



N° d'ordre :

N° de série :

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE**  
**SCIENTIFIQUE**  
**UNIVERSITE ECHAHID HAMMA LAKHDAR D'EL-OUED**  
**FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE**  
**DEPARTEMENT DE BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLECULAIRE**

## **MEMOIRE DE FIN D'ETUDE**

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique

Filière : Sciences biologiques

Spécialité : Biodiversité et environnement

### **THEME**

**Contribution à l'étude de l'influence de quelques facteurs  
édapho-climatiques sur les huiles essentielles de l'*Artemisia*  
*herba alba* Asso.**

**Présenté par M<sup>elle</sup> : GOUBI Sana**

Membres du jury :

Présidente : M<sup>me</sup> BEN KADOUR Mounia

M.C.B

Université d'El oued

Examineur : M<sup>elle</sup> MERABET Soumia

M.A.A

Université d'El oued

Encadreur : M<sup>elle</sup> KADRI Mounira

M.A.A

Université d'El oued

Année universitaire 2017/2018

# *Dédicaces*

*À GOUBI Djamel Mouhammed Naceur*

*et TABBICHE Houria*

*mes chers parents*

*et mes meilleures amis*

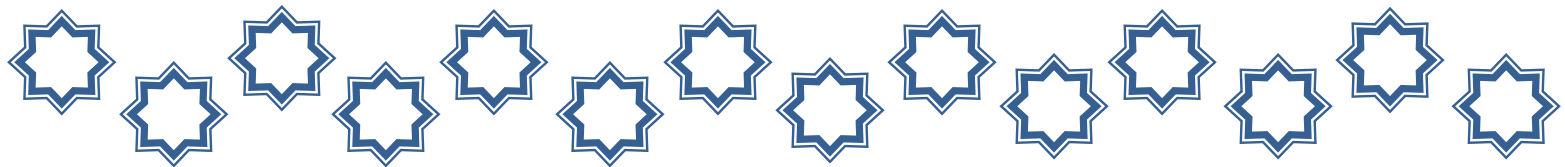
*À mon petit frère*

*À mes sœurs*

*À toute ma famille*

*À mes amis et mes collègues*

*À tous ceux qui aiment la science*



# Remerciements

*Avant toutes choses, je tiens à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui m'a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.*

*Au terme de la rédaction de ce mémoire, c'est un devoir agréable d'exprimer en quelques lignes la reconnaissance que je dois à tous ceux qui ont contribué de loin ou de près à l'élaboration de ce travail.*

*J'exprime d'abord mes profonds remerciements et ma vive connaissance à M<sup>elle</sup> Mounira KADRI, Maître assistante (A) à la faculté des Sciences de la nature et de la vie de l'Université ECHAHID HAMMA LAKHDAR-El oued, pour avoir dirigé ce thème, ainsi que pour ses conseils, sa confiance, ses encouragements et le soutien m'a donné pour finir ce travail.*

*J'adresse mes remerciements les plus sincères au Docteur Ali Boutilis DJAHRA, le doyen de notre faculté, son soutien, sa disponibilité, ses conseils, ses encouragements et sa patience qu'il m'accordés m'ont permet de réaliser ce travail.*

*Je tiens également mes vifs remerciements en particulier au Docteur Samir DAROUICHE, le chef de département, mon gérant et mon frère ; et à l'ingénieur Bouchra REZAG MOHCEN, ma collègue et ma sœur ; pour leur soutien, leur patience et leur encouragements.*

*Un grand merci à M<sup>er</sup> Abdelhamid MALKI conservateur divisionnaire des forêts wilaya d'El oued et à M<sup>er</sup> Hamza NHILI conservateur divisionnaire des forêts wilaya de Ghardaïa pour leurs aide concernant la récolte de notre plante.*

*Je remercie chaleureusement M<sup>eme</sup> Mounia BENKDOUR, pour avoir accepté de présider le jury de cette thèse et M<sup>elle</sup> Soumia MERABET pour avoir accepté de faire partie de ce jury.*

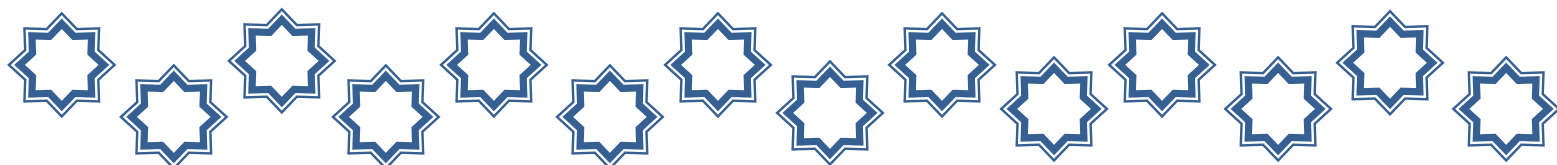
*Mes sincères remerciements vont Aux personnels du laboratoire de l' ITDAS -BISKRA-, CRSTRA -BISKRA- et du laboratoire de l'unité des services communs à la recherche, faculté de sciences (Université de Gafsa-Tunis), en particulier Nesrine ABDELAOUI, Samira GHORD, Haroun FADLAOUI, Tarek OTMANE et Sana pour leur aide*

*Aux personnels de la bibliothèque centrale et la bibliothèque de la faculté de biologie surtout Adila , Abd elhafid , Ahmed et Hassane.*

*À tous mes amis et mes collègues du travail.*

*À tous les étudiants de la promotion 2018.*

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



Une étude quantitative et qualitative de l'huile essentielle d'*Artemisia herba alba* et dans trois régions (semi-aride, aride et désertique), est réalisée au niveau Boussaâda, Khenchela et Ghardaïa. Pour cela, trois axes ont été traités en parallèle. Les données climatiques ont été synthétisées, les sols ont été analysés et dernièrement les huiles essentielles ont été analysées par CPG/MS après qu'on a calculé ses rendements, ainsi qu'on a déterminé l'activité antioxydante en utilisant le DPPH<sup>\*</sup> et l'activité antibactérienne vis-à-vis cinq souches.

