

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche scientifique

جامعة الجيلالي بونعامة خميس مليانة



Faculté: Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre

Département: science biologique

Filière : écologie et environnement

Spécialité : Bioclimatologie

Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master

Thème

**L'étude de la variation de la composition chimique d'huile essentielle
d'*Eucalyptus globulus* cueillie des différentes régions d'Algérie**

Soutenu le : 03/07/2018

Présenté par :

✓ Benabdallah Zeyneb

✓ Drici Houria

Devant le Jury

Président : NABTI Djahida	MCB	UDBKM
Promoteur: BADACHE Hakim	MCB	UDBKM
Co-promoteur: CHAABANE Safia	Ing Labo	UDBKM

Examineur :

1. Benouda Lalahom	MCB	UDBKM
---------------------------	------------	--------------

Année universitaire : 2017/2018

Remerciements

Avant toute chose nous tenons à remercier Dieu le tout puissant, pour m'avoir donné la force et la patience

Tout d'abord nous remercions sincèrement monsieur le docteur : **BADACHE**, qu'il trouve ici l'expression de notre profonde reconnaissance pour nous avoir accordé sa confiance et guidé dans mon travail. ses compétences, ses précieux conseils, sa disponibilité et sa gentillesse.

Nous exprimons nos précieux remerciements à Mme : **CHAABANE** pour son soutien, sa disponibilité, son intérêt pour ce travail et pour les nombreux conseils avisés qu'il a pu nous donner tout au long de la thèse.

nous tenons à exprimer notre reconnaissance à Mme : **NABTI** qu'elle nous a fait l'honneur en acceptant de présider le jury de soutenance.

Nous tenons à remercier Mme : **BENOUDA** également d'avoir accepté d'examiner cette thèse.

Nous exprimons notre reconnaissance à tous les enseignants de la spécialité
Bioclimatologie

Et à tous ceux qui ont attribué de près ou de loin à accomplir ce modeste travail.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à mon père MOKHTAR et ma mère YAMINA qui m'ont soutenu moralement et tout au long de mes études

A mon mari **ALI** qui m'a permis de réaliser ce mémoire dans les meilleures conditions, je le remercie pour sa patience, son soutien et surtout de me supporter.

A ma petite fillette « **MAISSOUNE** »

Aussi je dédie ce travail

A mes frères : **ABDASSALAME, YOUSSEF**

A ma sœur **NOUSSAIBA**

A toute la famille : **BENABDALLAH**

Mes dédicaces sont également adressées à tous mes camarades avec lesquels j'ai partagé de beaux moments et dont je garde d'excellents souvenirs.

Zeyneb

Dédicaces

Avec l'aide de bon DIEU, j'ai pu réaliser ce modeste travail que je dédie A :
Mes chers parents

Mon fiancé **AUSSAMA**

Mes frères et mes sœurs (yasmine ,marwa,nour,anas ,douae ,manal, mariem
,karim et houssem)

Toutes les familles **DRICI, BEY ET MIBARKI**

Mon cher ami (**IMEN**)

Tous mes amis et camarades

Tous personnes que n'aurions nommées ici et tous que connue moi

HOURIA

Liste des abréviations

% : Pourcentage

(GC/MS) : Chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse

°C : degré

Aa= Indice d'aridité annuelle de De Martonne

AFNOR : Association française de normalisation

CCM : Chromatographie sur couche mince

CPG : Chromatographie en phase gazeuse.

E.coli : Escherichia coli.

g : Gramme.

HE : Huile essentielle.

M : Moyenne des températures maximales du mois

m: Moyenne des températures minimales du mois

mg : Milligramme.

M-H : Milieu Mueller -Hilton.

MHE : Masse en huile essentielle.

min : Minute.

ml : Millilitre.

mm :millimètre

MS : Matière végétale sèche.

MV : Matière végétale

P : pluviométrie annuelle

P a: pluviométrie annuelle d'Ain defla

Pm : pluviométrie annuelle de Médéa

Po : pluviométrie annuelle d'Ouargla

Q₂.Le quotient pluviométrique d EMBERGER

RHt : rendement d'extraction d'huile essentielle

T : Température

T a : Température d'Ain defla

T m : Température de Médéa

T o : Température d'Ouargla

Liste des tableaux

Tableau	Titre de tableau	Page
01	Distribution géographique d' <i>Eucalyptus globulus</i> en Algérie	15
02	Composition chimique des huiles essentielles de feuilles de l' <i>Eucalyptus globulus</i>	18
03	Moyenne mensuelle de précipitations de la station AIN DEFLA	21
04	Températures mensuelles de la station d'Ain defla	22
05	Situation géographique La wilaya de Médéa	25
06	Moyenne mensuelle de précipitations de la station Médéa	26
07	Températures mensuelles de la Station Médéa	27
08	Situation géographique La wilaya d'Ouargla	29
09	Moyenne mensuelle de précipitations de la station d'Ouargla	30
10	Températures mensuelles de la station d'Ouargla	31
11	Les souches bactériennes testées	37
12	Les conditions opératoires d'extraction	38
13	Les conditions opératoires d'analyses CG/MS	40
14	Caractéristiques organoleptiques de l'HE d' <i>Eucalyptus globulus</i>	41
15	le rendement d'huile essentielle dans les trois régions	42
16	La composition chimique des huiles essentielles de l' <i>Eucalyptus globulus</i> de la wilaya d'Ain defla	44
17	La composition chimique des huiles essentielles de l' <i>Eucalyptus globulus</i> de la wilaya de Médéa	45
18	La composition chimique majeure des huiles essentielles de l' <i>Eucalyptus globulus</i> de dans les deux régions (Aindefla et Médéa)	46
19	les résultats de test antibactérien des trois régions	48

Liste des figures

figure	Titre de figure	Page
01	Formule chimique de l'isoprène (Benayad, 2008)	03
02	<i>Eucalyptus globulus</i> (Foudil-Cherif, 1991)	16
03	huile essentielle d' <i>Eucalyptus Globulus</i>	17
04	Histogramme de précipitations moyenne mensuelle pour la Station Ain defla	22
05	Variation mensuelles des températures (2007-2017) Ain defla	23
06	diagramme ombrotermique de BAGNOUL et GAUSSEN de Ain defla pour la période (2007-2017).	24
07	Histogramme de précipitations moyenne mensuelle pour la Station Médéa	27
08	Variation mensuelles des températures (2007-2017) Médéa	28
09	diagramme ombrotermique de BAGNOUL et GAUSSEN de médéa pour la période (2007-2017).	28
10	Histogramme de précipitations moyenne mensuelle pour la Station Ouargla	31
11	Variation mensuelles des températures (2007-2017) Ouargla	32
12	diagramme ombrotermique de BAGNOUL et GAUSSEN d'Ouargla pour la période (2007-2017).	32
13	La diagramme pluviométrique représente la la moyenne mensuelle de pluie des trois stations à différente étage bioclimatique	33
14	Diagramme thermique les trois stations	34
15	Climagramme d'Emberger réésenté les étage bioclimatique des trios régions	35
16	<i>EUCALYPTUS GLOBOLUS</i>	36
17	Montage hydro distillation de type Clevenger. (Photo personnel)	38
18	l'appareille de CG/MS(Shimazo GC/MS TQ 8030)	40
19	Le rendement en huiles essentielles en fonction de la masse de plante	42
20	Le Rendement moyen des trois régions	43
21	Profil chromatographique de l'huile essentielle d' <i>Eucalyptus globulus</i> de la région Aindefla	44
22	Profil chromatographique de l'huile essentielle d' <i>Eucalyptus globulus</i> de la région Médéa	45

Sommaire

Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction général	01
Chapitre I : les huiles essentielles	
I.1.définition	03
I.2: Localisation des huiles essentielles dans la plante	03
I.3.Fonction Biologique	03
I.4. Composition chimique des huiles essentielles	03
I.5. Propriétés physiques des huiles essentielles	04
I.6.Chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (CPG/SM)	05
) Notion de Chémotype	05
IV. Les facteurs influençant la composition chimique et la teneur en huile essentielles	06
1.Facteurs abiotiques	06.
1.1.L'altitude	06
1.2 La lumière et rayons solaires	07
1.3. Le sol	08
1.4.L'eau	10
1.5 Température	10
2. Facteurs biotiques	11
2.1. L'effet allélopathique	11
2.2. Les herbivores et les agents pathogènes	12
Chapitre II : <i>Eucalyptus Globulus</i>	
1. Présentation d'Eucalyptus globulus	14
2 Origine et répartition géographique	14
3. Description d'Eucalyptus globulus	15

a/ Feuilles	15
b/ Fleurs	15
c/ Fruits	15
4 Classification botanique	16
5. Huile essentielle de l'Eucalyptus	16
6. Caractéristiques des huiles essentielles	18
7. Usage des huiles essentielles d'Eucalyptus	19
Partie expérimental	
Chapitre III : présentation des zones d étude	
I .Présentation de la wilaya d Ain defla	20
I.1. Situation géographique	20
I.2. Le relief	20
I.3.Étude climatique	21.
I.3.1Précipitations	21
I.3. 2.Tempirature	22
I.3.3 Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen	23
I.3.4.Indice d'aridité annuelle de De Martonne(1923)	24
I.3.5. Le quotient pluviométrique d EMBERGER	24
II. présentation de la wilaya de Médéa	25
II.1Situation géographique	25
II.2. Le relief	25
II.3.Etude climatique.	26
II.3.1 Précipitations	26

II.3.2.Tempirature	27
II.3.3.Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson	28
II.3.4.Indice D'aridité annuelle de De Martonne(1923)	29
II.3.5. Le quotient pluviométrique d EMBERGER	29
III. présentation de la wilaya d'Ouargla	29
III.1. Situation géographique La wilaya	29
III.2. Le relief	29
III.3. Etude climatique	30
III.3.1. Précipitations	30
III.3. 2.Tempirature	31
III.3.3.Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson	31
III.3.4.Indice d'aridité annuelle de De Martonne(1923)	31
III.3.5. Le quotient pluviométrique d EMBERGER	32
IV. Diagramme pluviométrique	33
V. Diagramme thermique	33
VI. Climagramme d'Emberger	34
Chapitre VI : Méthodes et Matérielles	
1. Objectif de travail	36
2. Matériels et Méthodes	36
2. 1.Matériel végétal	36
2.2. Matériel Biologique	36
3. Protocole d'extraction	37
3.1. Mode opératoire	37

3.2. Condition opératoires d'extraction d'HE par hydrodistillation	32
3.3. Conservation d'huile essentielle obtenue	38
3.4. Rendement en huile essentielle (AFNOR ,2000)	38
4. Activité antibactérienne	39
5. Analyse des huiles essentielles (CG/MS)	40
ChapitreV : Résultat et Discussion	
1. Caractéristique organoleptique	41
2. Les Résultat de calcul du rendement	41
3. Les résultats d'analyse CG/MS	43
4. Evaluation de l'activité antibactérienne	47
5. Evaluation qualitative de l'activité antibactérienne	47
Conclusion général	50

Résumé : Ce travail est consacré à la détermination de la variation des composés chimique d'*Eucalyptus globulus* dans deux régions déférents (Ain defla, Médéa) le résultat de révèles de l'analyses des huiles essentielles par CG/SM ont fait apparaitre 11 composés chimiques à Ain defla riche aux : Spathulenol(22.6%), cymene para(11.82%), benzene,1-methyle -4- (1methyle(11.33%) et benzee 1 methyle-2-(-1methylethy) (9.16%) et 10 à huiles Médéa majoré par cymene para(39.49%) Spathulenol(23.38%),(2-cyclohexen -1-one ,4-(1-methylethy)(6.96%)et cuminaldehyde(4.92%)

Mots clés : *Eucalyptus globulus*, huiles essentielles ,hydrodstilation , CG/SM

Abstract: In the present work,chemical composition of esential oil(*Eucalyptus globulus*)from various geographic origins (Ain defla,Médéa)were determined by CG/SM eucalyptus leaves oil was isolated by hydrodistillation.The 11components were identified in Ain defla oil was found to be rich in ; Spathulenol(22.6%), cymene para(11.82%), benzene,1-methyle -4- (1methyle(11.33%) et benzee 1 methyle-2-(-1methylethy) (9.16%)10 components were identified in Médéa oil was found to be rich in par cymene para(39.49%) Spathulenol(23.38%),(2-cyclohexen -1-one ,4-(1- methylethy)(6.96%)et cuminaldehyde(4.92%)

Key words : *Eucalyptus globulus*, esential oil, hydrodstilation , CG/SM

: هذا العمل يهتم بدراسة التباين في المركبات الكيميائية لنبته الاوكاليبتوس لمنطقتين : عين الدفلى و المدية .تضهر 11 مركب كيميائي من بين 5 غالبية وهي سبتولين 22.6%. كريمين بارا 11.22% . بنزن ميثيل 11.33%. مثيل لميثليل 9.16%.بينما نجد 10 مركبات في المدية يغلب عليها 5 وهي كرمين بارا 39.96%. سبتولين 23.38%. سسيكلو هيكسين 6.96%.والكومندهد 4.92%

الكلمات المفتاحية : . الزيوت الاساسية .الكروماتوغرافيا الغازية

Introduction général

Les plantes ont, toujours, fait partie de la vie quotidienne de l'homme, puisqu'il s'en sert pour se nourrir, se soigner et parfois dans ses rites religieux. Les extraits des plantes étaient, déjà, connus et utilisés par les égyptiens, les romains et les grecs, pour leurs propriétés odorantes et médicinales (**Fellah et al ; 2006**)

Les conditions climatiques méditerranéennes de l'Algérie favorisent, aussi bien le développement des plantes sauvages que cultivées. Malheureusement, parmi plus de 2500 espèces que compte la flore algérienne, jusqu'à présent, seul un petit nombre a été étudié (**Fellah et al ; 2006**).

La valorisation de ces ressources naturelles peut avoir des retombées économiques considérables pour notre pays. En effet, différentes plantes contiennent des huiles essentielles composées des molécules ayant une activité olfactive et à fortes valeurs ajoutées .L'*Eucalyptus globulus* de la Myrtaceae, cette famille se caractérise par l'abondante de production d'huile. Les Eucalyptus sont aussi extrêmement intéressants pour leurs tanins, résines et huiles essentielles que renferment les feuilles, les tiges et même l'écorce et qui ont des applications très importantes en médecine Dans le but de contribuer à exploiter les plantes poussant en Algérie et réputées pour leurs vertus médicinales, nous avons étudié les propriétés chimiques et bactériologiques des huiles essentielles extraites par hydrodistillation de *L'Eucalyptus globulus*, récolté de trois régions différentes en Algérie. Nous avons analysés les huiles obtenues par simple décantation et extraites des eaux aromatiques par GC/MS. Dans le but de comparer nos résultats à ceux de la littérature. .en général et précisément sur celle du Eucalyptus dont on a abouti ce mémoire sous le thème «L'étude de la variation de la composition chimique d'huile essentielle d'Eucalyptus dans différente région d'Algérie » qui inclus deux partie la première bibliographique comprend deux chapitre : l'un parle sur les huiles essentielles d'une manière générale. , et l'autre sur la plante étudiée, description et origine.

La deuxième partie est expérimentale aussi comporte trois chapitres dissertent une quantification d'huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus* et leur analyse pour avoir sa composition chimique qui va nous permettre de réaliser notre but d'étude d'avoir présenter l'influence du climat sur la quantité et la qualité des huiles essentielles obtenus par extraction

Introduction

Pour subventionner notre étude on a fait le test d'activité biologique sur certaines espèces de bactérie pour estimer le rôle de ces huiles dans le domaine médicinale.

Partie

Bibliographique

I. Les huiles essentielles

I.1. définition Les huiles essentielles sont des extraits végétaux volatiles et odorants appelés également substances organiques aromatiques liquides, qu'on trouve naturellement dans diverses parties des arbres, des plantes et des épices, elles sont volatiles et sensibles à l'effet de la chaleur, elles ne contiennent pas de corps gras (Yahyaoui, 2005).

I-2 : Localisation des huiles essentielles dans la plante

Les huiles essentielles n'existent quasiment que chez les végétaux supérieurs. Elles sont produites dans le cytoplasme des cellules sécrétrices et s'accumulent en générale dans des cellules glandulaires spécialisées. Ensuite, elles sont stockées dans des cellules dites cellules à huiles essentielles (Lauraceae), dans des poils sécréteurs (Lamiaceae), dans des poches sécrétrices (Myrtacée), dans des canaux sécréteurs (Astraceae).

Elles peuvent être stockées dans divers organes végétaux : les fleurs (bergamotier, rose,...) les feuilles (citronnelle, eucalyptus,...), les racines (vétiver), les rhizomes (curcuma, gingembre,...), les fruits (anis, badiane,...), le bois (bois de rose, santal,...), ou graines (muscade,...) (Oussala, 2006). Si tous les organes d'une même espèce peuvent renfermer une huile essentielle, la composition de cette dernière peut varier selon sa localisation. (Belkou, 2005)

I-3: Fonction Biologique :

Les huiles essentielles permettent aux plantes de s'adapter à leur environnement et assurer leur ultime défense, elles jouent plusieurs rôles écologiques:

- Interaction plante-plante (inhibition de la germination et de la croissance).
- Interaction plante animale, pour leur protection contre les prédateurs (Ormeno, 2007; Fouché et al, 2008).

