 ans sont sensées fournir des informations plus fiable, du fait qu'elles détiennent une bonne partie du savoir ancestral qui se transmet oralement (Orch, 2015). L'expérience accumulée avec l'âge constitue la principale source d'information (Benkhniqne *et al.*, 2001). La transmission de cette connaissance est en danger actuellement parce qu'elle n'est pas toujours assurée (Mehdioui et Kahouadji, 2007). On remarque aussi une perte d'information sur les plantes médicinales, ce qui s'explique par la méfiance de certaines personnes, particulièrement les jeunes, qui ont tendance à ne plus trop croire en la médecine traditionnelle (Benkhniqne *et al.*, 2001).

III.1.4.Utilisation selon les catégories sociales

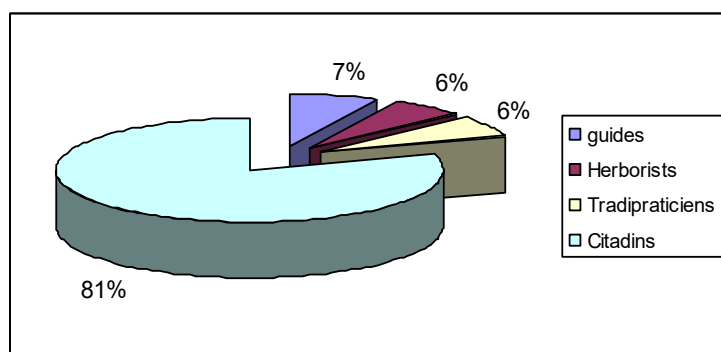


Figure 28: Fréquence d'utilisation des plantes médicinales selon les catégories sociales

L'usage des plantes et leurs propriétés thérapeutiques sont généralement acquis à la suite d'une longue expérience accumulée et sont transmis au fil des générations. Les résultats de la figure 28 montrent que les citoyens représentent un pourcentage important (81%) d'information sur les plantes et leurs utilisations, ce qui traduit que ces informations sont transmises d'abord à travers l'expérience des autres, ensuite viennent les guides touristiques avec un pourcentage de 7%. Certaines guides nomades sont de véritables spécialistes pour localiser, identifier, et même utiliser les plantes qui ont acquis leur connaissance grâce à leurs ancêtres, leurs expériences et leurs familiarisations avec le Sahara, puis viennent les tradipraticiens et les herboristes qui représentent 6%.

III.1.5. Analyse floristique

Le questionnaire permet de recenser une liste de 31 espèces spontanées à caractère médicinal appartenant à 15 familles qui sont considérées comme les plantes les plus connues et les plus utilisables par la population de cette région (Tableau XIII). Les familles les plus importantes sont celles: Lamiacée 19,35%, Astéraceae 16,12%, Zygophyllaceae 12,90%. Ainsi 6 espèces de la famille des lamiaceae sont connues et fréquemment exploitées à savoir ((*Salvia aegyptiaca*, *Teucrium polium*, *Salvia chudaei*, *Mentha longifolia*, *Marrubium deserti*, *Lavandula pebescence*). Après les Astéraceae par cinq espèces (*Atractylis aristata*, *Matricaria pubescens*, *Nauplius graveolens*, *Artemisia judaica*, *Artemisia campestris*). Suit par la famille des Zygophyllacées avec les espèces suivantes (*Fagonia bruguieri*, *Tribulis terrestris*, *Balanites aegyptiaca* et *Zygophyllum album*). Les familles représentées par deux espèces sont les Fabaceae (*Acacia nilotica*, *Acacia tortilis*), les Apiaceae (*Deverra scoparia*, *Ammodaucus leucotrichus*) Caparidaceae (*Cleome amblyocarpa*, *Capparis spinosa*). En fin de classement viennent les familles des Chenopodiaceae (*Atriplex halimus*) des Salvadoraceae (*Salvadora persica*) des Solanaceae (*Hyoscyamus muticus*) des Resedaceae (*Reseda villosa*) des Polygonaceae (*Calligonum comosum*) des Myrtaceae (*Myrtus nivellei*) des Asclepiadaceae (*Solenstemma oleifolium*) des Ramnaceae (*Ziziphus lotus*) des Rutaceae (*Haplophyllum tuberculatum*) et des Poaceae (*Cymbopogon schoenanthus*). Il ressort de l'enquête, que les différentes plantes citées dans cette étude ont été déjà citées dans des études antérieures au Tassili N'ajjer (Hammiche et Maisa., 2006) à l'exception de l'espèce *Mentha longifolia*. Cette représentativité a également été observée, à quelques différences près au cours des enquêtes ethnomédicinales réalisées dans d'autre région du pays (Rebbas *et al.*, 2012; Miara *et al.*, 2013) et au Maroc (Doukkali *et al.*, 2015).

Tableau XIII : Plantes recensées dans la région du Hoggar

Familles	Plantes	Nom Tamahaq	Parties utilisées	Modes de préparations	Maladies traitées
Lamiaceae	<i>Salvia aegyptiaca</i> L.	Sassaf	Graines, parties aériennes	Infusion, poudre decoction	Fièvre, refroidissement, soin des yeux, maladies digestives
	<i>Teucrium polium</i> L.	Takmezout	Feuilles, parties aériennes	Decoction, infusion, poudre, cataplasme,	Fièvre, diabète, maladies digestive, infertilité féminine, Hypertension artérielle, blessures
	<i>Salvia chudaei</i> batt and Trab	Aouit	Feuilles, parties aériennes	Decoction, poudre	Maladies digestive (diarrhée, ulcère) Rhumatisme, maladies rénales
	<i>Mentha longifolia</i> L.	Taihart	Feuilles, parties aériennes,	Décoction, infusion, poudre	Diabète. Fièvre, hypertension artérielle ictère
	<i>Marrubium deserti</i> De Noë	Telheret	Feuilles, parties aériennes	Décoction, infusion	Fièvre, Hypertension artérielle, Diabète
	<i>Lavandula pubescens</i> Maire	Adjoua	Feuilles, parties aériennes, feuilles+ tiges	Infusion	Toux, refroidissement, Rhumatisme
Asteraceae	<i>Atractylis aristata</i> batt and Trab	Ameskeki	Feuilles, parties aériennes	Décoction, infusion,	Fièvre, digestive, Allergies
	<i>Matricaria pubescens</i> Scultz	aynasnis	Parties aériennes	Décoction, infusion Poudre	Allergies, maladies digestive, fièvre, Spasmes
	<i>Nauplius graveolens</i> Forsk	Tamayu	Feuilles, parties aériennes, feuilles+ tiges	Décoction, pommade	Diabète, Rhumatisme, migraines, Dermatose Maladies respiratoires
	<i>Artemisia judaica</i> susp sahariensis (Chev)	Teheregle	Feuilles+ fleurs, parties aériennes,	Decoction, infusion, cataplasme, poudre, inhalation	Maladies digestives: (vomissement), fièvre, maladies respiratoires, blessures
	<i>Artemisia campestris</i> L.	tedjok	Feuilles, parties aériennes,	Decoction, infusion, poudre	Maladies digestives, Fièvre, après accouchement, chute des cheveux
Zygophyllaceae	<i>Fagonia bruguieri</i> DC	fessour	Feuilles, parties aériennes,	Décoction, infusion, Poudre	Ictère, maladies digestives ,anémie, maladies rénales
	<i>Tribulus terrester</i> L.	tadjaroft	Feuilles, parties aériennes,	Décoction, infusion, poudre	Diabète, maladies digestive, fièvre, maladies rénales
	<i>Balanites aegyptiaca</i> Del	tabourak	Racines, feuilles, parties aériennes, écorce, fruits	Decoction, infusion	Diarrhée , fièvre, migraine, mal de gorge, toux
	<i>Zyphyllum album</i> L.	abelkozt	Feuilles, parties aériennes,	Decoction, poudre	Fièvre, diabète, maladies digestives
Fabaceae	<i>Acacia nilotica</i> L.	Taggart	Racines, feuilles, parties aériennes, écorce	Decoction ,infusion, Poudre	Diabète, maladies digestives, anémie, fièvre, hypertension artérielle,

	<i>Acacia tortilis</i> (Forsk)	Absér	Feuilles, parties aériennes, écorce, latex	Infusion, poudre Decoction ,	Ulcère d'estomac , fièvre, hypertension artérielle, blésures
Apiaceae	<i>Deverra scoparia</i> Coss and Dur	Tattait	Feuilles, parties aériennes ,	Decoction, infusion, Poudre	Maladies digestives , diabète, rhumatisme
	<i>Ammondaucus leucotrichus</i> C and D	akamman	Graines, parties aériennes ,	Decoction , infusion, poudre	Maladies digestives : vomissement, fièvre, appétit
Caparidaceae	<i>Cleome arabica</i> subsp <i>amblyocarpa</i> (Barrate and Murb)	ahouyar	Feuilles, parties aériennes ,	Decoction , infusion, poudre, cataplasme	Maladies digestives , toux, rhumatisme, maladies respiratoires
	<i>Capparis spinosa</i> L	taloulout	Feuilles, parties aériennes ,	Decoction , cataplasme, infusion	Maladies rénales, douleurs articulaires
Chenopodiaceae	<i>Atriplex halimus</i> L	aramas	Feuilles, parties aériennes , racines,	Decoction , infusion, poudre	Kystes
Salvadoraceae	<i>Salvadora persica</i> L	tehak	Feuilles, parties aériennes , écorce	Decoction, infusion Poudre , pommade	Fièvre, rhumatisme , maladies digestives, allergie, blessures
Solanaceae	<i>Hyoscyamas muticus</i> L	afalahlah	Feuilles, parties aériennes	Decoction, poudre ,	Douleurs articulaires , maladies rénales
Resedaceae	<i>Reseda villosa</i> Coss	abellendjad	Graines, parties aériennes	Decoction, infusion Poudre	Rhumatisme, Toux , fièvre, Maladies digestives diarrhée
Polygonaceae	<i>Colligonum comosum</i> L'Her	aressou	parties aériennes	Decoction	Diarrhée
Myrtaceae	<i>Myrtus niveili</i> Batt and Trab	tafeltest	Feuilles, parties aériennes , fleurs, plante entière	Decoction , pommade, cataplasme	Diabète , fièvre, maladies digestives , rhumatisme maladies respiratoires, Allergie cutanée
Axlepiaceae	<i>Solenostemma oleifolium</i> Bull and Bruce	arellachem	Feuilles , parties aériennes ,	Decoction , infusion, poudre	Diabète, maladies respiratoires Rhumatisme fièvre, les plaies
Ramnaceae	<i>Zizyphus lotus</i> L	tabakat	Feuilles, fruits	Decoction, poudre	Maladies digestives Diarrhée , diabète
Rutaceae	<i>Haplophyllum tuberculatum</i> L	toufichkane	Feuilles , parties aériennes ,	Decoction , infusion,	Douleurs musculaires, maladies digestives , règles douloureuses
Poaceae	<i>Cymbopogon schoenanthus</i> L Spreng	tiberimt	Feuilles, parties aériennes , plante entière	Decoction	Maladies rénales et urinaires, maladies digestives rhumatisme fièvre, intoxication alimentaires,

En gras: indication majeur

III.1.6. Analyse des données des cinq plantes sélectionnées

III.1.6.1. Différentes parties utilisées

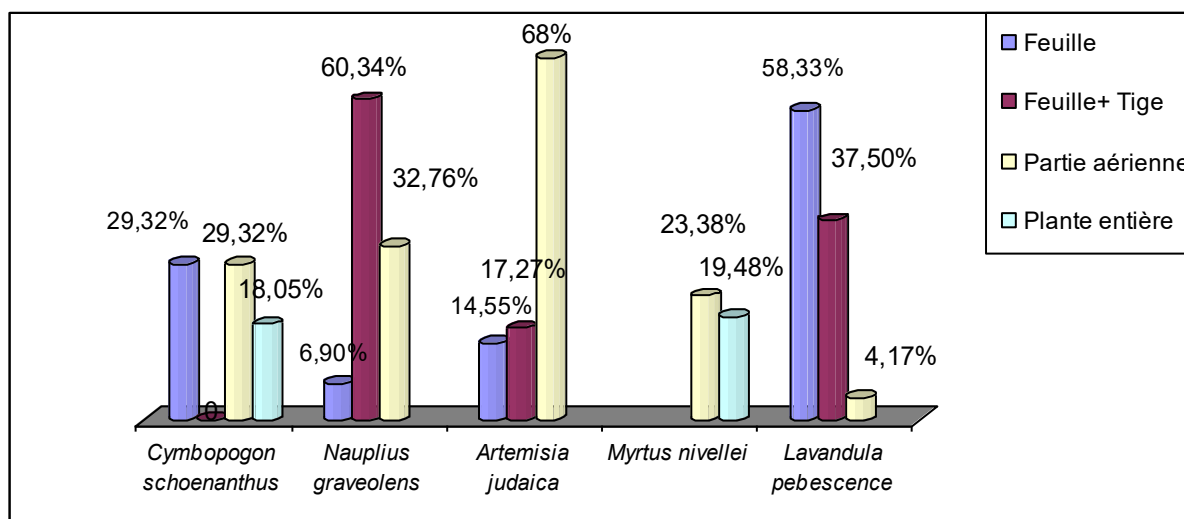


Figure 29 : Fréquence d'utilisation des différentes parties

L'enquête ethnobotanique a révélé que les parties utilisées dans la préparation des remèdes varie d'une plante à l'autre (figure 29), d'une part, la partie utilisée se diffère selon la maladie traitée le mode d'utilisation et l'efficacité de l'organe dans le traitement d'une maladie et au cas où il y association de plantes différentes. D'autre part, selon les régions enquêtées, chaque région a des recettes traditionnelles spécifiques. On remarque que l'utilisation des parties aériennes est dominante pour les cinq plantes avec un ordre décroissant : *Artemisia judaica* 68%, *Nauplius graveolens* 32,76%, *Myrtus neveillei* 23,38% et enfin *Lavandula pubescens* 4,17%. Les feuilles et les tiges feuillées occupent la deuxième place principalement pour *Lavanula pubescens* (58,33%) et *Nauplius graveolens* (60,34%) dans le cas des feuilles et tiges feuillées respectivement. L'abondance d'utilisation des feuilles ou la partie aérienne est justifié par la facilité de leur récolte et leur usage. Aussi parce que les feuilles sont le siège de la photosynthèse et par fois du stockage des métabolites secondaires responsables des propriétés biologiques des plantes (Ould El Haj *et al.*, 2003 (b); Fadil *et al.*, 2014; Salhi *et al.*, 2010, Mangambu *et al.*, 2014). Par contre sur le terrain la cueillette des ces organes est anarchique car les utilisateurs locaux qui ont tendance à arracher la plante entière au lieu de s'intéresser uniquement à la partie souhaitée (Benlamdini *et al.*, 2014).

III.1.6.2. Mode de préparation

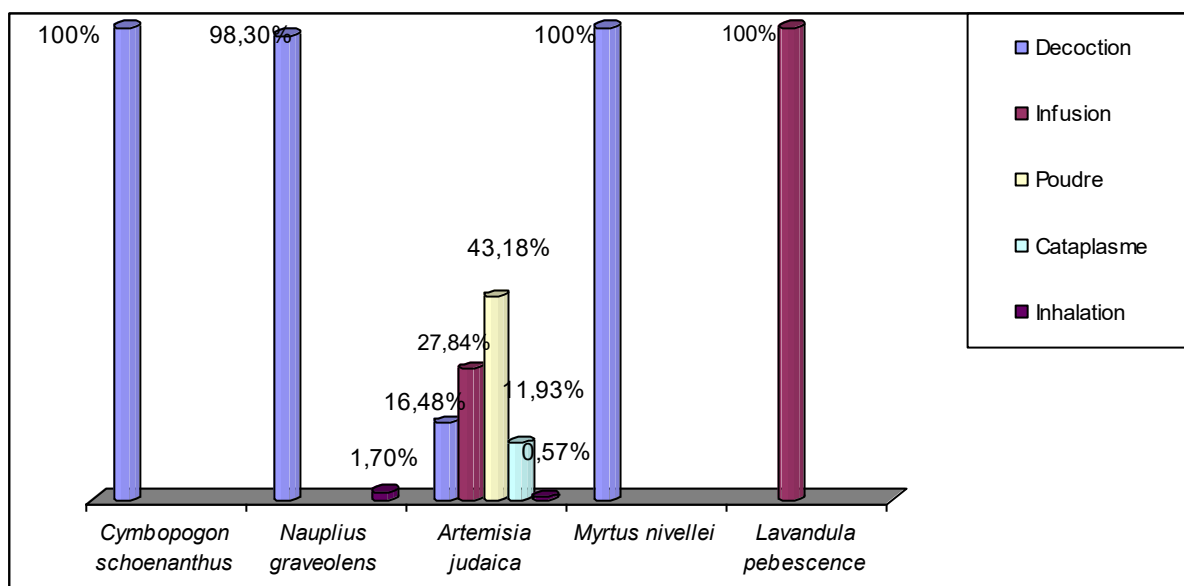


Figure 30 : Répartition des formes d'utilisation des plantes pour la préparation de remède

Afin de faciliter la préparation de la drogue plusieurs modes de préparation sont employés à savoir la décoction, l’infusion, la poudre, le cataplasme, l’inhalation (figure30). Néanmoins la population locale préfèrent utiliser *Cymbopogon schoenanthus*, *Nauplius graveolens* et *Myrtus nivellei* sous la forme de décoction. L’infusion a été le mode de préparation préféré pour la plante *Lavandula pubescens*, alors que la poudre été préférée pour *Artemisia judaica* 43,18%.

III.1.6.3. Maladies traitées

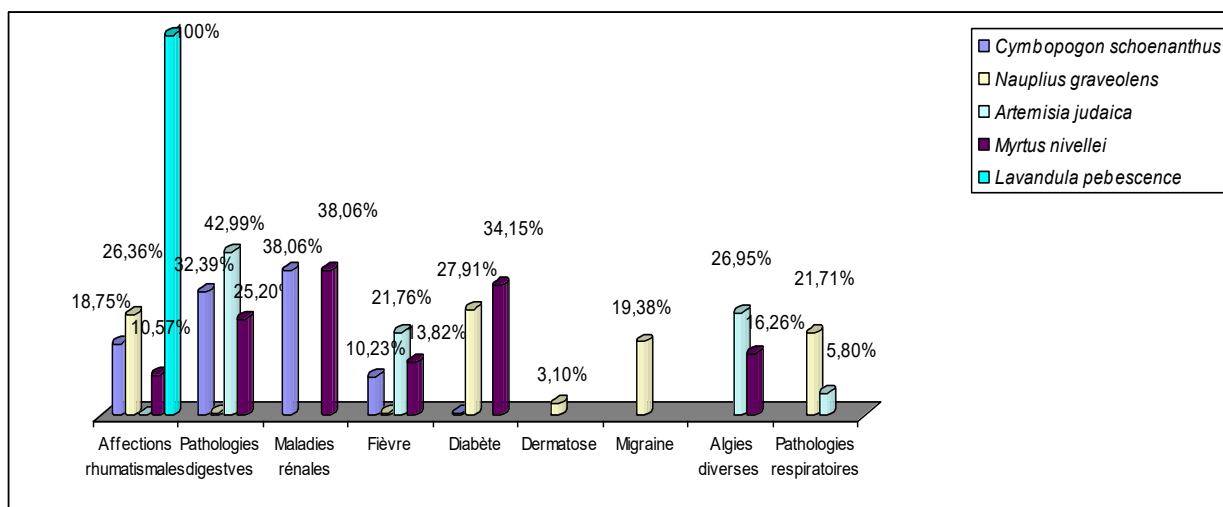


Figure 31: Répartition des différentes maladies traitées par les cinq plantes

L'analyse ethnobotanique de l'information collectée nous a permis de répertorier un certain nombre de maladies traitées par les plantes médicinales sélectionnées. Les résultats représentés sur la figure 31 montrent que presque toutes les plantes sont utilisées dans le traitement des maladies rhumatismales à l'exception d'*Artemisia judaïca* suivie par les pathologies digestives comme les troubles hépatiques, les troubles gastriques et intestinaux telles les diarrhées: 42,99% pour *Artemisia judaïca*, 32,39% pour *Cymbopogon schoenanthus*, 25,20% pour *Myrtus nivellei* qui est la seule plante indigène de la famille des Myrtaceae spontanée dans la région du Hoggar. Ensuite vient le diabète avec un grand pourcentage d'utilisation pour le myrte du Sahara 34,15% et *Nauplius graveolens* 27,91%. Le myrte du Sahara est utilisé aussi par la population saharienne dans le traitement de l'allergie cutanée, l'utilisation des plantes en association était mentionnée particulièrement pour *Artemisia judaïca* dans le cas de brûlures.

III.1.6.4. Forme des plantes dans le remède

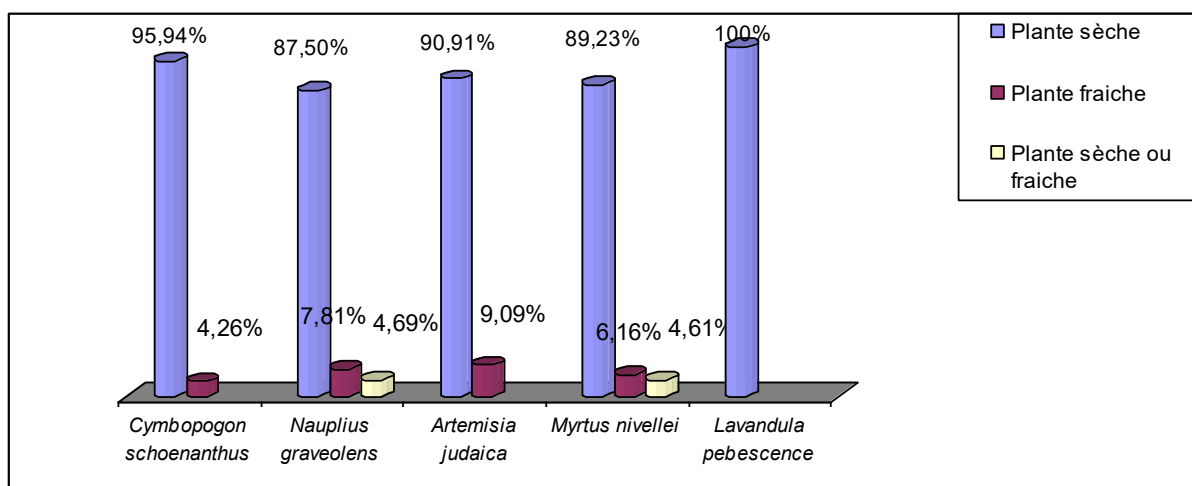


Figure 32 : Fréquence d'utilisation des plantes selon leur état

La figure 32 fait ressortir la forme d'usage des drogues. On note que l'utilisation de toutes les plantes se fait à plus à l'état sec qu'à l'état frais ce qui peut être expliqué par le fait que les malades achètent les drogues sèches directement des herboristes, ou bien lorsqu'ils ont fait la récolte de ces plantes, ils les ont séchées pour une meilleure conservation pendant une longue durée.

La majorité de la population utilise ces plantes médicinales avec des doses non précises : par pincée, par cuillerée et par poignée ce qui fait que la dose reste encore aléatoire.

III.2. Screening chimique des plantes sélectionnées

Un screening phytochimique a été réalisé des espèces choisies : *Nauplius graveolens*, *Artemisia judaïca*, *Myrtus nivellei*, *Lavandula* et *Cymbopogon schoenanthus*, les résultats sont résumés dans le tableau XIV. A notre avis, l'ensemble des résultats du screening phytochimique montrent la présence de composés phénoliques, flavonoïdes, alcaloïdes, polyterpènes et tanins, dans ces plantes. Ce résultat expliquerait en partie, l'engouement de la population locale en général et celle du Touareg en particulier, à utiliser les plantes médicinales aux fins de soins contre les maladies rhumatismales, le diabète, les maladies respiratoires et les maladies digestives. En revanche, le criblage phytochimique ne prouve que des données préliminaires de l'utilisation médicinales. Selon la littérature aucune étude phytochimique ou biologique n'a été documenté de ces espèces endémiques de cette région à l'exception de quelques références récentes sur les espèces *Myrtus nivellei*, *Lavandula pubescens* et *Artemisia judaïca* (Dob *et al.*, 2005; Bouzabata *et al.*, 2013; Krimat *et al.*, 2015). Par ailleurs l'effet anti-hyperglycémiant des huiles essentielles du myrte commun et *Lavandula stoechas* a été prouvé scientifiquement dans d'autre région du monde (Sepici *et al.*, 2004; Sebai *et al.*, 2013). *Myrtus nivellei* est doué d'une activité dermatologique (anti-allergique) mentionnée par la population enquêtées et qui est prouvée par l'étude de Bouzabata *et al.* (2013). La présence des alcaloïdes, des saponosides, des tanins des polyterpènes et des flavonoïdes constituent un indicateur important pour les différentes utilités de ces espèces mais la répartition de ces métabolites secondaires est inégale, le myrte du Sahara s'avère le plus riche en principes actifs suivi par *Artemisia judaïca*. En effet ces espèces végétales ouvrent des perspectives intéressantes dans la recherche des nouveaux moyens thérapeutiques, pouvant ainsi apporter des solutions crédibles par la réalisation de médicaments à faible coûts et efficaces pour le traitement de plusieurs maladies.

Tableau XIV : Résultats des tests chimiques des cinq plantes étudiées

Tests chimiques	<i>Nauplius graveolens</i>	<i>Myrtus nivellei</i>	<i>Cymbopogon schoenanthus</i>	<i>Artemisia Judaïca</i>	<i>Lavandula pubescens</i>
Alcaloïdes	+	+	+	+	+
Flavonoïdes	+	+	+	+	+
Taninns	+	+	+	+	+
Terpenoïdes	+	+	+	+	+
Saponosides	+	+	+	+	+

(+) : présence

III.3. Rendement des huiles essentielles

Les huiles essentielles ont été extraites par hydrodistillation sur un appareil Clevenger pendant trois heures. L'huile essentielle est récupérée, séchée à l'aide de sulfate de sodium anhydre, puis conservé au réfrigérateur. L'huile essentielle obtenue avec un rendement de 0,91% à 0,95 % (w/w) à partir de la partie aérienne de *Cymbopogon schoenanthus* possède une couleur jaune très claire et une odeur agréable. L'huile essentielle de la plante *Myrtus nivellei* caractérisée par un rendement de 0,75% (w/w), possède une couleur jaune claire et son odeur est agréable aussi.

L'huile essentielle des parties aériennes de la plante *Artemisia judaïca* est obtenue avec un rendement de 0,96% à 1,7 % (w/w). Au cours de l'extraction on a remarqué que quelques gouttelettes flottaient sur la phase aqueuse, au même temps qu'une mince phase huileuse en bas de la phase aqueuse. Ceci peut s'expliquer par le fait que cette huile contient certains composés plus denses que l'eau et d'autres moins denses. Cette huile possède une couleur jaune foncée et une odeur forte et piquante rappelant celle de la partie aérienne.

Par comparaison de nos résultats avec ceux de la littérature nous avons constaté une variation dans le rendement de l'huile essentielle de *Cymbopogon schoenanthus* selon l'origine de la plante celle de Borkina Faso est 4,6% (Yentéma *et al.*, 2007), celles de Bénin sont: *Cymbopogon giganteus* 1.4%, *Cymbopogon schoenanthus* 2.6%, *Cymbopogon citratus* 1.7% (Boussou *et al.*, 2013). *Cymbopogon schoenanthus* récoltée en Tunisie est 1,1% à 2,6% (Khadri *et al.*, 2008), et pour celle récoltée en Togo est 3% (Ketoh *et al.*, 2004). Une étude réalisée par Dar *et al.* (2011) en Kashmir sur l'espèce *Cymbopogon jawarancusa* montre un rendement de 0,3%. Le rendement en huile essentielle pour l'espèce *Cymbopogon nardus* récoltée en Brazil est de 0,24% à 2,2% (Silva *et al.*, 2011) *Cymbopogon Citratus* de Malaysia montre un rendement de 0,89% à 1,46% . En Algérie (Willaya d'Illizi) *Cymbopogon schoenanthus* montre un rendement de 2,03% (Hellali *et al.*, 2008).

L'huile essentielle des feuilles du Myrte du Sahara récoltée dans différentes localités en Algérie (Tamanrasset et Djanet) montre un rendement varie entre 0.5% à 0.9% et 1.4% à 2.0% respectivement (Bouzabata *et al.*, 2013). Les feuilles du myrte sont exploitées en huiles essentielles extraites par plusieurs coopératives et associations. Le rendement des huiles essentielles exportées du myrte reste fluctuant suivant la récolte de matériel végétal spontané (Wahid, 2013). *Myrtus communis* de Tunisie a donné un rendement de 0,25% à 0,54% dans différentes périodes de récolte de Juillet-Aout et Septembre (Jamoussi *et al.*, 2005). Zougali *et al.* (2012) a noté une valeur de 0,51% et Bouzabata *et al.* (2010) a rapporté un rendement de 0,2% à 1,2% pour celle récolté en Algérie.

Alors que Tuberoso *et al.*, (2006) a rapporté un rendement 0,5% à 0,02% pour les huiles extraites des feuilles et les baies respectivement pour celle d'Italie.

Des études ont montrés des rendements différents des huiles essentielles d'*Artemisia judaïca* dans différentes régions, celle d'Ilizi (Algérie) a donné un rendement 0,70 % (Dob *et Chelghom*, 2006), Egypt 1,4% (El-Massry *et al.*, 2002), Lybie 0,62% (Janačković *et al.*,2015), celle de Jordanie 1,62% (Abu-Darwish *et al.*,2016), qui est beaucoup plus proche de cette étude.