Les résultats obtenus ont montrés des variabilités bien apparaît aux niveaux de tous ces paramètres étudiés, dont on a marqué le rendement le plus élevé à Ghardaïa ( $R=1.50\pm 0.0930\%$ ), l'activité antioxydante la plus actif à Boussaâda ( $IC_{50}=0.33 \pm 0.0291\mu g/l$ ) et l'activité antibactérienne la plus efficace à Khenchela ( $12.33\pm 0.768mm$  contre *E.coli* et  $22.50\pm 1.768mm$  contre *Lis*); Et en plus une variation bien montré au niveau de la composition chimique. Ce qui confirme que les facteurs édapho-climatiques agit sur le rendement, la composition chimique, l'activité antioxydante et l'activité antibactérienne.

**Mots clés :** *Artemisia herba alba*, des huiles essentielles, les facteurs édapho-climatiques, la composition chimique, l'activité antioxydante, l'activité antibactérienne.

## ملخص

دراسة كمية و نوعية للزيت الأساسي لنبات *Artemisia herba alba* في ثلاث مناطق (شبه جافة، جافة و صحراوية). من أجل ذلك ثلاث محاور تمت معالجتها بالتوازي. المعطيات المناخية نوقشت و حلت، التربة تم تحليلها و أخيرا الزيوت الأساسية تم تحليلها بـ CPG/MS بعد حساب مردودها، وكذلك تم تحديد الفعالية المضادة للأكسدة باستعمال DPPH<sup>\*</sup> و الفعالية المضادة للبكتيريا تجاه خمس أنواع من البكتيريا.

النتائج المتحصل عليها أظهرت تغيرات شديدة الوضوح على مستوى كل المعايير المدروسة. أين سجلنا أعلى مردود في غرداية ( $R=1.50\pm 0.0930\%$ )، الفعالية المضادة للأكسدة الأكثر نشاطية في بوسعادة ( $IC_{50}=0.33 \pm 0.0291 \mu g/l$ ) و الفعالية المضادة للبكتيريا الأكثر فعالية في خنشلة ( $12.33\pm 0.768mm$  ضد *E.coli* و  $22.50\pm 1.768mm$  ضد *Lis*) و أيضا تغير جد واضح على مستوى التركيب الكيميائي. هذا ما أكد أن العوامل الترابية المناخية تؤثر على المردود، التركيب الكيميائي، الفعالية المضادة للأكسدة و الفعالية المضادة للبكتيريا.

**الكلمات المفتاحية :** *Artemisia herba alba* ، الزيوت الأساسية، العوامل الترابية المناخية، التركيب الكيميائي، الفعالية المضادة للأكسدة ، الفعالية المضادة للبكتيريا.



Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction générale	
<b>PREMIÈRE PARTIE : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE</b>	
<b>I. Présentation de la plante étudiée</b>	
	<b>3</b>
1. Généralité	3
2. Description botanique	3
3. Nomenclature et taxonomie	4
4. Plantation	4
5. Origine et distribution	4
6. Composition chimique	5
7. Usages traditionnels et médicinaux	5
8. Activités biologiques	6
8.1. Activité antioxydante	6
8.2. Activités antimicrobiennes	7
8.2.1. Activités antibactériennes	7
8.2.2. Activités antifongiques	7
8.2.3. Activités antiparasitaires	7
8.3. Effets insecticide ( pesticidique )	8
8.4. Propriétés allélopathiques	8
8.5. Activité antidiabétique (hypoglycémiante)	8
8.6. Effets antipoison (antivenin)	8
8.7. Effets toxiques	9
<b>II. Les huiles essentielles</b>	
	<b>10</b>
1. Généralité	10
2. Définition	10
3. Classification des huiles essentielles	11
4. Composition chimique	11
4.1. Les terpénoïdes	11
4.2. Les composés aromatiques	13
4.3. Composés d'origine divers	13
5. Biosynthèse des huiles essentielles	14
6. Fonction des huiles essentielles	15
7. Procédés d'extraction	15
7.1. Les méthodes traditionnelles	15
7.2. Les méthodes industrielles	16
<b>III. Les facteurs édapho-climatiques et variabilité des huiles essentielles</b>	
	<b>18</b>
1. Les facteurs édapho-climatiques en écologie	18
2. Les facteurs édapho-climatiques et huiles essentielles	18



2.1. Les facteurs climatiques	19
2.2. Les facteurs édaphiques:	20
<b>DEUXIEME PARTIE : PARTIE EXPERIMENTALE</b>	
<b>I. Matériels et méthode</b>	
1. Matériel d'étude	22
1.1. Les sites expérimentaux	22
1.2. Caractérisations climatiques des sites expérimentaux	23
1.2.1. Les précipitations	23
1.2.2. La température	24
1.2.3. L'humidité	25
1.2.4. La vitesse du vent	25
1.2.5. L'insolation	26
1.2.6. L'évaporation	27
1.3. Matériel végétal	27
1.4. Matériel bactériologique	27
2. Méthodes d'étude	29
2.1. Approche méthodologique	29
2.2. Méthodes sur le terrain	30
2.3. Méthodes au laboratoire	30
2.3.1. Séchage	31
2.3.2. Conservation et stockage	31
2.3.3. Extraction des huiles essentielle	31
2.3.4. Analyse chromatographique et activités biologiques des HE	33
A. Analyse par Chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC/MS) d'HE:	33
B. Activité antioxydante d'HE par le test du DPPH*	34
C. Activité antimicrobienne de l'HE	35
2.3.5. Analyses physicochimiques des sols	37
2.3.5.1. Granulométrie	38
2.3.5.2. Potentiel hydrogène (pH)	38
2.3.5.3. Conductivité Electrique (CE)	38
2.3.5.4. Dosages de calcaire total	38
2.3.5.5. Dosages de calcaire actif (méthode de Drouineau Galet)	39
2.3.5.6. dosage de matière organique (méthode de Walkley et Black)	39
2.3.5.7. Dosages de phosphate assimilable (méthode de Joret Hébert, 1955)	39
2.3.5.8. Dosage des bases échangeables (méthode d'agitation)	39
2.3.5.9. Dosage des chlorures (méthode de Mohr)	39
2.3.5.10. Dosage du Soufre	40
2.4. Analyse et synthèse des données climatiques	40
2.4.1. Synthèse climatique	40
2.4.1.1. Synthèse numérique	40