I-4: Composition chimique des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont avant tout des composés terpéniques. Du strict point de vue chimique, les terpènes apparaissent comme des polymères d'un carbure d'hydrogène diéthylénique, l'isoprène.

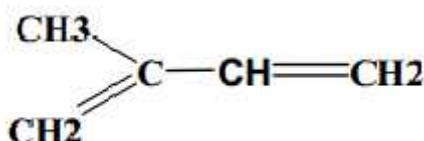


Figure 01: Formule chimique de l'isoprène (Benayad, 2008)

Selon le nombre de résidus isoprènes que regroupent les composés terpéniques, on distingue :

- Les terpènes simples, formés de deux isoprènes $C_{10}H_{16}$.
- Les sesquiterpènes, formés de trois isoprènes $C_{15}H_{24}$.
- Les di terpènes, formés de quatre isoprènes $C_{20}H_{32}$.
- Les triterpènes, formés de six isoprènes $C_{30}H_{40}$.
- Les tétraterpènes, formés de six isoprènes $C_{40}H_{64}$.

On trouve aussi les poly terpènes (n isoprènes) qui comprennent par exemple le caoutchouc et la gutta-percha (**Benayad, 2008**).

I.5. Propriétés physiques des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont des liquides à température ordinaire, d'odeur aromatique très prononcée, généralement incolores ou jaune pâle à l'exception de quelques huiles essentielles telles que l'huile de l'Achillée et l'huile de la Matricaire. Ces dernières se caractérisent par une coloration bleu à bleu verdâtre, due à la présence de l'azulène et du chamazulène (**Abou Zeid, 2000**). La plupart des huiles essentielles ont une densité inférieure à celle de l'eau et sont entraînable à la vapeur d'eau ; il existe, cependant, des exceptions telles que les huiles essentielles de Sassafras, de Girofle et de Cannelle dont la densité est supérieure à celle de l'eau. Elles possèdent un indice de réfraction souvent élevé et sont douées de pouvoir rotatoire (**Paris et Hurabielle, 1981 ; Duraffourd et al, 1990 ; Salle et Pelletier, 1991**). La densité nous renseigne selon **Garnero (1996)** sur la composition chimique : ainsi une densité inférieure à 0.9 indique la présence, dans cette huile, de composés terpéniques et aliphatiques à des taux élevés, alors qu'une densité supérieure à 1 indique une composition très variée en composés terpéniques polycycliques. Les huiles essentielles s'évaporent et se volatilisent à température ambiante. Très peu solubles dans l'eau à laquelle elles communiquent leurs odeurs, cette eau est dite «eau distillée florale». Les huiles essentielles sont solubles dans les alcools, dans les huiles fixes et dans la plupart des solvants organiques (**Paris et Hurabielle, 1981 ; Bruneton, 1999 ; Abou Zeid, 2000 ; Ghestem et al, 2001**). Leur point d'ébullition est toujours supérieur à 100°C et dépend de leurs poids moléculaires par exemple les points d'ébullition du caryophyllène, du géraniol, du citral et du -pinène sont 260°, 230°, 228° et 156°C respectivement (**Abou Zeid, 2000**), mais d'après **Valnet (1984)**, ce point varie de 160°C à 240°C. Les huiles essentielles s'oxydent facilement à la lumière et se résinifient en absorbant de l'oxygène, en même temps, leurs odeurs se modifient, leurs points d'ébullition augmentent et leurs solubilités diminuent. Elles absorbent le chlore, le brome et l'iode en dégageant de la chaleur (**Duraffourd et al, 1990**).

J) Composition chimique Comme toute substance, les huiles essentielles se caractérisent par une composition chimique analysable et très variable. Le nombre de composants isolés est d'environ des milliers et il en reste beaucoup à découvrir (**BACIS, 1999**). Ces constituants appartiennent, de façon quasi exclusive, à deux groupes caractérisés par des origines biogénétiques distinctes : le groupe des terpéno des (les composés terpéniques) et le groupe des composés aromatiques dérivés du phenylpropane , beaucoup moins fréquents. Elles peuvent également renfermer divers produits issus du processus de dégradation mettant en jeu des constituants non volatils (**Bruneton, 1999**).

I.6. Chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC/MS)

Si la chromatographie permet à elle seule de séparer correctement les différents constituants d'un mélange, il est néanmoins délicat de se livrer à une interprétation structurale permettant une identification certaine, car les paramètres déduits de la rétention sélective des solutés au travers de la colonne sont souvent lourds à manier et, dans la plupart des cas, peu reliés aux édifices moléculaires organiques. L'idée de coupler une autre méthode physique d'investigation après séparation chromatographique, dans le but d'ajouter à la chromatographie une deuxième dimension analytique, s'est concrétisée dès 1960 dans la combinaison entre la chromatographie en phase gazeuse et la spectrométrie de masse CPG-SM (**De Maack et Sablier, 1994**).

Le principe de cette méthode consiste à transférer par le gaz vecteur (phase mobile) les composés séparés par chromatographie en phase gazeuse dans le spectromètre de masse au niveau duquel, ils vont être fragmentés en ions de masse variables dont la séparation sera en fonction de leur masse. La comparaison informatique du spectre d'un pic inconnu avec une ou plusieurs bibliothèques de référence permet son identification à condition que la similitude des spectres, inconnus et référence, soit suffisante et que les indices de rétention soient identiques, dans des conditions opératoires comparables (**Desjobert et al, 1997; Bruneton, 1999**).

➤ **Notion de Chémotype:**

Un Chémotype, ou encore race chimique, désigne une entité chimique distincte au sein d'une même espèce. Certaines espèces de plantes, de champignon ou de micro-organismes, présentent des variations chimiques de leur métabolite secondaire en fonction des influences de leurs écosystèmes (altitude, humidité, ensoleillement, biotope, etc.), bien que leur

morphologie ainsi que leur génétique ne soient pas substantiellement transformées. Ainsi une espèce donnée d'eucalyptus peut donner une essence à dominante, cinéol1,8,spathuléol ou pinène «alpha». Il est important de noter que des huiles essentielles à chémotypes différents, présenteront non seulement des activités différentes mais aussi des toxicités très variable

IV. Les facteurs influençant la composition chimique et la teneur en huile essentielles :

La qualité des plantes aromatiques et médicinales dépend de facteurs écologiques agissant durant les périodes de développement et de croissance de la plante. Les facteurs génétiques mais aussi environnementaux abiotiques et/ou biotiques, influencent directement ou indirectement le métabolisme et donc l'accumulation de métabolites secondaires (Searles et al, 2001; Zidorn et Stuppner, 2001; Dong et al, 2006). Plusieurs plantes régulent le type et la concentration des métabolites secondaires en fonction des variations de l'environnement. Certains métabolites sont synthétisés uniquement sous des conditions environnementales spécifiques (Penuelas et Llusia, 1997; Valls et al, 2007).

1. Facteurs abiotiques

L'altitude, la lumière, la température, l'humidité, la durée d'ensoleillement et la composition du sol, sont autant de facteurs d'ordre environnemental susceptibles de susciter des modifications physiologiques à l'intérieur de la plante et donc d'influencer la composition chimique de son HE.

1.1 L'altitude

T. vulgaris L. est sans conteste l'espèce qui a fait l'objet du plus grand nombre d'études. Dès les années 60 (Granger et al, (1963) ont suggéré qu'il existait une diversité dans l'HE de cette espèce. Hypothèse rapidement démontrée, avec la mise en évidence d'un polymorphisme chimique qualitatif intraspécifique reposant principalement sur six composés : deux phénoliques (P) (Carvacrol et Thymol) et 4 non phénoliques (NP) (Géraniol, Thuyanol, Linalool et -terpinéol) présents en proportions variables dans l'HE. Des travaux réalisés sur les individus de cette même espèce dans le bassin de Saint-Martin-de-Londres, ont révélé que la composition des populations phénoliques et non phénoliques semble être déterminée par un facteur altitudinal (Granger et Passet, 1973; Thompson, 2002):

- À des altitudes > 250 m et sur les calcaires compacts constituant les plateaux entourant le bassin, se trouvent des populations phénoliques pures (chémotypes à carvacrol et à thymol).
- À des altitudes comprises entre 250 et 200 m, existent des populations mixtes (P-NP). Composées d'un mélange d'individus P et d'individus NP.
- À des altitudes < 200 m et sur les sols marneux situés dans le bassin (plus profonds et relativement plus humides). On trouve des populations pures NP, composées exclusivement d'individus NP (chémotypes à géraniol, thuyanol, linalol et - terpinéol). Cette distribution particulière est liée à l'influence de plusieurs facteurs environnementaux: l'humidité et la température (**Gouyon et al, 1986**). D'autres recherches conduites sur quatre clones d'*Eucommia ulmoides* en Chine (**Dong et al, 2011**) ont révélé que l'intensité de l'influence des facteurs environnementaux est corrélée aux types de métabolites secondaires: l'altitude et la température moyenne affectent significativement la formation de l'acide chlorogénique et les flavonoïdes alors que l'acide geniposidique est très corrélé au rayonnement solaire annuel et à la température annuelle moyenne. En effet, les flavonoïdes et l'acide chlorogénique contiennent au sein de leur structure, l'ortho-dihydroxylate caractérisé par sa capacité pour l'absorption des rayons ultraviolets et son activité anti-radicalaire. Une corrélation significative positive a été notée entre la concentration des deux métabolites et l'altitude chez *Eucommia*, due aux fortes radiations ultra-violettes en haute altitude. L'acide geniposidique appartient à la famille des iridoïdes dont la structure contient l'hémiacetal qui se décompose facilement à haute température. Ceci montre que l'impact de l'environnement sur les métabolites secondaires est fortement lié à leurs structures chimiques.

.1.2 La lumière et rayons solaires

L'énergie solaire est l'un des facteurs environnementaux les plus importants pour la croissance et le développement des plantes. Les plantes ont acquis une certaine plasticité de développement dans différents environnements grâce, en partie, à leur gestion permanente de la qualité (Longueur d'onde), de la durée et de la quantité des radiations solaires. Les plantes exploitent le maximum de leur capacité dans le processus photosynthétique et l'accumulation de biomasse. Elles ont développé pour cela une forte sensibilité et une grande capacité de sensation des différents spectres de la lumière et des ultraviolets présents dans le rayonnement solaire (**Kazan et Manners, 2011**). Pour tirer l'optimum de profit du rayonnement solaire, les plantes ont développé des mécanismes de protection biochimiques contre les dommages des

radiations UV et les intensités extrêmes de lumière. En effet, les radiations UV-B sont potentiellement néfastes pour les plantes et provoquent des perturbations de la transcription et de l'expression des gènes aussi bien que dans le processus de la photosynthèse (**Jansen et al, 1998**). Cela affecte une large gamme de métabolites secondaires incluant les composés phénoliques, les terpénoïdes et les alcaloïdes et/ou leurs intermédiaires biochimiques (**Rozema et al, 1997; Kazan et Manners, 2011**). Les dérivés phenylpropanoïdes sont parmi les principales classes de métabolites secondaires qui absorbent sélectivement dans le spectre des UV-B sans réduire l'absorption des radiations utiles à la photosynthèse dans les feuilles. Ceci approuve les propos connus concernant leur fonction d'écran solaire contre l'absorption de la lumière UV-B. Plusieurs études sur les phenylpropanoïdes utilisant des niveaux différents de radiation UV-B ont montré le même résultat (**Lavola et al, 1997; Laakso et al, 2000; Winkel-Shirley, 2002**). Néanmoins, une diminution de leur niveau chez d'autres espèces a été observée (**Tegelberg et Julkunen-Tiitto, 2001**). Ces études ont rapporté diverses conclusions sur la gamme des composés phénoliques qui protègent de façon prédominante contre les UV-B. Certaines de ces études incluent les acides hydroxycinnamiques, les flavonoïdes et la lignine ou tanins.

Le groupe de composés le plus important est les flavonoïdes, mais les acides hydroxycinnamiques et leurs esters ont été aussi impliqués dans ce rôle chez plusieurs espèces (**Burchard et al, 2000; Kliebenstein, 2004**).

IV.1.3 Le sol

Les effets des nutriments du sol sur la croissance des plantes, leur physiologie, la chimie de leurs tissus ou la tolérance au stress sont généralement étudiés par l'application d'apports d'éléments nutritifs dans des essais expérimentaux. Des études ont montré la variation des niveaux des métabolites secondaires dans les tissus des plantes en fonction de la disponibilité de la ressource (**Coley et al, 1985**). Le niveau des proanthocyanidines, par exemple, augmente avec un stress nutritionnel déterminé par une disponibilité limitée en phosphate

(**Kouki et Manetas, 2002**). Alors que de faibles quantités de Fer semblent stimuler la biosynthèse des composés phénoliques (**Dixon et Paiva, 1995**). L'équilibre des éléments nutritifs et la nutrition du sol influencent le niveau des métabolites secondaires et la régulation du métabolisme des plantes (**Herms et Mattson 1992**). L'hypothèse du rapport

Carbone/Azote (C/N) comme proposée (par **Bryant et al, (1983)**) postule que la fertilisation avec des doses de nutriments limitées conduit à une diminution des concentrations du carbone de base des métabolites secondaires. L'équilibre (C/N) explique les concentrations des métabolites secondaires dans les tissus. Ces concentrations dépendent de l'abondance relative des ressources pour la plante, particulièrement l'azote. La théorie suppose que le métabolisme primaire reste prioritaire pour la plante par rapport au métabolisme secondaire, l'attribution de carbone et d'azote pour ce dernier n'étant effectuée qu'une fois les besoins pour la croissance satisfaits. Il a été aussi démontré que le taux de production des métabolites secondaires est déterminé par la concentration en molécules précurseurs (**Reichardt et al, 1991**). Quand la croissance est limitée suite à une déficience en azote, l'équilibre (C/N) prévoit une accumulation des carbohydrates dans les tissus de la plante, provoquant une augmentation de la synthèse du carbone de base des métabolites secondaires. Ces résultats ont montré l'augmentation de la production des métabolites secondaires quand le rapport (C/N) est élevé, due à un excès de carbone, le rendant disponible à la plante (**Waterman et Mole, 1994**). La théorie prévoit aussi qu'un déficit dans la nutrition azotée, provoque une réduction dans la production des composés contenant de l'azote tels que les alcaloïdes et les glycosides cyanogéniques. Plusieurs études ont abouti à des résultats cohérents avec ces prédictions (**Dixon et Paiva, 1995; Kouki et Manetas, 2002; Simon et al, 2010**). Des recherches sur les effets des nutriments du sol sur la production du salidroside (composé actif) dans les racines de *Rhodiola sachalinensis* (plante médicinale Chinoise), **Yan et al, (2004)** ont montré qu'un sol riche en matière organique, ayant un pH faible et un niveau élevé d'azote échangeable et d'azote total, est essentiel pour une production élevée en salidroside. Cependant, quand le niveau du phosphate disponible dans le sol atteint des taux supérieurs à 5 mg/L et celui du potassium échangeable supérieur à 180 mg/L, le rendement en salidroside diminue significativement. D'autres investigations sur l'effet de l'apport en azote sur la corrélation entre la croissance et les métabolites de défense, **Simon et al, 2010** ont montré que pour chaque azote investi pour la production du glycoside cyanogénique, un azote supplémentaire est ajouté dans les feuilles d'*Eucalyptus cladocalyx*. Etant donné, la demande relativement grande en ressources (supérieur à 15%) de l'azote dans les feuilles dans *E. cladocalyx*, dans les cyanogènes (**Gleadow et al, 1998**) et leur efficacité dans les mécanismes de défense, le statut nutritionnel du sol est déterminant pour les concentrations en glycosides cyanogéniques dans la plante. Dans un environnement aux ressources limitées, la quantité du carbone alloué au métabolisme secondaire augmente ce qui améliore la résistance contre les herbivores et la tolérance au stress. La plasticité dans les modèles d'attribution et de partage des ressources se

traduit aussi par des variations dans le métabolisme secondaire. Cet échange dans l'attribution des ressources entre métabolisme primaire et secondaire a d'importantes incidences sur la qualité phytothérapeutique des plantes médicinales.

1.4 L'eau

La durée et l'intensité de la sécheresse ont un impact important sur la survie des plantes. La réduction de la croissance sous stress hydrique est due à une réduction de la photosynthèse. L'indisponibilité de l'eau et les hautes températures influencent la production des composés phénoliques dans les plantes (**Glynn et al, 2004; Alonso-Amelot et al, 2007**). Sous stress hydrique, les plantes referment leurs stomates et réduisent leur photosynthèse. Ainsi, le manque d'eau affecte négativement la synthèse des métabolites secondaires. **Horner, (1990)** suggère un lien entre la pression du xylème et la synthèse des tanins, cette corrélation peut être positive ou négative, dépendant du degré de stress hydrique dans la plante. Il a été montré que les concentrations des phénols et des saponines et leur bioactivité correspondante varient en fonction des saisons dans les bulbes des plantes médicinales (**Ncube et al, 2011**). Dans la même étude, des taux élevés de composés phénoliques ont été enregistrés chez toutes les espèces durant la saison d'automne, caractérisé par un manque d'humidité. Les auteurs, concluent donc que l'augmentation en composés phénoliques est due au stress causé par les faibles taux d'humidité durant cette saison.