Une étude réalisée sur l'armoise blanche dans la région du Maroc a montré que le rendement en huile essentielle varie selon le mois de la récolte. Les valeurs obtenues sont de 0,86%, 1,23% et 0,56 % respectivement pour les mois d'avril, juin et septembre, une autre étude dans la même région a constaté un rendement de 1,2% (Al Figuigui *et al.*, 2014). Bezza *et al.*, 2010 a obtenue un rendement de 0,95% pour celle d'Algérie (Biskra). Alors que Janačković *et al.*, 2015 a montré un rendement similaire pour l'armoise de Lybie et 1,45% pour celle de Tunisie (Zouari *et al.*, 2010), et 1% a été noté par Akrouit *et al.*, 2010. Ce dernier auteur a constaté un rendement de 1,2% pour d'*Artemisia campestris* de Tunisie. Bakchiche *et al.*, 2014 a obtenue un rendement de 0,33% (V/W) pour la même espèce récolté en Algérie. Alors que Donato *et al.*, 2015 a observé un rendement de 0,37% pour *Artemisia annua* d'Italie. Cette valeur est supérieure à celle obtenue à partir des parties aériennes récoltées dans la Lybie d' *Artemisia arborescens* (Janačković *et al.*, 2015).

Cette différence dans le rendement des huiles essentielles peut être due à l'origine de la plante, le sol, le mode d'extraction et la partie de la plante extraite (Yayi *et al.*, 2004; Iriti *et al.*, 2006). Des changements plus importants peuvent intervenir lors de l'hydrodistillation sous l'influence des conditions opératoires notamment du milieu (pH, température) et de la durée d'extraction d'autres facteurs tels que les traitements aux quels nous pouvons procéder avant ou pendant l'hydrodistillation (broyage, dilacération, dégradation chimique, pression, agitation) contribue à la variation du rendement et de la qualité de l'huile essentielle (Luchesi, 2005).

III.4. Analyse des huiles essentielles par GC-MS

L'analyse des huiles essentielles reste une étape importante qui malgré les progrès des différentes techniques de séparation et d'identification, demeure toujours une opération délicate nécessitant la mise en œuvre simultanée ou successive de diverses techniques. La première approche qui est la plus couramment employée est l'utilisation du couplage d'une technique chromatographique généralement la chromatographie en phase gazeuse (CPG) avec

une technique spectroscopique, la spectrométrie de masse (MS) permettant l'identification des constituants par comparaison des données spectrales avec celles de produits de référence contenues dans des bibliothèques de spectres (Cavalli, 2002).

Le couplage GPC - SM nous a permis de mettre en évidence les principaux constituants d'huile essentielle des trois plantes étudiées par l'utilisation de la colonne HP5MS : 30m x 0.25mm x 0.25mm (5% phenyl - méthyl polysiloxane) en comparant de leurs spectres de masse de rétention avec ceux des bibliothèques informatisées commerciales disponibles dans les NIST, Willey et la base de données spectrales Adams (1999).

Abundance

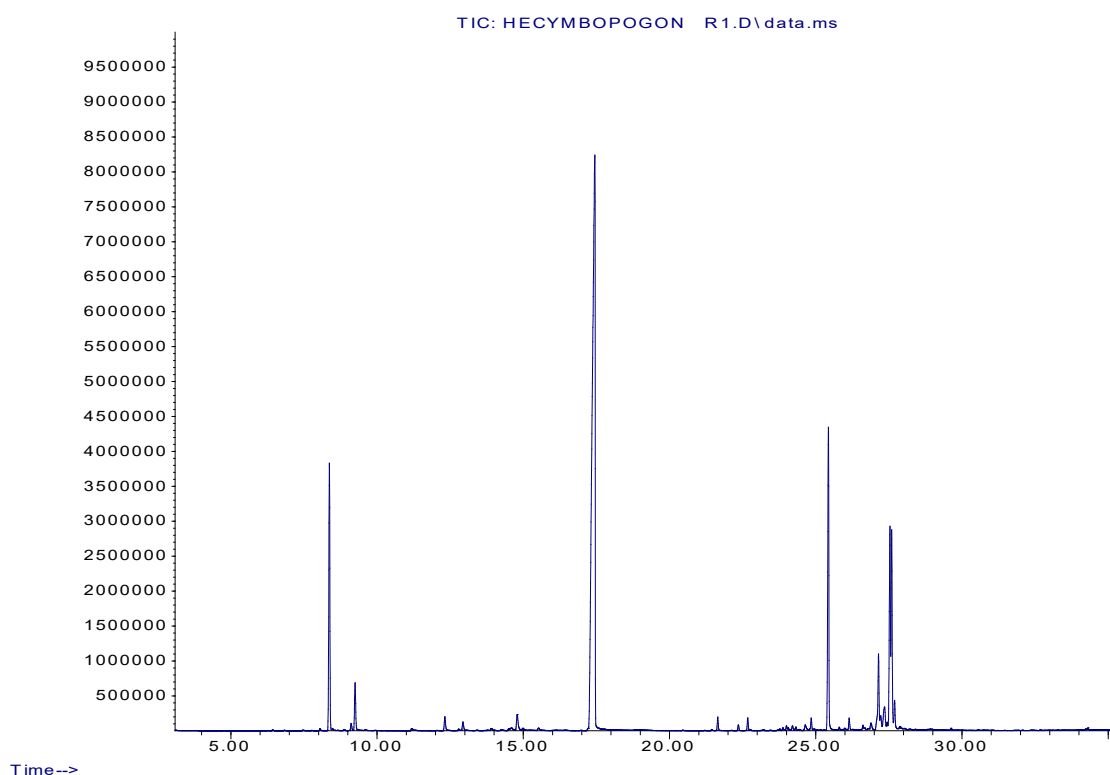


Figure 33 : Chromatogramme de CPG/SM d'huile essentielle de *Cymbopogon schoenanthus* Spreng

24 composés, représentant 98,87% de l'huile essentielle de *Cymbopogon schoenanthus* Spreng, ont été identifiés. Le piperitone (53,21%) est le composé majoritaire de cette huile suivi par l'elemol (10,87%) (tableau XV) l' α terpinene (8,95%), l' α eudesmol (7,31%) et β eudesmol (6,66%). Le piperitone et linalyl proprionate sont les deux monoterpènes oxygénés (54,01%) présents dans cette huile, suivis par les sesquiterpènes oxygénés (28,46%) dont les principaux sont elemol (10,87%) et γ eudesmol (3,05%). Les monoterpène hydrocarbonés les plus abondants sont α terpinene (8,94%) et limonene (1,69%), alors que β -elemene, trans-caryophyllene, calarene sont parmi les sesquiterpènes hydrocarbonés détectés dans cette huile.

Par comparaison des résultats obtenus avec ceux de la littérature (Yentéma *et al.*, 2007; Boussou *et al.*, 2013; Hellali *et al.*, 2015), nous constatons une différence dans le pourcentage des composés dans la même espèce ou dans les espèces du même genre qui peut être dû aux facteurs abiotiques tel que le climat spécifiques aux régions de provenance des échantillons, les facteurs géographiques comme l'altitude et la nature du sol (Brada, 2007).

Tableau XV : Composition chimique des huiles essentielles de *Cymbopogon schoenanthus*

N°	Composants	Temps de rétention	Quantité en %
1	α terpinene	8,36	8,94±0,22
2	p-cymene	9,11	0,25±0,00
3	Limonene	9,25	1,69±0,05
4	β - phellandrene	12,28	0,57±0,02
5	γ -terpinene	12,94	0,35±0,01
6	Linalyl propionate	14,79	0,80±0,00
7	Piperitone	17,45	53,21±0,42
8	β -elemene	21,65	0,41±0,00
9	Trans-caryophyllene	22,36	0,19±0,00
10	Calarene	22,68	0,38±0,00
11	β -selinene	24,00	0,13±0,02
12	α -selinene	24,20	0,17±0,01
13	γ -cadine	24,64	0,30±0,00
14	δ - cadine	24,85	0,40±0,00
15	Elemol	25,41	10,87±0,22
16	Caryophyllene oxide	26,15	0,38±0,00
17	Bulnesol	26,62	0,20±0,00
18	δ -selinene	26,89	0,36±0,00
19	γ -eudesmol	27,15	3,05±0,06
20	Aromadendrene	27,22	0,59±0,01
21	α-amorphene	27,36	1,43±0,03
22	α -copaene	27,44	0,24±0,00
23	β-eudesmol	27,54	7,31±0,15
24	α-eudesmol	27,60	6,65±0,11

Total= 98,87%

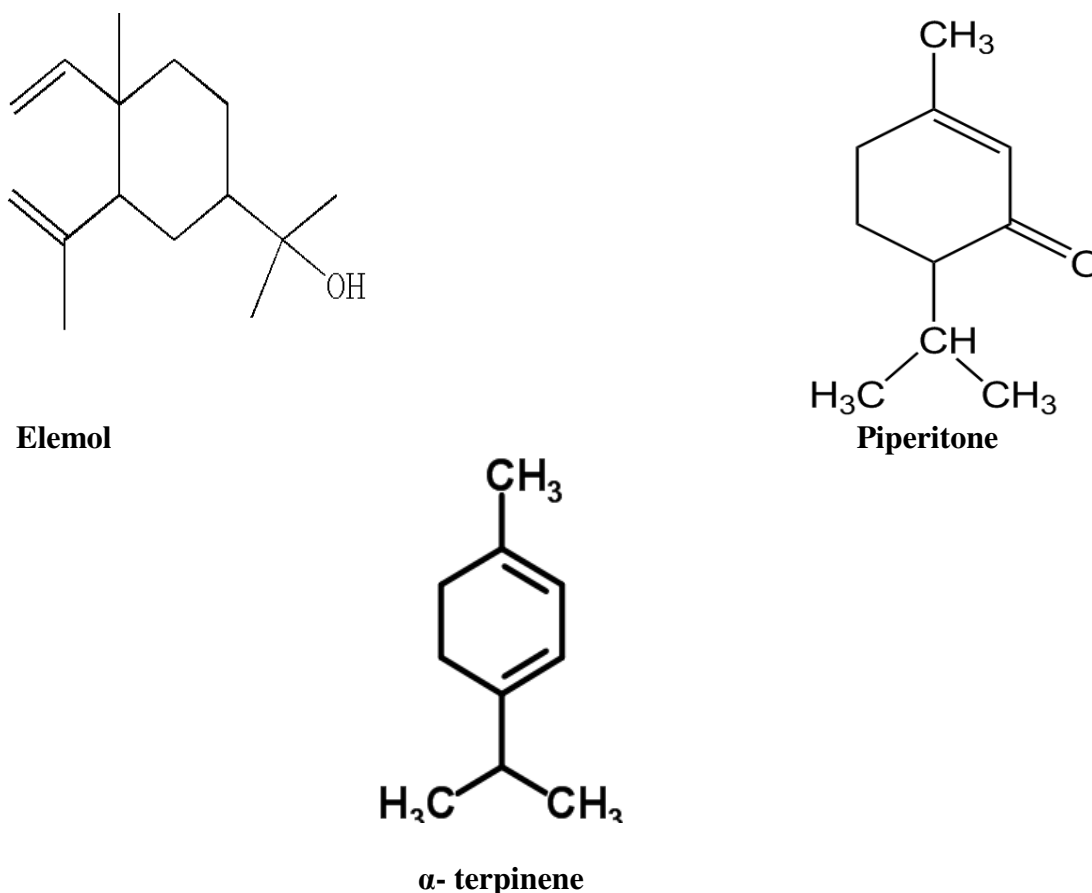


Figure 34: Structure des principaux constituants dans l'huile essentielle de *Cymbopogon shoenanthus*

La composition chimique de l'huile essentielle de *Cymbopogon shoenanthus* d'Ilizi (Algérie) a montré que le piperitone, β -eudesmol, elemol, 2-carene représentent 63,35%, 9,30%, 6,91%, 4,92 % de cette huile respectivement, les monoterpènes oxygénés étaient le principal avec un pourcentage (63,39%) de la teneur totale en huile, suivis par les sesquiterpènes oxygénés (19,36%), les monoterpènes hydrocarbonés (6,50%) et les sesquiterpènes hydrocarbonés (3,37%) (Hellali *et al.*, 2015).

Pour celle récoltée dans différentes régions en Tunisie, limonene (10,5–27,3%), β -phellandrene (8,2–16,3%), δ -terpinene (4,3–21,2%) et α -terpineol (6,8–11,0%) ont été rapportés comme composés majoritaires dans les feuilles et les racines. Cette huile essentielle a été également caractérisée par une quantité relativement élevée en monoterpènes hydrocarbonés (50,3- 66,3%) et (25,7- 55,6%), suivis par les sesquiterpènes hydrocarbonés (12,8- 20,1%) et (16,9-30,8%), les sesquiterpènes oxygénés (10,4- 13,3%) et (14,0- 27,3%),

et enfin les monoterpènes oxygénés (6,9-11,7%) et (8,5-10,3%) dans les feuilles et les racines respectivement (Khadri *et al.*, 2008).

Yentema *et al.*, (2007) avaient montré que les monoterpènes (53,2%) sont la principale catégorie de composés de l'huile essentielle de cette espèce provenant de Borkina Faso suivis par les composés sesquiterpènes (15,7%). Les composés majoritaires identifiés sont le piperitone (42%), 2-carene (8,2%), et une présence significative d'elemol (6,2%).

Au Benin Bossou et ces collaborateurs (2013) signalent que le piperitone (58,9%), le δ -2-carene (15,5%) et l'elemol sont les constituants majoritaires identifiés dans les huiles essentielles de *Cymbopogon schoenanthus*. L'étude réalisée par Katiki *et al.* (2012) au Brazil sur les huiles essentielles du même espèce a montré des résultats différents à ceux de la présente et les autres études; le geraniol (59,42%), le geranial (13,49%), le neral (8,98%), le geranyl acetate (4,80%) et le (E) caryophyllène (2,19%) sont les composés les plus abondants dans cette huile. Par contre l'espèce de Togo montre qui est du chemotype à piperitone. Le carene- 2, l'elemol et le caryophyllène représentent 23,4%, 1,07%, et 1,04% respectivement de cette huile essentielle.

Egalement au Togo, les résultats obtenus après analyse des huiles essentielles révèlent que le limonène (23,03%), le p-mentha-2,8-dien-1-ol cis (14,26%), le p-mentha-1(7), 8-dien-2-ol isomère (14,06%), le p-mentha -1(7),8-dièn-2-ol (12,63%), le p-mentha-2,8-dièn-1-ol trans (5,63%) et le carvone (3,32%) sont les composants majoritaires de *Cymbopogon giganteus* tandis que dans l'huile essentielle de *Cymbopogon nardus*, les composants majoritaires sont le citronellal (30,58%) et le géraniol (23,93%), l'elemol (12,04%), acétate de géranyle (8,68%) et le citronellol (7,65%). Les composés identifiés dans ces deux huiles essentielles appartiennent principalement aux monoterpènes hydrocarbonés et des composés oxygénés (Nyamador *et al.*, 2010).

Ces observations ont été également faites par Bossou et ces collaborateurs (2013) qui ont trouvé que myrcène (12,4%), neral (33,1%) et geranial (44,3%) sont les principaux composés des huiles extraites de l'espèce *Cymbopogon citratus*. limonène (9,6%), E-p-mentha- 1(7),8-dien-2-ol (19,6%), E-p-mentha-2,8-dienol (19,3%), Z-p-mentha-2,8-dienol (10,2%), Z-p-mentha-1(7),8-dien- 2-ol (2,1%), Z-carveol (17,0%), E-carveol (6,0%) p-mentha-6-en-2,3-diol (3,2%) et carvone (3,2%) sont les constituants dominants dans l'huile essentielle de *Cymbopogon giganteus*.

Cymbopogon jawarancusa de l'Inde est caractérisée par la présence de piperitone (58,6%), l'elemol (18,6%), α -eudesmol (9,9%) et α -pinène (2,6%), β -elemène (2,3%), D-limonène

(1.6%), β -caryophyllene (1.3%) et α -terpineol (1.1%). Cette huile a été également caractérisée par une quantité relativement élevée en composés oxygénés (88,3%) représentée par les monoterpènes et les sesquiterpènes oxygénés (Dar *et al.*, 2011)

Cette différence dans la composition dépend des écotypes car la variation de la composition chimique chez les plantes est liée aux facteurs climatiques, à l'origine géographique, à l'âge de la plante mais aussi aux facteurs écologiques et pédologiques. Ainsi à cause de ces variations, le composé majoritaire identifié dans chaque huile permet de définir un type chimique ou chémotype de chaque écotype (Nyamador *et al.*, 2010).

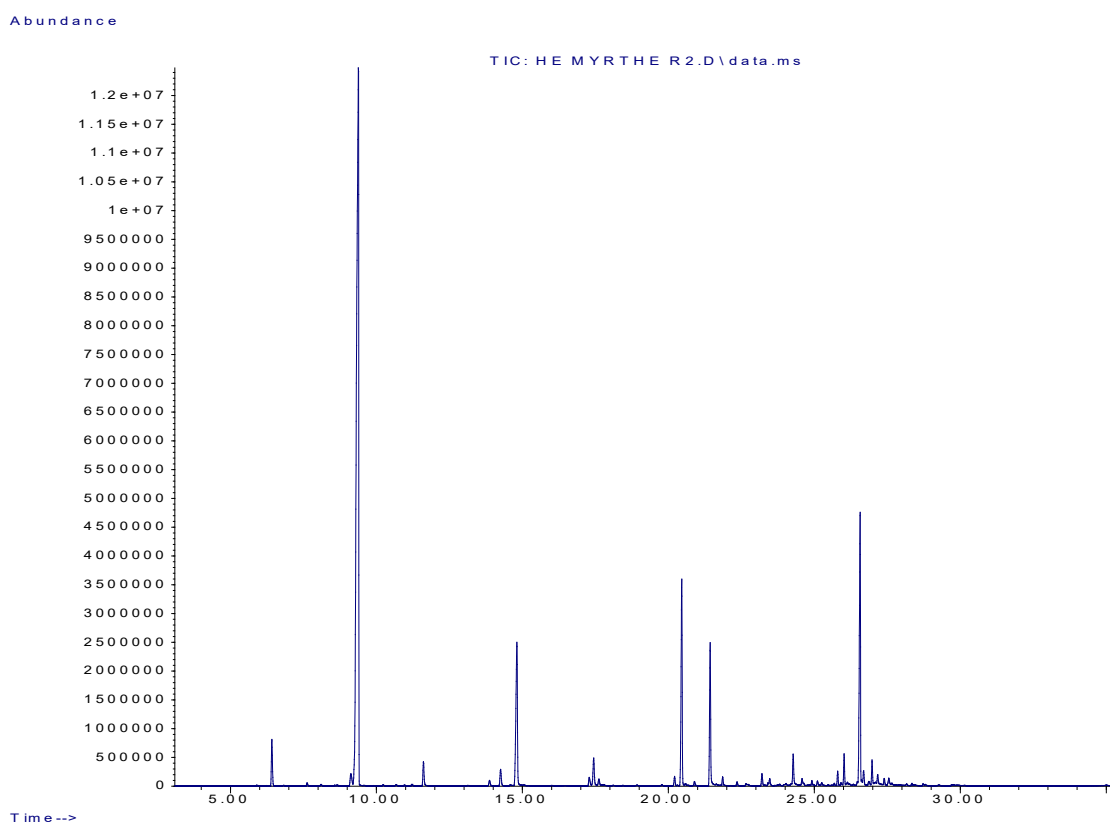


Figure 35: Chromatogramme de CPG/SM d'huile essentielle de *Myrtus nivellei*

Le tableau XVI montre 23 composés identifiés dans l'huile essentielle des parties aériennes de la plante *Myrtus nivellei*. Ces derniers représentent 93,79% de cette huile. Le 1,8 cineole (53,44%) est le composé principal, suivi par le 2,2, 6,7-tetramethyl-10-oxatricyclo [4.3.0.1(1,7)]decan-5-one (11,73%) le trans ocimene (7,54%), le linalyl propionate (6,81%) et le lavandulyl acetate (5,24%) (Figure 35).

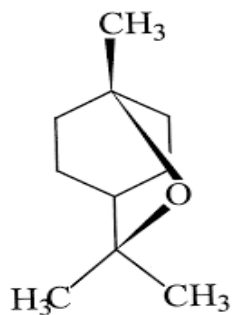
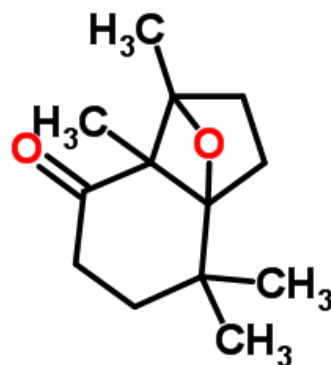
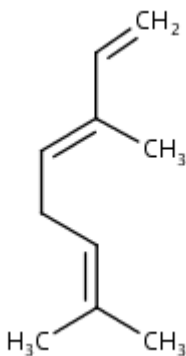
α - pinene, vetiverol, 1,2-Benzenediol, 3,5-bis (1,1-dimethylethyl), cyclohexene, 2 butyl-1,3,3-trimethyl sont présentés avec un pourcentage supérieur à 1%. Cette huile est caractérisée par une teneur plus élevée en monoterpènes oxygénés (68.38%) suivis par les monoterpènes hydrocarbonés (10.02 %), un faible pourcentage en sesquiterpènes oxygénés

(1,44 %) et sesquiterpènes hydrocarbonés (0,77 %). Cette huile a été caractérisée par la présence des composés phénoliques avec un pourcentage de 13,18%, il s'agit de 1,2-Benzenediol, 3,5-bis (1,1-diméthylethyl(1,45%) et 2,2,6,7-Tetraméthyl-10-oxatricyclo [4.3.0.1(1,7)]decan-5-one (11,73%).

Tableau XVI : Composition chimique des huiles essentielles de *Myrtus nivellei*

N°	Composants	Temps de rétention	Quantité en %
1	α-Pinene	6,42	1,69±0,15
2	2- β -Pinene	7,62	0,11±0,01
3	p-cymene	9,12	0,68±0,10
4	1,8-cineole	9,38	53,44±2,15
5	Linalool	11,61	0,85±0,11
6	α -terpineol	13,87	0,23±0,031
7	4-terpineol	14,25	0,66±0,09
8	Linalyl propionate	14,808	6,81±0,68
9	Piperitone	17,29	0,35±0,03
10	Vetiverol	17,44	1,15±0,12
11	Methyl citronellate	17,62	0,23±0,025
12	Endo-Acetoxy-1,8-cineole	20,21	0,33±0,02
13	Trans-ocimene	20,458	7,54±0,47
14	Citronellyl propionate	20,58	0,06±0,00
15	Nerol acetate	20,895	0,18±0,01
16	Lavandulyl acetate	21,43	5,24±0,31
17	Humulene	23,208	0,45±0,01
18	1,2-Benzenediol, 3,5-bis(1,1-diméthylethyl)	24,275	1,45±0,03
19	Aromandendrene	25,108	0,19±0,00
20	Selina-3,7(11)-diene	25,25	0,13±0,01
21	Aromadendrene oxide	26,137	0,18±0,00
22	Caryophyllene oxide	26,47	0,11±0,01
23	2,2,6,7-Tetraméthyl-10-oxatricyclo[4.3.0.1(1,7)]decan-5-one	26,57	11,73±1,35

Total: 93, 79%

**1,8 cineole****2,2,6,7-Tetramethyl-10-oxatricyclo
[4.3.0.1(1,7)]decan-5-one****Trans ocimene****Figure 36:** Composés majoritaires identifiées dans l'huile essentielle de *Myrtus nivellei*

Bouzabata et ces collaborateurs (2013) ont rapportés le 1,8-cineole, le limonene, le α -terpinyl acetate, geranyl acetate, le α -terpineol, le 1-hydroxy-1-(3-methyl-2-bute-noxy)-2-acetoxy-3,5,5-trimethyl-3-cyclopentene des principaux composé de l'huile essentielle extraite par la méthode d'hydrodistillation à partir des feuilles de *Myrtus nivellei* des deux stations Tassili et Tamanrasset avec des pourcentage différents (43,9-39,0%), (20,5- 19,9%), (5,7-4,00%), (5,1-3,6%), (4,4-5,0%) et (3,7-6,7%) respectivement. Le 1,8 cinéole est un terpène très répandu et abondant dans les huiles essentielles de certaines espèces du genre *Eucalyptus* de la famille Myrtacée (Djobo *et al.*, 2004).

La comparaison entre la composition chimique des huiles essentielles des feuilles et fleurs de *Myrtus communis* des deux stations d'Italie a montré la présence d'une quantité considérable aux composés suivant le α -Pinene (47,2-24,7%) (19,9- 9,5%), limonene (8,5-

3,8%) (6,0-3,0%), α -terpinyl acetate (1,7-3,8%)(1,4-1,2%) respectivement dans les fleurs par rapport aux feuilles alors que 1,8 cineole et linalyl acetate sont beaucoup plus abondants dans les feuilles que les fleurs de cette espèce dans les deux régions (52,7-33,6%) et (14,6-8,0%) parallèlement (Flamini *et al.*, 2004)

Nous observons les résultats de Tuberoso *et al.* (2006) nous constatons que la composition des huiles essentielles des baies et des feuilles du myrte (*Myrtus communis*) de Sardaigne (Italie) dépend fortement de l'origine et de la variété de l'espèce. Les composés majeurs de cette huile sont α -pinene (30.0 - 28.5%), 1,8-cineole (28.8 -15.3%) et limonene (17.5 - 24.1%), ce qui dépourvue de myrtenyl acetate. 47 composés ont été identifiés dans les huiles de myrte tunisien (Nabeul), les composés majoritaires montrent une fluctuation dans le pourcentage durant les différents stages de développement de la plante le 1,8-cineole (7,31–40,99%), geranyl acetate (1,84–20,53%), linalool (0,74–18,92%) and α -pinene (1,24–12,64%) (Aidi-Wannes *et al.*, 2009). En revanche Jamoussi *et al.*, (2005) ont reportés la composition chimique des huiles essentielles de *Myrtus communis* de Tabarka (Nort –Ouest de Tunisie). α -pinene 52,29%, 1,8-cineole 18,97%, limonene 9,13%, p-cymene 2,88%, linalool 1,58%, α -terpinyl acetate 1,32%, terpinen-4-ol 1.29%, terpineol 1,12% sont les principaux composés détectés dans cette huile essentielle.

Le profil chromatographique des huiles essentielles de Myrte de la Grèce montre sa richesse en monoterpènes oxygénés (70,1–73,2%). Myrtenyl acetate (39,0-23,7%), 1-8 cineole (12,7-19,6%), linalool (7-15,8%), linalyl acetate (2,5-6%), humulene epoxide II (0,7-1,3%) ont été rapportés comme les principaux composants de l'huile essentielle de cette espèce. Par contre le limonène est apparu sous forme de trace (Gardeli *et al.*, 2008).

L'étude de *Myrtus communis* récoltée dans différentes stations en Algérie; la foret de Bainem (Tipaza), Mechroha (Guelma), Saoula (Alger) et Hammam Righa (Ain Defla) conduit à l'identification de 26 composés représentent 93.8% et 92.5% de l'huile totale dont α -pinène (50,8 -33,6%), 1-8 cineole (21,9 13,3%), Linalool (14,8-2,7%), α -terpineol (4,2-3,5%), geranyl acetate (2,1-3,1%), methyleugenol (1,4- 1,9%) (Bouzabata *et al.*, 2015). Par contre l'étude de Hennia *et al.* (2015) sur la même espèce de Chlef (Algérie) a identifié le limonène comme composés majoritaire (23,4%) suivi par linalool (15,4%%), geranyl acetate (10,9%%), α -pinene (10,7%%), linalyl acetate (8,2%%) and 1,8-cineole (6,6%).

La caractérisation de la fraction volatile de myrte de la France en 2003 par Curini *et al.* a montré qu'elle est d'un chemotype à α -pinène (52,90%). Le 1,8 cineole (32,92%), le linalool (4,21%) et le α -terpineol (2,46%) sont des composés majoritaires de cette huile.

Ces résultats ont été confirmés par Barboni *et al.* (2010), cependant le pourcentage des ces constituants était un peu différent du précédent α -pinene (45,3-48,2%), 1,8 cineole (25, - 27,3%), limonène (4,7-5,5%), α -terpineol (1,7-3,0%), γ -terpinene (1,4-2,1%) et geranyl acetate (2,0-2,3%) sont les composés majoritaires trouvés par cet auteur.