2.4.1.2. Synthèse graphique (Représentation graphique des données d'observation)	41
2.5. Etude statistique	42
<b>II. Résultats et discussions</b>	<b>43</b>
1. Synthèse climatique	43
1.1. L'analyse par l'ANOVA	43
1.2. Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN	43
1.3. Abaque de l'indice d'aridité de DE MARTONNE et Climagramme d'EMBERGER	44
2. Analyse des sols	46
3. Rendements d'extraction des H.Es	47
4. Composition chimique des H.Es	49
5. Activités biologiques des H.Es in vitro	54
5.1. Activités antioxydantes des H.Es par le test du DPPH*	54
5.2. Activités antibactériennes des H.Es	56
Conclusion	
Références bibliographies	
Glossaire	
Annexes	



## Liste de figures

Numéro	Titre	Page
1.	Vue générale de la plante d'Artemisia herba alba .Asso prise à partir des sites d'étude(2018).	3
2.	Exemples de structures de monoterpènes acycliques et cycliques rencontrés dans les huiles essentielles	12
3.	Exemples de structures de sesquiterpènes rencontrés dans les huiles essentielles	13
4.	Exemples de structures de composés aromatiques rencontrés dans les huiles essentielles.	13
5.	Principaux produits de glucoserie	14
6.	La signification de l'écologie en grecs ( par GOUBLIS, 2018)	18
7.	Présentation des étages bioclimatique des trois régions étudiées	23
8.	Variation mensuelle annuelle des précipitations au niveau des trois sites durant la période (2007-2016) à partir des données climatiques de l'ONM.	24
9.	Variation mensuelle annuelle de la température moyenne au niveau des trois sites durant la période (2007-2016) à partir des données climatiques de l'ONM.	24
10.	Variation mensuelle annuelle de l'humidité au niveau des trois sites durant la période (2007-2016) à partir des données climatiques de l'ONM.	25
11.	Variation mensuelle annuelle de la vitesse du vent (m/s) au niveau des trois sites durant la période (2007-2016) à partir des données climatiques de l'ONM.	26
12.	Variation mensuelle annuelle de l'insolation au niveau des trois sites durant la période (2007-2016) à partir des données climatiques de l'ONM.	26
13.	Variation mensuelle annuelle de L'évaporation au niveau des trois sites durant la période (2007-2016) à partir des données climatiques de l'ONM.	27
14.	Synthèse des démarches méthodologique	29
15.	Synthèse de nos démarches méthodologique aux laboratoires	30
16.	Séchage de matériel végétal dans nos laboratoires.	31
17.	Séchage de sols dans nos laboratoires	31
18.	Montage d'hydrodistillateur type Clevenger	32
19.	Courbe ombrothermique de Boussaâda	44
20.	Courbe ombrothermique de Ghardaïa	44
21.	Courbe ombrothermique de Khenchela	44
22.	Abaque de l'indice d'aridité annuel de De Martonne pour les trois sites étudiés	45



## Liste de figures

23.	Climagramme d'Emberger pour les trois sites étudiés.	45
24.	Rendements moyennes en H.Es d'Artemisia herba alba en fonction des sites étudiés	47
25.	Activité antioxydante du radical libre DPPH• par l'A. herba alba de Boussaâda	54
26.	Activité antioxydante du radical libre DPPH• par l'A. herba alba de Khenchela.	54
27.	Activité antioxydante du radical libre DPPH• par l'A. herba alba de Ghardaia.	54
28.	Activité antioxydante du radical libre DPPH• par Acide ascorbique.	54
29.	CI <sub>50</sub> des H.Es extraites d'A.herba-alba au niveau des sites étudiées et témoin déterminées par le test au DPPH•.	55
30.	Antibiogramme vis-à-vis les souches testés.	57
31.	Aromatogramme vis-à-vis les souches testés.	57
32.	Aromatogramme vis-à-vis Lis en présence des différents antibiotiques.	58
33.	Aromatogramme vis-à-vis l'E.coli en présence différents antibiotiques.	58



## Liste des tableaux

Numéro	Titre	Page
1.	Taxonomie d'Artemisia herba alba .Asso (Caratini, 1971 ; Quezel & Santa, 1963).	4
2.	Présentation géographique des trois régions étudiées d'après l'ONM	22
3.	Les souches bactériennes utilisées	28
4.	Les conditions opératoires des analyses chromatographiques (CPG)	33
5.	les propriétés des antibiotiques utilisés	37
6.	Résultats d'analyse des données climatiques de différents sites étudiés en utilisant le test ANOVA.	43
7.	Indice d'aridité de DE Martonne et le quotient pluviométrique pour les trois sites étudiés durant la période (2007-2016)	45
8.	les résultats de l'analyse granulométrique, la détermination de la texture et le type de sol.	46
9.	les résultats des analyses physico-chimiques des sols	46
10.	Interprétation des résultats d'analyses des sols selon les normes	47
11.	Rendements en H.Es d'Artemisia herba alba Asso. de différents sites étudiés.	47
12.	Rendements en H.Es d'Artemisia herba alba Asso. Obtenue à partir de différentes régions à partir des autres études.	48
13.	Composition chimique de l'HE d'Artemisia herba-alba Asso.de Boussaâda.	49
14.	Composition chimique de l'HE d'Artemisia herba-alba Asso. de Khenchela.	50
15.	Composition chimique de l'HE d'Artemisia herba-alba Asso. de Ghardaïa.	51
16.	Les composants communs des H.Es extraites d'Artemisia herba-alba Asso. au niveau des sites étudiés.	52
17.	Valeurs des CI50 des H.Es extraites d'A.herba-alba Asso. au niveau des sites étudiés et témoin déterminées par le test au DPPH•.	55
18.	Aromatogramme vis-à-vis l'E.coli en présence différents antibiotiques. (diamètre de la zone d'inhibition en mm)	57