1.5 La température

Le stress causé par les variations de température est généralement connu pour ses effets d'induction ou d'inhibition des enzymes piègeuses de l'oxygène actif telle la superoxyde dismutase, la catalase, le peroxydase et d'autres antioxydants. La température provoque des changements physiologiques, biochimiques et moléculaires dans le métabolisme des plantes comme la dénaturation des protéines ou la perturbation de l'intégrité de la membrane cellulaire. Beaucoup de ces changements peuvent influencer les concentrations en métabolites secondaires dans les tissus des plantes (**Zobayed et al, 2005**). L'application de hautes températures (35°C) provoque une augmentation de l'activité de la peroxydase dans les feuilles et des concentrations élevées en hypericine, en ps'eudohypericine et en hyperforine dans les tissus des racines de *Hypericum perforatum* (millepertuis) (**Zobayed et al, 2005**). De même, une augmentation proportionnelle des composés volatils à la croissance linéaire de la température chez une gamme d'espèce a été décrite (**Parker, 1977; Sharkey et Loreto, 1993;**

Sharkey et Yeh, 2001). Le stress dû au froid provoque une stimulation de la production des composés phénoliques et leur incorporation ultérieure dans la paroi cellulaire (**Christie et al, 1994**). Des études ont montré qu'une exposition à des basses températures de graines germées de maïs et de graines à huile provoque l'augmentation du niveau de l'enzyme Phenylalanine Amonia Lyase, conséquence de l'augmentation des composés phénoliques (**Christie et al, 1994; Solecka et Kacperska, 1995**). En particulier, la concentration des anthocyanes augmente après un stress de froid, ce qui laisse penser que ces composés procurent une protection à la plante contre les effets du froid (**Pennycooke et al, 2005**). De même, **Ncube et a., (2011)** dans leur étude, ont attribué le niveau élevé des composés phénoliques totaux durant l'automne aux effets du froid. Ce qui confirme les résultats obtenus dans des études précédentes (**Pennycooke et al, 2005; Prasad, 1996**). Chez *T. vulgaris*, des transplantations en milieu naturel couplées à des expériences en conditions contrôlées ont permis de démontrer que les gelées sévères de début de décembre avaient un effet négatif significatif sur la survie des génotypes phénoliques (P) par rapport aux non phénoliques (NP). Inversement, les individus P présentaient de meilleurs taux de reprise de croissance et de survie après un été sec que les individus NP (**Amiot et al, 2005, Thompson et al, 2007**). Une explication a été apportée grâce à des observations morphologiques des trichomes des feuilles de thym soumis à différents traitements en conditions contrôlées (gel, témoins d'hiver et d'été): le gel et la chaleur ont un effet significatif sur la résistance des trichomes. Il est possible qu'une différence de fragilité des trichomes des individus P et NP, selon les conditions environnementales (gel ou chaleur), influe sur la survie des plantes. En effet, par suite de dégâts occasionnés aux cellules de protection des trichomes, il se pourrait qu'au moins une partie des monoterpènes stockés dans les trichomes des plantes soit libérée à l'intérieur de la feuille par la voie de l'apoplaste, ce qui occasionnerait un auto-empoisonnement de l'individu. Une libération des monoterpènes dans l'atmosphère plutôt qu'à l'intérieur des feuilles favoriserait donc la survie des individus NP en cas de gel ou des individus P en cas de chaleur (**Amiot, 2005**). En somme, le gel semble être le facteur sélectif dans les sites NP et la sécheresse le facteur de sélection dans les sites P. Chez *Mentha piperita*, les nuits froides favorisent la formation de menthol alors que les nuits tempérées favorisent celle du menthofuranne (**Bruneton, 1999**).

1 L'effet allélopathique

L'environnement biotique semble également jouer un rôle dans la répartition des chémotypes. **Tarayre et al, (1995)** ont montré que contrairement à l'essence des plantes non- phénoliques, celle des phénoliques pouvait inhiber la germination de compétiteurs telle que la graminée *Brachypodium phoenicoides*, suggérant ainsi un rôle allélopathique de ces chémotypes. De même, **Ehlers et Thompson, (2004)** ont montré qu'en fonction des chémotypes, l'impact de la présence de *T. vulgaris* sur les performances d'une espèce associée comme *Bromus erectus* pouvait être variable. Cet effet pourrait avoir lieu par l'intermédiaire de l'HE présente dans la litière de décomposition des feuilles sur le sol. Il a par ailleurs été montré que les différentes huiles essentielles produites par les chémotypes du thym pouvaient affecter de manière variable la palatabilité des plants de thym pour un grand nombre d'herbivores potentiels (**Gouyon et al, 1983; Linhart et Thompson 1995, 1999**). Bien que les chémotypes phénoliques se soient révélés généralement moins appétant que les non-phénoliques, l'ordre de préférence pour certains chémotypes peut varier dans d'importantes proportions en fonction de l'espèce d'herbivore considérée (**Linhart et Thompson 1999**). De même, **Vokou et Margaris, (1986)** ont montré que l'HE de *T. capitatus* pouvait réduire la germination et l'établissement des plantules de cette même espèce, alors que **Tarayre et al, (1995)** ont utilisé les feuilles écrasées ou l'huile pure de *T. vulgaris* pour inhiber la germination de ses propres graines. De plus, **Thanos et al, (1995)** ont émis l'hypothèse qu'une auto-inhibition de germination puisse être adaptative: elle permettrait de retarder la germination de la banque de graines dans le sol en attendant des conditions plus favorables. Cette hypothèse prend tout son sens pour des espèces comme *T. vulgaris* dont les graines matures tombent au sol au milieu de l'été, saison très défavorable pour la germination d'un point de vue hydrique. Les fortes pluies automnales pourraient ainsi lessiver les monoterpènes libérés au sol et lever l'inhibition: c'est l'auto-allélopathie.

2.2 Les herbivores et les agents pathogènes

Les plantes sont exposées à d'autres stress biotiques comme les attaques des herbivores et des agents pathogènes (**Dixon et paiva, 1995; Holopainen et Gershenzon, 2010**). Les dommages des herbivores sur les parties végétatives induisent une augmentation de la production des métabolites secondaires (**Bernays et Chapman, 2000; Hagerman et Butler, 1991**). Le spectre du composé dépend du type, de l'intensité du stress et du type de l'organisme attaquant dans le cas du stress biotique (**Niinemets, 2010**). Les dommages mécaniques aux feuillages de la plante provoquent aussi une élévation du niveau de défense

par la production de métabolites, quoique celle-ci ne soit pas aussi intense et ne présente pas la même diversité en composés, que celle résultant des attaques d'herbivores (**Holopainen et Gershenzon, 2010**).

1. Présentation d'*Eucalyptus globulus*

La famille Myrtaceae - Myrtacées est une famille des plantes dicotylédones, elle est répartie en environ trois mille espèces réparties en 134 genres environ.

Beaucoup d'espèces appartenant à cette famille sont une source d'huiles essentielles pour la parfumerie ou pour l'usage thérapeutique.

Dans les principaux pays planteurs d'eucalyptus, *Eucalyptus globulus* a été la principale source commerciale d'huiles essentielles, ses feuilles renfermeraient environ (60- 75 %) de cinéol- 1,8 (eucalyptol).

Ces huiles essentielles peuvent constituer un revenu intérieur intéressant étant donné qu'on peut même obtenir des quantités massives de feuilles par les rejets repoussant après l'exploitation du peuplement (**Bruneton, 1999**).

2. Origine et répartition géographique

Le genre *Eucalyptus* est endémique en Australie et en Tasmanie. Il est cultivé de nos jours dans quelques régions subtropicales d'Afrique, d'Asie (Chine, Inde, Indonésie) et d'Amérique du Sud ainsi qu'en Europe méridionale et aux États-Unis (**Bouamer, 2004**). Son introduction en Algérie par les français.

en 1860 (**BELKOU, 2005; Goetz et al, 2012**). La plantation massive de ces arbres pendant les années 60 à 70, à base d'*Eucalyptus*, les espèces *E. globulus*, *E. camaldulensis*, *E. gomphocephala*, sont les plus répandues dans la région méditerranéenne ont concerné notamment l'Est (El-Kala, Annaba, Skikda), le centre (Tizi-Ouzou, Bainem) et l'Ouest (Mostaganem) et ceci afin de répondre aux besoins nationaux en produits ligneux et papetiers (**BELKOU, 2005; Goetz et al, 2012**).

Certains *Eucalyptus* s'hybrident facilement entre elles étant donné la facilité avec laquelle les graines de pollen se transfèrent d'une espèce à une autre, ce qui complique encore plus leur identification.

La répartition géographique de *Eucalyptus globulus* en Algérie est représentée sur le tableau 01

Tableau 01: Distribution géographique d'*Eucalyptus globulus* en Algérie (Foudil-Cherif, 1991)

Wilaya	BLIDA	BOUMERDES	RELIZANE	SIKIKDA	S.BELABAS	SETIF	ELTAREF
Nom local	Kafour	Kafour	Calatous	–	Ouerg el Kafour	Calatous	–
Superficie	41Ares	93HA70Ares	–	2250 HA	342 HA	10 A	1000

3. Description d'*Eucalyptus globulus*

L'Eucalyptus est un très bel arbre de 30 à 35 m, jusqu'à 100 m dans son milieu naturel.

Le tronc comprend une écorce à la base foncée et rugueuse et, en hauteur, lisse, gris cendré s'exfolier son épiderme en longs lambeaux souples et odorants ; il possède également des lenticelles gorgées de gomme balsamique et un bois rouge (Goetz, 2008).

a/ Feuilles

Les Eucalyptus portent des feuilles persistantes, glabres mais différentes en fonction de l'âge des rameaux :

- Les jeunes rameaux possèdent des feuilles larges, courtes, avec un vrai limbe nervuré (vignette).
- Les rameaux plus âgés possèdent des feuilles aromatiques, épaisses, vert foncé, courtement pétiolées (Goetz, 2008).

b/ Fleurs

Les fleurs sont très variées. Elles ont de couleur blanc crème (en bouton de couleur blanc-bleu), solitaires, relativement larges. La base des sépales adhère à l'ovaire infère ; le calice et la corolle sont soudés et sa paroi renferme des poches d'essence aromatique (Goetz, 2008).

c/ Fruits

Les fruits à maturité ont la forme d'un cône, ils sont secs, et de couleur brune.

Les fruits ligneux mesurent de 1,5 à 2,5 cm de diamètre ont une capsule très dure (Goetz, 2008)



Figure 02 : *Eucalyptus globulus* (Foudil-Cherif, 1991)

4. Classification botanique

Règne: Plantae

Embranchement: Spermaphytes

Sous embranchement: Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Sous classe : Dialypétales

Famille : Myrtacées

Genre : Eucalyptus

Espèce: *Eucalyptus globulus* (Metro, 1970).

5. Huile essentielle de l'Eucalyptus

La famille Myrtacées comme d'autres familles de plantes médicinales, cette famille se caractérise par l'abondance de production d'huile.

Les Eucalyptus sont aussi extrêmement intéressants pour leurs tanins, résines et huiles essentielles que renferment les feuilles, les tiges et même l'écorce et qui ont des applications très importantes en médecine (Bigendako, 2004).

L'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* contient environ 70% en eucalyptol (1,8- cinéole) et ce dernier considéré comme un composé majoritaire dans plusieurs espèces d'*Eucalyptus* (*E. viridis* et *E. salubris*...etc. (Sroka, 2005).



Figure 03 : huile essentielle d'*Eucalyptus Globulus*

La composition chimique des huiles essentielles de feuilles de l'*Eucalyptus globulus* résumées dans le tableau 02

Tableau 02 : Composition chimique des huiles essentielles de feuilles de *Eucalyptus globulus* (Amakura et al, 2002), (Wichtl , 2003) ,(Bruneton, 2009) .

Classe de constituants	Exemples de constituants
Huile essentielle : 1 a 3,5 % du poids de la feuille	1,8 cineole (eucalyptol) : 70 a 85 % de l'huile essentielle - monoterpènes : alpha-pinene, s-pinene, - limonene, para-cymene, camphene, alpha-phellandrene, alphafenchene, -terpinene, - sesquiterpènes : aromadendrene, alloaromadendrene - alcools : eudesmol, alpha-terpineol, globulol, pinocarveol - aldehydes : citral, myrtenal - cétones : carvone, pinocarvone, verbenone - acetate de geranyl
Acides phenols	Acides gallique, cafeique, ferulique, ellagique, gentsique, protocatechique

6. Caractéristiques des huiles essentielles

Densité à 20°C : 0,905 à 0,925 ;

Indice de réfraction à 20°C : 1,460 à 1,466 ;

Pouvoir rotatoire à 20°C : +0° à +10° ;

Point éclair : +44°C ;

Aspect : liquide ;

Couleur : Incolore à jaune pâle ;

Odeur : camphrée, fraîche. (Raynaud, 2006)

7. Usage des huiles essentielles d'Eucalyptus

L'utilisation des huiles essentielles à base de menthe, de thym et d'Eucalyptus en inhalations ou sous forme de pommade; pour soigner un rhume provoqué par des virus (rhinovirus) (**Sandrine, 2006**).

L'Eucalyptus est parmi les plantes médicinales (la mauve, la réglisse) qui ont montré une efficacité contre la toux.

Les gens utilisaient également les feuilles pour aider à soulager la fièvre et divers autres maux. Elles sont également utilisées comme bois d'œuvre et de chauffage. Leurs huiles essentielles sont utilisées dans les industries pharmaceutiques et cosmétiques pour la fabrication de différents produits (**Sandrine, 2006 ; Goetz et al, 2008**).

I. Présentation de la wilaya d Ain defla (ANDI 2015) :

I.1. Situation géographique :

La wilaya d'Ain Defla se présente comme étant une zone relais entre l'Est et l'Ouest, le Nord et le Sud, occupant de ce fait, une position géographique centrale pouvant lui confier un rôle stratégique lors de l'élaboration du schéma national d'aménagement du territoire, assurant ainsi une parfaite jonction entre le littoral et la région des hauts plateaux ainsi qu'une meilleure liaison entre la région Ouest et celle de l'Est du pays.

Le territoire de la wilaya reste inséré entre les massifs montagneux du DAHRA- ZACCAR au Nord et l'OUARSNIS au sud avec une plaine au centre sous forme de cuvette, traversée d'est en Ouest par oued Cheliff, cours d'eau d'importance nationale.

La wilaya d'Ain Defla est située à 145 km au sud Ouest de la capitale et s'étend sur une superficie de 4544,28 km².

La wilaya d'Ain Defla est limitée par 05 wilayas :

Au Nord la wilaya de TIPAZA

Au Nord-Est la wilaya de BLIDA

A l'Est la wilaya de MEDEA

A l'Ouest la wilaya de CHLEF

Au Sud la wilaya de TISSEMSSILT

I.2. Le relief

Le territoire de la wilaya est modelé selon sa configuration géographique avec :

A) **Les Monts du DAHRA-ZACCAR** : limité à l'Est par la MITIDJA et l'ATLAS BLIDEEN, au Nord par la mer, au Sud par la plaine du Cheliff et à l'Ouest par la plaine HABRA. Cet ensemble se scinde en deux blocs distincts :

LE ZACCAR : il est formé de deux monts calcaires : le ZACCAR GHERBI avec une altitude qui atteint 1576 m et le Zaccar Chergui dont l'altitude la plus élevée atteint 1530 m. La forêt naturelle est dense.

Le Dahra : Il est formé d'un relief complexe. L'altitude moyenne avoisine les 700 m c'est la partie la plus fermée et la plus accidentée de l'ensemble DAHRA-ZACCAR. Les pentes sont fortes et varient entre 12% et 25%. Les terrains sont tendres à prédominance marneuse favorisant l'érosion. La végétation naturelle est très dégradée à prédominance de maquis.

B) Les Monts de l'OUARSNIS

Au sud, on retrouve les monts de l'OUARSNIS qui restent un ensemble très important de l'atlas tellien. Le sommet le plus haut est à 1700 m, et est situé à la limite sud de la wilaya au niveau de la commune de TARIK IBN ZIAD. La formation rocheuse de cet ensemble est schiste marneuse favorisant l'érosion. Les pentes sont comprises entre 10% et 30%

C) La plaine du Cheliff

Au centre se trouve une plaine sous forme de cuvette qui reste compartimentée entre les deux reliefs infranchissables (l'OUARSNIS et le DAHRA-ZACCAR). Il s'agit de la plaine du Cheliff et fait en moyenne 3 km de large sur 60 km de long et s'étend le long du territoire de la wilaya d'Est en Ouest.

I.3.L'étude climatique

I.3.1 Précipitations :

Tableau 03 : Moyenne mensuelle de Précipitations de la station Aindefla(tutiempo.net)

Moi	Jan	fév	Mars	Avr	Mai	juin	juillt	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	Moyenne annuelle
P (mm)	57.29	62.85	58.80	38.27	26.9	7.05	1.63	6.65	17.98	41.99	70.48	61.90	451.86

L'examen du tableau relatif à la précipitation moyenne mensuelle fait ressortir deux périodes en cours de l'année.