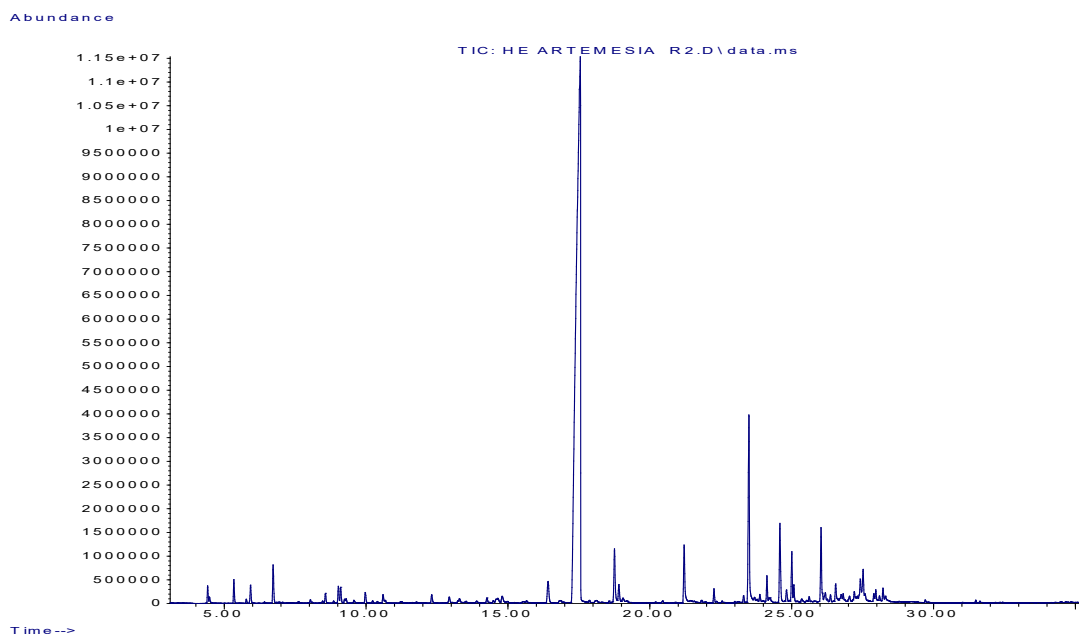


Figure 37: Chromatogramme de CPG/SM d'huile essentielle d'*Artemisia judaïca*

31 composés sont identifiés dans les huiles essentielles d'*Artemisia judaïca* du Sahara central représentent 88,98% de l'huile totale (tableau XVII). Le profil chromatographique illustré sur la figure 38 montre que piperitone 66,17%, ethyl cinnamate isomer 6,11%, E-longipinane 2,55%, spathulenol 2,34% sont les principaux constituants de cette huile essentielle. Constatons que les composés oxygénés sont les plus abondants dans cette essence les monoterpènes (70,44%) et les sesquiterpènes (6,46%) suivis par sesquiterpènes hydrocarbonés (3,34%), autres composés représentent (8,16%) et enfin un faible pourcentage (0,58%) remarqué pour les monoterpènes hydrocarbonés.

Tableau XVII : Composition chimique des huiles essentielles d'*Artemisia judaïca*

N°	Composants	Temps de rétention	Quantité en %
1	p-Cymene	9,11	0,48±0,035
2	β-Pinene	9,25	0,10±0,009
3	1,8-cineole	9,30	0,14±0,0218
4	3-Hepten-2-one, 4-methyl	9,59	0,09±0,0135
5	Spiro[2.4]heptane-5-methanol, 5-hydroxy-	9,98	0,34±0,012
6	1-Cyclopentene-1-methanol, 2-methyl-5-(1-methylethyl)	10,60	0,33±0,057
7	Trans-p-2-Menthen-1-ol	12,319	0,28±0,0136
8	Cis-p-Menth-2-en-1-ol	12,936	0,24±0,05
9	2,5-Furandione, 3-(1,1-dimethylethyl)	13,277	0,17±0,11
10	Terpinen-4-ol	14,26	0,19±0,04
11	Thujone	14,49	0,09±0,00
12	p-Cymen-8-ol	14,615	0,36±0,017
13	α-Terpineol	14,798	0,34±0,0186
14	Piperitone	17,485	66,17±1,84
15	Thymol	18,15	0,69±1,036
16	Diosphenol	18,645	0,44±0,268
17	Carvacrol	19,066	0,14±0,024
18	Ethyl cinnamate	21,21	1,70±0,24
19	1-(1,3-Dimethyl-3-cyclohexen-1-yl)ethanone	22,26	0,35±0,01
20	Ethyl cinnamate isomer	23,48	6,11±0,35
21	γ-Muurolene	23,78	0,19±0,03
22	β-copaene	23,88	0,32±0,02
23	Davana ether	24,13	0,70±0,04
24	γ-Elemene	24,24	0,28±0,06
25	E-Longipinane	24,584	2,55±0,119
26	2-Ethyl-3-methoxy-2-cyclopentenone	24,818	0,47±0,021
27	Z-Longipinane	25,00	1,31±0,048
28	6-epi-shyobunol	25,357	0,15±0,01
29	Spathulenol	26,03	2,34±0,07
30	Davanone	26,188	0,42±0,00
31	β-Eudesmol	27,516	1,54±0,25

Total 88,98%

La bibliographie relative à la composition chimique de l'huile essentielle d'*Artemisia judaïca* d'In Aminas (Ilizi) à révélée que piperitone (61,9%) suivi par terpin-4-ol (4,6%) et bornyl acetate (3,0%) sont les composés majoritaires. Les momoterpènes hydrocarbonés sont présentés par une faible teneur (3,9%), avec une abondance pour l' α- phellandrene (1,2%). Les monoterpènes oxygénés constituent la partie importante (80,1%) de cette huile, les sesquiterpènes hydrocarbonés représentent 6,0% par contre les sesquiterpènes oxygénés représentent 5,1%. Les monoterpènes irrégulier sont parmi les constituants représentés par santolina trienne 1,0%, artemisia cetone 0,5% et artemisia alcool 0,2%.

Comme dans le cas de cette présente étude les cétones toxique par exemple β thujone est détecté en faible quantité alors que le camphor représente 0,6% dans le travail de Dob et Chelghoum 2006.

Une différence dans la composition chimique des huiles d'*Artemisia judaïca* Jordanienne a été rapportée par Abu-Darwish *et al.* (2016). Piperitone, camphor, ethyl cinnamate, chrysanthénone, piperitone oxide représentent 30.4%, 16.1%, 11.7, 6.7%, 3,9% respectivement de cette huile. Les auteurs ont noté que cette composition est très proche de celle d'*Artemisia judaïca* d'Egypte. Pour celle de la Libye est connue par la présence de piperitone, chrysanthénone, cis-chrysanthényl acetate et cis-chrysanthénol.

Les analyses chromatographiques des huiles essentielles de l'*Artemisia herba-alba* de la région de Guerçif (Maroc oriental) récoltée respectivement au cours des mois d'avril, juin et septembre. Les huiles essentielles de ces trois périodes de collecte montrent une grande différence entre la collecte du mois de septembre par rapport à celles des mois d'avril et de juin. En effet, les collectes d'avril et juin sont caractérisées par la présence de chrysanthénone comme principal constituant (47,71 et 48,45 % respectivement) suivi du camphre (21,59 et 24,85 %) et de l' α -thujone (4,06 et 4,40 %). Ils sont accompagnés d'autres constituants dont les teneurs sont relativement importantes: l' α -pinène (4,31, 2,16 %), le β -germacrène (3,15, 0,77 %), et le β -elemène (2,86, 1,78 %). Par contre, les échantillons récoltés au mois de septembre se distinguent par la présence du camphre comme composé majoritaire suivi de l' α -terpin-7-al avec des taux respectifs de 45 et 22 %. La collecte de ce mois se caractérise aussi par des pourcentages faibles en α -thujone et en chrysanthénone (Ghanmi *et al.*, 2010) (respectivement 0,25 et 0,28 %) et l'absence de β -thujone par rapport aux autres collectes. Ces résultats peuvent être considérés comme des indicateurs pour différencier ces collectes.

Quarante-six composés correspondant à 92,61 % ont été identifiés dans l'huile essentielle de l'armoise blanche de Biskra contient en majorité de l'acétate de cis-chrysanthényle (25,12 %), du 2E,3Z-2-éthyliden-6-méthyl-3,5-heptadiène (8,39 %), de l' α -thujone (7,85 %), de l'acétate de myrtényle (7,39 %), de la verbénone (7,19 %), de la chrysanthénone (4,98 %). La composition chimique est très spécifique pour cette plante algérienne (Bezza *et al.*, 2010).

Des études sur cette armoise provenant d'Espagne montrent la présence majoritaire de camphre, d'eucalyptol, de *p*-cymène et de davanone. Dans l'armoise de Jordanie, l' α -thujone et la β -thujone sont les principaux composés accompagnés par le santolinol. Au Maroc, 16 chémotypes ont été recensés avec en majorité des monoterpènes. En Tunisie, dix composés, avec une teneur supérieure à 10 %, ont été relevés. Les principaux composants sont l'eucalyptol, les thujones, la chrysothénone, le camphre, le bornéol, l'acétate de chrysothénylène, l'acétate de sabinyle, la davanone et les éthers dérivés de la davanone. Pour l'huile essentielle d'*Artemisia herba-alba* provenant d'Algérie, on note essentiellement la présence de camphre, d' α - et de β -thujones, d'eucalyptol et de dérivés chrysothénylyles (Bezza *et al.*, 2010).

Les analyses des huiles essentielles d'*Artemisia campestris* de Djebel Amour (Algérie) a pour résultats l'identification de 31 composés représentant 91.8 % des composés totaux. β -pinène et sabinène (25.6% and 17% respectivement) sont les composés majoritaires suivis par α -pinène (9.9%), limonène (6.6 %) et *p*-cymène (4.1%) (Bakchiche *et al.*, 2014).

L'extraction des huiles essentielles d'*Artemisia Selengensis* Turcz (de la chine) par deux méthodes différentes extraction assistée par micro-onde et distillation à la vapeur d'eau a donné une différence dans la composition et le pourcentage des composés majoritaires. α -Cedrene (7,44-11,09%), β -gurjène (5,13% même pourcentage), 1,4-diméthyl-7-(1-méthylethyl)-azulène-2-ol (4,12-7,29%), acide 2-(1-naphthyl) propionique (4,60-21,09%), β -cubéline (4,31-4,02%), camphor (3,20-5,21%), eucalyptol (2,30-3,56%) sont illustrés après analyse des essences par la première et la deuxième méthode respectivement. 1-benzophénone (8,51%), α -copaène (4,27%), 4-(α -éthyl-5-phényl-1H-pyrrol-3-yl)-pyridine (3,23%) ne sont détectés que par la méthode d'extraction par micro-onde par contre santolinatriène (7,20%), phénoxybenzyl méthyl éther (7,5%), α -pinène (3,51%) sont détectés par la deuxième méthode. Seize composés parmi les (allo-ocimène, Bornyl acétate, α -ylangène, β -Selinène...) ne sont apparus que dans le cas de l'extraction par distillation (Deng *et al.*, 2006).

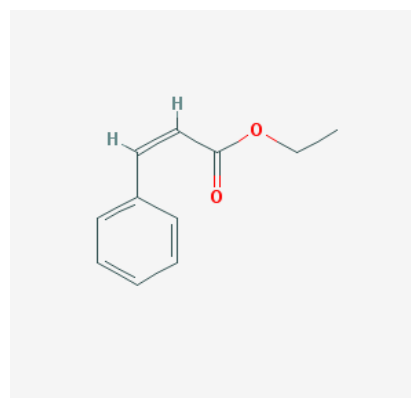
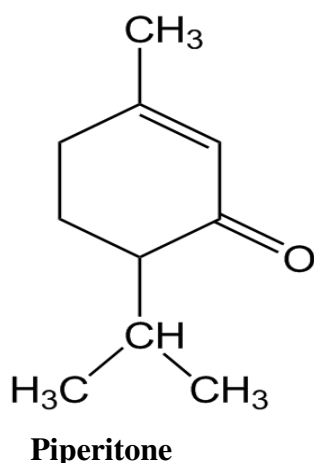


Figure 38 : Composés majoritaires identifiées dans l'huile essentielle d'*Artemisia judaïca*

III.5. Composés phénoliques

III.5.1. Rendement des extraits phénoliques

L'extraction des composés phénoliques des trois plantes *Nauplius graveolens*, *Myrtus nivellei* et *Lavandula pubescens* a été faite par macération dans des solvants à polarité croissante, et par décoction pour les deux précédentes seulement. Les résultats en rendement et couleur des extraits sont regroupés dans le tableau suivant:

Tableau XVIII: Rendement et couleur des extraits des plantes étudiées

Plantes	Extraits	Couleur	Rendement %
<i>Myrtus nivellei</i>	Extrait hydrométhanolique	Marron foncée	21,16
	Extrait à l'acétate d'éthyle	Marron claire	1,16
	Extrait au butanol	Marron claire	1,89
	Extrait aqueux	Marron foncée	8,28
	Décocté	Marron très foncée	20,81
<i>Nauplius graveolens</i>	Extrait hydrométhanolique	Verte claire	9,89
	Extrait à l'acétate d'éthyle	Verte claire	0,88
	Extrait au butanol	Marron	0,83
	Extrait aqueux	Marron foncée	7,30
	Décocté	Marron foncée	19,84
<i>Lavandula pebescence</i>	Extrait hydrométhanolique	Verte foncée	6,60
	Extrait à l'acétate d'éthyle	verte	1,12
	Extrait au butanol	Marron claire	0,61
	Extrait aqueux	Marron foncée	3,88

Les plantes sélectionnées dans cette étude ont données des extraits avec un rendement et de couleur différents généralement d'un aspect visqueux, et parfois sont sous forme de poudre. Le meilleur rendement a été noté pour l'extrait hydrométhanolique de la plante *Myrtus nivellei* 21,16% suivi par l'extrait aqueux obtenu par décoction de la même espèce 20,81% et enfin l'extrait aqueux décocté de *Nauplius graveolens* 19,81%. Des rendements considérables sont observées aussi pour l'extrait hydrométhanolique de *Nauplius graveolens* 9,89%, la fraction aqueuse de cette dernière 7,30% et de Myrte du Sahara 8,28%, l'extrait hydroalcoolique de *Lavandula pubescens* 6,60% et la fraction aqueuse 3,88%. Par contre le plus faible rendement est celui obtenu pour l'extrait au butanol de la dernière espèce. Ainsi les rendements d'extraction varient en fonction du végétale étudié et de la nature et des caractéristiques physicochimiques des solvants utilisés et notamment leur polarité. En effet la solubilité des substances contenues dans la matière végétale dans un solvant donné dépend de ces propriétés. Il s'ensuit que les rendements d'extraction et la composition des extraits varient d'un solvant à l'autre et d'un végétale à l'autre (Hadj Salem, 2009).

Selon Ingelett *et al.* (2010); le méthanol 20% est 64 fois plus d'efficacité à extraire des composés phénolique et 4 fois de plus à obtenir des antioxydants à partir de *Fagopyrum esculentum* Möench que de l'eau. La supériorité de ces solvants sera due à l'augmentation de la solubilité des polyphénols dans les extraits obtenus par ce type de solvants comparés à ceux obtenus par des solvants purs (Trabelsi *et al.* 2010).

La méthode d'extraction doit permettre l'extraction complète des composés d'intérêt et doit éviter leur modification chimique. L'eau, les mélanges aqueux de l'éthanol, du méthanol et de l'acétone sont généralement utilisés pour l'extraction (Turkmen *et al.*, 2007). Qui est un facteur donc très important pour estimer l'activité biologique des extraits (Toledo *et al.*, 2011). D'autre part on constate aussi la tendance d'extraire plus de composés avec l'eau qu'avec les autres solvants. Cela peut être s'expliquer par le simple fait que l'eau est un solvant fortement polaire connu pour extraire une large gamme de molécule dont une quantité importante de composés non phénoliques comme les glucides et les protéines (Bonnaillie *et al.*, 2012).

III.5.2. Teneur en polyphénols flavonoïdes et tanins totaux des extraits obtenus

L'analyse quantitative des composés phénoliques a été réalisée par la méthode décrite dans le chapitre précédent. La teneur en phénols totaux de chaque extrait de plante a été alors calculée à partir de la courbe d'étalonnage et exprimée en microgramme équivalent en acide gallique par milligramme d'extrait.

La même procédure a été appliquée pour la détermination du taux des tanins mais après la précipitation de ceux-ci par la gélatine et soustraction de la quantité des composés phénoliques de celle non phénolique.

Le dosage des flavonoïdes a été réalisé selon la méthode de chlorure d'aluminium en utilisant comme standard la rutine, la teneur en flavonoïdes est exprimée microgramme équivalent de rutine par milligramme d'extrait. Les résultats du dosage colorimétrique sont exprimés dans le tableau ci- dessous :

Tableau XIX: Teneur en composés phénolique flavonoïdes et tanins totaux des extraits des plantes sélectionnées

Plantes	Extraits	Teneur en phénols totaux ($\mu\text{g}/\text{mg}$) équivalent en acide gallique	Teneur en flavonoïdes ($\mu\text{g}/\text{mg}$) équivalent de rutine	Teneur en tanins totaux ($\mu\text{g}/\text{mg}$) équivalent en acide gallique
<i>Myrtus nivellei</i>	Hydrométhanolique	222,98 \pm 4,7	116,36 \pm 6,06	123,05 \pm 4,85
	Acétate d'éthyle	308,4\pm 7,4	142,76\pm3,26	246,09\pm13,09
	Butanolique	414,96\pm2,4	344,22\pm15,61	310,64\pm6,62
	Aqueux	128,03 \pm 1,87	22,42 \pm 6,92	55,45 \pm 6,22
	Décocté	204,67 \pm 1,87	85,32 \pm 13,67	190,62 \pm 1,38
<i>Nauplius graveolens</i>	Hydrométhanolique	107,16 \pm 3,00	114,67 \pm 1,9	21,18 \pm 8,09
	Acétate d'éthyle	287,22\pm1,94	281,96\pm 15	177,57\pm11,9
	Butanolique	213,70 \pm 7,49	207,54 \pm 20,1	129,57 \pm 3,37
	Aqueux	40,80 \pm 9,36	29,97 \pm 3,6	55,76 \pm 5,93
	Décocté	50,59 \pm 0,43	28,08 \pm 2,20	41,29 \pm 1,38
<i>Lavandula pubescens</i>	Hydrométhanolique	164,48 \pm 15,29	101,25 \pm 1,66	91,9 \pm 5,14
	Acétate d'éthyle	173,20\pm7,55	100,83 \pm4,63	116,82\pm1,07
	Butanolique	130,21 \pm 0,54	82,38 \pm 5,76	47,03 \pm 4,07
	Aqueux	233,01\pm 8,37	111,31 \pm7,54	160,43\pm4,42

$\mu\text{g EAG}/\text{mg}$: microgramme équivalent d'acide gallique/milligramme d'extrait

$\mu\text{g EAR}/\text{mg}$: microgramme équivalent de rutine/milligramme d'extrait

A partir des résultats regroupés dans le tableau XIX, nous constatons que l'espèce *Myrtus nivellei* de la famille Myrtaceae possède les teneurs les plus élevées en phénols totaux qui varient considérablement entre 414,96 \pm 2,4 et 308,4 \pm 7,4 $\mu\text{g EAG}/\text{mg}$ d'extrait pour l'extrait au butanol et celui à l'acétate d'éthyle respectivement, ces résultats sont en désaccord avec ceux de Rached *et al.* (2010) qui ont trouvé que l'extrait à l'acétate d'éthyle est le plus riche en polyphénols suivi par l'extrait au butanol représentant 521,22 \pm 6,16 et 393,41 \pm 15,67 mg E catéchine/g de matière sèche respectivement.

Ces résultats montrent également que la fraction aqueuse est la plus riche en polyphénols totaux *Lavandula pubescens* par contre pour *Nauplius graveolens* l'extrait à l'acétate d'éthyle est le plus concentré en polyphénols par rapport aux autres extraits (figure 39). Les extraits aqueux obtenus par décoction pour les deux espèces *Myrtus* et *Nauplius* révèlent une abondance en contenu phénolique $204,67 \pm 1,87$ et $50,59 \pm 0,43 \mu\text{g EAG/mg}$ d'extrait (figure 42) que les extraits aqueux obtenus par fractionnement avec une teneur $128,03 \pm 1,87$ et $40,80 \pm 9,36 \mu\text{g EAG/mg}$ d'extrait respectivement. Toute fois, il est difficile de comparer ces résultats avec ceux de la littérature car l'utilisation de différents solvants et de différentes méthodes d'extraction réduit la fiabilité d'une comparaison entre les études.

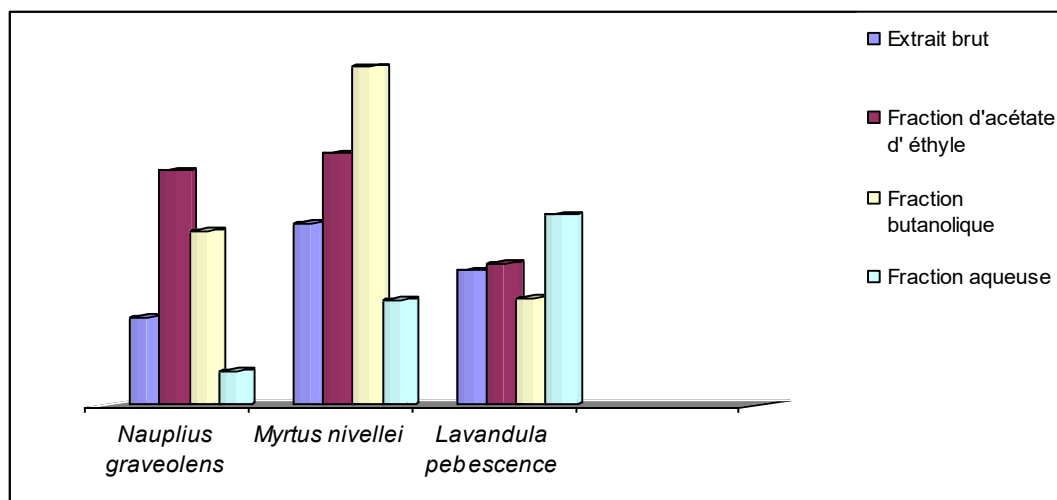


Figure 39 : Teneur en polyphénols des extraits et fractions des trois plantes étudiées

Les teneurs en phénols totaux trouvés par Chaib *et al.* (2015) d'extrait aqueux (tiges, feuilles) de *Lavandula pubescens* est de l'ordre de $230.003 \pm 8.42 \text{ mg EAG/g}$ d'extrait et celui d'extrait (feuilles) est de $126.997 \pm 2.73 \text{ mg EAG/g}$ d'extrait, ces teneurs sont inférieures un peu de nos extraits. En comparaison avec des plantes de la même famille et région, les extraits aqueux (tiges et feuilles) de *Mentha longifolia* représentent des contenus en polyphénols de 131.066 ± 4.31 et $103.310 \pm 4.0 \text{ mg EAG/g}$ d'extrait respectivement, par ailleurs l'extrait obtenu à partir des tiges de *Marrubium deserti* ne renferme que $44.033 \pm 1.59 \text{ mg EAG/g}$ d'extrait. Cet auteur et ces collaborateurs ont noté que *Pentzia monodiana* et *Pulicaria incisa* de la famille Astéracée ont des valeurs de 72.311 ± 1.31 et $63.164 \pm 2.9 \text{ mg EAG/g}$ d'extrait respectivement sont nettement inférieures de ceux trouvés dans les extraits de *Nauplius graveolens* de la même famille et région.

Le contenu phénolique d'une plante dépend d'un certain nombre de facteurs, citons la température et le temps. Notons que l'augmentation de la température favorise l'extraction en améliorant à la fois la solubilité du corps dissous et le coefficient de diffusion. Cependant, une température trop élevée, peut également induire la dégradation de quelques composés phénoliques (Ya-Qin *et al.*, 2008).

Le solvant d'extraction emporte des substances non phénoliques comme les sucres, les protéines et les colorants qui peuvent interférer pendant toute évaluation phénolique (Djeridane *et al.*, 2006). Le dosage par le réactif de Folin Ciocalteu donne donc une évaluation brute de tous les composés phénoliques d'un extrait, il n'est pas spécifique aux polyphénols, mais beaucoup de composés peuvent réagir avec le réactif donnant un taux phénolique apparent élevé (Tawaha *et al.*, 2007). Selon la structure de ces composés qui peut varier jusqu'au niveau cellulaire et tissulaire (Marwah *et al.*, 2007; Sultana *et al.*, 2009). Or, l'augmentation du métabolisme phénolique dans ces plantes étudiées peut être liée aux conditions climatiques dures de la région (la température élevée, l'exposition au soleil, la sécheresse...) (Chelli- Chentouf *et al.*, 2012). Statistiquement La différence entre les teneurs en polyphénols en fonction des extraits pour chaque plante est très hautement significative ($P < 0,0001$) à l'exception de l'extrait brut et à l'acétate d'éthyle de *Lavandula pubescens*.

Dans notre travail, le dosage du contenu en flavonoïdes pour les différents extraits et fractions a été déterminé spectrophotométriquement par la méthode d' $AlCl_3$. Les résultats (figure 40) montrent que ces composés sont présents dans tous les extraits avec des concentrations variantes. Alors que les fractions butanolique et acétate d'éthyle sont les plus riches en flavonoïdes avec des teneurs respectives $344,22 \pm 15,61 \mu\text{g EAR/mg}$ et $281,96 \pm 15,61 \mu\text{g EAR/mg}$ pour *Myrtus nivellie* et *Naplius graveolens*. En revanche, nous avons noté une élévation de cette teneur dans la fraction aqueuse pour la plante *Lavandula pubescens*. La différence entre les teneurs en flavonoïde en fonction des extraits pour chaque plante est très hautement significative ($P < 0,0001$) sauf le cas des extraits de *Lavandula pubescens* (brut, acétate d'éthyle et aqueux)

Les tanins totaux ont été déterminés par la même méthode du Folin Ciocalteu, en utilisant l'acide gallique comme standard après précipitation des tanins par la gélatine. Au vu des résultats obtenus ci-dessus, il ressort que l'extrait au butanol représente $310,64 \pm 6,62 \mu\text{g EAG/mg}$ d'extrait pour la plante *Myrtus nivellei* s'avère le plus riche en tanins totaux suivi par l'extrait à l'acétate d'éthyle $246,09 \pm 13,09 \mu\text{g EAG/mg}$ d'extrait et enfin le décocté $190,62 \pm 1,38 \mu\text{g EAG/mg}$ (figures 41 et 42).

Dans le cas de *Nauplius graveolens* l'extrait à l'acétate d'éthyle suivi par l'extrait au butanol qui est le plus concentré en tanins par des valeurs $177,57 \pm 11,9$ et $129,57 \pm 3,37$ μg EAG/mg d'extrait respectivement. Alors que La fraction aqueuse s'avère la plus riche en tanins totaux pour l'espèce de la famille Lamiacée *Lavandula pubescens*. L'analyse statistique montre une différence très hautement significative ($P < 0,0001$) concerne tous les extraits pour chaque plante.

Le contenu en flavonoïdes et tanins totaux des résultats obtenus sont beaucoup plus supérieurs de ceux mesurés par Rached et ces collaborateurs (2010) et Chaib *et al.* (2015) de l'ensemble des plantes récoltées du Tassili et du Hoggar également.

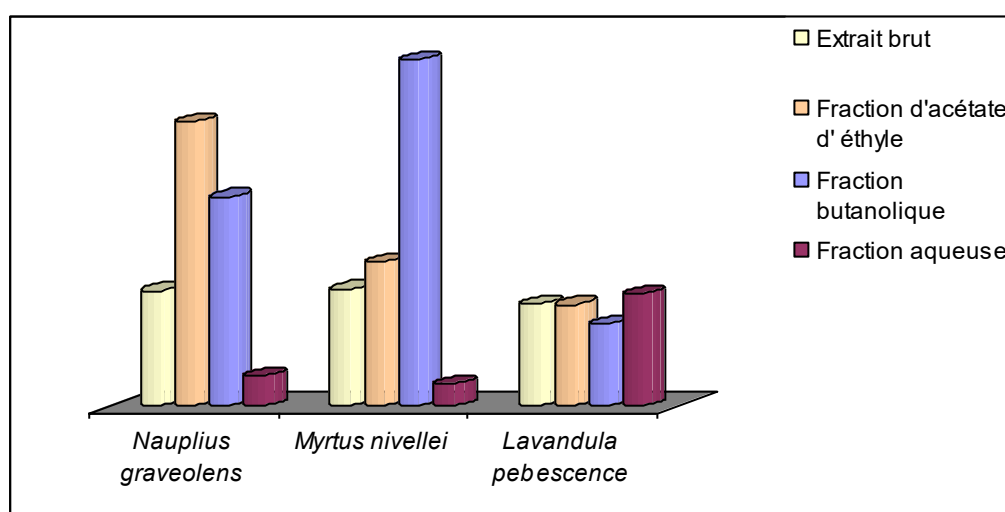


Figure 40 : Teneur en flavonoïdes des extraits et fractions des trois plantes étudiées

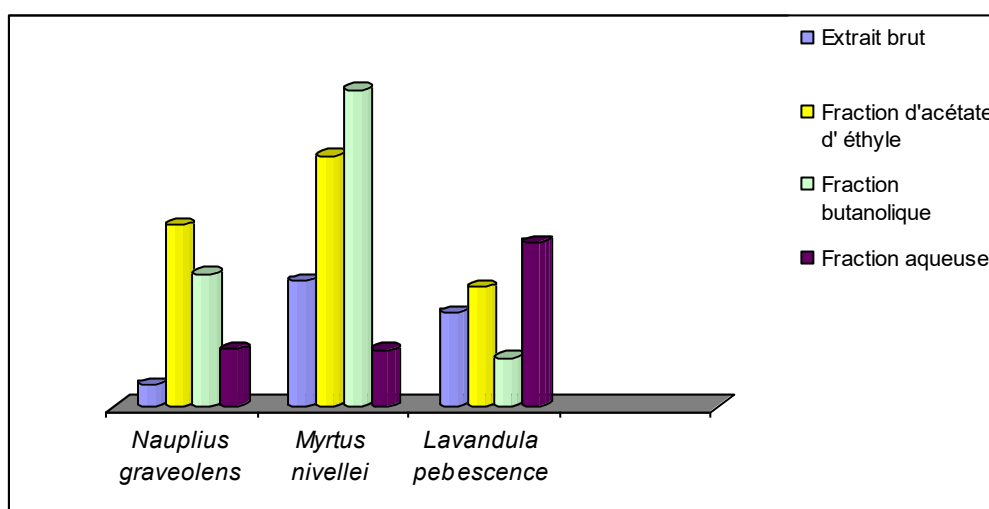


Figure 41 : Teneur en tanins totaux des extraits et fractions des trois plantes étudiées

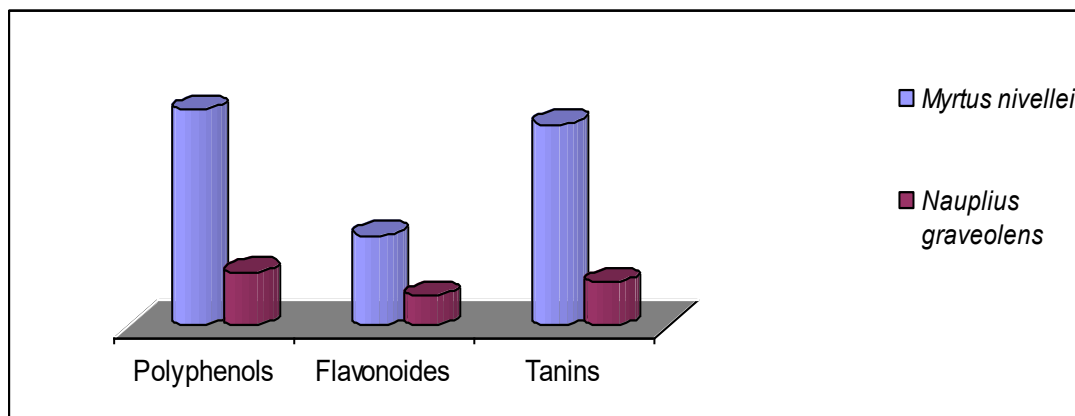


Figure 42: Teneur en polyphénols, flavonoïdes, et tanins totaux des décoctés

Au cours d'une étude réalisée par Ghedadba *et al.* (2015) ont mentionné que de nombreux chercheurs ont indiqués que l'eau enregistre les teneurs les plus élevées en tanins condensés suivie par l'éthanol et l'acétone soient en moyenne et le méthanol extrait faiblement les tanins quel que soit le mode d'extraction, mais le problème est que l'eau et l'acétone, spécialement à hautes températures, extraient aussi des substances indésirables comme les protéines, les lipides et les colorants non phénoliques qui causent des interférences lors de dosage des tanins.