## *Liste des abréviations:*

- % : Pourcentage
- °C : Degré Celsius
- A.As: acide ascorbique
- Abs : Absorbance
- ABTS : 2,2 azinobis-3-ethylbenzthiazoline-6- sulphonic acid
- AFNOR: Association Française de Normalisation.
- ANOVA : L'analyse de la variance (analysis of variance)
- Anx : Annexe
- ATCC: American type culture collection
- BHT: Butylated hydroxtoluène
- Bous : Boussaâda
- C:Concentration
- Ca<sup>++</sup> : Ca :Calcium
- Caco<sup>3-</sup> : carbonate de calsium
- CE : Conductivité Electrique
- CFM : Céfixime
- CFS: Cefsulodine
- CIP: Collection de l'institut de Pasteur
- Cl : Les Chlorures.
- COT : Co-Trimoxazole (Sulfamethoxazole)
- CPG: Chromatographie en phase gazeuse.
- CRAAQ : Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec
- CRSTRA : Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides.
- DMSO: Diméthylsulfoxyde
- DPPH: 2, 2- diphenyl-1- picrylhydrazyl.
- ENITA : Ecole Nationale d'Ingénieurs des Travaux Agricoles.
- Evap : Evaporation.
- Fig : Figure
- g : Gramme
- GC/MS : Chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse
- GEN: Gentamycine
- Gh : Ghardaïa
- H : Humidité.
- H.E : Huile Essentielle

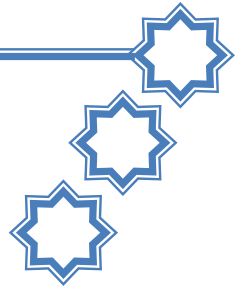


## *Liste des abréviations:*

- IC50: Concentration inhibitrice à 50%.
- Ins : Insolation.
- ISO: Organisation Internationale de Normalisation.
- ITDAS : Institut Technique de Développement de l'Agronomie Saharienne
- K<sub>2</sub>O : K<sup>+</sup> : potassium
- Kh : Khenchela
- M.H: Mueller Hinton agar.
- Meq/L: Milliéquivalent par litre.
- Mg<sup>++</sup>: Magnésium.
- min : Minute.
- ml : Millilitre.
- mm : millimètre.
- MO : matiere organique
- N.S : non significative.
- Na : sodium
- nm : Nanomètre.
- OF : Ofloxacine
- ONM : Office Nationale de la Météorologie.
- P : Précipitations.
- P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : phosphore
- PH: Potentiel d'Hydrogène.
- ppm : partie par million.
- R(%):Rendement (%).
- SD : Déviation standard (écart-type)
- SO<sub>4</sub> : sulfate
- T.H.S : très hautement significative.
- T: Température.
- Tab : Tableau.
- TR : temps de rétention
- V : vents.
- V: Volume.
- µl: Microlitre.



# Introduction



Les huiles essentielles, qui caractérisent spécifiquement les plantes médicinales ou bien aromatiques, ont été utilisées depuis des milliers d'années pour la préservation des denrées alimentaires, des produits pharmaceutiques et les thérapies naturelles (**Fadel et al., 2011**).

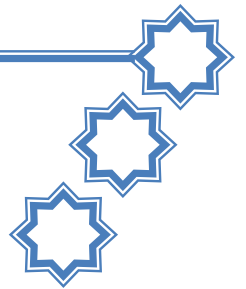
Parmi ces huiles essentielles on cite celle qui a été extraite à partir de notre plante a étudié l'Armoise blanche, connue dans notre pays au nom du « Chih », très utilisée en médecine traditionnelle en Algérie et notamment par les populations du Sahara central et septentrional (**Maiza et al., 2011**). C'est une plante fourragère et aromatique entre dans l'aromatization de certaines boissons et son huile essentielle est destinée à l'industrie de la cosmétologie et de la parfumerie...ect. Pour ce là, on a trouvé de nombreux études traitent leur composition et leurs activités.

Par ailleurs, l'Algérie à un très vaste territoire reflète une importante diversité climatique et édaphique, ce qui conduit à une diversité biologique et cette plante est parmi les constituants principale de la steppe Algérienne qui est une étendue de 20 millions d'hectares, dont la couverture végétale est une mosaïque de steppes à alfa (*Stipa tenacissima L.*), à armoise blanche (*Artemisia herba-alba Asso.*), à sparte (*Lygeum spartum L.*) et à armoise champêtre (*Artemisia campestris L.*) (**Westoby et al., 1989 ; Maire, 1925**). Donc notre plante est largement distribuée dans des différentes régions de semi-aride jusqu'à désertique.

Dans ce contexte s'inscrit le présent travail de recherche dont le but principal est d'étudier l'influence de quelques facteurs édaphoclimatiques sur les huiles essentiels d'Armoise blanche. La majorité des recherches ont étudié les huiles essentielles, alors que certaines d'entre elles ont traités ce thème à partir des mêmes axes que nous.

La présente étude a été consacrée à l'évaluation de l'effet de ces facteurs en comparaison entre des huiles essentielles obtenues à partir de différentes régions, pour atteindre notre objectif on a débuté par la détermination des priorités de chaque huile, tel que le rendement, la composition chimique et les activités biologiques ; sans oublier l'étude des principaux facteurs édaphoclimatiques qui entourent notre plante (la plante mère) dans région.

# Synthèse bibliographique



## 1. Généralité :

Le genre *Artemisia* appartient à la famille des *Astéracées* : c'est l'un des genres le plus répandu et le plus étudié de cette famille; il contient un nombre variable d'espèces allant jusqu'à 500 espèces (Mucciarelli & Maffie, 2002).

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

Et parmi ses espèces on trouve notre plante étudiée *Artemisia herba alba* Asso.