La première, pluvieuse, s'étale de Octobre à mars avec un premier maximum en

Novembre (70.48 mm) et un deuxième en février (62.85 mm)

La seconde, sèche, coïncide avec la saison la plus chaude. Elle présente un premier maximum de sécheresse en juillet (1.63 mm). Le deuxième maximum de sécheresse se situe en août (6.65mm).

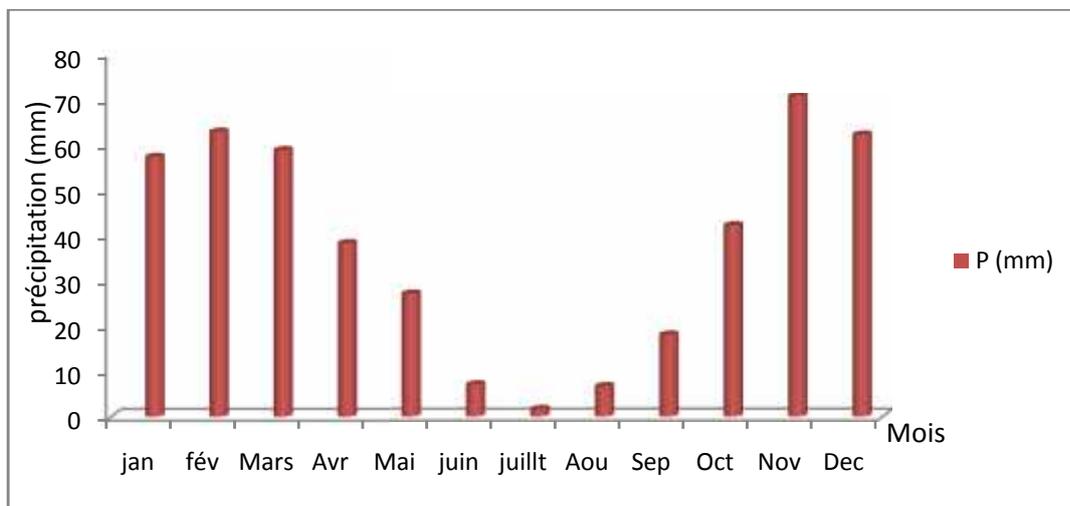


Figure 04: Histogramme de précipitations moyenne mensuelle pour la Station Aindefla

I.3.2. température

Tableau 04: Températures mensuelles de la station d'Ain defla(tutiempo.net)

Moi Variable	jan	fév	mars	avr	mai	juin	juillt	auo	sép	oct	nov	déc	Moyenne annuelle
M	20.91	23.06	28.97	30.43	36.46	41.86	45.22	41.31	40.5	35.97	27.69	22.8	32.93
m	1.1	0.79	1.75	4.56	7.5	13.35	15.76	15.81	11.93	8.18	5.36	1.8	7.32
(M+m)/2	11.01	11.92	15.36	17.5	21.98	27.61	30.49	28.56	26.21	22.08	16.53	12.3	20.13
(M-m)	19.81	22.27	27.22	25.87	28.96	28.51	29.46	25.5	28.57	27.79	22.33	19.81	

M : Moyenne des températures maximales du mois (°C)

m: Moyenne des températures minimales du mois (°C)

Selon le tableau, nous remarquons que :

- les températures moyennes mensuelles présentent un minimum de l'ordre 11.01°C en janvier et un maximum de l'ordre de 30.49°C en juillet.

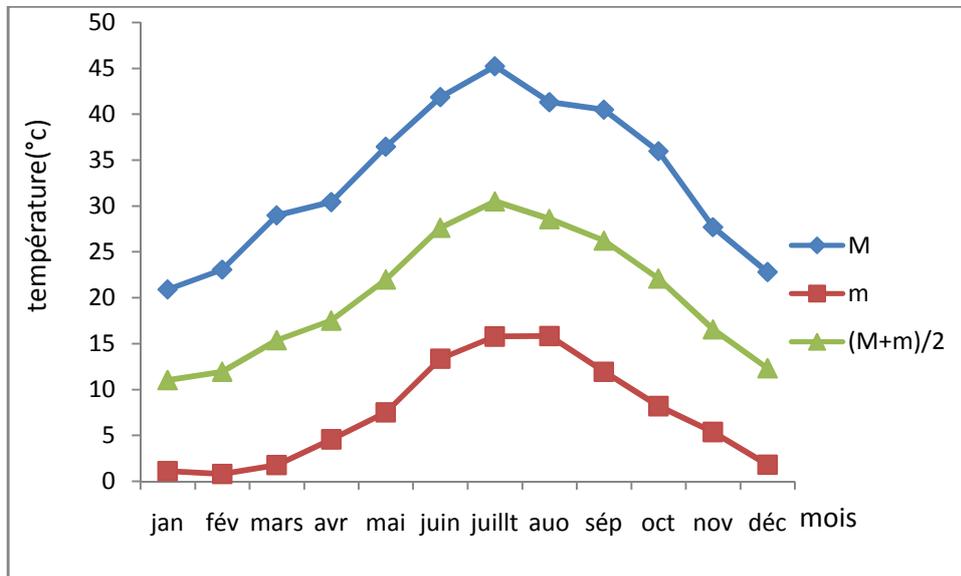


Figure 05 : Variation mensuelles des températures (2007-2017) Ain defla

I. 3.3. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson

La représentation de ce diagramme (fig. 16) consiste à porter sur le même graphique les variations des températures et les précipitations portées sur deux axes parallèles en fonction du temps, dont l'échelle est " 2 mm = 1°C ". Bagnouls et Gausson considèrent " un mois sec est celui où le total mensuel des précipitations (mm) est inférieur ou égal à deux fois la valeur de température moyenne mensuelle exprimé en °C " c'est-à-dire " $P \leq 2T$ ". Le diagramme ainsi obtenu (fig. 14) permet de visualiser la saison sèche où la courbe des températures passe au dessus

de celle des précipitations. Ce mode de représentation permet de comparer mois par mois le rapport $p/2T$ et de calculer donc la durée et l'intensité de la période

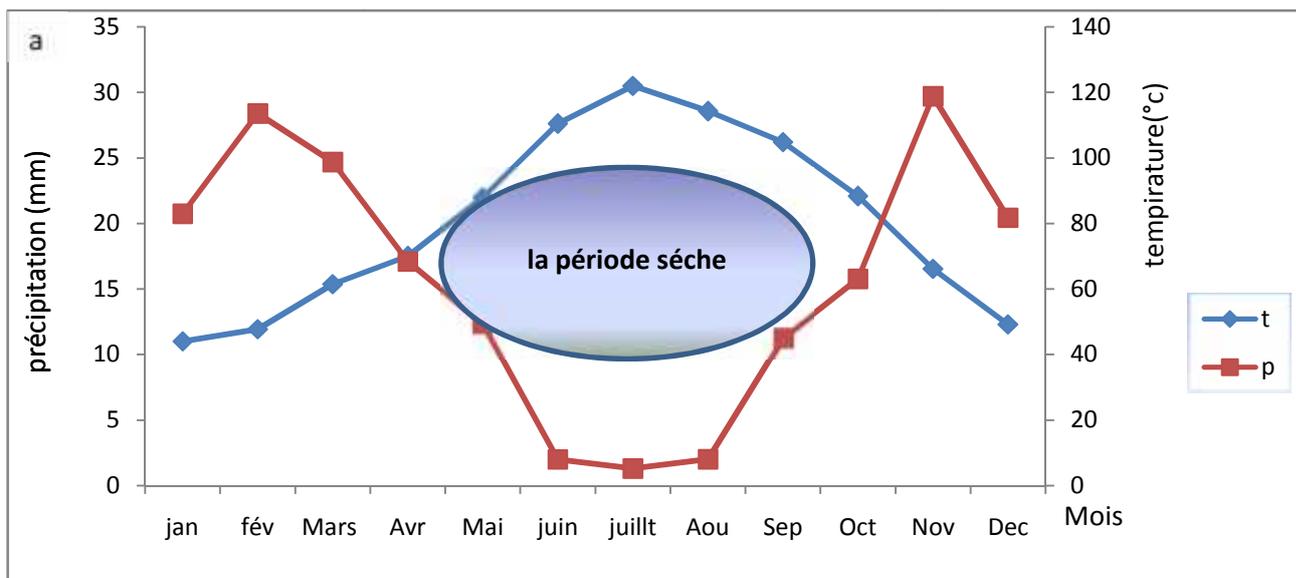


Figure 06 : diagramme ombrothermique de BAGNOUL et GAUSSEN de Ain defla pour la période (2007-2017).

Le diagramme représente par la figure montre que la saison sèche s'étale du fin d'Avril à Fin d'Octobre, elle dure en moyenne six mois. La période humide débute de la fin du mois d'Octobre et se termine la fin du mois d'Avril.

I.3.4. Indice d'aridité annuelle de De Martonne(1923) ;

De Martonne(1923) a proposé une formule caractérisant la saison sèche, il plus élevé que le climat est moins aride. La formule de calcul de cet indice est la suivante :

$$Aa = P / (T + 10)$$

Ou :

P : pluviométrie annuelle (mm).

T : Température moyenne annuelle (°C).

$$Aa = 15.47$$

A partir de ce résultat tous constatons que la forêt domaniale d'Arrib est du type semi-aride

1.3.5. Le quotient pluviométrique d'EMBERGER :

La valeur du quotient pluviothermique dans notre station est : $Q_2=2000xp/ (M^2-m^2)$

$$Q_2= 46.09$$

II. Présentation de la wilaya de Médéa : (ANDI 2015)

II.1 Situation géographique La wilaya

Tableau 05 : Situation géographique La wilaya Médéa

Latitude	Longitude	Altitude
36.28	2.75	1036

Est située Au Nord de l'Algérie, Le Chef lieu de la wilaya est située à 88 km à l'Ouest de la capitale, Alger. Elle s'étend sur une superficie de 8.775,65 Km². Situé au cœur de l'Atlas Tellien, la wilaya de Médéa est caractérisée par une altitude élevée et un relief mouvementé enserrant quelques plaines assez fertiles mais de faible extension pour s'estomper ensuite aux confins des hautes plaines steppiques, en une série de collines mollement ondulées.

Une telle position stratégique a fait de Médéa une zone de transit principale et un trait d'union entre le Tel et le Sahara, d'une part, et entre les Hauts Plateaux de l'Est et ceux de l'Ouest, d'autre part. La wilaya de Médéa est limitée par les wilayas suivantes :

La Wilaya de Blida au Nord

La wilaya de Djelfa au Sud.

Les wilayas d'Ain Defla et Tissemsilt à l'Ouest

Les Wilaya de M'sila et Bouira à l'Est.

II.2. Le relief

La Wilaya de Médéa peut être découpée en quatre (04) zones naturelles :

Le tell montagneux :

Il forme une bande quasi –continue ceinturant la wilaya à l'Ouest et au Nord, depuis l'Ouarsenis jusqu'au massif de Tablat .C'est une région au relief marqué, au climat rude, peu peuplée. Région forestière, l'arboriculture, la céréaliculture et l'élevage ne sont pratiqués qu'à la faveur de dépressions alluviales ou de replats colluviaux.

Le tell collinien :

Située au cœur de la wilaya, c'est une région de peuplement qui de tout temps a eu une vocation agricole, la polyculture y est de mise ; vigne et arboriculture sur les terres légères, céréales et fourrages sur les terrasses alluviales des principaux oueds.

Les plaines du tell : Traditionnellement vouées à la céréaliculture, les plaines de Beni Slimane et Merachda sont enchâssées à l'intérieur du tell collinien. La mise en valeur de ces plaines a permis d'implanter la polyculture associant cultures à sec et en irrigué ainsi que le développement et l'élevage.

Le piémont méridional du tell : Caractérisé par une pluviométrie irrégulière située entre 300 et 400 mm, le piémont s'affirme comme une zone de transition vers les hautes plaines steppiques où la céréaliculture est la plus répandue

II.3.L'étude climatique**II.3.1 Précipitations :****Tableau 06 :** Moyenne mensuelle de Précipitations de la station Médéa

Moi Variable	jan	fév	Mars	Avr	Mai	Juin	juill	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	Moyenne annuelle
P (mm)	82.96	113.55	98.73	68.38	49.44	7.96	5.21	8.02	45.04	63.09	118.81	81.72	742.88

L'examen du tableau relatif à la précipitation moyenne mensuelle fait ressortir deux périodes en cours de l'année.

La première, pluvieuse, s'étale de Septembre à Mai avec un premier maximum en

Novembre (118.81 mm) et un deuxième en février (113.55 mm)

La seconde, sèche, c. Elle présente un premier maximum de sécheresse en juillet (5.21 mm). Le deuxième maximum de sécheresse se situe en Juin (7.96 mm)

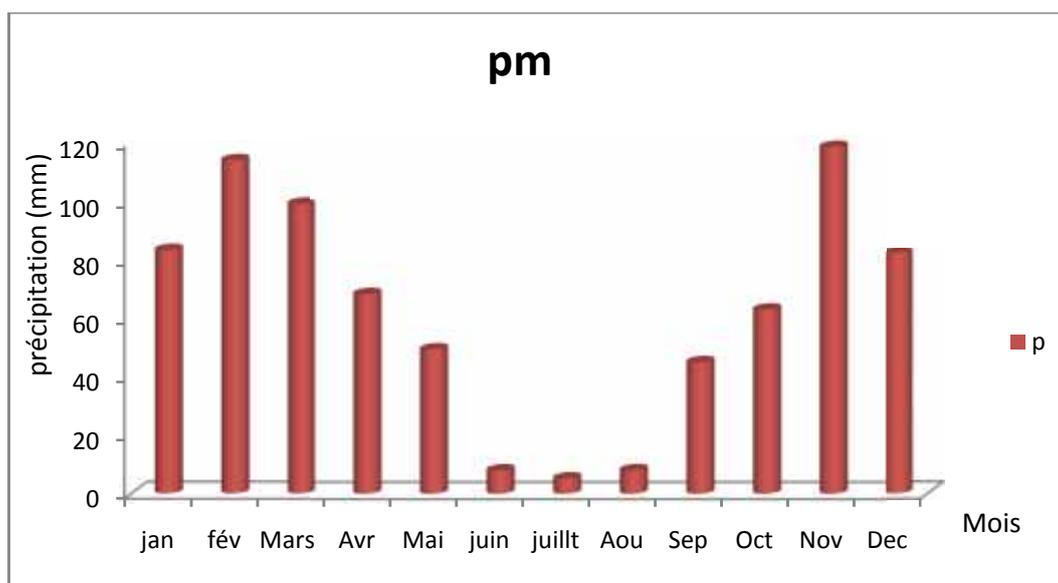


Figure 07: Histogramme de précipitations moyenne mensuelle pour la Station Médéa

II.3.2. Température

Tableau 07 : Températures mensuelles de la Station Médéa (tutiempo.net)

Moi Variable	jan	fév	Mars	Avr	Mai	Juin	juillt	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	Moyenne annuelle
M(c°)	9.89	9.78	12.93	17.31	21.88	28.5	32.13	32.59	25.42	21.67	13.7	10.76	19.71
m(c°)	4.31	4	6.06	9.07	12.7	18.06	21.15	21.75	16.94	12.56	7.782	4.76	11.60
(M+m)/2	7.1	6.88	9.5	13.19	17.29	23.28	26.64	27.17	21.18	17.12	10.74	7.76	15.65
(M-m)	5.6	5.8	6.9	8.2	9.2	10.4	11.0	10.8	8.5	9.1	5.9	6.0	

Selon le tableau, nous remarquons que :

- les températures moyennes mensuelles présentent un minimum de l'ordre ° 6.88 en février et un maximum de l'ordre de 27.17C ° en Aout.