Le taux des tanins dans une plante dépend de deux facteurs principaux: le stade de développement végétatif et les conditions environnementales. Leur concentration varie considérablement entre les différentes espèces végétales et au sein de la même espèce où elle dépend du degré de maturité, de l'âge des feuilles, des fleurs et de la saison (Skadhaug *et al.*, 1997).

III.6. Activités biologiques des extraits

III.6.1. Activité antioxydante

Afin d'évaluer l'activité antioxydante des extraits obtenus, différentes méthodes chimiques ont été utilisées; le test de phosphomolybdate (PPM), le test de FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power) et le test de DPPH (2,2-diphényle-1-picrylhydrazyle). Le principe de ceux-ci repose sur un changement de couleur qui a été suivi par la lecture de l'absorbance à des longueurs d'ondes spécifiques.

Les résultats obtenus pour la méthode DPPH sont exprimés en termes de concentration inhibitrice de 50% des radicaux (IC_{50}), sont présentés dans le tableau XX. Les mesures de l'inhibition d'absorbance du DPPH provoquées par la présence des extraits après 30 minutes ont permis de déterminer le pouvoir antioxydant de chaque concentration d'extrait.

Tableau XX : Activité antioxydante des huiles essentielles et extraits des plantes étudiées

Plantes	Extraits	DPPH IC ₅₀ En µg/ml	Test FRAP (µg/mg) équivalent d'acide ascorbique	Test PPM (µg/mg) équivalent d'acide ascorbique
<i>Myrtus nivellei</i>	Hydrométhanolique	06,65±0,15	551,43 ± 9,42	364,58±29,38
	Acétate d'éthyle	04,97 ± 0,08	710,28 ± 10,27	490,27± 17,71
	Butanolique	05,42±0,10	938,68 ± 27,16	598,60 ± 25,45
	Aqueux	16,33±0,06	253,90 ± 11,20	210,41± 13,66
	Décocté	17,74±0,08	180,74±5,98	190,97±15,64
<i>Nauplius graveolens</i>	Hydrométhanolique	32, 30±0,59	123,86±3,11	168,74± 30,69
	Acétate d'éthyle	13,32±0,19	326,76±15,86	359,72 ±32,03
	Butanolique	9,66±0,19	232,91±14,31	351,60±14,84
	Aqueux	143,59±0,80	184,77±7,44	187,5± 22,53
	Décocté	76,67±3,03	51,80±0,49	110,41±10,41
<i>Lavandula pebescence</i>	Hydrométhanolique	16,25±0,30	290,94±15,23	356,24±34,66
	Acétate d'éthyle	19,23±0,62	295,05±9,64	407,63±27,50
	Butanolique	30,24±0,65	227,98±4,99	307,63±4,33
	Aqueux	13,24±0,65	437,44±7,23	388,19±10,27
Plantes	Huile essentielle			
<i>Myrtus nivellei</i>		28,43±0,41	107,39±3,68	/
<i>Cymbopogon schoenanthus</i>		45,73±0,59	76,77±0,73	/
<i>Artemisia judaica</i>		5,61±0,81	115,83±10,01	/
Standard	Acide ascorbique	05,86±0,02	/	/

Pour les huiles essentielles IC₅₀ en mg/ml

Selon les résultats illustrés dans le tableau XX, les extraits à l'acétate d'éthyle et butanolique des deux plantes *Myrtus nivellei* et *Nauplius graveolens* sont dotés d'un pouvoir antioxydant important, leurs IC₅₀ respectives sont: 04,97 ± 0,08; 05,42±0,10; 13,32±0,19 et 9,66±0,19 µg/ml qui sont relativement plus ou moins importante que celle d'acide ascorbique dont la valeur est de l'ordre de 05,86±0,02µg/ml. Ces extraits ont montré leur richesse en composés phénoliques notamment les flavonoïdes. Ces composés sont reconnus pour leurs nombreuses activités biologiques qui sont attribuées en partie aux propriétés anti-oxydantes. Ils sont susceptibles de réagir avec la plupart des espèces réactives oxygénées. L'action anti-oxydante de ces phytonutriments ne s'exerce pas seulement par l'inhibition et la désactivation des radicaux libres, elle se manifeste aussi par la neutralisation d'enzymes oxydantes et par la chélation des traces d'ions métalliques responsables de la production des espèces réactives

oxygénées (Cheurfa et Allem, 2015). Nos résultats concordent avec ceux trouvés par Meng-Thong *et al.* (2008); Li *et al.* (2009); Ye *et al.* (2009); Omri Hichri *et al.* (2013). Mais sont beaucoup plus importants que d'autres trouvés par Djeridane *et al.* (2006) des plantes sahariennes investiguées appartiennent à des mêmes familles et genres ou autres *Ajuga iva*, *Anvillea radiata*, *Arenaria rubra*, *Aristolochia longa*, *Artemisia herba alb*, *Artemisia arborescens*, *Artemisia campestris*, *Asteriscus pygmaeus*, *Cleome arabica*, *Deverra scoparia*, *Globularia alypum*, *Marrubium deserti*, *Ononis angustissima*, *Plantago ciliata*, *Ruta graveolens*, *Salvia verbenaca*, *Teucrium polium*, *Thapsia garganica*, *Thymelia microphylla* dont les IC₅₀ sont 27,77; 21,73; 13,51; 10,63; 10,63; 07,04; 09,61; 07,69; 13,15 ; 14,70 ; 08,77 ; 07,50 ; 20,83 ; 03.40 ; 12,50 ; 08,77 ; 11,90 ; 17,06 ; 19,23 mg/l respectivement. L'examen statistique de ces résultats permet de mettre en évidence une différence très hautement significative ($p \leq 0,0001$) entre les valeurs d'IC₅₀ des extraits et l'acide ascorbique.

Par contre, certains extraits (extraits aqueux, les décoctés, les extraits hydrométhanoliques et les huiles essentielles) montrent un pouvoir antioxydant plus ou moins intéressant que l'acide ascorbique. Ce résultat peut être expliqué que les extraits ne contiennent pas les mêmes types d'antioxydants, et ils renferment d'autres molécules neutres. Ainsi, les valeurs d'IC₅₀ se sont des valeurs approximatives calculées par rapport à l'acide ascorbique. A cet effet, de ce test a permis de classer les extraits selon leurs pouvoirs antiradicalaires croissants à fin de les sélectionner pour des études chimiques approfondies.

En appliquant cette méthodes de mesure nous avons pu observer que les trois huiles essentielles possèdent une activité antioxydante significative avec des variations qui dépendent de plusieurs facteurs, comme; le taux des composés phénoliques, les groupements fonctionnels donneurs d'électrons, les fonctions hydroxyles, ainsi que des synergies entre les composés actifs qui constituent chaque huile essentielle. Ces résultats positifs sur l'activité antioxydante des huiles essentielles suggèrent des études plus approfondies de leur activité biologique, afin d'élaborer des produits naturels de valeur pouvant être commercialisés et substitués aux antioxydants existants. L'huile essentielle d'*Artemisia judaïca* montre une activité antioxydante plus efficace IC₅₀ = 5,61±0,81mg/ml en comparaison avec les autres huiles essentielles est probablement lié a sa richesse en monoterpènes oxygénés. Les huiles essentielles riches en composés oxygénés présentent une activité anti-radicalaire plus marquée que celles à terpènes hydrocarbonés (Miladi *et al.*, 2013).

L'activité antioxydante des extraits des plantes sélectionnées a été évaluée également en utilisant la méthode de FRAP. Cette dernière est un essai simple, rapide et reproductible.

Il est appliqué premièrement sur le plasma ensuite il était développée pour la mesure des antioxydants dans les plantes (Nithiyantham *et al.*, 2012). Au cours de la réaction un antioxydant transforme le Fe^{3+} -TPTZ en sa forme réduite Fe^{+2} -TPTZ. D'après les résultats obtenus nous avons constaté un pouvoir réducteur puissant pour tous les extraits particulièrement ceux obtenus à l'acétate d'éthyle et au butanol. Cette activité remarquable a été enregistrée pour *Myrtus nivellei* (Myrtaceae) suivie par *Nauplius graveolens* (Asteraceae) et *Lavandula pubescens* (Lamiaceae). Dans le cas de la dernière espèce l'extrait aqueux est le plus puissant avec une valeur de $437,44 \pm 7,23 \mu\text{g EAA/mg}$ d'extrait peut être du à sa richesse en tanins totaux.

Les huiles essentielles testées ont manifesté un potentiel antioxydant plus ou moins important en employant le test FRAP. Statistiquement la différence entre le pouvoir réducteur de Fer chez les différents extraits entre eux pour chaque plante est très hautement significative ($p < 0,0001$) sauf entre l'extrait brut et à l'acétate d'éthyle de *lavandula pubescens* ($p > 0,05$)

La capacité anti-oxydante totale a été mesurée par un spectrophotomètre en utilisant la méthode de phosphomolybdate qui est basée sur la réduction de Mo(VI) en Mo(V) en présence des antioxydants et la formation d'un complexe phosphate/ Mo(V) d'une couleur verte (Nithiyantham *et al.*, 2012; Ghedadba *et al.*, 2015). Dans le cas du test PPM pour les différents extraits des plantes visées, nous avons noté que les deux fractions (d'acétate d'éthyle et butanolique) possèdent une capacité réductrice plus importante ($490,27 \pm 17,71$ et $598,60 \pm 25,45 \mu\text{g EAA/mg}$ d'extrait) pour le myrte du Sahara ($P < 0,0001$), ($359,72 \pm 32,03$ et $351,60 \pm 14,84 \mu\text{g EAA/mg}$ d'extrait) pour *Nauplius graveolens* mais statistiquement non significative ($P > 0,05$), alors que des valeurs $407,63 \pm 27,50$ et $388,19 \pm 10,27 \mu\text{g EAA/mg}$ d'extrait ont été constatés pour les deux extraits à l'acétate d'éthyle et aqueux respectivement pour la plante *Lavandula pubescens* ($P > 0,05$). La capacité réductrice d'un composé peut servir comme un indicateur significatif de son activité antioxydante potentielle (Djeridane *et al.*, 2006).

Dans la littérature consultée, aucune étude sur l'activité antioxydante par la méthode de PPM et FRAP n'a été décrite sur les cinq plantes investiguées. A notre connaissance, aucune donnée n'a été publiée sur l'activité antioxydante utilisant le DPPH sur les extraits de ces espèces à l'exception de quelques études récentes sur les huiles essentielles de *Cymbopogon schoenanthus* dont nos résultats obtenus concordent avec ceux de Hellali *et al.* (2015), les IC_{50} des extraits à l'acétate d'éthyle et au butanol de nos résultats pour la plante *Lavandula pubescens* ont une activité faible en comparaison avec ceux décrits précédemment

(Krimat *et al.*, 2014) et sont proches de ceux trouvés par Chaib *et al.*(2015). En revanche les IC₅₀ des extraits à l'acétate d'éthyle et au butanol de *Myrtus nivellei* sont très cohérents avec de ceux de la littérature (Rached *et al.*, 2010) et sont plus proches de celle de l'acide ascorbique 5,86±0,02. La littérature décrit des approches différentes pour la détermination des activités antioxydantes des extraits de plantes. Ces approches méthodologiques différentes mènent à des résultats dispersés, qui ne sont pas toujours comparables.

III.6.2. Activité antibactérienne

Pour évaluer une éventuelle activité antibactérienne des extraits obtenus, nous avons les tester sur des souches Gram positif (*Listeria monocytogene* ATCC 19195, *Bacillus cereus* ATCC 14 759 et *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 et Gram négatif (*Escherichia coli* ATCC 25922 et *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853) également par la méthode de diffusion sur disque concernant les extraits phénoliques, qui est une technique basée sur la mesure des zones d'inhibition apparents autour des disques chargés des extraits végétaux, et la technique de diffusion sur des puits qui est basée sur le même principe pour tester les huiles essentielles. Les résultats présentés dans le tableau XXI montrent que:

Les fractions obtenues à l'acétate d'éthyle, au butanol et la fraction aqueuse des parties aériennes de *Myrtus nivellei* agissent de façon active sur les deux catégories de bactéries Gram positif *Listeria monocytogene* ATCC 19195 (18, 18, 20 mm), *Bacillus cereus* ATCC 14759 (12, 14, 11 mm) et Gram négatif *Escherichia coli* ATCC 25922 (12, 12, 10mm), avec une CMI égale 125 µg/ml pour la fraction d'acétate d'éthyle contre l'espèce *Bacillus cereus* ATCC 14 759 et 62,5 -31,25 µg/ml pour cette fraction et la fraction butanolique contre *listeria monocytogène* ATCC 19195 respectivement. Même observation a été notée pour les extraits à l'acétate d'éthyle et au butanol pour la plante *Nauplius graveolens*. Par ailleurs ces derniers extraits ont été actifs sur *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 avec une zone d'inhibition égale (18-10mm), particulièrement la fraction d'acétate d'éthyle avec une CMI 125 µg/ml (tableau XXII).

L'extrait hydrométhanolique de myrte est le seul extrait brut qui a représenté une modeste activité sur *Bacillus cereus* ATCC 14 759 et *Escherichia coli* ATCC 25923 avec un diamètre d'inhibition 13 et 10 mm respectivement. On peut dire que cette activité antimicrobienne des différents extraits est due à leurs principes actifs plus particulièrement; les polyphénols et flavonoïdes qui ont montré leur spectre d'activité le plus large sur les

microorganismes pathogènes d'après la littérature (Weckessera *et al.*, 2007 ; Hajji *et al.*, 2010).

La bactérie *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 semble la plus résistante à tous les extraits à l'exception de décocté de myrte avec une zone moyenne de 12mm. Cette activité particulière sur les bactéries Gram positif peut être attribuée aux flavonoïdes qui sont des bons inhibiteurs des sortases (enzymes trouvés dans la membrane cytoplasmique des bactéries à Gram positif qui catalysent l'ensemble des protéines de surface, par exemple adhésines et internalines) (Ghedadba *et al.*, 2015). Toutes les zones d'inhibition étaient inférieures à celles de l'antibiotique tétracycline.

Les extraits obtenus à partir de l'espèce *Lavandula pubescens* ne montrent aucune activité sur les souches testées cela peut s'expliquer par la nature et la structure des composés existants dans ces extraits et leur faible activité. D'après la littérature cette espèce montre une activité sur deux souches *Bacillus subtilis* ATCC 6633 et *Klebsiella Pneumoniae* E40 par une zone d'inhibition de 12 et 10 mm respectivement, mais aucune activité sur les souches fongiques et *Candida albicans* C200 n'a été observée (Chaib *et al.*, 2015). Une modeste activité a été signalée par ces auteurs qui ont testés aussi l'effet des polyphénols d'autres plantes du Sahara (*Balanites aegyptiaca*, *Cymbopogon schoenanthus*, *Lavandula antinea*, *Maerua crassifolia*, *Marrubium desertii*, *Mentha longifolia*, *Pentzia monodiana*, *Aerva javanica*, *Solenostema argel*, *Deverra scoparia*, *Pulicaria incisa*) sur les deux bactéries *Bacillus subtilis* ATCC 6633 et *Klebsiella Pneumoniae* E40 dont le diamètre d'inhibition varie entre 10 et 13mm. Parmi ces espèces deux seulement de la famille Lamiaceae *Mentha longifolia* et *Aerva javanica* ont montré un effet important sur la levure *Candida albicans* C200 et sur les deux souches fongiques *Aspergillus flavus* AF1 et *Fusarium culmorum* FC1.

L'huile essentielle de *Myrtus nivellei* s'avère inefficace contre toutes les souches testées sauf la souche *Listeria monocytogene* ATCC 19195 avec une zone d'inhibition de (12mm). Une seule étude récente réalisée par Bouzabata et ces collaborateurs (2013) sur des souches fongiques cliniques (*Epidermophyton floccosum* FF9, *Trichophyton mentagrophytes* FF7, *Microsporum canis* FF1); et quatre de type CECT (*Trichophyton rubrum* CECT 2794, *Microsporum gypseum* CECT 2908, *Trichophyton mentagrophytes (interdigitale)* CECT 2958, *Trichophyton verrucosum* CECT 2992), et d'autres souches de levures de type ATCC (*Candida albicans* ATCC10231, *Candida parapsilosis* ATCC 90018, *Candida tropicalis* ATCC13803) et cliniques (*Candida guilliermondii* MAT23, *Candida krusei* H9) et (*Cryptococcus neoformans* CECT 1078) également; ont révélés que l'huile de Myrte saharien était très efficace sur *Cryptococcus neoformans* avec une CMI de 0.16 µl/ml. Suivie par une

CMI de 0.64 et 1.25 $\mu\text{l/ml}$ particulièrement sur *Microsporum canis*, *Trichophyton rubrum* et *Epidermophyton floccosum*.

L'huile essentielle d'*Artemisia judaica* appliquée à la même concentration montre une activité antibactérienne contre *Bacillus cereus* ATCC 14 759 et plus remarquable sur *Listeria monocytogene* ATCC 19195 avec des zones d'inhibition de 10mm et 20mm respectivement, selon Ghanmi *et al.* (2010), l'activité antibactérienne et antifongique des huiles de l'armoise blanche peut être expliquée par leurs richesses en composés oxygénés (chrysonthénone, camphre, α -terpin- 7-al et trans- β -terpinéol). En effet, certains auteurs ont démontré que les huiles d'*Artemisia santonicum* et *Artemisia spicigera*, qui possèdent le taux le plus élevé en composés oxygénés monoterpéniques sont plus actives que celles d'*Artemisia dracuncululus* et *Artemisia absinthium*. Récemment Abu-Darwish *et al.* (2016) ont rapporté des résultats importants en testant la sensibilité de quelques souche du genre *Candidas* et souches fongiques du genre *Aspergillus* à l'huile essentielle d'*Artemisia judaica* de Jordan, l'effet positif de cette essence a été remarqué par une CMI de l'ordre de 0,64 et 1,25 $\mu\text{l/ml}$ sur la majorité des souches.

L'huile essentielle de *Cymbopogon schoenanthus* a été la plus efficace contre toutes les souches due à la présence d'un composé majoritaire piperitone. Ces résultats sont en accord avec ceux précédemment publiés sur les huiles essentielles de *Cymbopogon schoenanthus* d'Illizi qui a montré une bonne activité sur toutes les souches testées (Hellali *et al.*, 2015) ce qui explique en partie l'utilisation de cette espèce dans le soulagement des maux de reins ainsi que les troubles intestinaux et les intoxications alimentaires (Sahki et Sahki Boutamine, 2004). Cette dominance d'activité des essences sur celle d'un composant majoritaire confirme bien l'effet de synergie que pourraient apporter les composants minoritaires à l'activité des huiles essentielles (Ghanmi *et al.*, 2010), ainsi Donato *et al.*(2015) ont rapporté au cours de leur travaux sur *Artemisia annua* que l'activité de l'huile essentielle de cette espèce peut être attribuée à la présence des composés mineurs qui peuvent exhiber une activité antimicrobienne impliqué dans les phénomènes d' antagonisme et /ou de synergie entre les différents constituants responsables d'une activité beaucoup plus prononcée que celle prévisible par les composés majoritaires. Mais nous avons constaté des zones d'inhibition inférieure de celles de l'antibiotique utilisé.

Plusieurs travaux ont mis en évidence la grande sensibilité des bactéries Gram positif par rapport aux Gram négatif (Tadeg *et al.*, 2005; Oussalah *et al.*, 2007; Deba *et al.*, 2008). Cette résistance des bactéries Gram- peut être due à la différence dans la membrane cellulaire des bactéries de ce groupe en effet la membrane externe de ce type de bactérie rend

la surface externe très hydrophilique alors que la terminaison de l'acide téchoïque de la membrane externe par une partie lipidique chez les bactéries Gram positif peut faciliter la pénétration des composés hydrophobes (Boussada *et al.*, 2008).

Cependant la comparaison de l'efficacité des huiles essentielles à travers les différentes études reste très difficile à cause des différents paramètres externes incontrôlables comme la composition chimique des huiles essentielles qui varient selon les conditions environnementales de la plante même au sein d'une même espèce. Donc l'activité biologique de ces essences peut être influencée par la composition chimique de ces dernières, par les génotypes, aux méthodes employées pour évaluer cette activité (Oussalah *et al.*, 2007).

Tableau XXI: Résultats d'activité antibactérienne des extraits obtenus

Plantes	Zone d'inhibition en mm					
	Extrait (1mg/disque)	<i>Bacillus cereus</i>	<i>Listeria monocytogenes</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Escherichia coli</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
<i>Myrtus nivellei</i>	Extrait hydrométhanolique	13±0.25	NA	NA	10±0.10	NA
	Extrait à l'acétate d'éthyle	12±0.10	18±0.25	NA	12±0.20	NA
	Extrait au butanol	14±0.25	18±0.40	NA	12±0.25	NA
	Extrait aqueux	11±0.50	20±0.50	NA	10±0.10	NA
	Décocté	NA	20±0.50	NA	NA	12±0.10
<i>Nauplius graveolens</i>	Extrait hydrométhanolique	NA	NA	NA	NA	NA
	Extrait à l'acétate d'éthyle	18±0.25	20±0.50	18±0.25	10±0.10	NA
	Extrait au butanol	NA	20±0.50	10±0.20	NA	NA
	Extrait aqueux	NA	NA	NA	NA	NA
	Décocté	NA	17±0.15	NA	NA	NA
<i>Lavandula pebescence</i>	Extrait hydrométhanolique	NA	NA	NA	NA	NA
	Extrait à l'acétate d'éthyle	NA	12±0.20	NA	NA	NA
	Extrait au butanol	NA	NA	NA	NA	NA
	Extrait aqueux	NA	NA	NA	NA	NA
Huiles essentielles						
<i>Cymbopogon schoenanthus</i>	20µl/puits	20±0.5	27±1.5	15±0.10	18±0.50	NA
<i>Artemisia judaica</i>	20µl/puits	10±0.12	22±0.2	NA	NA	NA
<i>Myrtus nivellei</i>	20µl/puits	NA	12±0.2	NA	NA	NA
Contrôle positif (tétracycline)	30µg /disque	21±0.41	35±0.64	34±0.57	26±0.32	22±0.68

NA : Non actif

Tableau XXII : Détermination de la concentration minimale inhibitrice des extraits actifs

Plantes	Concentration minimale inhibitrice ($\mu\text{g/ml}$)			
	Extraits actifs sur disque	<i>Bacillus cereus</i>	<i>Listeria monocytogenes</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
<i>Myrtus nivellei</i>	Extrait hydrométhanolique	250	62,5	/
	Extrait à l'acétate d'éthyle	125	62,5	/
	Extrait au butanol	/	31,25	/
	Extrait aqueux	/	62,5	/
	Décocté	/	62,5	/
	<i>Nauplius graveolens</i>	Extrait à l'acétate d'éthyle	125	62,5
Extrait au butanol		/	500	/
Décocté		/	500	/

III.6.3. Activité antileishmanienne

Les résultats de l'activité leishmanicide des différents extraits phénoliques et les huiles essentielles évalués sur les formes promastigotes de *Leishmania infantum* et *Leishmania Major* sont présentés dans le tableau XXIII. Les critères de l'évaluation de l'activité antiparasitaire indiquent que celle-ci est considérée comme positive pour des valeurs d'IC₅₀ inférieures à 100 $\mu\text{g/ml}$ et indice de sélectivité $IS \geq 4$. Dans ce cas l'échantillon ayant une bonne activité sélective sur le parasite. En revanche, si l'IS est inférieur à 4, l'échantillon est plus cytotoxique qu'antiparasitaire (Kacem, 2015). Il existe des différences de sensibilité des extraits sur chacune des formes du parasite. L'analyse de ces résultats biologiques montre que la fraction avec la meilleure activité et le meilleur indice de sélectivité est la fraction à l'acétate d'éthyle de l'espèce *Nauplius graveolens*. Cette plante de la famille Astéracée montre une IC₅₀ égale à 22.93 ± 0.39 et $33.64 \pm 0.46 \mu\text{g/ml}$ contre les deux souches leishmaniennes *Leishmania infantum* et *Leishmania Major* respectivement avec un IS égale 15.61 et 10.63 ce qui est considéré comme ayant une bonne activité sélective sur le parasite, mais cette activité est moins importante que celle de l'amphotéricine B qui a donnée une IC₅₀ égale 0.22 ± 0.09 et $0.80 \pm 0.18 \mu\text{g/ml}$.

Cette activité peut s'attribuer à la richesse de cette espèce en composés phénolique principalement les flavonoïdes et les sesquiterpènes lactones (Akssira et al., 2006; Rauter et al. 2001), qui ont déjà été reportés dans la littérature pour leur activité leishmanicide

enregistrés par des travaux précédents (Cowan, 1992 ; Asghari *et al.*, 2014). Selon Adebayo *et al.* (2013) la fraction de dichlorométhane issue des parties aériennes de la plante *Acanthospermum hispidum* (Asteraceae) a montré une bonne activité en comparaison avec les extraits méthanolique et aqueux contre *Leishmania mexicana*. Ces auteurs ont reportés également que la fraction à l'acétate d'éthyle et au dichlorométhane de *Maytenus senegalensis* ont révélés une activité considérable à une dose de 5mg/ml. Selon la littérature une sensibilité remarquable peut être observée de *Leishmania infantum* que *Leishmania major* (Ahmed *et al.*, 2011). Mais une faible activité était remarquée pour le décocté de la même plante IC₅₀ égale 323.8 et 380.44 µg/ml sur les souches mentionnées précédemment. Les fractions d'acétate d'éthyle issues des parties aériennes des deux plantes *Myrtus nivellei* et *Lavandula pubescens* ont une activité faible d'une IC₅₀ allant de 134.67±1.32 à 190.43±1.65 et 167.34±1.52 à 224.1±2.32 µg/ml respectivement (tableau XXIII). Par ailleurs aucune activité n'a été observée pour le décocté de *Myrtus nivellei*.

L'ensemble des résultats de l'activité antiparasitaire des huiles essentielles sont illustrés dans le tableau XXIII. On constate que les essences de l'espèce *Cymbopogon shoenanthus* est le plus inhibiteur de la charge parasitaire particulièrement la souche *Leishmania major* par une IC₅₀ inférieur à 100µg/ml. L'huile essentielle des parties aériennes de la plante *Artemisia judaïca* exhibe une activité intéressante envers la même souche leishmanienne par une IC₅₀ (76.23±0.43µg/ml) mais moins importante que celle noté pour la plante précédente, suivie par la fraction volatile extraite à partir de l'espèce *Myrtus nivellei* qui a révélée une faible activité sur les deux souches testées. Ces résultats sont en accord avec les données de la littérature qui accordent aux huiles essentielles diverses activité antiparasitaires (Anthony *et al.*, 2005; Essid *et al.*, 2015) récemment utilisée comme adjuvant dans la thérapie antileishmanienne (Sanchez-Suarez *et al.*, 2013).

Ce travail représente le premier sur l'activité leishmanicide des cinq plantes investiguées. Cependant une étude Tunisienne récente sur les huiles essentielles de douze plantes médicinales parmi les *Feurula communis*, *Teucrium polium*, *Thymus hirtus*, *Artemisia campestris*, *Myrtus communis*, *Artemisia herba-alba*, *Salvia officinalis* et *Eucalyptus globulus*. Toutes ces espèces étudiées ont montré une activité plus ou moins importante sur les deux souches *Leishmania infantum* et *Leishmania Major* (Essid *et al.*, 2015).