## Description botanique :

*Artemisia herba alba* Asso. est une plante steppique, vivace, dressée, polymorphe, Steppes argileuses et pâturages rocaillieux en montagne. C'est un arbuste très aromatique à nombreuses rameaux (tiges) de 30 à 50 cm de haut. Cette plante possède des capitules très petits, ovoïdes, généralement ne contient que 2 à 5 fleurs de couleur jaunâtre. Ces feuilles sont courtes généralement de couleur blanc argentées, laineuses, enchevêtrées et finement divisées. Son inflorescence en très petits capitules ovoïdes (Voir Fig.1) (Ozenda, 1991 ; Quezel & Santa, 1963; Chehma, 2006).



**Figure.1** : Vue générale de la plante d'*Artemisia herba alba* Asso. prise à partir des sites d'étude(2018).

## 2. Nomenclature et taxonomie :

Artemisia est le nom de genre des armoises, il provient de celui de la déesse grecque de la chasse Artémis; herba-alba signifie herbe blanche (Djali & Hamadi, 2017). Son nom scientifique est *Artemisia herba-alba* Asso. et son nom vernaculaire algérien : Chih ; et en français : Armoise blanche (Chehema, 2006 ; Abou El-Hamd et al., 2010).

Selon Caratini (1971), Quezel & Santa (1963), la plante *Artemisia herba alba* Asso. est classée comme il est décrite dans le tableau suivant :

**Tabl.1** : Taxonomie d'*Artemisia herba alba* .Asso (Caratini, 1971 ; Quezel & Santa, 1963).

Règne	<i>Plantae</i>
Sous règne	<i>Tracheobionta</i>
Embranchement	<i>Spermatophyta</i>
Sous embranchement	<i>Magnoliophyta</i>
Classe	<i>Magnoliopsida</i>
Sous classe	<i>Asteridae</i>
Ordre	<i>Asterales</i>
Famille	<i>Asteraceae</i>
Sous famille	<i>Asteroideae</i>
Tribu	<i>Anthemideae</i>
Sous Tribu	<i>Artemisiinae</i>
Genre	<i>Artemisia</i>
Espèce	<i>Artemisia herba alba</i> Asso.

## 3. Plantation :

A lieu de préférence au printemps (Avril-Mai), mais peut aussi se faire en tout début d'automne (Benedicite, 2014).

## 4. Origine et distribution :

Les espèces qui appartiennent au genre *Artemisia* sont des arbustes aromatiques, qui réparties sur les cinq continents et particulièrement diversifiées dans les régions sèches (Bencheqroun et al., 2012 ; Boutineau, 2010), malgré que son origine n'est pas connu (الديجوي, 1996). Ce vaste genre poussent de façon spontanée dans plusieurs régions de l'hémisphère nord de la terre, surtout dans les zones arides ou semi arides (Geoff et al., 2005), comme le bassin méditerranéen, et s'étendent jusqu'à l'Himalaya. Dans l'hémisphère

sud elles sont trouvées en Afrique du sud, l'Australie et l'Amérique du sud (**Boudjouref, 2011**).

En Algérie on trouve l'armoise blanche dans les zones steppiques, elle est très commune sur les hauts plateaux et elle est présente aussi dans le Sahara septentrionale et se raréfiant plus au sud : Hoggar et tassili (**Chehma, 2006 ; Abdelguerfi & Ramdane, 2003**).

## 5. Composition chimique :

De nombreuses études chimiques ont révélé que la partie aérienne d'*Artemisia herba alba* ainsi que le genre *Artemisia* est riche en métabolites secondaires tels que les polyphénols, les flavonoïdes, les sesquiterpènes lactones, les tanins, les huiles essentielles (**Kundan & Anupan, 2010 ; Amor, 2010 ; Alwahibi et al., 2018**).

Plusieurs métabolites secondaires ont été isolés et identifiés de l'*Artemisia herba alba* dont les plus importants sont les sesquiterpènes lactones tels que les eudesmanolides et les germacranolides (**Messai et al., 2008**). Les flavonoïdes détectés dans l'armoise montrent aussi une diversité structurale allant des flavonoïdes communs (flavones glycosides et flavonols) jusqu'aux flavonoïdes méthyles qui sont très inhabituel. Les flavonoïdes glycosides comprennent les *O-glycosides* tels que quercitine-3-glucoside et des flavones *C-glycosides* qui sont rares dans le genre *Artemisia*, ainsi que dans l'ensemble des Astéracée (**Abou El-Hamd et al., 2010**).

En plus des sesquiterpènes lactones et des flavonoïdes l'analyse phytochimique a montré que la composition des huiles essentielles de l'*Artemisia herba alba* Asso est riche en monoterpènes, Sesquiterpenes, santonines tel que 1,8-cineole, chrysanthenone, chrysanthenol,  $\alpha/\beta$ -thujones,  $\alpha$ -pinène et camphor (**Zaim et al., 2012 ; Abou El-Hamd et al., 2010**).

## 6. Usages traditionnels et médicinaux:

*Artemisia herba alba* Asso. a été utilisée, tout d'abord, comme aromatisant dans le thé et le café, puis elle est devenue une panacée dans la médecine traditionnelle arabo-musulmane (**Bezza et al., 2010**). Traditionnellement utilisée depuis longtemps pour traiter plusieurs maladies : lors d'un désordre gastrique tel que la diarrhée et les douleurs abdominales. Elle est aussi utilisée en tant que remède de l'inflammation du tractus gastro-intestinal (**Gharabi, 2008**).

Cette plante possède des propriétés thérapeutiques, et non seulement elles utilisées dans la médecine traditionnelle, mais aussi dans l'industrie alimentaire et pharmaceutique (**Mirjalili et al., 2007**). Par exemple, en alimentation, elle entre dans l'aromatisation de certaines boissons et produits alimentaires tel que le fromage frais dans le but d'aromatisation et l'enrichissement de ce dernier. On autre, son huile essentielle est destinée à l'industrie de la cosmétologie et de la parfumerie (**Djali & Hamadi, 2017**).