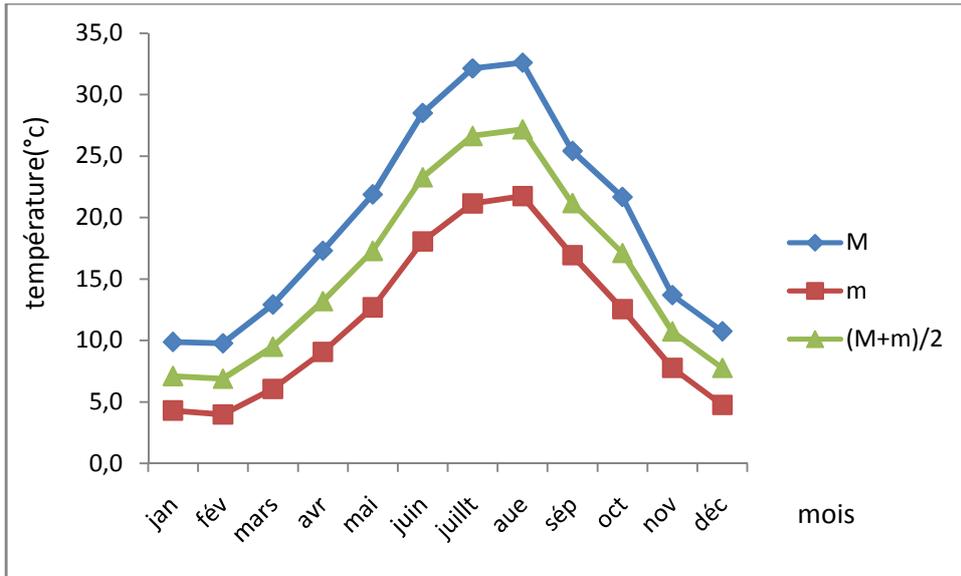


Figure 08 : Variation mensuelles des températures (2007-2017) Médéa

II.3.3. Daigramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен

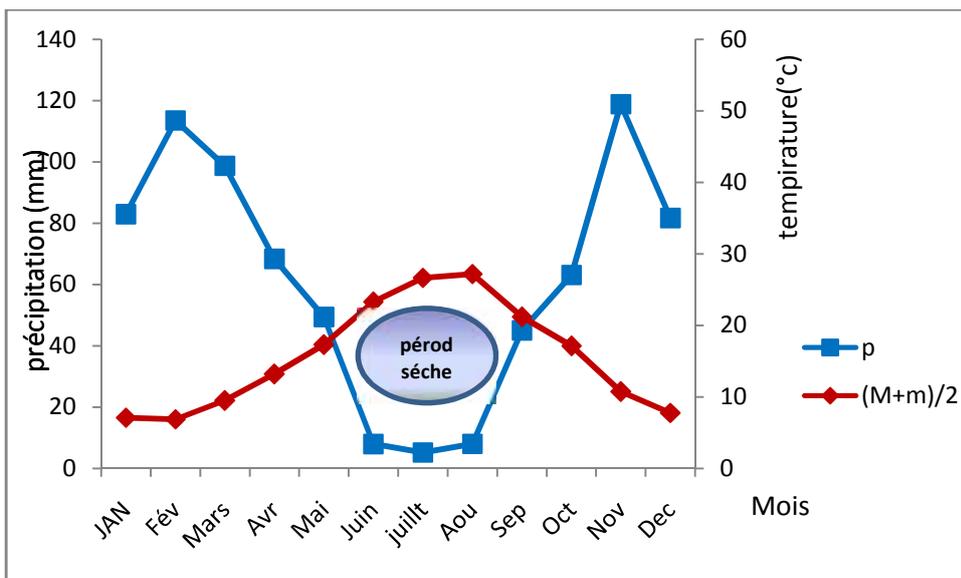


Figure 09: diagramme ombrothermique de BAGNOUL et GAUSSEN de Médéa pour la période (2007-2017).

Le diagramme représente par la figure montre que la saison sèche s'étale du début de Mai à début Septembre elle dure en moyenne cinq mois. La période humide débute de septembre se termine le début du mois Mai

I.3.4. Indice d'aridité annuelle de De Martonne(1923) :

$$Aa = 29$$

A partir de ce résultat tous constatons que Station Médéa. est du type subhumide

II.3.5. Le quotient pluviométrique d EMBERGER

$$Q_2 = 89.30$$

D'après le calcul de ce Quotient, les valeurs de m et Q_2 respectivement 4 et 89.30 permettent de classer notre station d'étude dans l'étage bioclimatique subhumide à variante doux, donc le climat est subhumide

III. présentation de la wilaya d'Ouargla (ANDI 2015)**III.1 Situation géographique La wilaya :**

Tableau 08: Situation géographique La wilaya d'Ouargla

Latitude	Longitude	Altitude
31.93	5.4	141

La Wilaya de Ouargla est située au Sud-Est du pays dans le bas Sahara dans les limites de latitude $28^{\circ}45'$ et $33^{\circ}55'$ et de longitude 3° et $9^{\circ}35'$ couvrant un territoire de 163 230 Km².

Elle est limitée par la Wilaya d'El Oued au Nord, la Wilaya d'Ilizi au Sud, les Wilayate de Djelfa Biskra et Ghardaïa au Nord – Ouest et Ouest la Wilaya de Tamanrasset au Sud – Ouest et par la Tunisie à l'Est.

III.2. Le relief :

Le relief est dominé au 2/3 par le Grand Erg Oriental, la Hamada plateau caillouteux au Sud – Ouest.

Les plaines, assez réduites s'étendent du Nord au Sud. L'Oued Mya et l'Oued Righ constituent les deux vallées fossiles de la région les dépressions sont peu nombreuses et se situent dans la zone de Oued Righ.

De point de vue géologique la région est très peu accidentée et est tectoniquement stable.

En matière d'hydrogéologie, les nappes souterraines constituent les principales ressources hydriques :

La nappe phréatique du Nord au Sud tout au long des vallées avec une profondeur de 1 à 8m ;

La nappe mi-pliocène dite nappe des sables ;

La nappe des calcaires (Sénonien)

La nappe du continental intercalaire (entre 1 000 et 1 700 m).

III.3. Etude climatique

III.3.1. Précipitations :

Tableau 09 : Moyenne mensuelle de Précipitations de la station d'Ouargla (tutiempo.net)

Moi Variabe	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Aut	Sép	oct	Nov	Dec	moyene Anuelle
P mm)	12.98	3.55	6.24	49.15	4.51	4.15	3.76	3.67	8.22	4.06	2.90	4.9	108.10

L'examen du tableau relatif à la précipitation moyenne mensuelle fait ressortir un seul période sèche en cours de l'année.

Le mois plus pluvieuse est Avril avec (49.15 mm)

Le mois plus sèche est Novembre avec (2.90 mm)

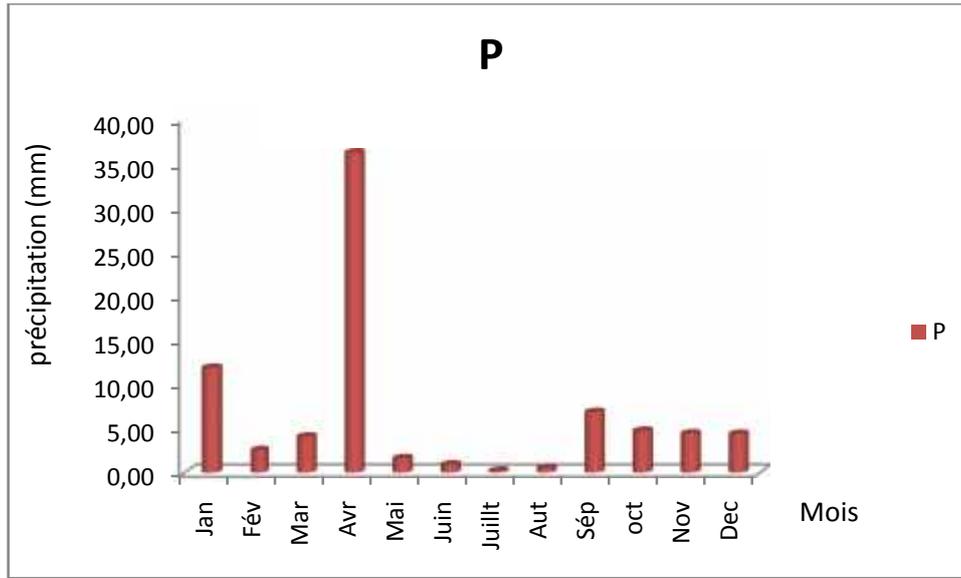


Figure 10 : Histogramme de précipitations moyenne mensuelle pour la station d'Ouargla

III.3. 2.Température

Tableau 10 : Températures mensuelles de la station d'Ouargla

Moi Variable	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juillt	Aut	Sép	oct	Nov	Dec	Moyenne annuelle
M	16.07	21.43	25.77	29.16	34.27	40.58	43.69	42.64	36.83	31.61	24.35	19.48	30.49
m	5.63	7.29	10.68	16.52	20.06	24.84	28.07	27.36	23.87	17.26	10.23	5.89	16.47
(M+m)/2	10.85	14.36	18.22	22.84	27.17	32.71	35.88	35.00	30.35	24.44	17.29	12.69	23.48
(M-m)	10.44	14.14	15.09	12.64	14.21	15.74	15.62	15.28	12.96	14.35	14.12	13.59	

Selon le tableau, nous remarquons que :

- les températures moyennes mensuelles présentent un minimum de l'ordre 10.85°C en janvier et un maximum de l'ordre de 35.88°C en juillet.

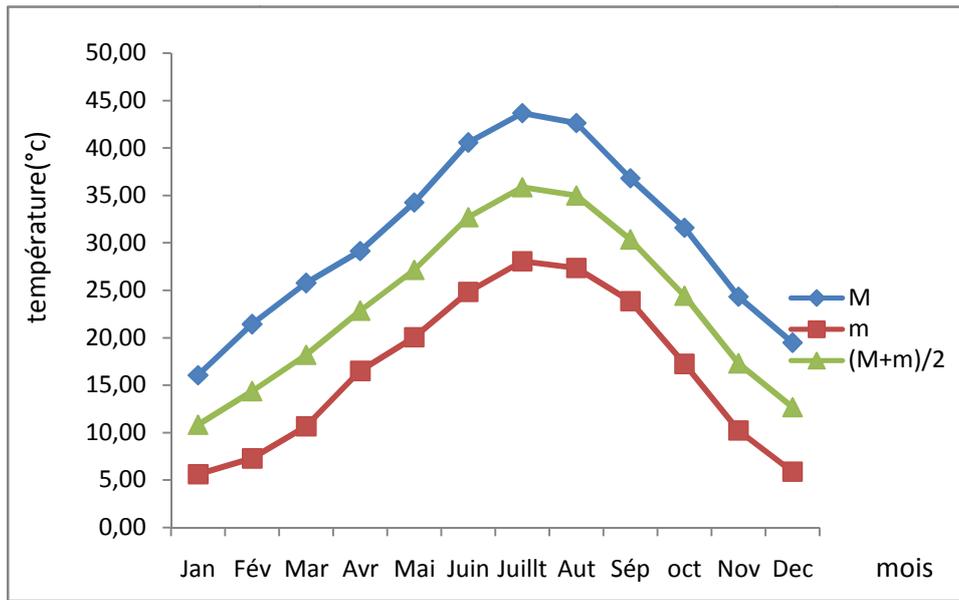


Figure 11: Variation mensuelles des températures (2007-2017) d'Ouargla

III.3.3. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussien

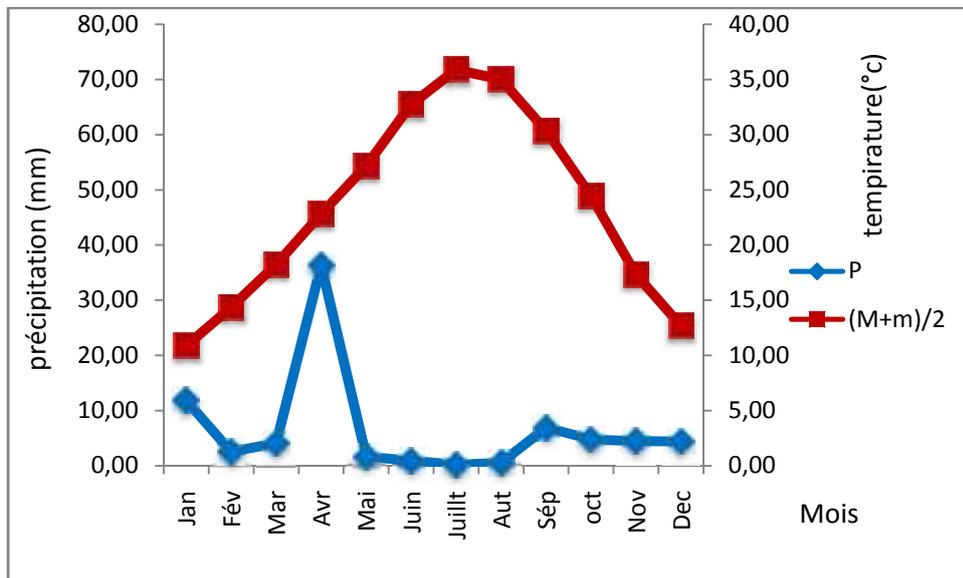


Figure 12 : diagramme ombrothermique de BAGNOUL et GAUSSEN d' Ouargla pour la période (2007-2017).

Le diagramme représente par la figure montre que toute l'année est sèche

III.3.4. Indice d'aridité annuelle de De Martonne(1923) ;

Aa= 2.35

A partir de ce résultat tous constatons que station d'Ouargla est du type hyper -aride.

III.3.5. Le quotient pluviométrique d EMBERGER

$Q_2=6.94$

D'après le calcul de ce Quotient, les valeurs de m et Q_2 respectivement 6.75et 6.94 permettent de classer notre station d'étude dans l'étage bioclimatique saharien à variante doux donc le climat est saharien

VI. Diagramme pluviométrique :(les trois stations)

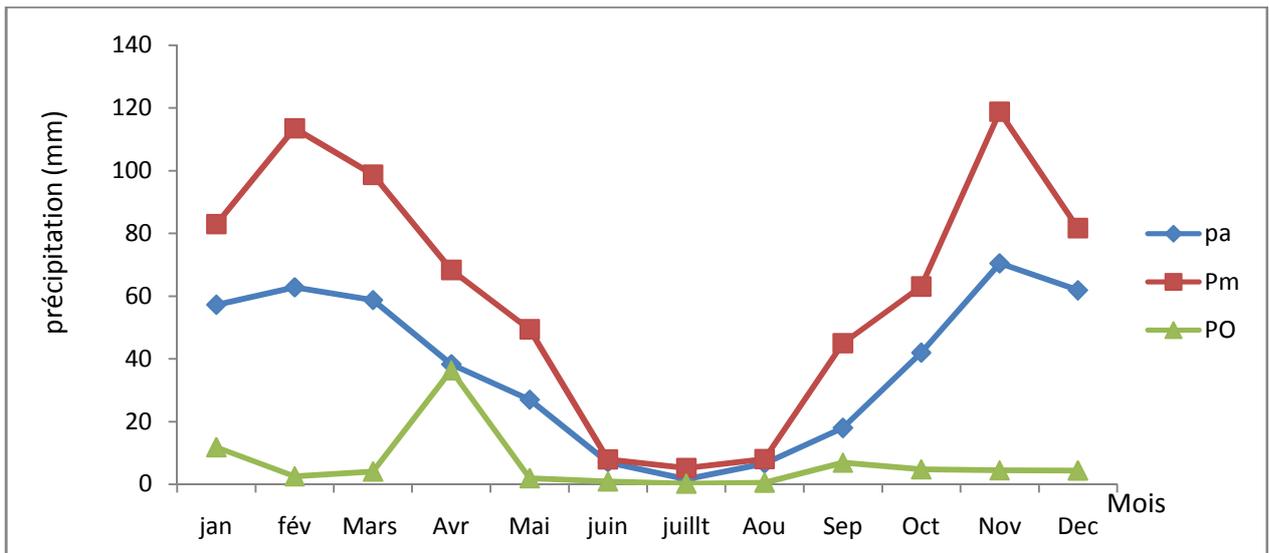


Figure 13 :La diagramme pluviométrique représente la la moyenne mensuelle de pluie des trois stations à différente étage bioclimatique

On remarque que la station plus pluvieuse est Médéa, ensuite Ain defla et un très faible précipitations dans Ouargl.