Tableau XXIII : Activité antileishmanienne des extraits et les huiles essentielles des plantes investiguées

Plantes	Extraits	IC50 <i>L. infantum</i> ($\mu\text{g/ml}$)	IC50 <i>L. major</i> ($\mu\text{g/ml}$)	LC50 Raw264.7 ($\mu\text{g/ml}$)	SI <i>L. infantum</i>	SI <i>L. major</i>
<i>Nauplius graveolens</i>	Acétate d'éthyle	22.93 \pm 0.39	33.64 \pm 0.46	357.9 \pm 0.63	15.61	10.63
	Brut	131.6 \pm 0.21	143.4 \pm 0.28	436.4 \pm 0.33	3.31	3.04
	Aqueux	NA	NA	-	-	-
	Butanolique	NA	NA	-	-	-
	Décocté	323.8 \pm 1.78	380.44 \pm 3.01	799.34 \pm 1.72	2.46	2.1
<i>Myrtus nivellei</i>	Acétate d'éthyle	190.43 \pm 1.65	224.1 \pm 2.32	785.34 \pm 3.98	4.12	3.5
	Brut	NA	NA	-	-	-
	Aqueux	NA	NA	-	-	-
	Butanolique	NA	NA	-	-	-
	Décocté	NA	NA	-	-	-
<i>Lavandula pubelescence</i>	Acétate d'éthyle	134.67 \pm 1.32	167.34 \pm 1.52	866.26 \pm 2.85	6.43	5.17
	Brut	NA	NA	-	-	-
	Aqueux	NA	NA	-	-	-
	Butanolique	NA	NA	-	-	-
Huiles essentielles						
<i>Cymbopogon schoenanthus</i>		80.44 \pm 1.08	66.43 \pm 0.88	125.45 \pm 0.54	1.55	1.88
<i>Artemisia judaica</i>		91.45 \pm 1.22	76.23 \pm 0.43	237.98 \pm 1.61	2.6	3.12
<i>Myrtus nivellei</i>		120.34 \pm 1.39	112.45 \pm 0.45	260.45 \pm 2.98	2.16	2.3
Standard	Amphotéricine B	0.22 \pm 0.09	0.80 \pm 0.18	9.23 \pm 0.13	11.53	41.95

NA: non actif

III.6.4. Activité antidiabétique

III.6.4.1. Variation du poids corporel

Afin de déterminer l'influence de nos extraits (décoctés) sur le poids corporel et la croissance des rates, nous avons suivi l'évolution du poids corporel, des rates témoins et traitées, périodiquement tout au long de l'expérimentation (figure 43).

Un gain du poids corporel a été légèrement observé dans le groupe T (+1,66%). Cependant, une perte du poids corporel a été observée chez les autres groupes particulièrement GB (-24,76%), PM1 (-40,83%) PN1 (-47,28%) respectivement, par contre les groupes diabétiques traités PN2 et PM2 ont montré un signe de rétablissement du poids corporel. Le groupe diabétique non traité a montré une chute progressive dans le poids corporel durant toute la période expérimentale (tableau XXIV).

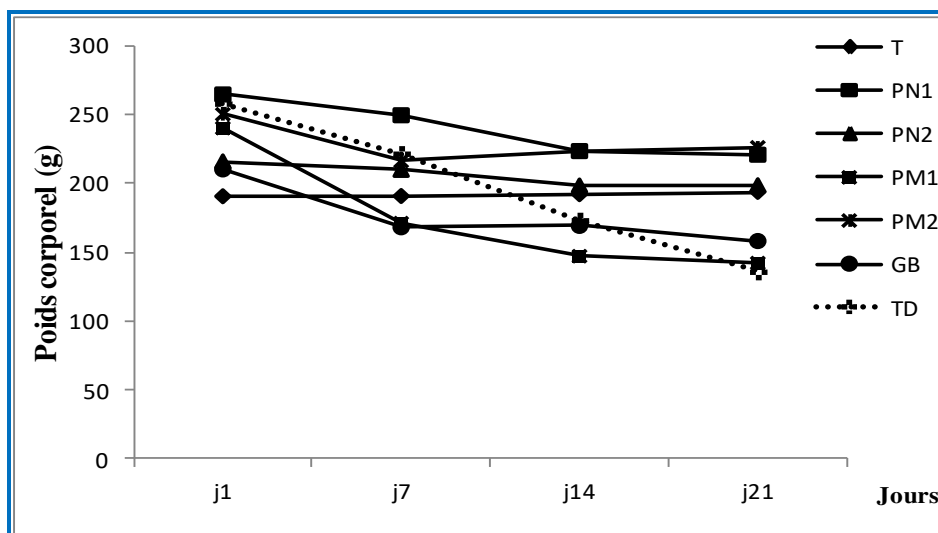


Figure 43 : Variation du poids corporel chez les groupes traités et les groupes témoins pendant la période du traitement n= 5 rates.

La surveillance du poids corporel des rates pendant les trois semaines montre une perte du poids chez les témoins diabétiques et les traitées par glibenclamide. De même, Sathishsekar et Subramanian (2005) et Taleb-Senouci *et al.* (2009) ont aussi enregistré des résultats similaires et suggèrent que la perte du poids corporel chez le groupe diabétique témoin peut être expliquée par le résultat du catabolisme des lipides et des protéines structuraux dû au manque des hydrates de carbone qui ont été utilisés comme source d'énergie.

Tableau XXIV : Valeurs du poids corporel chez les groupes traités et les groupes témoins pendant 21 jours

Jours / Lots	T	PN1	PN2	PM1	PM2	GB	TD
j1	190,5± 1.5	264,4± 1.2	215,8± 1.4	240± 0.77	250± 1.8	210± 1.01	258± 1.3
j7	190,67± 0.89	249,3± 1.08	209,67± 1.03	171± 0.54	216± 1.05	168± 1.3	221,67± 1.6
j14	192± 1.02	223,3± 0.65	198,3± 1.7	147± 1.24	223± 0.87	169± 1.7	173,33± 1.4
j21	193,67± 1.8	220,67± 0.97	198,5± 0.96	142± 1.63	226± 1.54	158± 0.98	136± 1.08
% de gain ou perte	+1,66	- 47,28	- 16,53	- 40,83	-9,6	-24,76	- 47,28

III.6.4.2. Variation de la glycémie

La recherche de l'effet antihyperglycémiant des deux extraits préparés à base de deux plantes *Nauplius graveolens* et *Myrtus nivellei* a été illustré chez des rates Wistar rendues diabétiques par l'injection d'alloxan; et comparé aux rates administrées glibenclamide, antidiabétique oral utilisé comme substance de référence (El Amrani *et al.*, 2010).

Les résultats de la figure 44 montrent que le groupe diabétique non traité ont une augmentation dans le taux du glucose sanguin depuis le 1jour jusqu'au 21 jour en comparaison avec le groupe témoin non traité, par contre une baisse au niveau de la glycémie a été observé à partir du 7ème jour, après le traitement des rates diabétiques par les doses 100 et 300mg/kg chez les groupes PN1, PN2, PM1 et principalement PM2 d'une façon significative ($P < 0,05$), mais le niveau du glucose sanguin chez le groupe GB reste élevé un peu en comparaison avec ceux administrés les extraits. Ces résultats montrent la grande efficacité de décocté du *Myrtus nivellei* à la dose de 300mg/Kg dans la diminution du taux du glucose sanguin (tableau XXV).

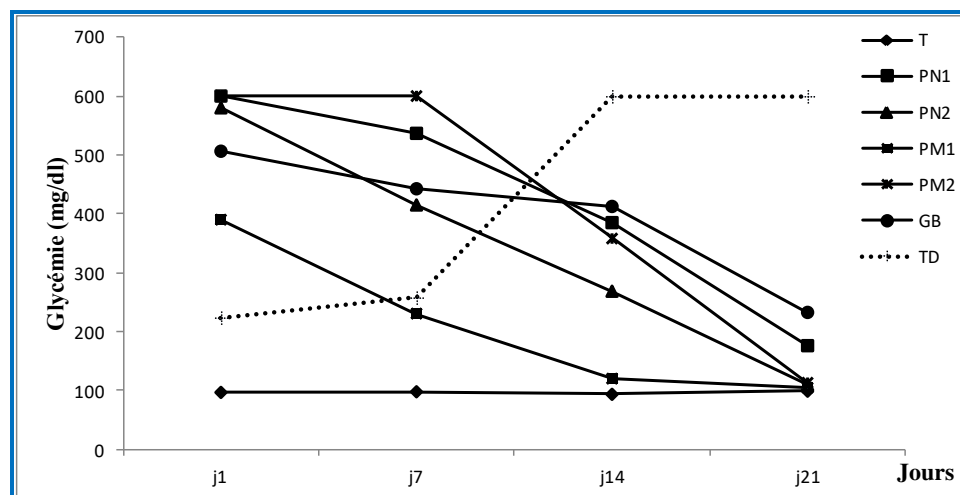


Figure 45 : Variation de la glycémie chez les groupes traités et les groupes témoins pendant la période du traitement n= 5 rates

L'injection d'alloxan établit un cycle d'oxydoréduction et détruit rapidement les cellules β des îlots de Langerhans (Ammon *et al.*, 1983). Résultant des effets toxiques directs associés à une formation accrue des radicaux libres: superoxydes, peroxyde d'hydrogène et des radicaux hydroxyles (Nofal *et al.*, 2009; Duncan *et al.*, 2012), il inhibe les enzymes thiol-dépendants telles que la glucokinase et l'hexokinase (Jörns *et al.*, 1997).

Tableau XXV : Valeurs de la glycémie chez les groupes traités et les groupes témoins pendant 21 jours

Jours Lots	T	PN1	PN2	PM1	PM2	GB	TD
j1	96,6±2.6	600±0.0	580±3.1	390±1.8	600±0.0	506,3±1.6	224±3.6
j7	97,67±1.3	536,7±1.4	415±2.7	230,5±2.5	600±0.0	442,5±2.1	258±2.8
j14	93,33±2.5	385±1.8	268,5±3.0	120±2.1	358±1.7	412,5±1.3	600±0.0
j21	98,67±2.4	176±2.8	109,5±1.4	104,5±1.7	113±2.5	232,5±1.4	600±0.0

Il est maintenant admis que les médicaments hypoglycémiantes provoquent la réduction de la glycémie via la stimulation de la libération d'insuline à partir des cellules β du pancréas (Müller, 2000 et Giulia *et al.*, 2013). Le contrôle de la variation de la glycémie dans les sept groupes révèle que *Myrtus nivellei* possède une capacité hypoglycémiant plus importante que *Nauplius graveolens*. Il est également intéressant de mentionner que, malgré l'hyperglycémie réduite, les niveaux de glucose sanguin chez les rates diabétiques traitées par glibenclamide étaient encore plus élevés que ceux des rates témoins non diabétiques; Nos données concordent avec ceux d' Erejuwa *et al.* (2011). Plusieurs études ont montré l'effet pharmacologique de certaines plantes *in vivo* incluant l'effet antihyperglycémique (Mansour *et al.*, 2002; kesari *et al.*, 2005 ; Habibuddin *et al.*, 2008; Nofal *et al.*, 2009 ; Kambouche *et al.*, 2009). Une enquêtes ethnobotanique a également noté l'utilisation de *Myrtus communis* comme plante antihyperglycémiant (Eddouks *et al.*, 2007). Selon Mangambu *et al.* (2014) les flavonoïdes sont doués des propriétés hypoglycémiantes et antidiabétiques suivant les résultats de plusieurs travaux. Alors plusieurs mécanismes sont attribués aux flavonoïdes pour cet effet; ils préviennent le diabète en inhibant l'aldose réductase, d'autre part, l'action des tanins est signalée par son activité au niveau cellulaire, en favorisant l'action de l'insuline (diminuant la résistance à l'insuline) et sur les complications du diabète par leur pouvoir antioxydant et anti-enzymatique, neutralisant l'effet des radicaux libres et limitant la réaction inflammatoire dans les différents tissus. D'après l'étude de Kambouche *et al.* (2009) l'action hypoglycémiant d'*Anabasis articulata* (Forssk) peut bien être liée à la présence des saponines dans l'extrait aqueux de cette plante, qui ont été également révélés dans la partie aérienne des plantes étudiées en utilisant les tests phytochimiques. Mangambu *et al.* (2014) a rapporté, que certains chercheurs ont supposé que l'effet hypoglycémiant de l'espèce Morelle noire (*Solanum amaricanum*) est attribué à un glucoalcaloïde (solanine).

Conclusion générale

La première étape de notre travail (screening phytochimique) nous a conduite à l'élucidation de la composition chimique des parties aériennes de nos plantes à savoir : les flavonoïdes, les terpenoïdes, les tanins, etc. L'extraction des flavonoïdes réalisée en employant des solvants de polarité différente est complétée par l'analyse quantitative à l'aide de la spectrophotométrie UV-visible. Cette analyse nous a montré une richesse de ces extraits en polyphénols, en flavonoïdes et en tanins totaux plus particulièrement ceux obtenus à partir du myrte du Sahara par des valeurs allant de $308,4 \pm 7,4$ et $414,96 \pm 2,4$ ($\mu\text{g EAG/mg d'extract}$), $142,76 \pm 3,26$ et $344,22 \pm 15,61$ ($\mu\text{g ER/mg d'extract}$), $246,09 \pm 13,09$ et $310,64 \pm 6,62$ ($\mu\text{g EAG/mg d'extract}$) dans les fractions à l'acétate d'éthyle et au butanol respectivement.

La fraction volatile (huile essentielle) extraite à partir des parties aériennes de chacune des espèces aromatiques: *Artemisia judaïca*, *Myrtus nivellei* et *Cymbopogon schoenanthus*, par hydrodistillation (sur Clevenger), a été analysée par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC-MS).

Ces analyses nous ont conduit à l'identification de:

- 23 composés dans l'huile essentielle de *Myrtus nivellei*, représentant 93,79 % de cette huile. Le 1,8 cinéole (53,44 %) est le composé principal suivi par le 2,2,6,7-tetraméthyl-10-oxatricyclo[4.3.0.1(1,7)]decan-5-one (11,73 %) le trans-ocimène (7,54 %), le linalyl propionate (6,81 %) et le lavandulyl acetate (5,24 %).
- 24 composés (représentant 98,87 % de l'huile) ont été identifiés dans le cas de *Cymbopogon schoenanthus*. Spreng,. Le piperitone (53,21 %) étant le composé majoritaire, suivi par l'élémol (10,87 %), l' α terpinène (8,95 %), l' α eudesmol (7,31 %) et le β eudesmol (6,66 %).
- 31 composés sont identifiés dans l'huile essentielle d'*Artemisia judaïca*, représentent 88,98 % de l'huile, dont le piperitone (66,17 %), l'éthyl cinnamate isomer (6,11 %), le E-longipinane (2,55 %) et le spathulenol (2,34 %) , sont les principaux constituants de cette huile.

L'activité antioxydante des extraits bruts et leurs fractions, a été déterminé par différentes méthodes et tests : DPPH, FRAP et au phosphomolybdate. Il ressort que tous les extraits bruts et les fractions montrent des activités antioxydante et radicalaire intéressantes qui dépendent de leur contenu élevé en polyphénols et flavonoïdes totaux ainsi que de leurs différentes structures. Par ailleurs, les huiles essentielles étudiées présentent un pouvoir antioxydant plus ou moins élevé comparativement à l'acide ascorbique. En effet, l'huile essentielle d'*Artemisia judaïca* montre une activité antioxydante plus efficace $\text{IC}_{50} = 5,61 \pm 0,81$ mg/ml en comparaison avec les autres huiles.

Pour évaluer une éventuelle activité antibactérienne des extraits et des huiles essentielles obtenus, nous avons effectué des tests sur des souches Gram positif et d'autres Gram négatif. Les tests effectués ont montré un effet antimicrobien remarquable des différents extraits, particulièrement ceux obtenus à partir de l'acétate d'éthyle et du butanol pour *Myrtus nivellei* et *Nauplius graveolens*, avec un maximum halo d'inhibition égal à 20 mm, observé pour les fractions mentionnées sur *Listeria monocytogenes*. En outre, l'huile essentielle de *Cymbopogon schoenanthus* a été la plus efficace contre toutes les souches avec une grande zone d'inhibition de 27 mm sur la même bactérie à l'exception de la souche *Pseudomonas aeruginosa*.

L'activité leishmanicide, des différents extraits phénoliques et des huiles essentielles, évaluée sur les formes promastigotes de *Leishmania infantum* et *Leishmania Major*, a montré que la fraction avec la meilleure activité et le meilleur indice de sélectivité est la fraction à l'acétate d'éthyle pour l'espèce *Nauplius graveolens*. Cette plante de la famille Astéracée montre une IC₅₀ égale à 22.93±0.39 et 33.64±0.46 µg/ml contre les deux souches leishmaniennes: *Leishmania infantum* et *Leishmania Major* respectivement avec un IS égal 15.61 et 10.63, ce qui est considéré comme ayant une bonne activité sélective sur le parasite. Mais cette activité est moins importante que celle de l'amphotéricine B qui a donné une IC₅₀ égale 0.22 ± 0.09 et 0.80 ± 0.18 µg/ml.

Notons que les essences de *Cymbopogon schoenanthus* possèdent l'effet inhibiteur le plus important de la charge parasitaire et particulièrement la souche *Leishmania major* illustré par une IC₅₀ inférieure à 100 µg/ml. L'huile essentielle de la plante *Artemisia judaïca* a révélé une activité intéressante envers la même souche leishmanienne avec une IC₅₀ (76.23±0.43 µg/ml) mais moins importante que celle notée pour la plante précédente, suivie par la fraction volatile extraite à partir de l'espèce *Myrtus nivellei* qui a montré une faible activité sur les deux souches testées.

L'alloxan, est une molécule d'induction expérimentale du diabète et que nous avons utilisé. Il a montré l'installation d'un syndrome diabétique à une dose de 150 mg/kg chez des rats non diabétiques et se caractérise par une augmentation du taux de la glycémie avec chute du poids corporel. Mais, Nous avons pu mettre en évidence pour la première fois *in vivo* que les extraits aqueux de *Nauplius graveolens* et *Myrtus nivellei* à une dose de 300 mg/kg entraînent un effet hypoglycémiant et un signe de rétablissement du poids corporel.

Ces résultats justifient, en partie, l'utilisation des ces plantes en médecine traditionnelle au Sahara. Il est donc impératif que des études analytiques structurales soient entreprises et approfondies afin de mettre en évidence les principaux principes actifs qui permettraient de résoudre de nombreux problèmes de santé humaine. Il est également envisageable d'élargir le domaine des tests biologiques pour rechercher par exemple des anti-inflammatoires, des antifongiques, des insecticides des inhibiteurs d'enzyme, des anticoagulants ou autres.

Références bibliographiques

- 1) Abdelaziz, M., Dawid, A. R., Seifeddin, N., Ayya, D., Abd el Mogib, M., Alarif, M.W., 2005. Journal of Saudi Chemical Society 9 (1): 137-142.
- 2) Abedini, A. 2013. Evaluation biologique et phytochimique des substances naturelles d'*Hyptis atrorubens* Poit. (Lamiaceae), sélectionnée par un criblage d'extraits de 42 plantes. Thèse de doctorat. Université Lille 2. France. 211p.
- 3) Abu-Darwish, M.S., Cabral, C., Gonçalves, M. J., Cavaleiro, C., Cruz, M.T., Zulfiqar, A., Khan, I.A., Efferth, T., Salgueiro, L. 2016. Chemical composition and biological activities of *Artemisia judaica* essential oil from southern desert of Jordan. Journal of Ethnopharmacology 191:161–168.
- 4) Aburjai, T., Hudiab, M., Cavrin, I. V. 2005. Chemical composition of the essential oil from different aerial parts of lavender (*Lavandula coronopifolia* Poit.) (Lamiaceae) grown in Jordan. Journal of Essential Oil Research 17: 49-51.
- 5) Achour Barchiche, A., Madiou, M. 2009. Recrudescence des leishmanioses cutanées: à propos de 213 cas dans la wilaya de Tizi-Ouzou. Pathologie Biologie 57: 65–70.
- 6) Adams, R.P. 2007. Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/Quadrupole Mass Spectroscopy. Allured Publishing Corporation, Carol Stream, III, USA.
- 7) Adebayo, O. L., Suleman, D., Samson, A. A. 2013. Natural products in antileishmanial drug discovery: A review. Asian Journal of Scientific Research 3(2):157-173.
- 8) Adel, A., Saegerman, C., Speybroeck, N., Praet, N., Victor, B., Deken, R. D, Soukehald, A, Berkvens D. 2010. Canine leishmaniasis in Algeria: True prevalence and diagnostic test characteristics in groups of dogs of different functional type. Veterinary Parasitology 172: 204-213.
- 9) Adel, A., Boughoufalah, A., Saegerman, C., De Deken, R., Bouchene, Z., Soukehal, A., Berkvens, D., Boelaert, M. 2014. Epidemiology of *Visceral Leishmaniasis* in Algeria: An Update 9 (6): 1-10.
- 10) Adewusi, E.A., Moodley, N., Steenkamp, V. 2011. Antioxidant and acetylcholinesterase inhibitory activity of selected southern African medicinal plants. South African Journal of Botany 77: 638-644.
- 11) Adwan, G., Abu-Shanab, B., Adwan, K. 2010. Antibacterial activities of some plant extract alone and in combination with different antimicrobials against multidrug-resistant *Pseudomonas aeruginosa* strains. Asian Pacific Journal of Tropical Medicine: 266-269.

- 12) Agence Nationale de Développement de l'Investissement. 2013. Invest in Algeria wilaya de Tamanrasset.23p.
- 13) Ahmad, S.A., Abdul-Nasser, A., Shatha, H. 2016. Antihyperlipidemic effects of ginger extracts in alloxan-induced diabetes and propylthiouracil-induced hypothyroidism in (rats). *Pharmacognosy Research* 5(3):157-161.
- 14) Ahmed, A.A., Ishak, M. S., Micheal, H. N., El-Ansari, M. A., El-Sissi, H. I. 1991. Flavonoid of *Asteriscus graveolens*. *Journal of Natural product* 1 54 (4): 1092-1093.
- 15) Ahmed, A. A. 1992. Farnesol and thymol derivatives from *Asteriscus*. *Journal of Natural Products* 55: 824-827.
- 16) Ahmed, S.B., Sghaier, R.M., Guesmi, F., Kaabi, B., Mejri, M., Attia, H., Laouini, D., Smaali, I. 2011. Evaluation of antileishmanial, cytotoxic and antioxidantactivities of essential oils extracted from plants issued from the leishmaniasis endemic region of Sned (Tunisia). *Natural Prododuct Research* 25: 1195–1201.
- 17) Ahoyo, A.T., Baba-Moussaa, L., Anago, A. E., Avogbe P., Missihouna, T.D., Loko F., Prévost, G., Sanni, A., Dramane, K. 2007. Incidence d'infections liées à *Escherichia coli* producteur de bêta lactamase à spectre élargi au Centre hospitalier départemental du Zou et Collines au Bénin. *Médecine et maladies infectieuses* 37: 746–752.
- 18) Aidi Wanes, W., Mhamdi, B., Marzouk, B. 2009. Variations in essential oil and fatty acid composition during *Myrtus communis* var.*italica* fruit maturation. *Food Chemistry* 112: 621-626.
- 19) Aidi Wannes, W., Mhamdi B., Sriti, J., Marzouk, B. 2010 (a). Glycerolipid and fatty acid distribution in pericarp, seed and whole fruit oils of *Myrtus communis* var. *italica*. *Industrial Crops and Products* 31: 77–83.
- 20) Aidi Wannes, W., Mhamdi, B., Sriti, J., Ben Jemia, M., Ouchich O., Hamdaoui, G., Kchouk, M. E., Marzouk, B. 2010 (b). Antioxidant activities of the essential oils and methanol extracts from myrtle (*Myrtus communis* var. *italica* L.) leaf, stem and flower. *Food and Chemical Toxicology* 48: 1362–1370.
- 21) Akinnuga, A., Jeje, S., Bamidele, O., Amaku, E., Otogo, F., Sunday, V. 2014. Virgin Coconut Oil: Remedial Effects on Renal Dysfunction in Diabetic Rats. *Physiology Journal*: 1-5.
- 22) Akrouf, A., El Jani, H., Amouri, S., Neffati, M. 2010. Screening of antiradical and antibacterial activities of essential oils of *Artemisia campestris* L. *Artemisia herba alba* asso, & *Thymus capitatus* Hoff et Link. growing wild in the southern of Tunisia. *Recent Research in Science and Technology* 2(1): 29–39.

- 23) Akssira, M., Mellouki, F., Salhi, A., Alilou, H., Saouf, A., EL Hanbali, F., Arteaga J. F., Barrero, A. F. 2006. Naupliolide, a sesquiterpene lactone with a novel tetracyclic skeleton from *Nauplius graveolens* susp odorus. *Tetrahedron letters* 47: 6719-6721.
- 24) Alemán, C. 2000. Acide/ base proprieties of flavonoids hydroxylated at position 2 and 3: a novel quantum mechanical study in gas- phase and solution. *Journal of Molecular structure Theochem* 528: 65-73. 34.
- 25) Al Figuigui, J., Benjelloun, M., ELGhadraoui, L., Zaim, A. 2014. Effet acridicide de deux plantes aromatiques et médicinales sur la survie des adultes de *Schistocerca gregaria*. Dixième conférence internationale sur les ravageurs en agriculture montpellier – 22 et 23 octobre.
- 26) Alilou, H. 2012. Etude phytochimique et antifongique de deux plantes du Sud du Maroc: *Asteriscus graveolens subsp. Odorus (Schousb.) Greuter* et *Asteriscus imbricatus (Cav.) DC*. Thèse de doctorat. Université Ibn Zohr. Agadir. Maroc. 215 p
- 27) Alvarenga, S.A.V., Ferreira, M.J.P., Emerenciano, V.P., Cabrol-Bass, D. 2001. Chemosystematic studies of natural compounds isolated from Asteraceae: characterization of tribes by principal component analysis. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems* 56: 27–37.
- 28) Amélia, P.R., Branco, I., Bermejo, J., Antonio, G. G., Garcõâa-Graâvalos M.D., Feliciano, A.S. 2001. Bioactive humulene derivatives from *Asteriscus vogelii*. *Phytochemistry* 56: 167-171.
- 29) Ammon, H., Hagele, R., Youssif, N., Eujen, R., El-Amri, N. 1983. A possible role of intracellulair and membrane thiols of rat pancreatic islets in calcium uptake and insulin release. *Endocrinology*:112 (10) 720-726.
- 30) Angioni, A., Barra, A., Coroneo, V., Dessi, S., Cabras, P. 2006. Chemical composition, seasonal variability, and antifungal activity of *Lavandula stoechas* L. ssp. *stoechas* essential oils from stem/leaves and flowers. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54(12): 4364-4370.
- 31) An, M., Haig, T., Hatfield P. 2001. On-site field sampling and analysis of fragrance from living Lavender (*Lavandula angustifolia* L.) flowers by solid-phase microextraction coupled to gas chromatography and ion-trap mass spectrometry. *Journal of Chromatography A* 917: 245-250.
- 32) Anthony, J.P., Fyfe, L., Smith, H. 2005. Plant active components-a resource for antiparasitic agents. *Trends in Parasitology* 21 (10): 462–468.

- 33) Ashokkumar, K., Selvaraj, K., Muthukrishnan, S.D. 2013. *Cynodon dactylon* (L.) Pers.: An updated review of its phytochemistry and pharmacology. *Journal of Medicinal Plant research* 7(48): 3477-3483.
- 34) Asghari, G., Zahabi, F., Eskandarian, A., Yousefi, H., Asghari, M. 2014. Chemical composition and leishmanicidal activity of *Pulicaria gnaphalodes* essential oil. *Research Journal of Pharmacognosy* 1 (4): 27-33.
- 35) Avoseh, O., Oyedeji, O., Rungqu, P., Nkeh-Chungag, B., Oyedeji, A. 2015. *Cymbopogon* Species; Ethnopharmacology, Phytochemistry and the Pharmacological Importance. *Molecules* 20: 7438-7453.
- 36) Baali-Cherif, D. 2007. Etude des populations d'olivier de Laperrine (*Olea europaea* subsp. *laperrinei*) du Sahara central algérien (Hoggar et Tassili) : Aspects biologiques et caractérisation moléculaire. Thèse de Doctorat d'état. Université des sciences et de la technologie Houari Boumediene. Alger. 122p.
- 37) Bahorun, T., Gressier, B., Trotin, F., Brunet, C., Dine, T., Luyckx, M., Vasseur, J., Cazin, M., Cazin, J. C., Pinkas, M. 1996. Oxygen species scavenging activity of phenolic extracts from hawthorn fresh plant organs and pharmaceutical preparations. *Arzneimittelforschung* 46 (11): 1086-1089.
- 38) Bajalan, I., Pirbalouti, A.G. 2015. Variation in chemical composition of essential oil of populations of *Lavandula × intermedia* collected from Western Iran. *Industrial Crops and Products* 69: 344-347.
- 39) Bakchiche, B., Gherib, A., Maatallah, M., Migue, M. G. 2014. Chemical composition of essential oils of *Artemisia campestris* and *Juniperus phoenicea* from Algeria. *International Journal of Innovation and Applied Studies* 9 (4):1434-1436.
- 40) Barboni, T., Venturini, N., Paolini, J., Desjobert, J. M., Chiaramonti, N., Costa, J. 2010. Characterisation of volatiles and polyphenols for quality assessment of alcoholic beverages prepared from Corsican *Myrtus communis* berries. *Food Chemistry* 122: 1304–1312.
- 41) Basli, A., Chibane, M., Madani, K., Oukil, N. 2012. Activité antibactérienne des polyphénols extraits d'une plante médicinale de la flore d'Algérie : *Origanum glandulosum* Desf. *Phytothérapie* 10:2-9.
- 42) Benabdlkader, T. 2012. Biodiversité, Bioactivité et Biosynthèse des Composés Terpéniques Volatils des *Lavandes* Ailées, *Lavandula stoechas* Sensu Lato, un Complexe d'Espèces Méditerranéennes d'Intérêt Pharmacologique. Thèse de doctorat. Université Jean Monnet - Saint-Etienne. Ecole normale supérieure de Kouba. Alger. 283 p.