En Algérie, l'armoise est un remède très populaire auquel on a souvent recours pour faciliter la digestion, calmer les douleurs abdominales et certains malaises du foie et antidiabétique. Ses racines sont indiquées contre certains troubles nerveux (**Djali & Hamadi, 2017**).

Plusieurs études scientifiques ont également prouvées l'efficacité de l'armoise blanche en tant qu'agent antidiabétique, antiparasitaire, antibactérien, antileishmaniose, antiviral, antioxydant, anti malarien, antispasmodique et antihémorragique (**Boudjeladl, 2013 ; Bezza et al., 2010 ; Yashphe et al., 1987 ; Sefi et al., 2010**).

## 7. Activités biologiques:

En plus de leurs utilisations traditionnelles, *Artemisia herba alba* possède de nombreuses propriétés biologiques, parmi lesquelles on cite les plus importantes :

### 8.1. Activité antioxydante :

La partie aérienne d'*Artemisia herba alba* possède des activités antioxydantes significatives. En effet cette plante est riche en composés doués d'activité antioxydante tels que : les flavonoïdes et les tanins (les polyphénols), ces différents constituants exercent ses actions antioxydantes en pigeant les radicaux libres (inhibant la production) : radicaux hydroxyle (OH) et anions superoxydes ( $O_2^-$ ), comme ils inhibent la peroxydation lipidique au niveau des microsomes (**Djali & Hamadi, 2017**).

L'armoise blanche considère comme bon source d'antioxydants naturels pour l'usage traditionnelle et commercial d'après une étude faite par **Djeridane et al. (2006)**.

De leurs coté **Al-Mustafa & Al-Thunibat (2008)** ont étudié l'activité antioxydante de 21 plantes en utilisant deux méthodes différentes: la méthode de DPPH (2,2-diphenyl-1-1-picrylhydrazyl) et la méthode d'ABTS (2,2 azinobis-3-ethylbenzthiazoline-6- sulphonic acid), ils ont trouvé que l'*Artemisia herba alba* montrent une activité antioxydante importante en comparaison à celle des autres plantes.

## 8.2. Activités antimicrobiennes:

### 8.2.1. Activités antibactériennes:

L'*Artemisia herba alba* est une plante médicinale utilisée dans l'aromathérapie à cause de ses priorités et en particuliers son huile essentielle.

**Yashphe et al. (1979)** ont testé l'activité antibactérienne d'*Artemisia herba alba*, ils ont trouvé que seulement l'huile essentielle a une activité antibactérienne efficace contre quelques bactéries gram positif (*Streptococcus hemolyticus* et *Staphylococcus aureus*) et quelques bactéries gram négatif (*Escherichia coli*, *Shigella sonnei* et *Salmonella typhosa*).

Des autres études ont montrées que l'huile essentielle possède une action inhibitrice contre des bactéries gram positif (*Bacillus subtilis*, *Streptococcus hemolyticus* et *Staphylococcus aureus*) et gram négatif (*Escherichia coli*, *Shigella sonnei*, *Salmonella typhosa*, *Serratia marcescens* et *Pseudomonas aeruginosa*) (**Sherif et al., 1987 ; Yashphe et al., 1987**).

### 8.2.2. Activités antifongiques:

**Bouchra et al. (2003)** ont étudié l'effet antifongique de l'huile essentielle de 25 plantes médicinales Marocaines inclue l'*Artemisia herba alba* qui possède une activité antifongiques contre *Penicillium digitatum*, *Phytophthora citrophthora*, *Geotrichum citri-aurantii*, et *Potrytis cinerea* a une concentration de 250 µg/ml.

Des autres études ont été faites qui montre que l'*Artemisia herba alba* possède un potentiel antifongique sur des champignons tel que : *Penicillium aurantiogriseum* (**Bouchra et al., 2003**), *Zygorrhynchus* sp, *Aspergillus niger* et *Penicillium italicum* (**Tantaoui-Elaraki et al., 1993 ; Tantaoui-Elaraki & Errifi, 1994**), *Candida albicans* (**Roger et al., 2008**).

### 8.2.3. Activités antiparasitaires:

Les plantes du genre *Artemisia* contiennent un sesquiterpène lactone appelé: Artemisinine, ce composant constitue le métabolite secondaire le plus important chez toutes les espèces *Artemisia*, il est considéré comme une drogue antimalariale très efficace contre le parasite qui cause la malaria: le *Plasmodium falciparum* (**Donrop & Day., 2007**). L'artemesinine possède également plusieurs activités, il est efficace contre les maladies infectieuses telle que l'hépatite B (**Rmoero et al., 2005**).

On autre, l'extrait aqueux et l'huile essentielle d'*Artemisia herba-alba* ont été éprouvés pour leur activité antileishmanienne vis-à-vis de deux espèces de *Leishmania* (*Leishmania tropica* et *Leishmania major*). L'huile essentielle a montré une importante activité vis à-vis

des deux souches à une concentration de 2 µg/ml. L'extrait aqueux a révélé une activité antileishmanienne à la concentration de 4 µg/ml (**Hatimi et al., 2000**).

### 8.3. Effets insecticide (pesticidique) :

Une étude récente a été réalisée par **Soliman (2006,2007)**, où l'huile essentielle d'*Artemisia herba-alba* a été testée pour son activité répulsive contre trois espèces des insectes *Bemisia tabaci* (Gennadius), *Aphis gossypii* (Glover) et *Thrips tabaci* (Lindman), les résultats obtenus ont montrés que cette huile est plus toxique pour *T. tabaci* et *A. gossypii* que *B. tabaci*.

Des autres études ont prouvées et évaluées cet effet contre *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera) (**Tani et al., 2008**) ; *Culex pipiens* , *Spodoptera littoralis* (Biosd), *Musca domestica* L et *Mus musculus* (**Hifnawy et al., 2001**).