V. Diagramme thermique (température moyenne): (les trois stations)

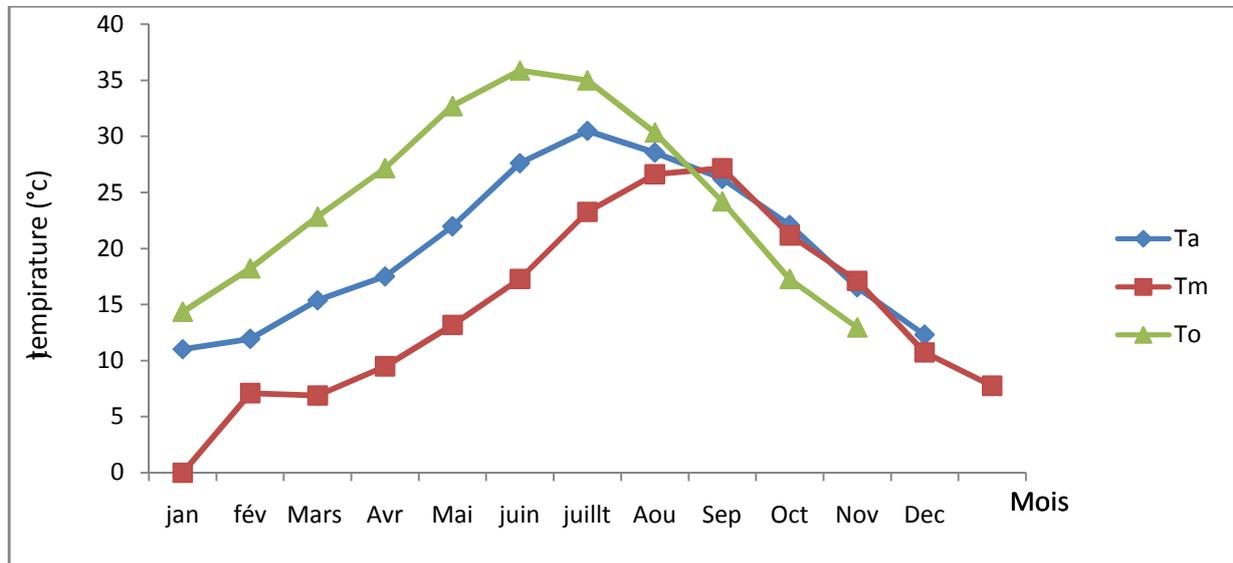


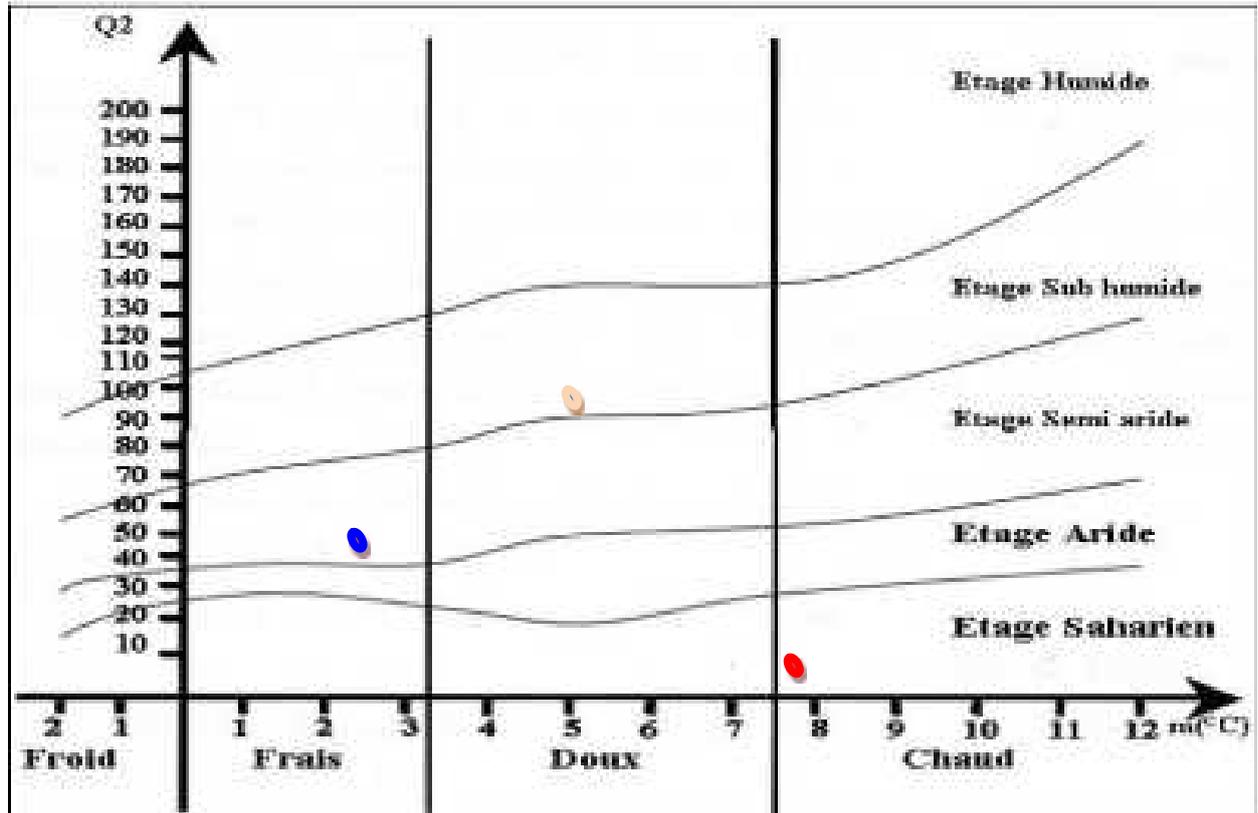
Figure14 : Diagramme thermique les trois stations

On remarque que :

En Ouargla la température plus élevée 35.88°C puis Ain defla par 30.49°C et la plus faible est Médéa 26.64 °C

IV. Climagramme d'Emberger

A l'aide de ce climagramme on peut déterminer l'étage bioclimatique de la station d'étude cela consiste à porter en ordonnée les quotients Q_2 et en abscisse les moyennes des minimas du mois le plus froid (m).



● Ain defla

● Ouargla

○ Médéa

Figure15 : Climagramme d'Emberger présenté les étage bioclimatique des régions trios

1. Objectif de travail :

L'objectif de notre étude est de caractériser l'huile essentielle d'une espèce appartenant à la famille des myrtacées (*Eucalyptus globulus*), cueillie de trois régions d'Algérie à étage bioclimatique différentes (la wilaya d'Ain Defla, Médéa, et Ouargla), et de mettre en évidence l'influence du climat sur la de rendement et la composition chimique des huiles essentielles (la qualité et la quantité)

Les analyses a été conduite au :

1. Laboratoire de Biologie végétale de l'université de Djilali Bounaama Khemis Miliana pour la hydrodistillation
2. laboratoire d'analyse biologique médical ZIBOUCHE pour analyse microbiologie
3. Laboratoire de science technologie(ST) de Djilali Bounaama Khemis Miliana pour CG/MS.

2. Matériels et Méthodes

2. 1.Matériel végétal :

La plante prise comme échantillon le *Eucalyptus globulus* collecté au niveau des trois régions (la wilaya d'Ain Defla, Médéa, et Ouargla) chaque région trois échantillon, dans le moins de Mars.

L'extraction de l'huile essentielle est faite a partir des parties aériennes, les feuille de *Eucalyptus* à l'état sèche à l'air libre à l'ombre pendant au moins 15 jours, puis soumis à distillation, à l'aide d'un extracteur de type CLEVANGER.

Nous avons faire un essai avec les feuilles d'*Eucalyptus* à l'état frais mais le rendement très faible (des traces).



Figure 16 : *EUCALYPTUS GLOBOLUS*

2.2. Matériel Biologique

Deux souches bactérienne :

1. *Escherichia coli*
2. *Staphylococcus aureus*

Tableau 11: Les souches bactériennes testées

Bactéries	E. coli	Staphylococcus aureus
Forme	Bacille	Cocci
Mobilité	Immobile	Mobile
Gram	-	+

3. Protocole d'extraction :

3.1. Mode opératoire :

L'huile essentielle est extraite du matériel végétal sèche de feuille Eucalyptus par la méthode d'hydrodistillation au moyen d'un dispositif d'extraction type CLEVANGER. Cette technique base sur le pouvoir que possède la vapeur d'eau qui condensée est le mélange d'eau et de l'huile essentielle. L'huile est séparée de l'eau par décantation.

L'opération consiste à introduire 100 g de masse végétale séchée dans un ballon en verre, on y ajoute une quantité suffisante d'eau distillée sans pour autant remplir le ballon pour éviter les débordements de l'ébullition. Le mélange est porté à ébullition à l'aide d'une chauffe ballon. Les vapeurs chargées d'huile essentielle passent à travers le tube vertical puis dans le serpentín de refroidissement où aura lieu la condensation.

Les gouttelettes ainsi produites s'accumulent dans le tube rempli auparavant d'eau distillée. L'huile essentielle de faible densité par rapport à l'eau, surnage à la surface de cette dernière. L'huile ainsi obtenue est récupérée dans un eppendorf par une couleur jaune et une odeur caractéristique.

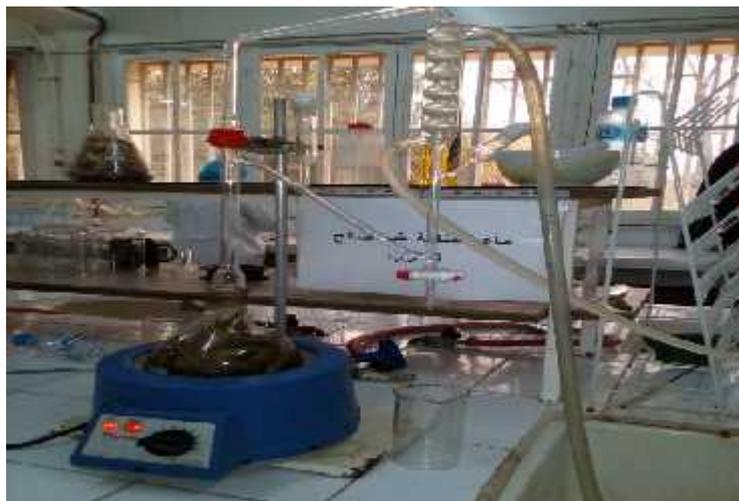


Figure 17: Montage hydro distillation de type Clevenger. (Photo personnel)

3.2. Condition opératoires d'extraction d'HE par hydrodistillation

Tableau 12: Les conditions opératoires d'extraction

Paramètre	Valeur
Quantité des feuilles (g)	100
Quantité d'eau distillée (ml)	800
Température max (°C)	100
Temps d'hydro-distillation (h)	De 1h30min à 2h30min

3.3. Conservation d'huile essentielle obtenue

L'huile essentielle extraite est conservée à une température de 4°C dans des eppendorf, couverte avec du papier aluminium, fermés hermétiquement pour les préserver de l'air, de la lumière et des variations de températures qui sont les principaux agents de dégradation, une huile altérée perd son activité biologique.

3.4. Rendement en huile essentielle (AFNOR ,2000)

Le rendement en HE est défini comme étant le rapport entre la masse de l'huile essentielle obtenue après l'extraction et la masse de la matière végétale sèche utilisée

Le rendement en huiles essentielles est exprimé en pourcentage et donc donné par la relation suivante :

$$\text{RHE (\%)} = (\text{MHE} / \text{MS}) \times 100$$

R : Rendement en HE (% m/m).

MHE : Masse d'huile essentielle récupérée exprimé en (g).

4. Activité antibactérienne:

La technique utilisée, pour évaluer l'activité antibactérienne de notre HE, est l'aromatogramme, cette méthode est décrite par Jacob et Tonei 1979, consiste à utiliser des disques de papier buvard stérile de 6 mm imprégnés des concentrations différentes d'huiles essentielles pure et dépose a la surface d'un milieu gélose en boîte pétrie préalablement ensemencé en surface à l'aide d'une suspension standardisée (bion nutritif)

L'agar Muller-Hinton a été coulé dans des boites de pétri stériles (diamètre 85mm). Disques de papier (diamètre 6mm) ont été imprégnés aseptiquement d'huiles essentielles et placés sur les surfaces de gélose inoculée.

Après une incubation aérobie pendant 24 heures à 37C° pour les Staphylococcus aureus, Escherichia coli.

L'activité antimicrobienne a été estimée en mesurant les diamètres des zones d'inhibition en mm qui correspond à la distance autour des disques ou nous constatons un absence totale de culture microbienne.

Le pourcentage d'inhibition de la croissance fongique est calculé par la formule suivante:

D_{test}: diamètre de la zone d'inhibition.

D_{control}: diamètre de la boîte de pétri

$$\% \text{ Inhibition} = (D_{\text{test}} / D_{\text{control}}) \times 100$$

5. Analyse des huiles essentielles (CG/MS)

On fait les Analyse (CG/MS) de huile essentielle d'Eucalyptus dans laboratoire de science technologie par l'appareille (Shimazo GC/MS TQ 8030) .

Les conditions opératoires d'analyses notées dans le tableau 13

Tableau 13 : Les conditions opératoires d'analyses CG/MS

Les conditions	E.Globulus
Pression gaz vecteur(KPa)	49.5
Température l'injecteur °c	250
Mode d'injection	Split



figure 18 : l'appareille de CG/MS (Shimazo GC/MS TQ 8030)

1. Caractéristique organoleptique :

Les paramètres organoleptiques de nos huiles essentielles obtenues par l'hydro distillation de plante nous avons voir leur aspect, la couleur, l'odeur sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau14: Caractéristiques organoleptiques de l'HE d'*Eucalyptus globulus*

Caractéristique Organoleptique	Aspect	Couleur	Odeur
Ain Defla	Liquide	Jaune clair	Camphrée et fraîche
Médéa	Liquide	Presque in couleur	Camphrée
Ouargla	Liquide	Jaune foncé	Forte odeur (agréable)
AFNOR	Liquide	Presque incolore	Caractéristique fraîche, plus ou moins camphrée selon l'origine

Remarque :

Les paramètres organoleptiques de notre huile essentielle sont en accord avec ceux

Répertoriés dans les normes. (AFNOR.2000)

2. Les Résultat de calcul du rendement

Les résultats du calcul des rendements obtenus lors de l'extraction de l'HE de la plante d'*Eucalyptus globulus* à partir de la plante séchée des trios région Ain defla, Médéa et Ouargla figurent dans le tableau suivant

Nous avons note que les huiles extraites a partir des organes de la plante sèches ont donné de meilleurs rendements par à rapport à celles extraites à partir de la plante fraîche.

Tableau 15 : le rendement d’huile essentielle dans les trois régions

Régions	Etage climatique	Echantillons	Masse de la matière sèche (g)	Quantité d’huile (g)	Rendement(%)	Moy de Rdt
Ain defla	Semi-aride	01	100	0.37	0.37	0.33
		02	100	0.28	0.28	
		03	100	0.35	0.35	
Médéa	Subhumide	01	100	0.28	0.28	0.2
		02	100	0.2	0.2	
		03	100	0.12	0.12	
Ouargla	Saharien	01	100	0.43	0.43	0.41
		02	100	0.41	0.41	
		03	100	0.40	0.40	

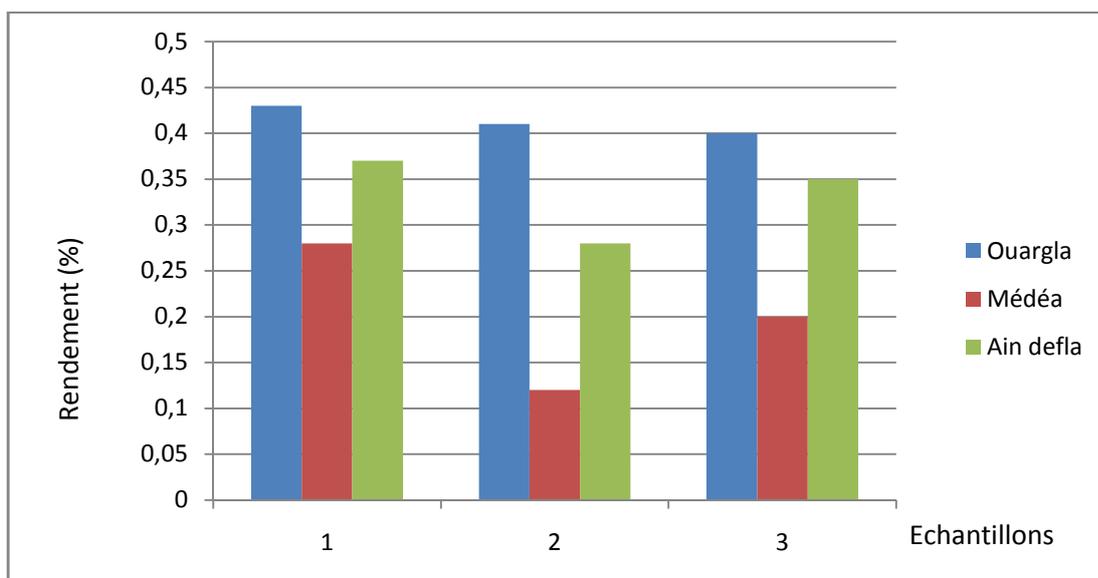


Figure 19: Le rendement en huiles essentielles en fonction de la masse de plante

Nous avons obtenu un rendement de l'huile essentielle par la technique hydro distillation d'eucalyptus de trois régions, ce rendement varié entre (0.28. % à 0.37%) pour Ain defla, entre (0.12% à 0.20%) pour Médéa, et entre (0.4% à 0.43%) pour Ouargla

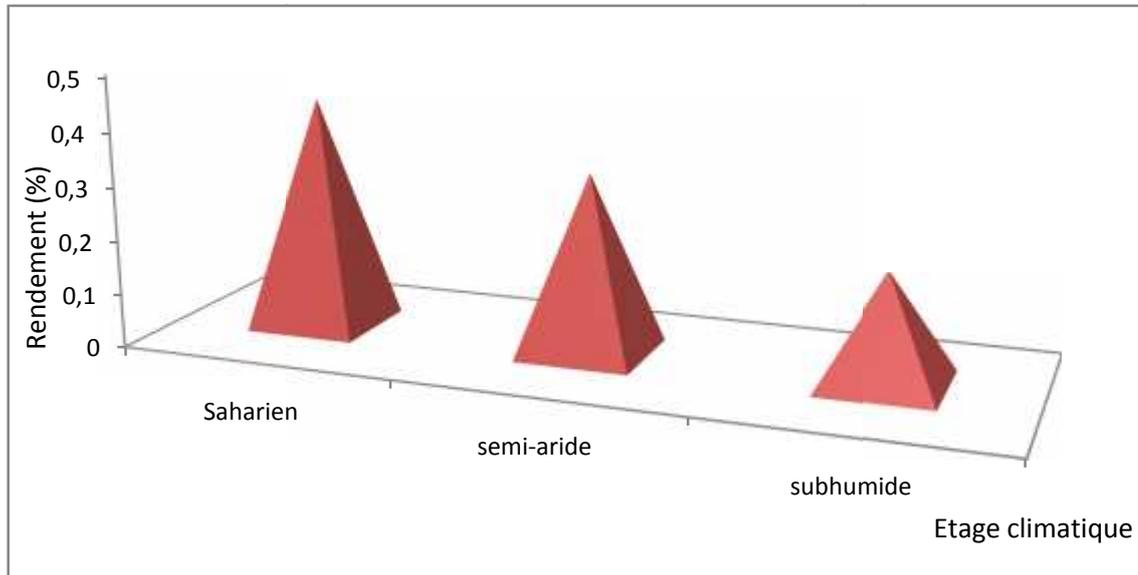


Figure 20 : Le Rendement moyen des trois régions

On comparant la moyenne des rendements on remarque le meilleur rendement à Ouargla puis à Ain defla suivi du rendement à Médéa

Discussion

Les différences existantes entre les rendements d'extraction obtenus pour les HE poussant en Algérie et Maroc sont probablement liées aux facteurs climatique (chaleur, froids, stress hydrique), géologiques (altitude, nature de sol, taux d'exposition au soleil) et génétique (croisements naturels) (Veres et al, 2003).