- 43) Benchalah, A.C., Bouzian, H., Maka, M. 2000.- Fleurs du Sahara, Voyage ethnobotanique avec les Touaregs du Tassili. Edition IBIS press. Paris. 255P.
- 44) Benchalah, A.C., Bouziane, H., Maka, M. 2004. Fleur du Sahara arbres et arbustes voyage au cœur de leurs usages avec les Touaregs du Tassili. *Phytothérapie* 6: 191-197.
- 45) Benkhniq, O., Zidane, L., Fadil, M., Elyacoubi, H., Rochdi, A., Douira, A. 2001. Etude ethnobotanique des plantes médicinales dans la région de Mechraa Bel Ksir (Région du Ghrab du Maroc). *Acta Botanica. Barcinonensia* 53 : 191- 126.
- 46) Benlamdini, N., Elhafian, M., Rochdi, A., Zidane, L. 2014. Etude floristique et ethnobotanique de la flore médicinale du Haut Atlas oriental (Haute Moulay). *Journal of Applied Biosciences* 78: 6771- 6787.
- 47) Ben Sghaier, M., Chraief, I., Skandrani, I., Bouhlel, I., Boubaker, J., Kilani, S., Neffati, A., Mahmoud, A., Hammami, M., Chekri, L. G., Ghedira, K. 2007. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Teucrium ramosissimum* (Lamiaceae). *Chem Biodivers* 55: 93-98.
- 48) Benzeggouta, N. 2014. Evaluation des effets biologiques des extraits aqueux des plantes médicinales seules et combinées. Thèse de Doctorat en phrmaco-chimie, Université de Constantine. p 118.
- 49) Benzie, I., Strain, F. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxydant power: the FRAP assay. *Analytical Biochemistry* 239 (1): 70-76.
- 50) Bezza, L., Mannarino, A., Fattarsi, K., Mikail, C., Abou, L., Hadji-Minaglou, F., Kaloustian J. 2010. Composition chimique de l'huile essentielle d'*Artemisia herba-alba* provenant de la région de Biskra (Algérie). *Phytothérapie* 8: 277–281.
- 51) Bidie, A.D.P., N'Guessan, B.P., Yapo, A.F., N'Guessan, J.D., Djaman, A.J. 2011. Activités antioxydantes de dix plantes médicinales de la pharmacopée ivoirienne. *Sciences & Nature* 8 (1): 1 - 11
- 52) Boelens, M. H. 1995. Chemical and sensory evaluation of *Lavandula* Oils. *Perfume and Flavorist*. 20: 23-51.
- 53) Bonnaille, C., Salacs, M., Vassiliova, E., Saykova, I. 2012. Etude de l'extraction des composés phénoliques à partir de pellicules d'arachides (*Arachis hypogaea* L). *Revue des génie industriel* 7: 35-45.
- 54) Bouaziz, A., Khenouf, S., Zarga, M. A., Abdalla, S., Baghiani, A, Charef, N. 2015. Phytochemical analysis, hypotensive effect and antioxidant properties of *Myrtus communis* L. growing in Algeria. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine* 5 (1): 19-28.

- 55) Boulanouar, B., Abdelaziz, G., Aazzab, S., Gago, C., Miguel, M.G. 2013. Antioxidant activities of eight Algerian plant extracts and two essential oils. *Industrial Crops and Products* 46: 85–96.
- 56) Bousmaha, L., Boti, J.B., Atik Bekkara, F., Castola, V., Casanova, J. 2006. Intraspecific chemical variability of the essential oil of *Lavandula dentata* L. from Algeria. *Flavour and Fragrance Journal* 21: 368-372.
- 57) Boussada, O., Ammar, N., Saidana, D., Chriaa, J., Chraif, I., Daami, M., Helal, A. N., Mighri, Z. 2008. Chemical composition and antimicrobial activity of volatile components from capitula and aerial parts. *Microbial Research* 163: 87-95.
- 58) Bossou, A. D, Mangelinckx, S., Yedomonhan, H, Boko, P.M., Akogbeto, M.C., Kimpe, N.D., Avlessi, F., Sohounhloue, D.C.K. 2013. Chemical composition and insecticidal activity of plant essential oils from Benin against *Anopheles gambiae* (Giles). *Parasites & Vectors* 6: 1-17.
- 59) Bouzabata, A., Castola, V., Bighelli, A., Abed, L., Casanova, J., Tomi, F. 2010. Chemical variability of Algerian *Myrtus communis* L. *Chemistry and Biodiversity* 10: 129-137.
- 60) Bouzabata, A., Bazzali, O., Cabral, C., Gonçalves, M. G., Cruz, M. T., Bighelli, A., Cavaleiro, C., casanova J., Salgueiro, L., Tomi, F. 2013. New compounds, chemical composition, antifungal activity and cytotoxicity of the essential oil from *Myrtus nivellei* Batt. & Trab. an endemic species of Central Sahara. *Journal of Ethnopharmacology* 149:613-620.
- 61) Bouzabata, A., Cabral, C., Goncalves, M. J., Cruz, M. T., Bighelli, A., Cavaleiro, C., Casanova, J., Tomi, F., Salgueiro, L. 2015. *Myrtus communis* L. as source of a bioactive and safe essential oil. *Food and Chemical Toxicology* 75: 166-172.
- 62) Bouzouita, N., Kachouri, F. Hamdi, M., Chaabounni, M. M. 2005. Volatile constituents and antimicrobial activity of *Lavandula stoechas* L. oil from Tunisia. *Journal of Essential Oil Research*. 17: 584-586.
- 63) Brada, M., Bezzina, M., Marlier, M., Carlier A., Lognay, G., 2007. Variabilité de la composition chimique des huiles essentielles de *Mentha rotundifolia* du Nord de l'Algérie. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement* 11 (1): 3-7.
- 64) Bruneton, J. 1999. *Pharmacognosie- phytochimie- plante médicinales* 3^{ème} éd. Technique et Documentation Lavoisier. Paris : 310-506.
- 65) Buchbauer, G., Jäger W, Dietrich, H., Plank, C. 1991. Aromatherapy: evidence for sedative effects of the essential oil of lavender after inhalation. *Z. Naturforsch. C.* 46, 1067-1072.

- 66) Calabrò, M. L., Galtieri V., Cutroneo P., Tommasini S., Ficcaro P., Ficcaro R. 2004. Study of the extraction procedure by experimental design and validation of a LC method for determination of flavonoids in Citrus bergamia juice. *Journal of Pharmaceutical and Biochemical Analysis*. 35: 349-364.
- 67) Cabanillas, B.J. 2011. Caractérisation de principes actifs antileishmaniens isolés de *Piperaceae* et *Zingiberaceae* médicinales péruviennes. Thèse de Doctorat, Université Paul Sabatier. Toulouse. France. 207p.
- 68) Cakir, A. 2004. Essential oil and fatty acid composition of the fruits of *Hippophae rhamnoides* L. (Sea Buckthorn) and *Myrtus communis* L. from Turkey. *Biochemical Systematics and Ecology* 32: 809-816.
- 69) Cakir, A., Mavi, A., Kazaz, C., Yildirim, A., Kufrevioglu, O.I. 2006. Antioxidant Activities of the Extracts and Components of *Teucrium orientale* L. var. *orientale*. *Turkish Journal of Chemistry* 30:483 - 494.
- 70) Cavalli, J. F. 2002. Caractérisation par CPG/ IK, CPG/SM et RMN du carbone- 13 d'huile essentielle de Madagascar. Thèse de doctorat. Université de Corse. Corte. France: 3-4.
- 71) Celiktas, O. Y., Kocabas, E. E. H., Bedir, E., Vardar Sukan, F., Ozek, T., Baser, K. H.C. 2007. Antimicrobial activities of methanol extracts and essential oils of *Rosmarinus officinalis*, depending on location and seasonal variations. *Food Chemistry* 100: 553–559.
- 72) Chaib, F., Sahki, R., Sabaou, N., Rached, W., Bennaceur, M. 2015. Phytochemical Investigation and Biological Activities of Some Saharan Plants from Hoggar. *Journal of Agricultural Science* 7 (7): 1916-9760.
- 73) Chelli- Chentouf, N., Tir Touil Meddah, A., Mullie, C, Aoues, A. 2012. *In vitro* and *in vivo* antimicrobial activity of Algerian Hoggar *Salvadora persica* L. extracts against microbial strains from children's oral cavity. *Journal of Ethnopharmacology* 144: 57-66.
- 74) Chemat, F., Lucchesi, M. E., Smajda, J., Favretto, L., Colnaghi, G., Visinoni, F. 2006. Microwave accelerated steam distillation of essential oil from lavender: A rapid, clean and environmentally friendly approach. *Analytica Chimica Acta*, 555: 157-160.
- 75) Chemat, F., Vian, M. A., Dangles O. 2007. Essential oils as antioxidants. *International Journal of Essential oil Therapeutics*: 1-12.
- 76) Chenoune, K. 2005. La flore et la végétation du Hoggar. *Bois et Forêts des Tropiques*. 284 (2): 79-83.
- 77) Cheriti, A., Belboukhari, N., Hacini, S. 2005. Savoir traditionnel et valorisation des plantes médicinales du sud ouest algérien. *Annales de l'université de Bechar* 1: 4-8.

- 78) Cheriti, A., Saad, A., Belboukher, N., Ghezali, S. 2007. The essential oil composition of *Bubonium graveolens* Maire from the Algeria Sahara. *Journal of Flavour and Fragrance*.22 (4): 286-288.
- 79) Cheurfa, M., Allem, R. 2015. Évaluation de l'activité anti-oxydante de différents extraits des feuilles d'*Aloysia triphylla* (L'Hérit.) d'Algérie *in vitro*. *Phytothérapie* 4: 1-7.
- 80) Chevallier, A. 2001. *Encyclopédie des plantes médicinales*. Larousse: 61- 293.
- 81) Chew, Y.L., Goh, J.K., Lim, Y.Y. 2009. Assessment of *in vitro* antioxidant capacity and polyphenolic composition of selected medicinal herbs from Leguminosae family in Peninsular Malaysia. *Food Chemistry*119:373-378.
- 82) Chograni, H., Messaoud, C., Boussaid, M. 2008. Genetic diversity and population structure in Tunisian *Lavandula stoechas* L. and *Lavandula multifida* L. (Lamiaceae). *Biochemical Systematics and Ecology* 36: 349- 359.
- 83) Cohen, Y. 1980. *Abrégé de matière médicale - Pharmacognosie*. Masson. Paris : 221-222.
- 84) Cong, Y., Abulizi, P. Zhi, L., Wang, X., Mirensch, A.2008. Chemical composition of the essential oil of *Lavandula angustifolia* from Xinjiang, China. *Chemistry of Natural Compounds* 44 (6): 810.
- 85) Costa, P., Goncalves, S., Valentao, P., Andrade, P. B., Almeida, C., Nogueira, J.S.M., Romano, A. 2013. Metabolic profile and biological activities of *Lavandula pedunculata* subsp. *lusitanica* (Chaytor) Franco: Studies on the essential oil and polarextracts. *Food Chemistry* 141: 2501–2506.
- 86) Croteau, R., Kutchan, T., M., Norman, G. L. 2000. Natural products in Biochemistry & molecular biology of plants. *American society of plant physiologist*: 1250-1308.
- 87) Cowan, M.M.1992. Plant products as antimicrobial agents, *Clinical Microbiology Revivs*.12: 564–582.
- 88) Curini, M., Bianchi, A., Epifano, F., Bruni, R., Torta, L., Zambonelli A. 2003. Composition and *in vitro* antifungal activity of essential oils of *Erigeron canadensis* and *Myrtus communis* from France. *Chemistry of Natural Compounds* 39 (2): 191-194.
- 89) Dahou, N., Yamni, K., Gmira, N., Idrissi Hassani., M. 2004. Etude de polyphenols des feuilles d'une endémique Ibéro marocaine, *Thymelies lythroides*. *Acta Botanica Malacitana* 29: 233-239.
- 90) Dairi, S., Galeano-Diaz, T., Acedo-Valenzuela M.I., Godo, Y., Caballero, M.P., Dahmounea F., Reminia H., Madania K.2015. Monitoring oxidative stability and phenolic compounds compositionof myrtle-enriched extra virgin olive during heating treatment

by flame, oven and microwave using reversed phase dispersive liquid–liquid microextraction (RP-DLLME)-HPLC-DAD-FLD method. *Industrial Crops and Products* 65: 303–314.

91) Dar, M.S., Shah, W.A., Rather, M. A., Qurishi, Y., Hamid, A., Qurishi, M.A. 2011. Chemical composition, in vitro cytotoxic and antioxidant activities of the essential oil and major constituents of *Cymbopogon jawarancusa* (Kashmir). *Food Chemistry* 129: 1606–1611.

92) Deba, F., Xuan, T. D., Yasuda, M., Tawata, S. 2008. Chemical composition and antioxidant, antibacterial and antifungal activities of the essential oils from *Bidens pilosa* Linn. Var. *Radiata*. *Food Control* 19: 346-352.

93) Deng, C., Xu, X., Yao, N., Li, N., Zhang, X. 2006. Rapid determination of essential oil compounds in *Artemisia Selengensis* Turcz by gas chromatography-mass spectrometry with microwave distillation and simultaneous solid-phase microextraction. *Analytica Chimica Acta* 556: 289–294.

94) Dibong, S. D., Mpondo, M. E., Ngoye, A., Kwin, M. F., Betti, J. L. 2011. Ethnobotanique et phytomédecine des plantes médicinales de Douala, Cameroun. *Journal of Applied Biosciences* 37: 2496 – 2507.

95) Djenane, D., Aïder, M., Yangüela, J., Idir, L., Gomez, D., Roncales, P. 2012. Antioxidant and antibacterial effects of Lavandula and Mentha essential oils in minced beef inoculated with *E. coli* O157:H7 and *S. aureus* during storage at abuse refrigeration temperature. *Meat Science* 92 : 667–674.

96) Djeridane, A., Yous, M., Nadjemi, B., Boutassouna, D., Stocker, P., Vidal, N. 2006. Antioxidant activity of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds. *Food Chemistry* 97: 654-660.

97) Djibo, A.K., Samaté, A.D., Nacro, M. 2004. Composition chimique de l'huile essentielle de *Ocimum americanum* Linn.syn., *O. canum* Sims du Burkina Faso. *Compte Rendu Chimie*, 7: 1033-1037.

98) Dob, T., Dahmane, D., Tayeb, B., Chelghoum, C. 2005. Chemical composition of the essential oil of *Lavandula dentata* L. from Algeria. *The International Journal of Aromatherapy* 15: 110–114

99) Dob, T., Dahmane, D., Agli, M., Chelghoum C. 2006 (a). Essential oil composition of *Lavandula stoechas* from Algeria. *Pharmaceutical Biology* 44(1): 60-64.

100) Dob, T., Chelghoum. 2006 (b). Chemical composition of the essential oil of *Artemisia judaica* L. From Algeria. *Flavour and fragrance Journal* 21: 343-347.

- 101) Donato, R., Santomauro, F., Bilia, A.R., Flamini, G, Sacco, C.2015. Antibacterial activity of Tuscan *Artemisia annua* essential oil and its major components against some food borne pathogens. *Food Science and Technology* 64:1251-1254.
- 102) Doukkali, Z., Boudida, H., Srifi, A., Taghzouti, K., Cherrah, Y., Alaoui, K. 2015. Les plantes anxiolytiques au Maroc. Etude ethnobotanique et ethno-pharmacologique. *Phytothérapie*: 1-8.
- 103) Ducombs G. 1999. Lactones sesquiterpéniques et plantes. *Revue Française Allergologie* 39 (4): 295-298.
- 104) Duncan, M.M., Morris, K., Faraj, O. A. 2012. Peculiar glycemc patterns in alloxan induced diabetes animal model. *African Journal of Pharmacology and Therapeutics* 1(1): 30-34.
- 105) Dusant J. 2005. *Bactériologie pour la médecine, la biologie et les biotechnologies* 6eme ed ; Dunod, Paris, 542 p.
- 106) Eddouks, M., Ouahidi, M.L., Farid, O., Moufid, A., Khalidi, A., Lemhadri, A.2007. L'utilisation des plantes médicinales dans le traitement du diabète au Maroc. *Phytothérapie* 5: 194–203.
- 107) Edziri, H., Mastouri, M., Aouni, M., Verschaeve, L. 2012. Polyphenols content, antioxidant and antiviral activities of leaf extracts of *Marrubium deserti* growing in Tunisia. *South African Journal of Botany* 80:104–9.
- 108) El Amrani, F., Rhallab, A., Alaoui, T., El Badaoui, K., Chakir, S. 2010. Etude ethnobotanique de quelques plantes utilisées dans le traitement du diabète dans la région de Meknès –Tafilelt (Maroc). *Phytothérapie* 8:161-165.
- 109) El-Dahmy, S., Jakupovic, J., Bohlmann, F., Sarg, T.M. 1985. New humulene derivatives from *Asteriscus graveolens*. *Tetrahedron* 41: 309-316.
- 110) El Hassany, B., El Hanbalia, F., Akssira, A., Melloukia, F., Haidour, A., Barrero, A.F. 2004. Germacranolides from *Anvillea radiata*. *Fitoterapia* 75: 573– 576.
- 111) El-Massry, K.F., El-Ghorab, A.H., Farouk, A.. 2002. Antioxidant activity and volatile components of Egyptian *Artemisia judaica* L. *Food Chemistry* 79: 331–336.
- 112) Emerenciano, V.P., Milit, J.S.L.T., Camposa, C.C., Romoffc, P., Kapland, M.A.C., Zambond, M., Brant, A.J.C. 2001. Flavonoids as chemotaxonomic markers for Asteraceae. *Biochemical Systematics and Ecology* 29: 947-957.
- 113) Erejuwa, O., Sulaiman,S.,Wahab, M., Sirajudeen, K., Salleh, M., Gurtu, S. 2011. Effect of glibenclamide alone versus glibenclamide and honey on oxidative stress in pancreas of

streptozotocin-induced diabetic rats. International journal of applied research in natural product 4 (2): 1-10.

114) Essabbah Aguir, N., Toumi, A., Loussaï, C., Gorcii, M., M'rad S., Ben Brahim, H., Chakroun, M., Babba, H. 2013. La leishmaniose viscérale de l'adulte immunocompétent. à propos de six cas. Pathologie Biologie 61: 54-58.

115) Essid, R., Rahali, F.Z., Msaada, K., Sghair, I., Hammami, M., Bouratbineb, A., Aounb, K., Limam, F. 2015. Antileishmanial and cytotoxic potential of essential oils from medicinal plants in Northern Tunisia. Industrial Crops and Products 77: 795-802.

116) Estevez, Y. 2009. Activité leishmanicide de plantes issues de la pharmacopée traditionnelle Péruvienne et de molécules de synthèse; étude relation structure-activité. Thèse de Doctorat. Université de Toulouse. France: 86p

117) Evandri, M.G., Battinelli, L., Daniele, C., Mastrangelo, S., Bolle, P., Mazzanti, G. 2005. The antimutagenic activity of *Lavandula angustifolia* (lavender) essential oil in the bacterial reverse mutation assay. Food and Chemical Toxicology 43:1381-1387.

118) Eveleigh, T. 1996. Lavender. Lorenz books: Sydney

119) Fadil, M., Farah, A., Haloui, T., Rachiq, S. 2014. Etude ethnobotanique des plantes exploitées par les coopératives et les associations de la région Meknès-Tafilalet au Maroc. Phytothérapie DOI 10. 1007/ s 10298-014-0902-2.

120) Fakhari, A. R., Salehi, P. Heydari, R, Ebrahimi, S. N., Haddad P.R. 2005. Hydrodistillation-headspace solvent microextraction, a new method for analysis of the essential oil components of *Lavandula angustifolia* Mill. Journal of Chromatography A 1098: 14-18.

121) Ferrari J. 2002. Contribution à la connaissance du métabolisme secondaire des Thymelaeaceae et investigation phytochimique de l'une d'elles : *Gnidia involucrata* Steud. ex A. Rich. Thèse de doctorat. Université de Lausanne, France, 242 p

122) Figueiredo, A. C., Barroso, J. G. Pedro, L.G., Sevinato-Pinto, I., Antunes, T., Fontinha, S.S., Looman, A., Scheffer, J.J.C. 1995. Composition of the essential oil of *Lavandula pinnata* L. fil. var. *pinnata* grown on madeira. Flavour and Fragrance Journal 10: 93-96.

123) Filho, V.C., Silva, C.M., Niero, R., Mariano, L.N.B., Nascimento, F.G., Farias, I.V., Gazoni, V.F., Silva, S. B., Giménez, A., Gutierrez-Yapu, D., Salamanca, E., Malheiros, A. 2013. Evaluation of Antileishmanial Activity of Selected Brazilian Plants and Identification of the Active Principles. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine: 1-7.

- 124) Flamini, G., Cioni, P. L., Morelli, I., Maccioni, S., Baldini, R. 2004. Phytochemical typologies in some populations of *Myrtus communis* L. on caprione promontory (East Liguria, Italy). Food Chemistry 85: 599-604.
- 125) Gamez, M. J., Jimenez, J. Navarro, C., Zarzuelo, A. 1990. Study of the essential oil of *Lavandula dentata* L. Pharmazie 45: 69-70.
- 126) Gardeli C., Papageorgiou, V., Mallochos, A., Theodosis, K., Komaitis, M. 2008. Essential oil composition of *Pistacia lentiscus* L. and *Myrtus communis* L. evaluation of antioxidant capacity of methanolic extract. Food Chemistry 107: 1120- 1130.
- 127) Gay, E., Guegan, H., Ameline, M., Gangneux, J. P.2015. Les leishmanioses humaines: parasitoses importées et autochtones. Revue Francophone des laboratoires 477 : 61-65.
- 128) Ghanmi, M., Satrani, B., Aafi, A., Isamili, M.R., Houti, H., El Monfalouti, H., Benchakroun, K.H., Aberchane, M., Harki, L., Boukir, A., Chaouch, A., Charrouf, Z.2010. Effet de la date de récolte sur le rendement, la composition chimique et la bioactivité des huiles essentielles de l'armoise blanche (*Artemisia herba-alba*) de la région de Guerçif (Maroc oriental). Phytothérapie 8: 295–301.
- 129) Ghedadba, N., Hambaba, L., Ayachi, A., Aberkane, M., C., Bousselsela, H, Oueld-Mokhtar, S. M. 2015. Polyphénols totaux, activités antioxydante et antimicrobienne des extraits des feuilles de *Marrubium deserti* de Noé. Phytothérapie13:118-129.
- 130) Giulia, P., Loredana, U., Pierfranco, C., Adolfo, F. 2013. Effects of sulfonylureas on tumor growth: a review of the literature. TheOncologist 18: 1118-1125.
- 131) Goetz P.2004. Plaidoyer pour la tisane. Phytothérapie 1:8-15.
- 132) González-Coloma, A., Martín-Benito., D. Martin-Benito, D., Nagla Mohamed, M., Garcia-Vallejo, C., Soria, A.C. 2006. Antifeedant effects and chemical composition of essential oils from different populations of *Lavandula luisieri* L. Biochemical Systematic and Ecology 34: 609-616.
- 133) González-Coloma, A., Delgado, F., Rodilla, J. M., Silva, L., Sanz, J., Burillo, J. 2011. Chemical and biological profiles of *Lavandula luisieri* essential oils from western Iberia Peninsula populations. Biochemical Systematics and Ecology 39: 1-8.
- 134) González, P., Marín, C., Rodriguez-González, I., 2005. *In vitro* activity of C20-diterpenoid alkaloid derivatives in promastigotes and intracellularamastigotes of *Leishmania infantum*. International Journal of Antimicrobial Agents 25 (2) : 136–141.
- 135) Granum, P. E. 1994. *Bacillus cereus* and its toxins. Society of applied bacteriology sympium series 23: 61S-66S.

- 136) Grattapaglia, D., Vaillancourt, R.E, Shepherd, M., Thumma, B. R., Foley, W., Külheim, C., Potts, B. M., Myburg, A. A. 2012. Progress in Myrtaceae genetics and genomics: *Eucalyptus* as the pivotal genus. *Tree Genetics & Genomes* 8: 463-508.
- 137) Guiton, Y. 2010. Diversité des composés terpéniques volatils au sein du genre *Lavandula* : aspects évolutifs et physiologiques. Thèse de doctorat. Université de Saint-Etienne - Jean-Monnet, 254p
- 138) Guignard, J.L., Dupont, F. 2005. Botanique systématique moléculaire. 13 ed. Masson. Paris: 247-249.
- 139) Habibuddin, M., Daghri, H. A., Humaira, T., Al Qahtani, M. S. 2008. Antidiabetic effect of alcoholic extract of *Caralluma sinaica* L. on streptozotocin-induced diabetic rabbits. *Journal of Ethnopharmacology* 117: 215-220.
- 140) Hafiane, A., Ravaoarino M. 2008. Différentes méthodes de typage des souches de *Pseudomonas aeruginosa* isolées des patients atteints de mucoviscidose. *Médecine et maladies infectieuses* 38: 238–247.
- 141) Hajhashemi, V., Ghannadi, A., Sharif, B. 2003. Anti-inflammatory and analgesic properties of the leaf extracts and essential oil of *Lavandula angustifolia* Mill. *Journal of Ethnopharmacology* 89: 67–71
- 142) Hajji, M., Jarrayab, R., Lassoueda, I., Masmoudia, O., Damakb, M., Nasria, M. 2010. GC/MS and LC/MS analysis, and antioxidant and antimicrobial activities of various solvent extracts from *Mirabilis jalapa* tubers. *Process Biochemistry* 45 :1486–1493.
- 143) Hadjsalem, J. 2009. Extraction, identification, caractérisation des activités biologiques de flavonoïdes de *Nitraria retusa* et synthèse de dérivés acyles de ces molécules par voie enzymatique. Thèse de Doctorat. Ecole national d’agronomie et des industries alimentaires. Institut national polytechnique de Lorraine.France, 251p.
- 144) Hammiche, V., Maisa K. 2006.Traditional medicine in Central Sahara: Pharmacopoeia of Tassili N’ajjer. *Journal of Ethnopharmacology* 105: 358-367.
- 145) Hanamanthagouda, M. S., Kakkalameeli, S. B., Naik, P. M., Nagella, P., Seetharamareddy, H. R, Murthy, H. N. 2010. Essential oils of *Lavandula bipinnata* and their antimicrobial activities. *Food Chemistry* 118: 836–839.
- 146) Handa S.S. 2008. An Overview of Extraction Techniques for Medicinal and Aromatic Plants. In: Handa S.S., Khanuja S.P.S., Longo G., Rakesh D.D. (Eds) *Extraction Technologies for Medicinal and Aromatic Plants*. International Centre for Science and High Technology, Trieste. Italy. p 21-54.

- 147) Harris, L.G., Foster, S.J, Richards, R.G. 2002. An introduction to *Staphylococcus aureus*, and techniques for identifying and quantifying *s. aureus* adhesins in relation to adhesion to biomaterials: review. *European Cells and Materials* 4: 39-60.
- 148 (a) Hassiotis, C. N., Tarantilis, P. A., Daferera, D., Polissiou, M.G. 2010. Etherio, a new variety of *Lavandula angustifolia* with improved essential oil production and composition from natural selected genotypes growing in Greece. *Industrial Crops and Products* 32: 77-82.
- 149 (b) Hassiotis, C. N. 2010. Chemical compounds and essential oil release through decomposition process from *Lavandula stoechas* in Mediterranean region. *Biochemical Systematics and Ecology* 38: 493–501.
- 150) Hayder, N., Bouhlel, I., Skandrani, I., Kadri, M., Steiman, R., Guiraud, P., Mariotte, A. M., Ghedira, K., Dijoux-Franca M. G., Chekir-Ghedira, L. 2008. *In vitro* antioxidant and antigenotoxic potentials of myricetin-3-o-galactoside and myricetin-3-o-rhamnoside from *Myrtus communis*: Modulation of expression of genes involved in cell defence system using cDNA microarray. *Toxicology in Vitro* 22:567-581.
- 151) Hellali, N., Hadj-Mahammed, M 2008. Analyse par GC-MS de l'huile essentielle de la plante *Cymbopogon schoenanthus* de la région d'Illizi, obtenue par hydrodistillation assistée par microondes. *PhytoChem & BioSub Journal* 2 (1):5.
- 152) Hellali, N., Hadj-Mahammed, M., Ramdane, F., Telli, A. 2015. Antimicrobial and antioxidant activities of *Cymbopogon schoenanthus* (L.) spreng. essential oil, growing in Illizi – Algeria. *Journal of Medicinal Plant research* 10 (14):188-194.
- 153) Hennebelle, T., Sahpaz, S., Bailleul, F.2004. Polyphénols végétaux, sources, utilisations et potentiel dans la lutte contre le stress oxydatif. *Phytothérapie* 1: 1-5.
- 154) Henna, A., Brada, M., Nemmiche, S., Fauconnier, M. L., Logna, Y. G. 2015. Chemical composition and antibacterial activity of the essential oils of Algerian *Myrtus communis* L. *Journal of Essential Oil Research*.
- 155) Hernandez Ochoa, L. R. 2005. Substitution de solvants et matière actives de synthèse par un combine « solvant / actif » d'origine végétale. Thèse de doctorat. Institut National Polytechniques. Toulouse. France, 18- 31.
- 156) Hopkings, W.G. 2003. *Physiologie végétale*. 2^{ème} éd. De Boeck. Espagne : 139-276.
- 157) Hossain, M.A., Sbah, M.D., Gnanaraj, C., Iqbal, M. 2011. *In vitro* total phenolics, flavonoids contents and antioxidant activity of essential oil, various organic extracts from the leaves of tropical medicinal plant *Tetrastigma* from Sabah. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*: 717-721.