### 8.4. Propriétés allélopathiques:

Les plantes du genre *Artemisia* possèdent des propriétés allélopathiques par inhibition de la croissance et la germination de certaines plantes de l'entourage, Ces propriétés sont dues probablement à la présence d'acide phénolique, et d'autres composants polaires (**Kyeong et al., 2007**).

On autre, **Escudero et al. (2000)** ont montrés que l'extrait aqueuse d'*Artemisia herba alba* possède un potentiel allélopathique sur *Helianthemum squamatum* en inhibant sa germination.

### 8.5. Activité antidiabétique (hypoglycémiante):

**Twajj & Al-Badr (1988)** ont trouvé que l'extrait aqueux de la partie aérienne d'*Artemisia herba alba*, diminue le taux de glucose dans le plasma des lapins chez lesquels le diabète est induit par l'alloxane monohydrate et d'autres lapins ont glycémie normale. plusieurs autres études ont également montrés la mêmes résultats c'est-à-dire la diminution de la concentration de glucose par l'*Artemisia herba alba*, tel que : Al-waili (1986), Al-waili (1988), Ibrahim et al. (2000), Al-Yahya et al. (1986), Al-Khazraji et al. (1993), Al-Shamaony et al. (1994), Essway et al. (1995), Tastekin et al. (2006) et Iriadam et al. (2006)...etc.

### 8.6. Effets antipoison (antivenin):

Les extraits aqueux de 12 plantes médicinales utilisées à Jordon pour inhiber le venin de scorpion et de vipère, ont été testés pour évaluer ses possibilités de neutralisation de venin chez l'humain ; les résultats obtenus ont montrés que les extraits de 9 plantes inhibent

l'activité de dégradation des globules rouges contre les deux types de venin ; et que l'extrait d'*Artemisia herba alba* est le plus efficace avec une inhibition de 100% (Sallal & Alkofahi, 1996).

### 8.7. Effets toxiques:

Selon l'étude faite par Almasad *et al.* (2007), après l'injection d'*Artemisia herba alba* aux femelles des rats dans deux périodes (4 et 12 semaines) ; les résultats montrés que l'*A. herba alba* à long terme a un effet toxique sur la fertilité et le système de reproduction.

D'autre part, A forte dose, l'armoise est abortive, neurotoxique et hémorragique. La thuyone constitue la substance toxique et bioactive dans l'armoise et la forme la plus toxique est  $\alpha$ -thuyone. Elle a des effets convulsivantes (Djali & Hamadi, 2017).

## 1. Généralité :

Le terme (essentiel) dérive de l'essence qui signifie l'odeur ou le goût. La flaveur et l'odeur spécifique de beaucoup de plantes sont reliées aux propriétés de ces substances (Calsamiglia *et al.*, 2007).

Chaque fois que, après avoir écrasé un pétale de fleur, une branchette, ou une quelconque partie d'une plante, un parfum se dégage, cela signifie qu'une huile essentielle s'est libérée (Bekhechi & Abdelouahid, 2010).

## 2. Définition :

Les huiles essentielles, les essences ou les huiles volatiles sont des substances naturelles volatiles, ont composition généralement assez complexe, caractérisées par une forte odeur et synthétisées par des cellules spécialisées des organes de certaines plantes (dites aromatiques) sous l'effet de l'énergie solaire, comme des métabolites secondaires (Solgi & Ghorbanpour, 2014 ; Bechaalany, 2014 ; Bakkali *et al.*, 2008).

Selon les standards ISO et AFNOR, d'octobre 1987, une huile essentielle est : « un produit obtenu à partir d'une matière première végétale, après séparation de la phase aqueuse par procédés physiques (l'entraînement de la vapeur), soit par des procédés mécaniques (l'épicarpe des Citrus, la distillation sèche » (Toninoli & Meglioli, 2013).

Les huiles essentielles représentent une petite fraction dans la composition chimique de la plante et sont responsables de l'odeur distinctive de la plante, et c'est pour cette raison que les plantes qui synthétisent les huiles essentielles sont connus sous le nom de « plantes aromatiques » (Pourmortazavi & Hajimirsadeghi, 2007 ; Toninoli & Meglioli, 2013).

Les huiles volatiles peuvent être stockées dans tous les organes végétaux, les fleurs (Bergamotier, Tubéreuse), les feuilles (Citronnelle, Eucalyptus), les écorces (Cannelier), les bois (Bois de rose, Santal), les racines (Vétiver), les rhizomes (Gingembre), les fruits (Toute-épice, anis), et les graines (muscade, nigelle) (Nait Slimane & Zaddi, 2012 ; Bechaalany, 2014 ; Toninoli & Meglioli, 2013).

Elles sont liquides à température ambiante, d'un poids moléculaire faible, facilement inflammable et très volatiles surtout si elles sont exposées à la chaleur ou à la lumière ; elles sont entraînable à la vapeur d'eau ce qui les différencient des huiles fixes, incolores et rarement colorées (varie de jaune pâle au vert en passant par le rouge ou le marron foncé) et sont liposolubles (les huiles végétales) et solubles dans les solvants organiques (l'Alcool, le

miel ...), leur densité est en générale inférieur à celle de l'eau, elles sont altérables et très sensibles à l'oxydation (**Jaques & Paltz, 1997 ; Toninoli & Meglioli, 2013**).

### 3. Classification des huiles essentielles :

On distingue deux types de classification des huiles essentielles (H.Es) :

- La première classification qui est faite selon la composition chimique et on distingue :
  - les H.Es *hydrocarburées* qui sont les plus nombreuses.
  - les H.Es *oxygénées* qui présente toutes les H.Es solides.
  - les H.Es *sulfurées* retrouvées chez les *Liliaceae* et les *Brassicaceae*.
- La seconde classification repose sur la couleur de l'huile et comprend quatre classes :
  - ☑ les *incolores* qui sont dépourvues de résine et d'azulène.
  - ☑ les jaunes qui renferment des résines.
  - ☑ les bleues qui contiennent de l'azulène.
  - ☑ les jaune-vert et vert-brun qui contiennent principalement de l'azulène, mais aussi d'autres colorants (**Nait Slimane & Zaddi, 2012**).