3. Les résultats d'analyse CG/MS :

1. Ain defla

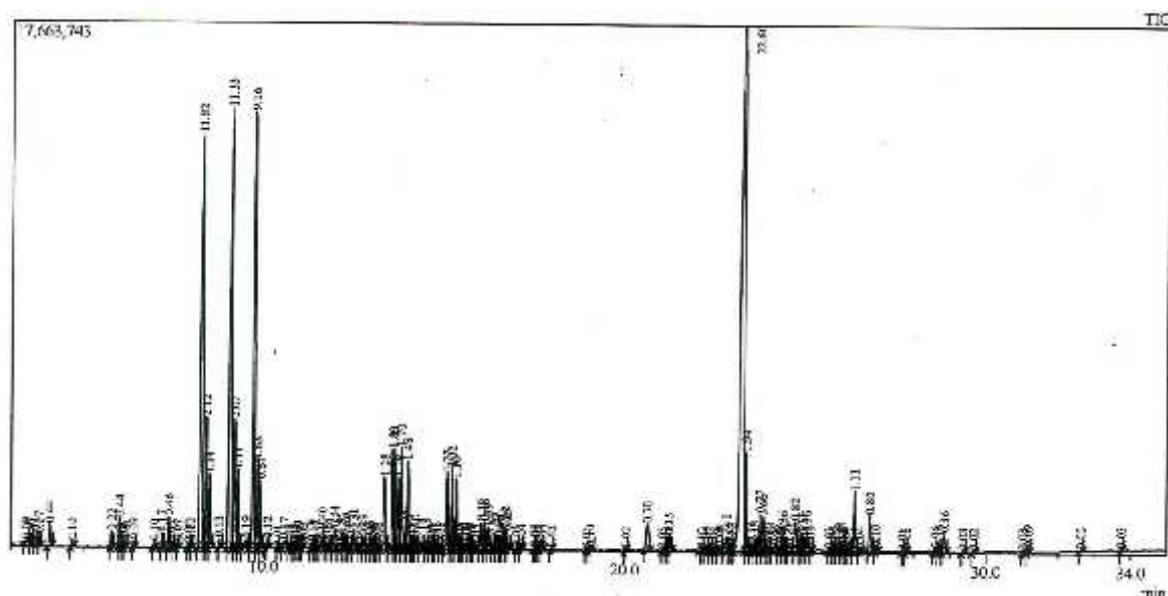


Figure 21 : Profil chromatographique de l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* de la région Aindefla

Tableau 16 : La composition chimique des huiles essentielles de l'*Eucalyptus globulus* de la wilaya d'Ain defla

N°	TR	Area%	Composé
1	8.286	11.82	Cymene para
2	16.127	0.46	Trans-3(10)-Caren-2-ol
3	8.495	1.14	1.8 Cineole
4	9.080	11.33	Benzene,1-methyle-2-(1-methylethyl)-
5	9.828	9.16	Benzene,1-Methyle-4-(1-Methyle
6	13.337	1.28	Terpinen-4-ol
7	13.986	4.41	2-Cyclohexen1-one,4-(1-methylethyl)-
8	15.078	1.27	Cuminaldehyde
9	4.085	0.44	Alpha-pinene
10	23.287	22.60	Spathulenol
11	23.523	1.94	Ledeneoxide-(II)

2. Médéa

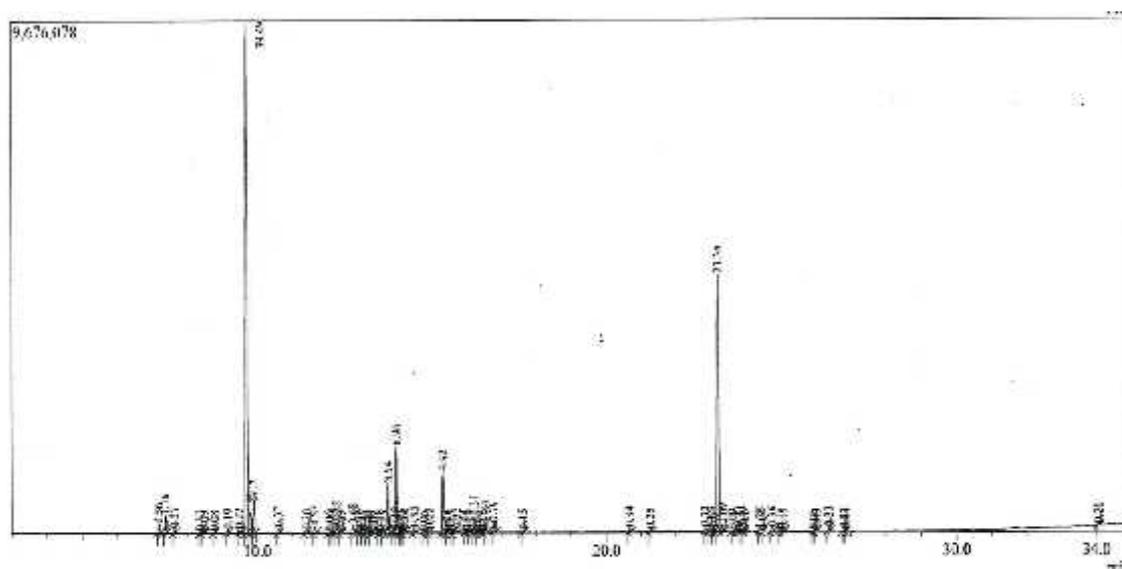


Figure 22: Profil chromatographique de l'huile essentielle *d'Eucalyptus globulus* de la région Médéa

Tableau17 : La composition chimique des huiles essentielles de l'*Eucalyptus globulus* de la wilaya de Médéa

N°	TR	Area%	Composé
1	7.375	1.16	Alpha-pinene
2	9.702	39.49	Cymene para
3	9.815	1.9	Limonene
4	9.899	2.17	1.8 cinole
5	13.743	3.94	Terpinen-4-ol
6	13.979	6.96	2-Cyclohexen-1-one, 4-(1-methylethyle)-
7	15.318	4.92	Cuminaldehyde
8	16.216	1.31	Trans-3(10)-Caren-2-ol
9	23.196	23.38	Spathulenol
10	23.317	0.69	Ledeneoxide-(II)

L'Analyse des HE par CPG/SM a Puvu de séparé les composé de l'HE *d'eucalyptus globulus* de Ain defla et Médéa, avec mise en évidence des compositions majoritaire cummin qui sont respectivement dans le tableau19

Tableau18 : La composition chimique majeure des huiles essentielles de l'Eucalyptus globulusde dans les deux régions (Aindeflaet Médéa)

Composition majeure	Aindefa%	Médéa%
Cymene para	11.82	39.49
Spathulenol	22.60	23.38
2-Cyclohexen-1-one,4-(1-methylethyle)-	Trace	6.96
Benzene,1-Methyle-4-(1-Methyle	11.33	Trace
Benzene ,1-methyle-2-(-1methylethyl)-	9.16	Trace
Cuminaldehyde	1.27	4.92

Les huiles essentielles obtenues n'ont pas la même composition. On note une différence de composition relativement importante. Les composés majoritaires de l'huile essentielle de l'Eucalyptus de Aindefla sont : Spathulenol (22.60%), Cymene para (11.82%), Benzene,1-Methyle-4-(1-Methyle (11.33%)et Benzene ,1-methyle-2-(-1methylethyl)- (9.16%),et les composés majoritaires de l'huile essentielle de l'Eucalyptus de Médéa : Cymene para (39.49%), Spathulenol (23.38%),2-Cyclohexen-1-one,4-(1-methylethyle)- (6.96%), et Cuminaldehyde (4,92%).

Discussion

Cette différence de composition entre les deux régions (Ain defla,Médéa) est due à la variation du climat en déplaçant de la région semi aride (Ain defla) vers la région subhumide (Médéa).

En effet, l'huile essentielle d'Eucalyptus cueillie en Espagne (**Verdeguer ; al ,2009**) est constituée essentiellement Spathulenol (41.46%), Cymene para (21.92%)et le cryptone (7,76%), alors que celle de la Eucalyptus cueillit au Tizi ouazou (**Nait Achour ,2012**) est

composée principalement de Cymene para(22.5%), Spathulenol (22.05%), et le cryptone (16.06%).

Alors que, La variation détectée dans la composition chimique de l'huile essentielle de l'Eucalyptus issue de différents région est liée à plusieurs paramètres principalement : le facteur environnemental (**Bernath et al, 1991** ; **Grella, Picci 1988 in Fella et al., 2006**), les conditions climatiques et géographiques (**Ristic, Brikic, Zalfija ,1999**) qui changent d'un pays à un autre, et à la période de la cueillette (**Desjobert et al,1997**).

La méthode d'extraction influe, également, considérablement sur la composition de l'huile essentielle (**Bruneton 1993**) et les procédés, qui utilisent l'eau, peuvent induire l'hydrolyse des esters et aussi des réarrangements, des isomérisations, des racémisations, des oxydations,... etc

4. Evaluation de l'activité antibactérienne :

L'évaluation de l'activité anti bactérienne des HES d Eucalyptus Globulus sur disque est réalisée par l'incubation des boites de pétri à 37°C pendant 24h suivie par la mesure des diamètres des zone d'inhibition des bactéries (Escherichia coli, Staphylococcus aureus).

Enfin, les résultats obtenus sont dressés dans le tableau Ceux-ci montrent que l'huile essentielle de Eucalyptus Globulus a exercé une activité inhibitrice vis-à-vis de toutes les bactéries testées dans notre étude. Cependant, l'intensité de celle-ci varie selon la nature de la souche

5. Evaluation qualitative de l'activité antibactérienne:

La lecture des résultats se fait par la mesure des% d'inhibition, qui sont représentés par une auréole claire formé autour de chaque disque. L'échelle d'estimation de l'activité antimicrobienne est donnée par (**Mutai C 2009**), ils sont classés les diamètres de zones d'inhibition (D) de la croissance bactérienne en 5 classes:

- ✓ Très fortement inhibitrice : D 30mm
- ✓ Fortement inhibitrice : 21mm D 29mm
- ✓ Modérément inhibitrice : 16mm D 20mm
- ✓ Légèrement inhibitrice : 11mm D 16mm
- ✓ Non inhibitrice : D 10mm

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau 19 :

Tableau 19: les résultats de test antibactérien des trois régions

Région	Souches bactériennes	Diamètre de la zone (mm)	Pourcentage d'inhibition(%)
AIN DEFLA	<i>Escherichia coli</i>	15.6	18.3
	<i>Staphylococcus aureus</i>	24.3	28.5
Médéa	<i>Escherichia coli</i>	17.3	20.3
	<i>Staphylococcus aureus</i>	48.3	65.82
Ouargla	<i>Escherichia coli</i>	13.3	15.64
	<i>Staphylococcus aureus</i>	20.4	24

Selon l'échelle cité par (Mutai ,2009) L'HE d'*Eucalyptus Globulus* pure présente une activité Légèrement inhibitrice par les valeurs (15.6mm ; 13.3mm) pour *Escherichia coli* de Aindefla et Ouargla. Et Modérément inhibitrice (17.3mm) à Médéa.

Pour *Staphylococcus aureus* une activité Fortement inhibitrice (24.3mm ; 20.4mm) dans les deux régions de Aindefla et Ouargla .et Très fortement inhibitrice (48.3mm) à Médéa.

Discussion

Ainsi Oyedeji et al. (1999) ont démontré des activités antibactériennes considérables sur les bactéries à gram positif et négatif

Selon Bachir et al. (2012) l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* a un effet sur *Escherichia coli* et *Staphylococcus aureus*

Les huiles essentielles testées ont montré une certaine activité sur les germes utilisés. La plus grande activité a été notée avec l'huile essentielle d'*Eucalyptus Globulus* sur *Staphylococcus aureus*. (Traore et al ,2013)

L'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* semble avoir une activité beaucoup plus grande,

Médéa au vu de sa composition chimique avec le p-cymène (39.49%) et le 1Spathulenol (23.38%) comme composés majoritaires. Nous supposons qu'il y a un effet de synergie entre le p-cymène et le Spathulenol (**Traore et al ,2013**)

Conclusion

Dans notre mémoire de fin d'étude on a fixé un objectif ; c'est d'avoir étudié l'influence du climat sur la quantité et qualité d'huile essentielle d'*Eucalyptus Globulus* qui est parmi plusieurs facteurs, où la période de récolte, la nature du sol et la méthode de séchage ...ect, alors on a préféré d'éliminer la probabilité d'altération de la composition de ces huiles par ces facteurs dont on a cueilli l'*Eucalyptus Globulus* dans le même mois et on a choisi 3 régions plus la ressemblance dans la méthode de séchage et d'extraction (par hydro distillation) .c'est pour cela qu'on a récolté notre plante de trois régions classée dans l'étage bioclimatique déférente sub humide (Médéa) , le semi aride (Ain Defla),et l'autre Saharien (Ouargla). évidemment on a observé une différence dans le rendement avec lequel on a obtenu :(0.2% pour Médéa,(0,33%) pour Ain Defla et (0.41%) pour Ouargla.

Cependant, ces huiles essentielles ont été exposées à l'analyse par CG/MS qui nous a permis de savoir la composition chimique des HE obtenus, ces analyses montrent que notre huile (des trois régions) répond aux normes « AFNOR » lorsqu'on parle des caractéristiques organoleptiques.

Qualitativement, les différentes huiles obtenues ont d'*Eucalyptus Globulus* des compositions chimiques différentes. Cependant, l'huile essentielle est de chemotype : Spathuleno l(23.38% ; 22.60%) et Cymene para (39.49% ; 11.82%)

En plus, l'étude qualitative a aussi été faite par la détermination de l'activité antibactérienne de ces HE.

Pour conclure dans cette étude nous avons présenté le rôle principal de climat dans la variation de la composition chimique des huiles essentielles des plantes qui restent modulables en fonction des besoins particuliers de la plante, sa composition donc n'est pas statique . Ce travail montre l'un des facteurs de variabilité des huiles essentielles qui veut pas dire que seulement le climat qui peut influencer sur les HE donc on a traité par une porte parmi plusieurs pour entamer ou traiter ce thème. On espère que ce travail aide d'autres étudiants pour enrichir leurs recherches en basant sur les informations citées dans ce mémoire. A la fin nous avons dit que ce modeste projet n'est pas monopolisé juste pour les étudiants de la même spécialité que nous mais aussi pour les gens qui s'intéressent par le domaine commercial, économique, médicinal ou pharmacologique.