- 158) Houël, E. 2011. Etude de substances bioactives issues de la flore amazonienne. Analyse de préparations phytothérapeutiques à base de *Quassia amara* L. (Simaroubaceae) et *Psidium Acutangulum* DC. (Myrtaceae) utilisées en Guyane française pour une indication antipaludique identification et analyse métabolomique d'huiles essentielles à activité antifongique. Thèse de doctorat, Université des Antilles et de la Guyane. France. 285p.
- 159) Hureiki, J. 2000. Les médecines touarègues traditionnelles. Karthala, Paris. 190 p.
- 160) Imelouane, B., Elbachiri, A., Ankit, M., Benzeid, H., Khedid, K.. 2009. Physico-chemical compositions and antimicrobial activity of essential oil of eastern Moroccan *Lavandula dentata*. International Journal of Agriculture & Biology 11: 113-118.
- 161) Inglett, G. E., Rose, D. J., Chen, D., Stevenson, D., G., Biswas, A. 2010. Phenolic content and antioxidant activity of extracts from whole buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Möench) with or without microwave irradiation. Food Chemistry 119: 1216-1219.
- 162) Iranshahi M, Emami, S.A., Soltani, M.M. 2007. Detection of Sesquiterpene Lactones in Ten *Artemisia* Species Population of Khorasan Provinces. Iranian Journal of Basic Medical 10(3): 183 – 188.
- 163) Iriti, M., Colnaghi, G., Chemat, F., Smadja, J., Faoro, F., Visinoni, F. A. 2006. Histo-cytochemistry and scanning electron microscopy of lavender glandular trichomes following conventional and microwave-assisted hydrodistillation of essential oils: a comparative study. Flavour and Fragrance Journal 21: 704-712.
- 164) Jakupovic, J., Lehmann, L., Bohlmann, F., Arroyo Hogdson, A. 1987. Nerolidol derivatives from *Asteriscus Sericeus*. Phytochemistry, 26 (10): 2854-2855.
- 165) Jamoussi, B., Romdhane, M., Abderraba, A., Ben Hassine, B., EL Gadri, A. 2005. Effect of harvest time on the yield and composition of Tunisian myrtle oils. Flavour and Fragrance Journal 20: 274–277.
- 166) Janačković, P., Novaković, J., Soković, M., Vujisić, L., Giweli, A., Stevanović, Z.D., Marin, P.D. 2015. Composition and antimicrobial activity of essential oils of *Artemisia judaica*, *A. herba-alba* and *A. arborescens* from Libya. Archives of Biological Sciences 67 (2): 455–466.
- 167) Jörns, A., Munday, R., Tiedge, M., Lenzen, S. 1997. Comparative toxicity of alloxan, N-alkyl alloxans and ninhydrin to isolated pancreatic islets *in vitro*. Journal of Endocrinology 155: 283-293.
- 168) Jouad H., Haloui M., Rhiouani H., El Hilaly, J., Eddouks, M. 2001. Ethnobotanical survey of medicinal plants used for the treatment of diabetes, cardiac and renal diseases in the North centre region of Morocco (Fez–Boulemane). J. Ethnopharmacology 77: 175-182.

- 169) Judd, W. S., Cambell, C. S., Kellogg, E. A., Stevens, P. 2002. Botanique systématique- Une perspective phylogénétique. 1^{er} Ed. De Boeck. Espagne: 84-84.
- 170) Jurisic-Grubescic R., Vikovic J., Kremer D., Vladimir-Knezevic S. 2005. Spectrophotometric method for polyphenols analysis prevalidation and application on *plantago L* species. Journal of Pharmaceutical and Biochemical Analysis 39: 837- 842.
- 171) Kacem, N. 2015. Etude phytochimique et valorisation biologique des deux plantes, *Genista quadriflora* Munby (Fabaceae) et *Convolvulus tricolor* L. (Convolvulaceae). Thèse de doctorat. Université de Constantine 1. 299p
- 172) Kambouche, N., Merah, B., Derdour, A., Bellahouel, S., Younos, C., Firkioui, M., Bedouhene, S., Soulimani, R. 2009. Etude de l'effet antidiabétique des saponines extraites d'*Anabasis articulata* (Forssk) Moq, plante utilisée traditionnellement en Algérie. Phytothérapie 7 : 197-201.
- 173) Kaneria, M., Kanani, B., Chanda, S. 2012. Assessment of effect of hydroalcoholic and decoction methods on extraction of antioxidants from selected Indian medicinal plants. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine 195-202.
- 174) Katarzyna, L., Henryk, S., Bożena, T., Ryszard, Z., Ans, E., Ivonne, M. 2001. The influence of pH on antioxidant properties and the mechanism of antioxidant action of hydroxyflavones. Free Radical Biology and Medicine 31(7): 869-881.
- 175) Katiki, L.M., Chagas, A.C.S., Takahira, R. K., Juliani, H.R., Ferreira, J.F.S., Amarante, A.F.T. 2012. Evaluation of *Cymbopogon schoenanthus* essential oil in lambs experimentally infected with *Haemonchus contortus*. Veterinary Parasitology 186: 312- 318.
- 176) Kebieche, M. 2009. Activité biochimique des extraits flavonoïdiques de la plante *Ranunculus repens* L : effet sur le diabète expérimental et l'hépatotoxicité induite par l'Epirubicine. Thèse de Doctorat en biochimie. Université Mentouri. Constantine, 143p.
- 177) Kebièche, M., Lakroun, Z., Mraïhi, Z., Soulimani, R. 2011. Effet antidiabétogène et cytoprotecteur de l'extrait butanolique de *Ranunculus repens* L. et de la quercétine sur un modèle expérimental de diabète alloxanique. Phytothérapie 9:274-282.
- 178) Kelly, E., Anthony, R., Dennis, J. 2002. Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships. Journal of Nutritional Biochemistry 13(10), 572–584.
- 179) Ketoh, G.K., Koumaglo, H.K., Glitho, I.A. 2004. Inhibition of *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) development with essential oil extracted from *Cymbopogon schoenanthus* L. Spreng. (Poaceae), and the wasp *Dinarmus basalis* (Rondani) (Hymenoptera: Pteromalidae). Journal of Stored Products Research 41: 363–371.

- 180) Ketoh, G.K., Koumaglo, H.K., Glitho, I.A., Huignard, J. 2006. Comparative effects of *Cymbopogon schoenanthus* essential oil and piperitone on *Callosobruchus maculatus* development. *Fitoterapia* 77: 506–510.
- 181) Kessari, A. H., Gupta, R. K., Watal G. 2005. Hypoglycemic effect of *Murraya koenigii* on normal and alloxan-dibetic rabbits. *Journal of Ethnopharmacology* 97: 247-251.
- 182) Khadri, A., Serralheiro, M.L.M., Nogueira, J.M.F., Neffati, M., Smiti, S., Araújo, M.E.M. 2008. Antioxidant and antiacetylcholinesterase activities of essential oils from *Cymbopogon schoenanthus* L. Spreng. Determination of chemical composition by GC–mass spectrometry and ¹³C NMR. *Food Chemistry* 109: 630–637.
- 183) Khanuja SPS, Shasany A K, Pawar A, Lal PK, Darokar MP, Naqvi A A, Rajkumar S, Sundaresan V, Lal N, Kumar S. 2004. Essential oil constituents and RAPD markers to establish species relationship in *Cymbopogon* Spreng. (Poaceae) *Biochemical Systematics and Ecology* 33: 171–186
- 184) Kim, N. S., Lee, D. S. 2002. Comparison of different extraction methods for the analysis of fragrances from *Lavandula* species by gas chromatography-mass spectrometry. *Journal of Chromatography A* 982: 31-47.
- 185) Kouatchet, A., Eveillard, M. 2012. *Staphylococcus aureus* résistant à la méticilline en réanimation. *Réanimation* 2: 493-505.
- 186) Krimat, S., Dob, T., Toumi, M., Metidji, H., Kesouri, A., Chabane C. 2014. Evaluation of phytochemicals, antioxidant and cytotoxic activities of *Lavandula antineae* maire endemic medicinal plant from Algeria. *Asian Journal of Pharmaceutical Research and Health Care* 6 (3): 24-31.
- 187) Lamendin, H., Toscano, G., Requirand, P. 2004. Phytothérapie et aromathérapie buccodentaire. *EMC. Dentisterie* 1: 179-192.
- 188) Lapornik, B., Prosék, M., Wondra, A.G. 2005. Comparison of extracts prepared from plant by-products using different solvents and extraction time. *Journal of Food Engineering* 71:214–222.
- 190) Lavoine-Hanneguelle, S. Casabianca, H. 2004. New compounds from the essential oil and absolute of *Lavandula luisieri* L. *Journal of Essential Oil Research* 16: 445-448.
- 191) Lee, C. J., Chen, L G., Chang, T. L., Ke w, M., Lo y, F., Wang, C. C. 2011. The correlation between skin-care effects and phytochemical contents in Lamiaceae plants. *Food Chemistry* 124: 833–841.
- 192) Lengani, A., Lompo, L.F., Guissou, I.P, Nikiema, J.B. 2010. Médecine traditionnelle et maladies des reins au Burkina Faso. *Néphrologie & Thérapeutique* 6: 35-39.

- 193) Lewinsohn E, Dudai N, Tadmor Y, Katzir I, Ravid U, PutievskY E, JoeL D M.1998. Histochemical Localization of Citral Accumulation in Lemongrass Leaves (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf., Poaceae) *Annals of Botany* 81: 35-39.
- 194) Li, H., Hao, Z., Huang, L., Wang, X., Li, J. 2009. Antioxidant activities of extracts and fractions from *Lysimachia foenum-graecum* Hance. *Bioresource Technology* 100: 970-974.
- 195) Lim, T.K. 2012. *Myrtus communis*. *Edible Medicinal And Non-Medicinal Plants* 3: 642-654.
- 196) Lis-Balchin, M. 2002. *Lavender, the genus Lavadula*. London & New York: Taylor and Francis, 268p.
- 197) Lounasma, M., H. Puri, S., Widen, C. J. 1977. Phloroglucinol derivatives of *Callistemon lanceolatus* leaves. *Phytochemistry* 16: 1851-1852.
- 198) Luchesi, M. E. 2005. Extraction sans solvant assistée par micro- ondes- Conception et application à l'extraction des huiles essentielles. Thèse de doctorat. Université de la Réunion. France : 19-22.
- 199) Luijten, W. 1998. Gas chromatography in the chemical and pharmaceutical industries. *Analysis Magazine* 26 (1): M 24- M 28.
- 200) Maire, R. 1933. Etude sur la flore et la végétation du sahara central. *Mémoire de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord*: 57-58.
- 201) Maksimovic, Z., Malencic, D., Kovacevic, N. 2005. Polyphenol contents and antioxidant activity of *Maydis stigma* extracts. *Bioresource Technology* 96: 873–877.
- 202) Mangambu, M.J.D., Mushagalusa, K.F., Kadima, N.J. 2014. Contribution à l'étude phytochimique de quelques plantes médicinales antiabétiques de la ville de Bukavu et ses environs (Sud-Kivu, R.D. Congo). *Journal of Applied Biosciences* 75: 6211-6220.
- 203) Mansour, H.A., Newairy, A. A., Youssef, M.I. Shexeita, S. A. 2002. Biochemical study on the effect of some Egyptian herbs in alloxan-induced diabetic rats. *Toxicology*: 221-228.
- 204) Mbaebie, B. O., Edeoga, H. O. Afolayan, A. J. 2012. Phytochemical analysis and antioxidants activities of aqueous stem bark extract of *Schotia latifolia* Jacq. *Asian Pacific Journal of Tropical Medecine*: 118-124.
- 205) Marwah R.G., Fatope, M.O., Al Mahrooqi, R., Varma, G.V., AlAbadi, H., Al-Burtamani, S.K.S. 2007. Antioxidant capacity of edible and wound healing plants in Oman. *Food Chemistry* 101(2): 465-470.

- 206) Mehdioui, R., Kahouadji, A. 2007. Etude ethnobotanique auprès de la population riveraine de la forêt d'Amsittène: cas de la commune d'Imi n'Tlit (Province d'Essaouira). Bulletin de l'Institut Scientifique. Rabat Section Science de la vie 29: 11-20.
- 207) Meng-Thong, C., Yu-Tang, T., Shang-Tzen, C. 2008. Antioxidant activities of ethanolic extracts from the twigs of *Cinnamomum osmophloeum*. Bioresource Technology 99:1918-1925.
- 208) Messaoud, C., Bejaoui, A., Boussaid, M. 2011. Fruit color, chemical and genetic diversity and structure of *Myrtus communis* L. var. *italica* Mill. morph populations. Biochemical Systematics and Ecology 39: 570–580.
- 209) Metwally M.A., Jakupovicm J., Youns A., Ohlmann F. 1985. Eudesmanolides from *Artemisia Judaica*. Phytochemistry (24) 5:1103-1104.
- 210) Miara, M.D. Ait Hammout, M. Hadjadj Aoul, S. 2013. Phytothérapie et taxonomie des plantes médicinales spontanées dans la région de Tiaret (Algérie). Phytothérapie 11: 206-218.
- 211) Migliore, J., Baumel, A., Juin, M., Médail, F. 2012. From Mediterranean shores to Central Saharan Mountains: key phylogeographic insights from the genus *Myrtus*. Journal of Biogeography 39:942–956.
- 212) Miladi, H., Ben Slama R., Mili D., Zouari S., Bakhrouf A., Ammar E. 2013. Chemical composition and cytotoxic and antioxidant activities of *Satureja montana* L. essential oil and its antibacterial potential against *Salmonella* Spp. strains. Journal of Chemistry: 9-18.
- 213) Minchella, A., Molinari, L., Alonso, S., Bouziges, N., Sotto, A., Lavigne, J.P. 2010. Evolution de la résistance aux antibiotiques de *Pseudomonas aeruginosa* dans un centre hospitalier universitaire entre 2002 et 2006. Pathologie Biologie 58:1–6.
- 214) Molyneux, P. 2004. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarin. Journal of Science and Technology* 26(2): 212-218.
- 215) Mónica, G., Sandra, V., Patricia, I., et Cesar, G. 2010. Antioxidant actions of flavonoids: Thermodynamic and kinetic analysis. Archives of Biochemistry and Biophysics 501(1): 23-30
- 216) Montoro, P., Tuberoso, C. I. G., Perrone, A., Piacente, S., Cabras, P., Pizza, C. 2006 (a). Characterisation by liquid chromatography-electrospray tandem mass spectrometry of anthocyanins in extracts of *Myrtus communis* L. berries used for the preparation of myrtle liqueur. Journal of Chromatography A, 1112: 232–240.

- 217) Montoro, P., Tuberoso, C. I. G., Piacente, S., Perrone, A., De Feo, V., Cabras, P., Pizza, C. 2006 (b). Stability and antioxidant activity of polyphenols in extracts of *Myrtus communis* L. berries used for the preparation of myrtle liqueur. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis* 41: 1614–1619.
- 218) Moon, T., Cavanagh, H. M. A., Wilkinson, J.M. 2007. Antifungal activity of Australian grown *Lavandula* ssp. essential oils against *Aspergillus nidulans*, *Trichophyton mentagrophytes*, *Leptosphaeria maculans* and *Sclerotinia sclerotiorum*. *Journal of Essential Oil Research*. 19: 171-175.
- 219) Moon J.K, Shibamoto, T. 2009. Antioxidant assays for plant and food components. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 57: 1655-66.
- 220) Muanda, N. F., Kone, D., Dicko, A., Soulimani, R., Younos, C. 2011. Phytochemical composition and antioxidant capacity of three Malian Medicinal plant parts, *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* 109: 1 - 8.
- 221) Müller G. 2000. The molecular mechanism of the insulin-mimetic/sensitizing activity of the antidiabetic sulfonylurea drug amaryl .*Molecular Medicine* 6(11): 907–933.
- 222) Munoz-Bertomeu, J., Arrillaga, I., Juan, Segura. 2007. Essential oil variation within and among natural populations of *Lavandula latifolia* and its relation to their ecological areas. *Biochemical Systematics and Ecology* 35 : 479-488.
- 223) Nath S C, Sarma K K, Vajejikova I, Leclercq P A, 2002. Comparison of volatile inflorescence oils and taxonomy of certain *Cymbopogon* taxa described as *Cymbopogon flexuosus* (Nees ex Steud.) Wats. *Biochemical Systematics and Ecology* 30: 151–162.
- 224) N'guessan, K., Kadja, B, N., Zirihi, G., Traoré, D., Aké-Assi, L. 2009 (a). Screening phytochimique de quelques plantes médicinales ivoiriennes utilisées en pays Krobou (Agboville, Côte-d'Ivoire). *Sciences & Nature* 6 (1):1 - 15.
- 225) N'guessan, K., Kouassi, K.E, Kouadio, K. 2009 (b). Ethnobotanical study of plants used to treat diabetes, in traditional medicine, by Abbey and Krobou people of Agboville (Côte-d'Ivoire). *American Journal of Scientific Research* 4: 45-58.
- 226) Nguyen, V. H., Pham, V. C., Nguyen, T. T. H., Tran, V. H., Doan, T. M. H., 2009. Novel antioxidant neo-clerodane diterpenoids from *Scutellaria barbata*. *European Journal of Organic Chemistry*: 5810–5815.
- 227) Nhan, T.X., Gillet, Y., Vandenesch, F. 2012. Diagnostic et traitements des infections toxiques à *Staphylococcus aureus*. *Journal des Anti-infectieux* 14: 117-126.
- 228) Nikmehr, B., Ghaznavi, H., Rahbar, A., Sadr, S., Mehrzadi S. 2014. *In vitro* anti-leishmanial activity of methanolic extracts of *Calendula officinalis* flowers, *Datura*

- stramonium* seeds, and *Salvia officinalis* leaves. Chinese Journal of Natural Medicines 12(6): 0423-0427.
- 229) Nikolova, M., Gussev, Ch., Nguyen, T. 2010. Evaluation of the antioxidant action and flavonoid composition of *Artemisia* Species Extracts. Biotechnology & Biotechnological Equipment: 101-103.
- 230) Nithiyantham, S., Selvakumar, S., Siddhuraju, P. 2012. Total phenolic content and antioxidant activity of two different solvent extracts from raw and processed legumes, *Cicer arietinum* L. And *Pisum sativum* L. Journal of Food composition and analysis 27: 52-60.
- 231) Nofal, S. M., Mahmoud, S. S., Ramadan, A., Soliman, G. A., Fawzy, R, 2009. Antidiabetic effect of *Artemisia judaica* extract. Journal of Medecine and Medical Sciences 4 (1): 42-28.
- 232) Nogueira JM, Romano A. 2002. Essential oils from micropropagated plants of *Lavandula viridis*. Phytochemical Analysis. 2002 13(1): 4-7.
- 233) Novais, M. H., Santos, I., Mendes, S., Pinto-Gomes C. 2004. Studies on pharmaceutical ethnobotany in arrabida Natural Park (Portugal). Journal of Ethopharmacology 93: 183-195.
- 234) Nyamador, S. W, Ketoh, G.K., Koumaglo, H.K., Glitho, I. A. 2010. Activités Ovicide et Larvicide des Huiles Essentielles de *Cymbopogon giganteus* Chiov. et de *Cymbopogon nardus* L. Rendle sur les stades immatures de *Callosobruchus maculatus* F. et de *Callosobruchus subinnotatus* Pic. (Coleoptera :Bruchidae). Journal de la Société Ouest-Africaine de la Chimie 029: 67 -79.
- 235) Ogunwande, I.A., Olawore, N.O., Ekundayo, O., Walker, T.M., Schmidt J.M., Setzer, W.N., 2005. Studies on the essential oils composition, antibacterial and cytotoxicity of *Eugenia uniflora* L. International journal of Aromatherapy 15: 147-152.
- 236) Okafor, J., Ham R. 1999. Identification, utilisation, et conservation des plantes médicinales dans le sud- est du Nigeria. Le programme d'appui à la biodiversité 3 : 1-7.
- 237) Oldrich, L., Klejdus, B., Ladislav, K., Michaela, D., Khaled, A., Vlastimil, K., Richard, H. 2005. Biochemical systematics and Ecology 33: 983-992.
- 238) Omri Hichri, A., Besbes Hlila, M., Ben Jannet, H., Lamari, A., Aouni, M., Selmi, B. 2013. Antioxidant and anti-acetylcholinesterase activities of extracts from *Rapistrum rugosum* in Tunisia. Asian Pacific Journal of Tropical Disease 3(5): 367-374.

- 239) Orch H, Douira A, Zidane L. 2015. Etude ethnobotanique des plantes médicinales utilisées dans le traitement du diabète, et des maladies cardiaques dans la région d'Izarène (Nord du Maroc). *Journal of Applied Biosciences* 86: 7940-7946.
- 240) Organisation Mondiale de la Santé. 2003. Médecine traditionnelle: 1-2.
- 241) Osawa, K. H., Yasuda, H., Morita, K., Takey A. H. Itokaw, A. 1995. Eucalyptone from *Eucalyptus globulus*. *Phytochemistry* 40: 183-184.
- 242) Ould EL Hadj, M.D., Hadj-Mahammed, M., Zabeirou, H. 2003(a). Place des plantes spontanées dans la médecine traditionnelle de la région d'Ouargla (Sahara septentrional est). *Courrier du Savoir*. 03 : 47-51.
- 243) Ould El Hadj, M.D., Haj Mahammed, M., Zabeirou, H. 2003(b). Importance des plantes spontanées médicinales dans la pharmacopée traditionnelle de la région d'Ouargla (Sahara septentrional Est algérien). *Annale. INRA.Tunisie* 76 : 225-240.
- 244) Ouled Dhaou, K. S., Chaieb, M.S. 2010. Les Poaceae en Tunisie : systématique et utilité thérapeutique. *Phytothérapie* 8: 145–152.
- 245) Oussalah, M., Caillet, S., Saucier, L., Lacroix, M. 2007. Inhibition effects of selected plant essential oils on the growth of four pathogenic bacteria: *E. coli* O157: H 7, *Salmonella Typhimurium*, *Staphylococcus aureus* and *Listeria manocytogetense*. *Food Control* 18: 414-420.
- 246) Ozenda, P.1958. Flore du Sahara septentrional et central. 2^{ème}ed. CNRS. Paris.486p
- 247) Ozenda, P.1983. Flore et végétation du sahara.2^{ème}ed. CNRC. Paris: 434-435.
- 248) Pala'-Pau' J., Brophy, J. J., Goldsack, R. J., Fontaniella, B. 2004. Analysis of the volatile components of *Lavandula canariensis* (L.) Mill., a Canary Islands endemic species, growing in Australia. *Biochemical Systematics and Ecology* 32: 55-62.
- 249) Paraschos, S., Magiatis, P., Kalpoutzakis E., Harvala C., Skaltsounis A. L. 2001. Three new dihydroisocoumarins from the Greek endemic species *Scorzonera cretica*. *Journal of Natural Products* 64(12): 1585-1587.
- 250) Paris, R. R., Moyses, H. 1981. Précis de matière médicale- Pharmacognosie spéciale Tome II. Masson. Paris : 397- 399.
- 251) Park, K.H., Yang, M. S., Park, M.K., Kim, S.C., Yang C.H., Park, S. J., Lee, J.R. 2009. A new cytotoxic guaianolide from *Chrysanthemum boreale*. *Fitoterapia* 80: 54-56.
- 252) Pinto, L.S., Dübbern de Souza, F.H., Nascimento, I.R., Lopes, L.M.X. 2015. Phenylpropanoids from *Paspalum atratum* (Poaceae). *Biochemical Systematics and Ecology* 63: 68-71.

- 253) Prieto, P., Pineda, M., Aguilar, M. 1999. Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: Specific application to the determination of vitamin E. *Analytical Biochemistry* 269: 337–341.
- 254) Pushkareva, V.I., Ermolaeva, S.A. 2010. *Listeria monocytogenes* virulence factor Listeriolysin O favors bacterial growth in co-culture with the ciliate *Tetrahymena pyriformis*, causes protozoan encystment and promotes bacterial survival inside cysts. *BMC Microbiology*: 10-26.
- 255) Quezel, P. 1954. Contribution à l'étude de la flore et de la végétation du Hoggar. Monographies régionales 2. Institut de Recherche Saharienne de l'université d'Alger : 57- 58.
- 256) Quezel, P, Santa, S. 1963. Nouvelle flore d'algerie et des régions désertique et méridionales, Tome II, Edition CNRS. Paris.
- 257) Rached, W., Benamar, H., Bennaceur, M., Marouf, A. 2010. Screening of the antioxidant potential of some Algerian Indigenous plants. *Journal of Biological Sciences*10: 316-324.
- 258) Radu, O.L., Armand, S., Lenouve, F., Driguez, H., Iordachescu, D. 2006. Evaluation de l'activité de transglycosylation de la cyclodextrine glycosyltransferase de *Bacillus circulans* sur l'héspéridine en milieux de solvants organiques. *Romanian Journal of Biophysics*16 (1): 1-8.
- 259) Rahimmalek, M., Mirzakhani, M., Pirbalouti, A.G. 2013. Essential oil variation among 21 wild myrtle (*Myrtus communis* L.) populations collected from different geographical regions in Iran. *Industrial Crops and Products* 51: 328- 333.
- 260) Rai, S., Wahile, A., Mukherjee, K., Saha, B. P., Mukherjee, P. K. 2006. Antioxidant activity of *Nelumbo nucifera* (sacred lotus) seeds. *Journal of Ethnopharmacology* 104: 322-327.
- 261) Rakholyia, K., Chanda, S. 2012. *In vitro* interaction of certain antimicrobial agents in combination with plant extract against pathogenic bacterial strains. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*: S1466-S1470.
- 262) Ramdane, F., Hadj Mahammed, M., Ould Hadj, M. D., Chanai, A., Hammoudi, R, Hillali, H., Mesrouk, H., Bouafia, I., Bahaz, C. 2015. Ethnobotanical study of some medicinal plants from Hoggar, Algeria. *Journal of Medicinal Plant Research* 9: 820- 827.
- 263) Ramdane, F., El Ouassis, D., Hammami, M., Essid, R., Sobti, A., Hrizat, N. H., Ben Amara, S., Fares, N., Hadj Mahammed, M., Ould Hadj, M. D., Limam, F. 2017(a). Chemical composition and biological effects of essential oil of *Artemisia judaica* an endemic plant from central Sahara of Algeria *Hoggar* 10(1): 16-23.

- 264) Ramdane, F., Essid, R., Mkadmini, K., Hammami, M., Fares, N., Hadj Mahammed, M., El Ouassis, D., Tabbene, O., Limam, F., Ould Hadj, M.D. 2017(b). Phytochemical composition and biological activities of *Asteriscus graveolens* Forssk extracts. *Process Biochemistry* 56: 186-192.
- 265) Rammal, H., Bouayed, J., Desor, F., Younos, C., Soulimani, R. 2009. Validation et contribution à l'étude de l'effet antihyperglycémique d'une plante médicinale, le *Momordica charantia* L. *Phytothérapie* 7: 191-196
- 266) Ramu, G., Krishna Mohan, G., Jayaveera, K.N., Dhanapal, S.P, Senthilkumar, G. 2012 Preliminary phytochemical and antioxidant study of hydroalcoholic extracts from selected genera of Indian Lamiaceae. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine* 685-688.
- 267) Rauber, C., Da, S., Guterres, S., Schapoval, E. E. S. 2005. LC détermination of citral in *Cymbopogon citratus* volatile oil. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis* 37: 597-601.
- 268) Rauter, A. P., Branco, I., Bermejo, J., Gonzaález, A. G., García- Graávalos, M.D., Feliciano, A.S. 2001. Bioactive humulene derivatives from *Asteriscus vogelii*. *Phytochemistry* 56: 167-171.
- 269) Rebbas, K., Bounar, R., Gharzouli, R., Ramdani, M., Djellouli, Y., Alatou, D. 2012. Plantes d'intérêt médicinal et écologique dans la région d'Ouanougha (M'Sila, Algérie). *Phytothérapie* 10:131-142.
- 270) Riahi, L., Elferchichi, M., Ghazghazi, H., Jebali, J., Ziadi, S., Aouadhi, C., Chograni, H., Zaouali, Y., Zoghلامي, N., Mliki, A. 2013. Phytochemistry, antioxidant and antimicrobial activities of the essential oils of *Mentha rotundifolia* L. in Tunisia. *Industrial Crops and Products* 49: 883- 889.
- 271) Rijke, E., Out, P., Niessen, W. M. A., Ariese, F., Gooijer, C., & Brinkman, U. A. T. (2006) .Analytical separation and detection methods for flavonoids. *Journal of Chromatography A*, 1112, 31 – 63.
- 272) Ristorcelli, D., Tomi, F., Casanova, J. 1998. ¹³C-NMR as a tool for identification and enantiomeric differentiation of major terpenes exemplified by the essential oil of *Lavandula stoechas* L. ssp. *Stoechas*. *Flavour and Fragrance Journal* 13(3):154-158.
- 273) Robu, S., Aprotosoiaie, A. C., Miron, A., Cioancă, O., Stănescu, U., Hăncianu, M. 2012. *In vitro* antioxidant activity of ethanolic extracts from some *lavandula* species cultivated in Romania. *Farmacia* 60 (3): 394- 401.
- 274) Romani, A., Pinelli, P., Mulinacci, N., Vincieri, F.F., Tattini, M. 1999. Identification and quantification of polyphenols in leaves of *Myrtus communis*. *Chromatographia* 49: 17-20.