Références bibliographie

1. Acquaronne L., Corticchiato M., Ramzohi J., Raoul J L. 1998 Growing of *monarda fistulosa* in France and getting of essential oils by hydrodiffusion. *Rivista Italiana app* 761-765.
2. AFNOR : Association française de normalisation
3. Alonso-Amelot M E, Oliveros-Bastidas A, Calcagno-Pisarelli M P. 2007. Phenolics and condensed tannins of high altitude *Pteridium arachnoideum* in relation to sunlight exposure, elevation and rain regime. *Biochemical Systematics and Ecology*. 35: 1–10
4. Amakura Y; Umino Y; Tsuji S et al. (2002). Constituents and their antioxidative effects in eucalyptus leaf extract used as a natural food additive. original research article *food chemistry* .77(1) :4756
5. Amiot J, Salmon Y, Collin C, Thompson J. 2005. Differential resistance to freezing and spatial distribution in a chemically polymorphic plant *Thymus vulgaris*. *Ecology Letters*. 8: 370-377
6. ANDI : Agence Nationale de Développement de l'Investissement(2015)
7. Audigie C.L., Dupon G. et Zongain F. (1995) – Principes des méthodes d'analyse biochimique. T1, 2ème ED. Doin, Paris, p. 44.
8. Bachir RG, Benali M. 2012. Antibacterial activity of the essential oils from the leaves of *Eucalyptus globulus* against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 2(9): 739-742
9. Baghalian K, Haghiry A, Naghavi M R, Mohammadi A. 2008. Effect of saline irrigation water on agronomical and phytochemical characters of chamomile (*Matricaria recutita* L.). *Scientia Horticulturae*. 116:437-441
10. Belkou h, beyoud f. et taleb bahmed z. (2005). Approche de la composition biochimique de la menthe vert (*Mentha spicata* L) dans la région de ouargla, mémoire DES, univ ouargla. P 2-61. 15
11. Belkou h, beyoud f. et taleb bahmed z. (2005). Approche de la composition biochimique de la menthe vert (*Mentha spicata* L) dans la région de ouargla, mémoire DES, univ ouargla. P 2-61.
12. Benayad N.(2008). Les huiles essentielles extraites des plantes médicinales marocaines : moyen efficace de lutte contre les ravageurs des denrées alimentaires stockées, laboratoire des substances naturelles et thermolyse éclair, département de chimie, faculté des sciences de rabat. 1. *Bostrychidae* et *Triboium confusum* (Duv.) (Coleoptera, Tenebrionidae).
13. Bernath. J, B. Danos, E. Hethelyi, *Herba Hung*; (1991) ; 30 :35. 29.
14. Bianchini A., P. Tomi, J. Costa, A.F. Bernardini; *Analisis Mag.*, 1997, 25(6), 13. 32.
15. Bigendako. J.(2004). Identification et zonage des *Eucalyptus globulus* au rwanda. *chemonics international inc. projet adar*. p01.
16. Bouamer A .Bellaghit M et Mollay Amara. (2004). Etude comparative entre l'huile essentielle de la Menthe vert et la Menthe poivrée de la région de ouargla ; mémoire des .univ. ouargla, p 2-5 ; 10 ; 19 ; 21-22

17. Bruneton J « Pharmacognosie, phytochimie plantes médicinales » 2ème édition, Tech et doc, Lavoisier, Paris 1993.
18. Bruneton J. (1999) - Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 3ème édition, Ed. TEC et DOC, Paris.
19. Bruneton J. (1999) .Pharmacognosie « Phytochimie Plantes » Médicinales 3ème Ed, Tec et doc, Paris- P 484-540
20. Bruneton J. (2009) .Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes Médicinales (4ème Ed.) Tech et doc/Lavoisier, Paris, P. 661-4
21. Burchard P, Bilger W, Weissenböck G. 2000. Contribution of hydroxycinnamates and flavonoids to epidermal shielding of UV-A and UV-B radiation in developing rye primary leaves as assessed by UV induced chlorophyll fluorescence measurements. *Plant, Cell & Environment*. 23: 1373-1380
22. Caude M. et Jardy A. (1996) - Méthodes chromatographiques. Dossier P1445. Base documentaire : Techniques d'analyse. vol ; papier TA2
23. Christie R J, Alfenito M R, Walbot V. 1994. Impact of low temperature stress on general phenylpropanoid and anthocyanin pathways: enhancement of transcript abundance and anthocyanin pigmentation in maize seedlings. *Planta*. 194: 541–549.
24. Coley P D, Bryant J P, Chapin III F.S. 1985. Resource availability and plant anti-herbivore defense. *Science*. 230: 895-899.
25. Desjober J. M., Bianchini A., Tommy P., Costa J. et Bernardini A. F. (1997) – Etude d'huiles essentielles par couplage chromatographie en phase gazeuse / spectrométrie de masse. Application à la valorisation des plantes de la flore Corse. *Analysis*, 25 (6) : 13-16.
26. Dixon R A, Paiva N L. 1995. Stress-induced phenylpropanoid metabolism. *The Plant Cell*. 7: 1085–1097
27. Dong J E, Ma X H, Wei Q, Peng S B, Zhang S C. 2011. Effects of growing location on the contents of secondary metabolites in the leaves of four selected superior clones of *Eucommia ulmoides*. *Industrial Crops and Products*. 34: 1607–1614.
28. Eckey-Kaltenbach H, Ernst D, Heller W, Sandermann H. 1994. Biochemical plants responses to ozone. IV. Cross-induction of defensive pathways in parsley (*Petroselinum crispum* L.) plants. *Plant Physiology*. 104: 67– 74.
29. FELLAH .S, M.ROMDHANE, M.ABDERRABA 2006 l'extraction et étude des huiles essentielles de la *Salvia officinale*.L cueille dans deux déférente régions de la Tunisie 16(2)193-202
30. Fouché J.G; Marquet A; .Hambuckers A. (2008). Les Plantes Médicinales De La plante Au médicament conception et Réalisation . Gouyon P H, Fort P, Caraux G. 1983. Selection of seedlings of *Thymus vulgaris* by grazing slugs. *Journal of Ecology*.71:299–306.
31. -FOUDI C Y.1991 - Etude comparative des huiles essentielles algériennes d'Eucalyptus globulus abill. etcamaldulensis.These magister. U.S.T.H.B., Alger, 159p.
32. France-Ida J. (1998) – Comment s'assurer de la pureté d'une huile essentielle? *Info – essences*. 7 : 1-2.Schwedt G. (1993) - Méthodes d'analyse. Ed. Flammarion

33. Ghedira K ; Goetz P; le jeuner. (2012) .Phytothérapie anti- infectieuse , springer-verlag France. paris. p 272.
 34. Ghedira K; Goetz P; Jeune R .(2008). Eucalyptus Globulus Labill.Phytothérapie .6: 197 - 20.
 35. Glynn C, Ronnberg-Wastljung A C, Julkunen-Tiitto R, Weih M. 2004. Willow genotype, but not drought treatment, affects foliar phenolic concentrations and leaf-beetle resistance. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 113: 1–14.
 36. Granger R., Passet J., Verdier R. 1963. Diversité des essences de *Thymus vulgaris* L. La France et ses parfums. 7: 225.
 37. Grella .GF, V. Picci; *Fitoterapia*, 1988; 59. 30. Ristic, D. Brikic, N.T. Zalfija (*Salvia Officinalis*. L) Bric D (ed) Institut for medicinal plants Josif Panacic. Belgrade and Art Grafik Belgrade 1999; 151-167. 31. J.M. Desjobert,
 38. He X, Huang W, Chen W, Dong T, Liu C, Chen Z, Xu S, Ruan Y. 2009. Changes of main secondary metabolites in leaves of *Ginkgo biloba* in response to ozone fumigation. *Journal of Environmental Sciences*. 21: 199–203.
 39. Herms D A, Mattson W J. 1992. The dilemma of plants: to grow or defend. *The Quarterly Review of Biology*. 67: 282–335.
 40. Holopainen J K, Gershenzon J. 2010. Multiple stress factors and the emission of plant VOCs. *Trends in Plant Science*. 15: 176–184.
- I
41. Jansen M A K, Gaba V, Greenberg B M. 1998. Higher plants and UV-B radiation: balancing damage, repair and acclimation. *Trends in Plant Science*. 3: 131–135
 42. Jordan D N, Green T H, Chappelka A H, Lockaby B G, Meldahl R S, Gjerstad D H. 1991. Response of total tannins and phenolics in loblolly pine foliage exposed to ozone and acid rain. *Journal of Chemical Ecology*. 17: 505–513.
 43. Kazan K, Manners J M. 2011. The interplay between light and jasmonate signalling during defence and development. *Journal of Experimental Botany*.62: 4087–4100.
 44. Kliebenstein D J. 2004. Secondary metabolites and plant/environment interactions: a view through *Arabidopsis thaliana* tinted glasses. *Plant, Cell & Environment*. 27: 675–684.
 45. Kouki M, Manetas Y. 2002. Resource availability affects differentially the levels of gallotannins and condensed tannins in *Ceratonia siliqua*. *Biochemical Systematics and Ecology*. 30: 631–639
 46. Laakso K, Sullivan J H, Huttunen S. 2000. The effects of UV-B radiation on epidermal anatomy in loblolly pine (*Pinus taeda* L.) and Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). *Plant, Cell & Environment*. 23: 461–472
 47. Lavola A, Julkunen-Tiitto R, Aphalo P, delaRosa T, Lehto T. 1997. The effect of UV-B radiation on UV- absorbing secondary metabolites in birch seedlings grown under simulated forest soil conditions. *New Phytologist*.137: 617–621.
 48. Linhart Y B, Thompson J D. 1999. Thyme is of the essence: biochemical polymorphism and multi-species deterrence. *Evolutionary Ecology Research*. 1: 151–171.
 49. Mann C. M., Cox S. D. and Markham J. L. (2000) – The outer membrane of *Pseudomonas aeruginosa* NCTC 6749 contributes to its tolerance to the essential oil of *Melaleuca alternifolia* (Tea tree oil). *Lett. Appl. Microbiol.*, 30: 294-297.

50. -METRO A.1970. Les eucalyptus dans le monde méditerranéen. Ed.masson et cie.Paris. p513.
51. N. TRAORE 1*, L. SIDIBE 1, S. BOUARE 1, D. HARAMA 2, A. SOMBORO 1, B. FOFANA 1, D. DIALLO 2, G. FIGUEREDO 3 et J-C. CHALCHAT 2013 Activités antimicrobiennes des huiles essentielles de *Eucalyptus citriodora* Hook et *Eucalyptus houseana* W.Fitzg. ex Maiden
52. NAIT Achour khaled 2012mimioire de Magistère, étude de la composition chimique des essences des quatre espèces d'eucalyptus poussant dans la région de Tisi ouzou P75
53. Ncube B, Finnie J F, Van Staden J. 2011. Seasonal variation in antimicrobial and phytochemical properties of frequently used medicinal bulbous plants from South Africa. *South African Journal of Botany*. 77: 387–396
54. Niinemets Ü, 2010. Mild versus severe stress and BVOCs: thresholds, priming and consequences. *Trends in Plant Science*. 15: 145–153.
55. Oussala M; Caillet S; Saucier L. (2006) .Lacroix m-antimicrobial effects of selected plant essential oils on the growth of a *pseudomonas putida* strain isolâtes from méat-méat science.73 : 236-244. 97
56. Oyedeji AO, Ekundayo O, Olawore ON, Adenivi BA, Koenig WA. 1999. Antimicrobial activity of the essential oils of five *Eucalyptus* species growing in Nigeria. *Fitoterapia*, 70(5): 526-528.
57. Parker J. 1977. Phenolics in black oak bark and leaves. *Journal of Chemical Ecology*. 3: 489–496.
58. Pennycooke J C, Cox S, Stushnoff C. 2005. Relationship of cold acclimation, total phenolic content and antioxidant capacity with chilling tolerance in *petunia* (*Petunia×hybrida*). *Environmental and Experimental Botany*. 53: 225–232.
59. Penuelas J, Munné-Bosch S. 2005. Isoprenoids: an evolutionary pool for photoprotection. *Trends in Plant Sci* Valls J, Richard T, Trotin F, Monti J P, Me´rillon J M, Vitrac X. 2007. Carbon-14 biolabeling of flavanols and chlorogenic acids in *Crataegus monogyna* cell suspension cultures. *Food Chemistry*. 105: 879-882. ence. 10(4):166-
60. Pollien P., OTT A., FayLB.,Maignial L et Chainteau A.1998.
61. Pradeau D. et Dauphin C. (2007) - Chromatographie planaire: applications. Dossier P1476, Base documentaire: Techniques d'analyse, vol. papier n° TA2.
62. RayaudJ.2006 Prescriptionetconseil en aromathérapie. Ed.Tec,Tavoisier. 96p
63. Reichardt P B, Chapin III F S, Bryant J P, Mattes B R, Clausen T P. 1991. Carbon/nitrogen balance as a predictor to of plant defense in Alaskan balsam poplar: potential importance of metabolite turnover. *Oecologia*. 88: 401–406.
64. Rozema J, Van de Staaij J, Björn L O, Calwell M. 1997. UV-B as an environmental factor in plant life: stress and regulation. *Trends in Ecology & Evolution*. 12: 22–28
65. Sandrine. (2006). Warot préparatrice en pharmacie. Les *Eucalyptus* utilisés en aromathérapie, Mémoire de fin de formation en phyto-aromathérapie.P8
66. Searles P S, Flint S D, Caldwell M M. 2001. A meta-analysis of plant field studies simulating stratospheric ozone depletion. *Oecologia*. 127: 1-10

67. Sharkey T D , Yeh S S , 2001. Isoprene emission from plants. Annual review in plant physiology. *Plant Molecular Biology*. 52: 407-436.
68. Sharkey T D, Loreto F. 1993. Water-stress, temperature, and light effects on the capacity for isoprene emission and photosynthesis of Kudzu leaves. *Oecologia*. 95: 328-333
69. Simon J, Gleadow R.M, Woodrow I E. 2010. Allocation of nitrogen to chemical defence and plant functional traits is constrained by soil N. *Tree Physiology*. 30: 1111–1117.
70. Solecka D, Kacperska A. 1995. Phenylalanine ammonia-lyase activity in leaves of winter oilseed rape plants as affected by acclimation of plants to low temperature. *Plant Physiology and Biochemistry*. 33: 585–591
71. Sroka Z .(2005). Antioxidative and Antiradical properties of plant phenolics. *Z. naturforsch C* 60, (11-12): 833-843.
72. Tarayre M, Thompson J D, Escarré J, Linhart Y. B. 1995. Intra-specific variation in the inhibitory effects of *Thymus vulgaris* (Labiatae) monoterpenes on seed germination. *Oecologia*. 101: 110-118.
73. Tegelberg R, Julkunen-Tiitto R. 2001. Quantitative changes in secondary metabolites of dark-leaved willow (*Salix myrsinifolia*) exposed to enhanced ultraviolet-B radiation. *Physiologia Plantarum*. 113: 541–547
74. Thanos C A, Kadis C C, Skarou F. 1995. Ecophysiology of germination in the aromatic plants thyme, savory and oregano (Labiatae). *Seed Science Research*. 5: 161-170.
75. Thompson J, Gauthier P, Amiot J, Ehlers B, Collin C, Fossat J, Barrios V, Arnaud-Miramont F, Keefover-Ring K, Linhart Y. 2007. Ongoing adaptation to mediterranean climate extremes in a chemically polymorphic plant. *Ecological Monographs*. 77(3): 421-439
76. Valls J, Richard T, Trotin F, Monti J P, Me´rillon J M, Vitrac X. 2007. Carbon-14 biolabeling of flavanols and chlorogenic acids in *Crataegus monogyna* cell suspension cultures. *Food Chemistry*. 105: 879-882.
77. Vasconcelos Silva M G, Craveiro A A, Abreu Matos F J, Machado M I L, Alencar J W. 1999. Chemical variation during daytime of constituents of the essential oil of *Ocimum gratissimum*. *Fitoterapia*. 70: 32-34
78. veres, E. Varga, A. Dobos, Zs. Hajdu, I. Mathe, E. Nemeth, K. Szabo. 2003. Investigation of the composition and stability of the essential oils of *origanum vulgare* ssp., *vulgre* L., and *O.Vulgare* ssp. *Hirtus* (Link) Ietswaart. *Chromatographia*. 57 (12), 95-98.
79. Vokou D, Margaris N S. 1986. Variation of volatile oil concentration of Mediterranean aromatic shrubs *Thymus capitatus* Hoffmag et Link, *Satureja thymbra* L., *Teucrium polium* L. and *Rosmarinus officinalis*. *International Journal of Biometeorology*. 30 (2): 147-155.
80. Waterman P G, Mole S. 1994. Analysis of Phenolic Plant Metabolites. Blackwell Scientific Publications. London.
81. Wichtl M, Anton R .(2003). *Plantes Thérapeutiques*, Emi/Tec & Doc, Paris, P 200-2. 132
82. Winkel-Shirley B. 2002. Biosynthesis of flavonoids and effects of stress. *Current Opinion in Plant Biology*. 5: 218–223.
83. Yahyaoui N, (2005) - Extraction, analyse et évaluation de l'effet insecticide des huiles essentielles de *Menthe Spicata* L sur *Rhyzoperlhu dominicu* (F.) ,

84. Yan X, Wu S, Wang Y, Shang X, Dai S. 2004. Soil nutrient factors related to salidroside production of *Rhodiola sachalinensis* distributed in Chang Bai Mountain. *Environmental and Experimental Botany*. 52: 267– 276.
85. Zhang X X, Li C J, Nan Z B. 2011. Effects of salt and drought stress on alkaloid production in endophyte- infected drunken horse grass (*Achnatherum inebrians*). *Biochemical Systematics and Ecology*. 39: 471–476.
86. Zidorn C, Stuppner H. 2001. Evaluation of chemosystematic characters in the genus *Leontodon*. *Taxonomy*. 50: 115-133.
87. Zobayed S M A, Afreen F, Kozai T. 2005. Temperature stress can alter the photosynthetic efficiency and secondary metabolite concentrations in St. John's wort. *Plant Physiology and Biochemistry*. 43: 977-984
www.Toutiempo.net

Annexes

Quelque matériels utilisé :



1.l'appareille de CG/MS (Shimazo GC/MS TQ 8030)



2.Réfrigérateur



3.Bain marie .



5.Hydrodistillateur



4.Autoclavage

Les photos des étapes de hydrodistillation :