- 275) Russell M. F., Southwell, I. A. 2003. Monoterpenoid accumulation in 1,8-cineole, terpinolene and terpinen-4-ol chemotypes of *Melaleuca alternifolia* seedlings. *Phytochemistry* 62: 683-689.
- 276) Sahki, A., Sahki- Boutamine, R. 2004. Le Hoggar- promenade botanique. Atelier Ésope. Lyon : 233-234.
- 277) Saleh, N.A.M., El-Negoumy, S. I., Abou-Zaid, M.M. 1987. Flavonoids of *Artemisia judaica*. *A. monosperma* and *A. herba helba*. *Phytochemistry*: 26 (11) 3059-3064.
- 278) Salhi, S., Fadli, M., Zidan, L., Douira, A. 2010. Etudes floristique et ethnobotanique des plantes médicinales de la ville de Kénitra (Maroc). *Lazoroa* 31: 133-146.
- 279) Salido, S., Altarejos, J., Noguera, M., Sanchez, A., Luque, P. 2004. Chemical composition and seasonal variations of Spike Lavender oil from southern Spain. *Journal of Essential Oil Research* 16: 206-210.
- 280) Sanchez-Suarez, J.F., Riveros, I., Delgado, G., 2013. Evaluation of the Leishmanicidal and cytotoxic potential of essential oils derived from ten Colombian plants. *Iran. Journal of Parasitology* 8: 129-136.
- 281) San Feliciano, A., Barrero, A. F., Medarde, M., Miguel Del Corral, J. M., Ledesma E., Sánchez-Ferrando F. 1982. Asteriscunolide A: Humulanolide from *Asteriscus aquaticus*. *Tetrahedron Letters* 23 (30): 3097-3100.
- 282) San Feliciano, A., Medarde M., Miguel Del Corral, J. M., Aramburu, A., Gordaliza, M., Barrero, A. F. 1989. A quatolide. A new type of humulane-related sesquiterpene lactone. *Tetrahedron Letters* 30(21): 2851-2854.
- 283) Saracoglu I., Kojima K., Harputu S., Ogihara Y. 1998. A new phenylethanoid glycoside from *Phlomis pungens* Willd. var. *pungens*. *Chemical and pharmaceutical bulletin* 46(4): 726-727.
- 284) Sathishsekar, D., et Subramanian, S. 2005. Antioxidant properties of *Momordica Charantia* (bitter gourd) seeds on Streptozotocin induced diabetic rats. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition* 14 (2):153-158.
- 285) Satoh H., Etoh H., Watanabe N., Kawagishi H., Arai K., Ina K. 1992. Structures of sideroxylonals from *Eucalyptus sideroxylon*. *Chemistry Letters*: 1917-1920.
- 286) Savona, G., Piozzi, F., Aranguéz, L. M., Rodríguez, B. 1979. Diterpenes from *Marrubium sericeum*, *M. supinum* and *M. alysson*. *Phytochemistry* 18: 859-860.

- 287) Sawadogo W. R., Le Douaron, G., Maciuk, A., Bories, C., Loiseau, P. M., Figadère, B., Guissou, I. P., Nacoulma, O. G. 2012. *In vitro* antileishmanial and antitrypanosomal activities of five medicinal plants from Burkina Faso. *Parasitol Research* 110:1779–1783.
- 288) Schulz, H., Özkan, G., Baranska, M., Krüger, H., Özcan, M. 2005. Characterisation of essential oil plants from Turkey by IR and Raman spectroscopy. *Vibrational Spectroscopy* 39: 249–256.
- 289) Sebai H., Selmi S., Rtibi, K., Souli, A., Gharbi, N., Sakly, M. 2013. Lavender (*Lavandula stoechas* L.) essential oils attenuate hyperglycemia and protect against oxidative stress in alloxan-induced diabetic rats. *Lipids in Health and Disease* 12(189): 1-9.
- 290) Sepici, A., Gürbüz, I., Çevik, C., Yesilada, E. 2004. Hypoglycaemic effects of myrtle oil in normal and alloxan-diabetic rabbits. *Journal of Ethnopharmacology* 93: 311-318.
- 291) Sidana, A., Farooq, U. 2015. Evaluation of antileishmanial activity of plants used in Indian traditional medicine. *Journal of the Bangladesh Pharmacological Society* 10: 423-426.
- 292) Silva, C. F., Moura, F. C., Mendes, M. F., P. Pessoa, F. L. 2011. Extraction of citronella (*Cymbopogon nardus*) essential oil using supercritical CO₂: experimental data and mathematical modelling. *Brazilian Journal of Chemical Engineering* 28 (02): 343 – 350.
- 293) Singh, I. P., Etoh, H. 1995. New macrocarpal-am-1 from *Eucalyptus amplifolia*. *Bioscience Biotechnology and Biochemistry* 59 (12): 2330-2332.
- 294) Singh, I. P., Takahashi K., Etoh H. 1996. Potent attachment-inhibiting and - promoting substances for the blue mussel, *Mytilus edulis galloprovincialis*, from two species of *Eucalyptus*. *Bioscience Biotechnology and Biochemistry* 60: 1522-1523.
- 295) Singleton, V.L., Ross, J.A. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagent, *American Journal of Enology and Viticulture* 16: 144- 158.
- 296) Skadhauge B, Gruber MY, Thomsen KK, von Wettstein D. 1997. Leucocyanidin reductase activity and accumulation of proanthocyanidins in developing legume tissues. *American Journal of Botany* 84: 494–503.
- 297) Skoula, M., Abidi, C., Koukkalouti, E. 1996. Essential oil variation of *Lavandula stoechas* L. ssp. *stoechas* growing wild in Crete (Greece). *Biochemical Systematic and Ecology* 24: 255-260.
- 298) Spiridon, I., Bodirlau, R., Teaca, C.A. 2011. Total phenolic content and antioxidant activity of plants used in traditional Romanian herbal medicine. *Central European Journal of Biology* 6(3): 388–96
- 299) Stagos, D., Portesis, P., Spanou, C., Mossialos, D., Aligiannis, N., Chaita, E., Panagoulis, C., Reri, E., Skaltsounis, L., Tsatsakis, A. M., Kouretas, D. 2012. Correlation of

- total polyphenolic content with antioxidant and antibacterial activity of 24 extracts from Greek domestic Lamiaceae species. *Food and Chemical Toxicology* 50: 4115- 4124.
- 300) Stobiecki, M., Shiryez, A., Kerhoas, L., Kachlicki, P., Muth D., Einhorn, J., Muller-Rober, B.2006. Profiling of phénolic glycosidic conjugates in leaves of *Arabidopsis thaliana* using LC/ MS. *Methabolimics* 2 (4): 197- 219.
- 301) Sultana, B., Anwar, F., Ashraf, M.2009. Effect of Extraction Solvent/Technique on the Antioxidant Activity of Selected Medicinal Plant Extracts. *Molecules* 14: 2167-2180.
- 302) Tadeg, H., Mohammed, E., Asres,K., Gebre-Mariam,T. 2005. Antimicrobial activities of some selected traditional Ethiopian medicinal plants used in the treatment of skin disorders. *Journal of Ethnopharmacology* 100 : 168-175.
- 303) Tahraoui, A., El Hillaly, J., Israili, Z. H., Lyoussi, B.2007. Ehtnopharmacological survey of plants used in traditional treatment of hypertention and diabetes in South –eastern Morocco (Errachidia province). *Journal of Ethnopharmacology*110: 105-117.
- 304) Taleb-Senouci, D., Ghomari, H., Krouf, D., Bouderbala, S., Prost, J., Lacaille-Dubois, M., et Bouchenak, M. 2009. Antioxidant effect of *Ajuga iva* aqueous extract in streptozotocin-induced diabetic rats. *Phytomedicine* 16: 623-631.
- 305) Tay, B., Giday, M., Animt, A., Seid, J. 2011. Antibacterial activities of selected medicinal plants in traditional treatment of human wounds in Ethiopia. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedecine* : 370-375.
- 306) Tawaha, K., Alali, F.Q., Gharaibeh, M., Mohammad, M., El-Elimat, T. 2007. Antioxidant activity and total phenolic content of selected Jordanian plant species. *Food Chemistry*: 1372 – 1378.
- 307) Telefo, P.B., Lemfack M.C., Bayala B., Lienoul L.L., Goka C.S, Yemele M.D, Mouokeu C, Tagne S.R, Moundipa F.P. 2012. Enquête ethnopharmacologique des plantes utilisées dans le traitement de l'infertilité féminine dans les localités de Fossong-Wentcheng et Foto, Cameroun, *Phytothérapie* 10:25–34.
- 308) Thornhill, A. H, Popple, L. W., Carter, R. J., Ho S. Y. W., Crisp, M. D .2012. Are pollen fossils useful for calibrating relaxed molecular clock dating of phylogenies? A comparative study using Myrtaceae. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 63: 15–27.
- 309) Ting-Fu J., Yuan-Hong W., ZHI-HUA L., AND MEI E. 2007. Determination of kava lactones and flavonoid glycoside in *Scorzonera austriaca* by capillary zone electrophoresis. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis* 43, 854–858.
- 310) Toledo, C.E., Britta, E.A., Ceole, L.F., Silva, E.R., Mello, J.C.P., Filho, B.P.D., Nakamura, C.V., Ueda-Nakamura, T. 2011. Antimicrobial and cytotoxic activities of

- medicinal plants of the Brazilian cerrado, using Brazilian cachac, a as extractor liquid. *Journal of Ethnopharmacology* 133: 420–425.
- 311) Tomasina, F., Carabio, C., Celano, L., and Thomson, L. 2012. Analysis of Two Methods to Evaluate Antioxidants. *The International Union of Biochemistry and Molecular Biology Education* 40 (4): 266–270.
- 312) Trabelsi, N., Megdiche, W., Ksouri, R., Falleh, H., Oueslati, S., Bourgou, S., Hajlaoui, H., Abdelly, C. 2010. Solvent effects on phenolic contents and biological activities of the halophyte *Limoniastrum monopetalum* leaves. *Food Science and Technology* 43: 632-639.
- 313) Trinder, P. 1969. *Ann. Clin. Biochem.* 6: 27-29. Cité par la fiche technique BIOLABO. Réf : 80019.
- 314) Tuberoso C. I., Barra, A., Angioni, A., Sarritzu, E., Piris, F. M. 2006. Chemical composition of volatiles in Sardinian myrtle (*Myrtus communis* L) alcoholic extracts and essential oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54:1420-1426.
- 315) Tuberoso, C. I. G., Melis, M., Angioni, A., Pala, M., Cabras, P. 2007. Myrtle hydroalcoholic extracts obtained from different selections of *Myrtus communis* L. *Food Chemistry* 101: 806-811.
- 316) Tuberoso, C. I.G., Rosa, A., Bifulco, E., Melis, M. P, Atzeri, A., Pirisi, F. M., Dessm, A. 2010. Chemical composition and antioxidant activities of *Myrtus communis* L. berries extracts. *Food Chemistry* 123: 1242-1251.
- 317) Tuberoso, C. I.G., Boban, M., Bifulco, E., Budimir, D., Pirisi, F.M. 2013. Antioxidant capacity and vasodilatory properties of Mediterranean food: The case of Cannonau wine, myrtle berries liqueur and strawberry-tree honey. *Food Chemistry* 140: 686–691.
- 318) Turkmen, N., Velioglu, Y. S., Sari, F., Polat, G. 2007. Effect of Extraction Conditions on Measured Total Polyphenol Contents and Antioxidant and Antibacterial Activities of Black Tea. *Molecules* 12: 484-496.
- 319) Unesco (Organisation des Nations unies pour l'éducation la science et la culture). 1962. *Les plantes médicinales des régions arides*: 22-24.
- 320) Upson, T. M., Grayer, R. J., Greenham, J. R. G., Williams, C. A., AL-Ghamdi, F., Chen, F. H. 2000. Leaf flavonoids as systematic characters in the genera *Lavandula* and *Sabaudia*. *Biochemical Systematics and Ecology* 28: 991-1007.
- 321) Upson, T., Andrews, S. 2004. *The genus Lavandula*. Portland and Oregon, USA: Timber Press, p 442.

- 322) Uttara, B., Singh, A.V., Zamboni, P, Mahajan R.T. 2009. Oxidative stress and neurodegenerative diseases: a review of upstream and downstream antioxidant therapeutic options. *Current Neuropharmacology* 7:65–74.
- 323) Valant-Vetshera, K. M., Roitman J. N., Wolleneber, E. 2003. Chemodiversity of exudate flavonoids in some members of the Lamiaceae. *Biochemical systematic and ecology*, 31:1279-1289.
- 324) Valentini, G., Arnold, N., Bellomaria, B. 1993. Etude chimique comparative des huiles essentielles de quatre populations de *Lavandula stoechas* L. subsp. *stoechas* spontanées de Chypre. *Plantes Médicinales et Phytothérapie*. 26, 289-299.
- 325) Valgas C, Machado de Souza S, Smânia E FA, Smânia A. 2007. Screening methods to determine antibacterial activity of natural products. *Brazilian Journal of Microbiology*, 38: 369-380.
- 326) Varma, R. S., Parthasarathy, M. R. 1975. Triterpenoids of *Callistemon lanceolatus* leaves. *Phytochemistry* 14: 1675-1676.
- 327) Véla, E., Benhouhou, S. 2007. Évaluation d'un nouveau point chaud de biodiversité végétale dans le bassin méditerranéen (Afrique du Nord). *Compte Rendu Biologies* 330: 589-605.
- 328) Venskutonis, P. R., Dapkevicius, A., Baranauskiene, M. 1997. Composition of the essential oil of Lavander (*Lavandula angustifolia* Mill.) from Lithuania. *Journal of Essential Oil Research* 9:107- 110.
- 329) Wacim, B., Khaled, H., Riadh Ben, S., Hichem, C. 2013. *Lactobacillus plantarum* TN627 significantly reduces complications of alloxan-induced diabetes in rats. *Anaerobe* 24: 4-11.
- 330) Wahid, N, 2013. Perspectives de la valorisation de l'usage et de la culture du *Myrtus communis* L. au Maroc. *Phytothérapie* 11:237-243.
- 331) Weckessera, S., Engela, K., Simon-Haarhausa, B., Wittmerb, A., Pelzb, K., Schemppa, C.M. 2007. Screening of plant extracts for antimicrobial activity against bacteria and yeasts with dermatological relevance *Phytomedicine* 14:508-516.
- 332) Wiles, T.J, Kulesus, R.R, Mulvey, M.A. 2008. Origins and virulence mechanisms of uropathogenic *Escherichia coli*. *Experimental and Molecular Pathology* 85:11–9.
- 333) Weiss, E. A. 1997. *Essential Oil Crops*. CAB International, Wallingford. UK.
- 334) Wollenweber, E., Wehde, R., Dorr, M., Lang, G., Stevens, J. F. 2000. C Methylflavonoids from the leaf waxes of some Myrtaceae. *Phytochemistry* 55: 965-970.

- 335) Yáñez, J.A., Andrews, P.K., Davies, N.M.. 2007. Methods of analysis and separation of chiral flavonoids. *Journal of Chromatography B* 848: 159-181.
- 336) Ya-Qin M., Xing-Qian Y., Zhong-Xiang F., Jian-Chu C., Gui-Hua X., Dong-Hong L. 2008. Phenolic Compounds and Antioxidant activity of extracts from ultrasonic treatment of Satsuma Mandarin (*Citrus unshiu* Marc.) Peels. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 56 (14) 5682-5690
- 337) Yassaa N., Williams J. 2005. Analysis of enantiomeric and non-enantiomeric monoterpenes in plant emissions using portable dynamic air sampling/solid-phase microextraction (PDAS-SPME) and chiral gas chromatography/mass spectrometry. *Atmospheric Environment* 39: 4875-4884.
- 338) Yayi, E., Gbenou, J. D., Ahoussi, A. A., Moudachirou, M., Chalchat, J. C. 2004. *Ocimum. Gratissimum* L., siège de variations chimiques complexes au cours du développement. *Compte Rendu Chimie* 7: 1013-1018.
- 339) Ye, H., Zhou, C., Sun, Y., Zhang, X., Liu, J., Hu, Q., Zeng, X. 2009. Antioxidant activities in vitro of ethanol extract from brown seaweed *Sargassum pallidum*. *European Food Research and Technology* 230:101–109.
- 340) Yentéma, O., Alioune, O., Doroddo, S. A. 2007. Chemical composition and physical characteristics of the essential oil of *Cymbopogon shoenanthus* (L) Spreng of Borkina Faso. *Journal of Applied Sciences* 7(4): 503-506.
- 341) Yoshimura, M. I., Amakura, Y., Tokuhara, M., Yoshida T. 2008. Polyphenolic compounds isolated from the leaves of *Myrtus communis*. *Journal of Natural Medicines* 62:366-368.
- 342) Zaabat, N. 2010(a). Détermination structurale et évaluation biologique de substances naturelles de deux espèces de la famille des lamiacées. *Marrubium deserti* de Noé. et *Phlomis bovei* de Noé. Thèse de Doctorat. Université Mentouri. Constantine, 320 p.
- 343) Zaabat, N., Darbour, N., Bayet, C., Michalet, S., Doleans-Jordheim, A., Chekir-Ghedir, A. L., Akkal, S., Dijoux-Franca, M. G. 2010(b). Étude préliminaire de *Marrubium deserti* de Noé, une Lamiaceae endémique algérienne. *Phytothérapie* 8: 353-358.
- 344) Zaiter, L., Bouheroum, L., Benayache, S., Benayache, F., Leon, F., Brouard, I., Quintana, J., Estevez, F., Bermejo, J. 2007. Sesquiterpene lactones and other constituents from *Matricaria chamomilla* L. *Biochemical Systematics and Ecology* 35: 533-538.
- 345) Znini, M., Cristofari, G., Majidi, L., Ansari, A., Bouyanzer, A., Paolini, J., Costa, J., Hammouti, B 2012. Green Approach to Corrosion Inhibition of Mild Steel by Essential Oil

- Leaves of *Asteriscus Graveolens* (Forssk.) in Sulphuric Acid Medium. International Journal of Electrochemical Science 7: 3959 -3981.
- 346) Zouari, S., Zouari, N., Fakhfakh, N., Bougatef, A., Ayadi, M. A., Neffati, M.2010. Chemical composition and biological activities of a new essential oil chemotype of Tunisian *Artemisia herba alba* Asso. Journal of Medicinal Plants Research 4(10): 871-880.
- 347) Zougaghi, L., Bouskraoui, M., Amine, M., Akhdari, N., Amal, S. 2011. Leishmaniose cutanee a *Leishmania tropica* dans la région de Marrakech (Maroc) : un foyer rebelle. Revue Francophone des laboratoires 429: 35-37.
- 348) Zougali, B. B., Hassani, A., Besombes, C., Allaf, K. 2010. Extraction of essential oils from Algerian myrtle leaves using instant controlled pressure drop technology. Journal of Chromatography A 1217: 6134–6142.
- 349) Zrira, S., Benjlali, B. 2003. The constituents of the oils of *Lavandula stoechas* L. ssp. *atlantica* Br.-Bl. and *L. stoechas* ssp. *stoechas* from Morocco. Journal of essential oil research 15: 68-69.
- 350) Zuzarte, M., Gonçalves, M.J., Cavaleiro, C., Dinis, A.M., Canhoto, J., Salgueiro, L., 2009. Chemical composition and antifungal activity of the essential oils of *Lavandula pedunculata* (Miller) Cav. Chemistry and Biodiversity 6: 1283–1292.
- 351) Zuzarte, M., Gonçalves, M. J., Cavaleiro, C., Canhoto, J., Vale-Silva L., Joao Silva, M., Pinto, E., Salgueiro, L. 2011. Chemical composition and antifungal activity of the essential oils of *Lavandula viridis* L'Hér. Journal of Medical Microbiology 60: 612-618.

Résumé

Résumé

Cette étude de recherche est une contribution à la valorisation de cinq plantes médicinales du Sahara central algérien *Nauplius graveolens* Forssk, *Artemisia judaica* Maire, *Myrtus nivellei* Coss. & Dur, *Cymbopogon schoenanthus* Spreng et *Lavandula pubescens* Maire, choisies sur la base d'une enquête ethnobotanique. En commençant par un screening phytochimique puis une évaluation de l'activité antioxydante, antimicrobienne, antiparasitaire d'une part, et de tester les effets d'extraits aqueux de *Nauplius graveolens* et *Myrtus nivellei* sur certains paramètres biochimiques chez des rats rendus diabétiques par injection de l'alloxane.

L'analyse phytochimique a révélé la présence des saponines, flavonoïdes, tanins, terpenoïdes..... Les huiles essentielles des parties aériennes des trois plantes *Myrtus nivellei*, *Artemisia judaica* et *Cymbopogon schoenanthus* sont obtenues par hydrodistillation par un appareil de Clevenger. L'identification de leur composition chimique a été faite par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (CG-SM). La teneur en phénols totaux, tanins totaux et en flavonoïdes des différents extraits de *Nauplius graveolens*, *Lavandula pubescens* et *Myrtus nivellei* a été déterminée par des méthodes de Folin-Ciocalteu, chlorure d'aluminium respectivement qui ont indiqué la présence d'une importante teneur en ces principes dans les extraits à l'acétate d'éthyle et au butanol de *Myrtus nivellei*. L'activité antioxydante a été évaluée par des tests chimiques tels que les tests de PM, DPPH et le FRAP qui ont montré que *Myrtus nivellei* a une activité antioxydante remarquable par rapport à celle des autres espèces. En plus, l'activité antibactérienne a montré que la plante *Myrtus nivellei* et *Nauplius graveolens* ont une activité importante sur les bactéries Gram négatif et Gram positif particulièrement sur *Listeria monocytogene* ATCC 19195. Alors qu'une activité leishmanicide remarquable a été observée pour *Nauplius graveolens*. Par contre l'huile essentielle de *Cymbopogon schoenanthus* a été la plus efficace contre leishmania et contre toutes les souches bactériennes testées à l'exception de *Pseudomonas aeruginosa*. L'effet anti-hyperglycémiant des extraits aqueux (deux doses différentes) de *Nauplius graveolens* et *Myrtus nivellei* a été illustré chez les rats diabétiques traités par gavage gastrique pendant 21 jours, en comparaison avec un lot témoin diabétique sans traitement et un deuxième lot a été traité par glibenclamide 5 mg/kg. Un autre lot témoin non diabétique a reçu l'eau physiologique uniquement. La concentration du glucose a diminué significativement par contre le poids corporel des rats traités aux extraits a augmenté par rapport aux témoins. En concluant que les plantes médicinales étudiées représentent une source importante de substances et de composés naturels bioactifs.

Mots-clés: *Nauplius graveolens*, *Myrtus nivellei*, *Cymbopogon schoenanthus* et *Artemisia judaica*, *Lavandula pubescens*, diabète, stress oxydant, alloxane, glibenclamide, activité antioxydante, activité antidiabétique et activité antibactérienne.

Abstract

This survey of research is a contribution to the valorization of five medicinal plants of Algerian central Sahara *Nauplius graveolens* Forssk, *Artemisia judaïca* Maire, *Myrtus nivellei* Coss. & Dur, *Cymbopogon schoenanthus* Spreng and *Lavandula pubescens* Maire selected in the basis of ethnobotanical survey. Beginning with a phytochemical screening than the evaluation of the antioxidant, antimicrobial and antiparasital activities on the one hand, and test the effects of aqueous extracts of *Nauplius graveolens* and *Myrtus nivellei* in other hand on some biochemical parameters on rats have been made diabetic by injection of alloxan. The phytochemical analysis revealed the presence of saponins, flavonoids, tannins and terpenoids.....Essential oils were obtained from the aerial parts of the three plants *Myrtus nivellei*, *Artemisia judaïca* and *Cymbopogon schoenanthus* by steam distillation using a Clevenger apparatus. Identification of the chemical composition was achieved by gas chromatography coupled to mass spectrometry (GC-MS).The total content of phenols, tannins and flavonoids in different extracts from *Nauplius graveolens*, *Lavandula pubescens* et *Myrtus nivellei* had been determined by method of Folin-Ciocalteu, aluminum chloride respectively, which indicated the presence of a significant content of those principles in the ethyl acetate and butanolic extracts of *Myrtus nivellei*. The antioxidant activity has been evaluated by chemical tests such as PM, DPPH and FRAP which showed that *Myrtus nivellei* has remarkable antioxidant activity compared to that of the other species. In addition, the antibacterial activity showed that the plants *Myrtus nivellei* and *Nauplius graveolens* have important activity against *Gram negative and Gram positive bacteria especially Listeria monocytogene* ATCC 19195. On the other hand *Cymbopogon schoenanthus* oil was the most efficient against leishmania and all tested bacteria to the exception of *Pseudomonas aeruginosa*. The antihyperglycemic effects of aqueous extracts (two different doses) of *Nauplius graveolens* and *Myrtus nivellei* has been illustrated in diabetic rats treated with gastric gavage during 21 days as compared to diabetic witness group without treatment and a second group has been treated with glibenclamide 5 mg / kg. Another non diabetic witness group received physiological water only. Glucose concentration was significantly decreased against an increase in body weight of rats treated with extracts compared to witness group. In Conclusion that the studied medicinal plants are an important source of bioactive substances and natural compounds

The Key words: *Nauplius graveolens*, *Myrtus nivellei*, *Cymbopogon schoenanthus*, *Artemisia judaïca*, *Lavandula pubescens*, diabetes, oxidative stress, alloxan, glibenclamide, antioxidant activity, antidiabetic activity, antibacterial activity.

ملخص

هذه الدراسة من البحث هي مساهمة في تثمين خمس نباتات طبية من الصحراء الوسطى الجزائرية *Nauplius graveolens* Forssk, *Artemisia judaïca* Maire, *Myrtus nivellei* Coss. & Dur, *Cymbopogon shoenantus* Spreng and *Lavandula pubescens* Maire على أساس تحقيق اثنوبونيكى. بدانا بتحليل فيتوكيميائي ثم تقدير القدرة المضادة للاكسدة, للميكروبات, للطفيليات من جهة، واختبار تأثير المستخلصات المائية لـ *Nauplius graveolens* و *Myrtus nivellei* على بعض المركبات البيوكيميائية لدى جردان مصابة بداء السكري عن طريق حقن الالوكسان. أظهر التحليل الكيميائي وجود السابونينات, الفلوفونويدات, التينينات و التربينات. تم الحصول على الزيوت الطيارة من الجزء الهوائي للنباتات الثلاثة *Myrtus nivellei*, *Artemisia judaïca*, *Cymbopogon shoenantus* عن طريق التقطير البخار باستخدام جهاز الكليفنجر كما تم التعرف على التركيب الكيميائي عن طريق الكروماتوغرافية الغازية المرفقة بجهاز مطيافية الكتلة. و قد تم التقدير الكمي الإجمالي من مركبات الفينول, انتينينات والفلافونيدات في المستخلصات المختلفة عن طريق استعمال طريقة Folin-Ciocalteu ، كلوريد الألومنيوم، على التوالي، والتي أشارت إلى وجود محتوى كبير من تلك المركبات في مستخلصات الاسينات الايتيل و البيطانولي لـ *Myrtus nivellei* تم تقييم النشاط المضاد للأكسدة عن طريق اختبارات كيميائية مثل PM، DPPH و FRAP التي أظهرت أن *Myrtus nivellei* لديها نشاط مضاد للأكسدة ملحوظ مقارنة مع الأنواع الأخرى. وبالإضافة إلى ذلك، أظهرت تقييم النشاط المضاد للبكتيريا أن *Myrtus nivellei* و *Nauplius graveolens* لديهما نشاط معتبر ضد البكتيريا السالبة و الموجبة و خاصة *Listeria monocytogene* ATCC 19195. من جهة أخرى أظهرت الزيوت الطيارة لـ *Cymbopogon shoenantus* فعاليتها ضد الليشمانيا و كل البكتيريا المدروسة ما عدا *Pseudomonas aeruginosa* وقد لوحظ تأثير خافض للسكر في الدم للمستخلصات (جرعتين مختلفتين) من *Nauplius graveolens* و *Myrtus nivellei* لدى الجردان المصابة بداء السكري تتلقاها بواسطة أنبوب تغذية في المعدة لمدة 21 يوما مقارنة مع مجموعة الشاهد المصاب بالسكري من دون علاج و مجموعة ثانية تعامل بالغليبينكلاميد 5 ملغ / كغ. مجموعة أخرى شاهد غير مصاب بالسكري تتلقى ماء ملحي فقط. تركيز الجلوكوز انخفض بشكل ملحوظ مقابل زيادة وزن الجسم للجردان المعاملة بالمستخلصات مقارنة مع الشاهد غير المصاب. استنتاجنا أن النباتات الطبية المدروسة تعد مصدرا هاما لمواد ومركبات طبيعية نشطة بيولوجيا.

الكلمات المفتاحية *Nauplius graveolens*, *Myrtus nivellei*, *Cymbopogon shoenantus*, *Artemisia judaïca*، *Lavandula pubescens*، مرض السكري، والإجهاد التأكسدي، الالوكسان، غليبينكلاميد، النشاط المضاد للأكسدة، النشاط المضاد للسكري والنشاط المضاد للبكتيريا.