### 4. Composition chimique :

Les huiles essentielles sont des mélanges complexes de constituants, contiennent 20 à 60 composants avec des concentrations différentes, et elles sont caractérisées généralement par 2 ou 3 composants majoritaires représentent 20-70% d'huile essentielle totale, alors que les autres composés se trouve sous forme des traces. Ce qui est montré par **Bakkali et al. (2008)**.

Les constituants des huiles essentielles appartiennent de façon quasi exclusive à deux groupes caractérisés par des origines biogénétiques distinctes, le groupe des terpénoïdes d'une part et le groupe des composés aromatiques dérivés de phénylpropane, beaucoup moins fréquents, d'autre part. Ces huiles peuvent également renfermer divers produits issus de processus dégradés mettant en jeu des constituants non volatils (**Bekhechi & Abdelouahid, 2010**).

Les principaux constituants des huiles essentielles sont les suivants :

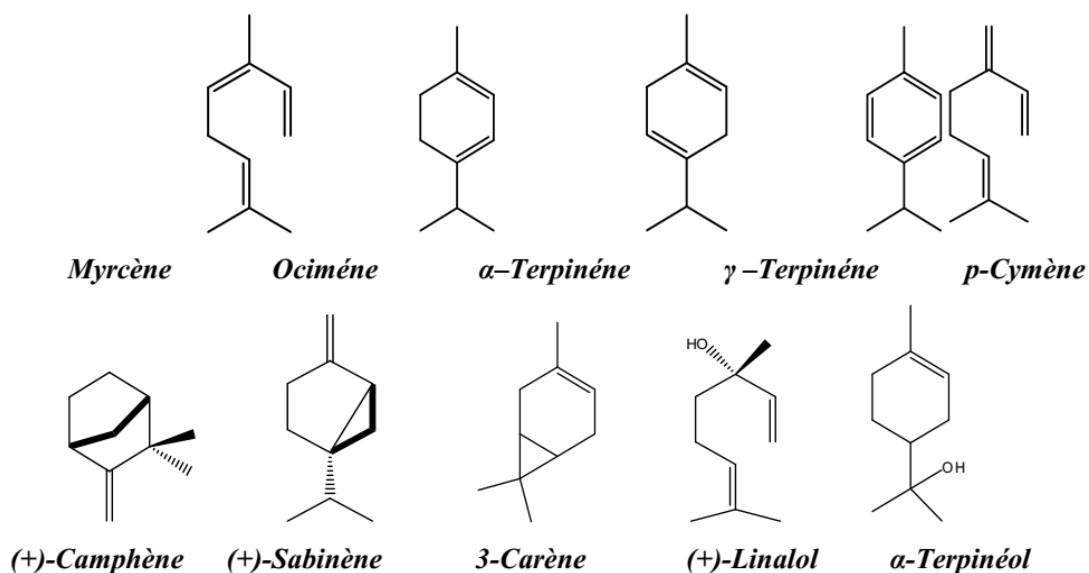
#### 4.1. Les terpénoïdes :

La famille de terpènes ou Les terpénoïdes sont les composants les plus abondants dans les huiles essentielles et les plus volatiles puis qu'ils ont la masse moléculaire la moins élevée (**Lemaoui, 2011**), et ils sont subdivisés selon leur degré de polymérisation en deux classes :

les mono et les sesquiterpènes. Ce sont des hydrocarbures ayant respectivement dix et quinze atomes de carbone (Samate, 2002).

#### ☑ Les monoterpènes ( $C_{10}H_{16}$ ):

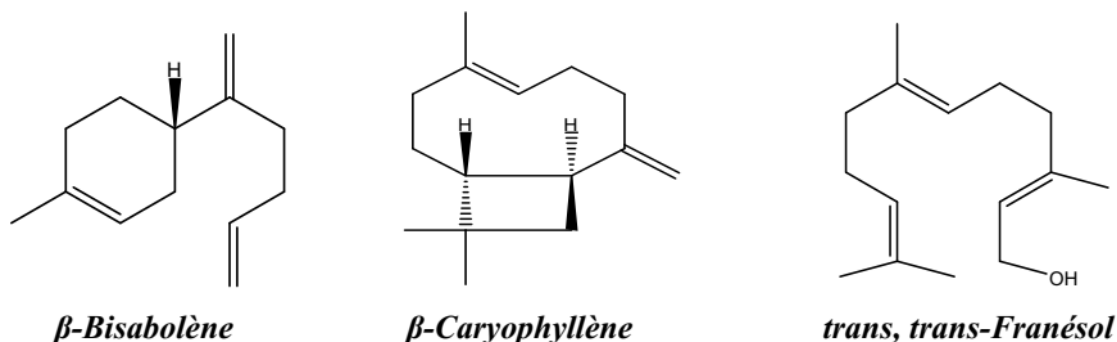
Les monoterpènes représentent la classe la plus simple de la série des terpènes, ils contiennent 10 atomes de carbones résultants du couplage de deux unités « isopréniques ». Ils peuvent être acycliques (myrcène, ocimène), monocycliques ( $\alpha$  et  $\gamma$ -terpinène, p-cymène) ou bicycliques (pinène, camphène) (Voir Fig.2). Ils constituent parfois plus de 90% de l'huile essentielle. Les variations structurales justifient l'existence de nombreuses molécules : alcools (géraniol,  $\alpha$ -terpinéol, bornéol, trans-trans-franésol), phénols (thymol), aldéhydes (citronellal), cétones (carvone,  $\beta$ -vétivone), esters (acétate de cédryle), éthers (1,8-cinéole) (Heller et al., 2007 ; François & Gaudry, 2012 ; Lemaoui, 2011).



**Fig.2** : Exemples de structures de monoterpènes acycliques et cycliques rencontrés dans les huiles essentielles. (Bekhechi & Abdelouahid, 2010)

#### ☑ Les sesquiterpènes ( $C_{15}H_{24}$ ) :

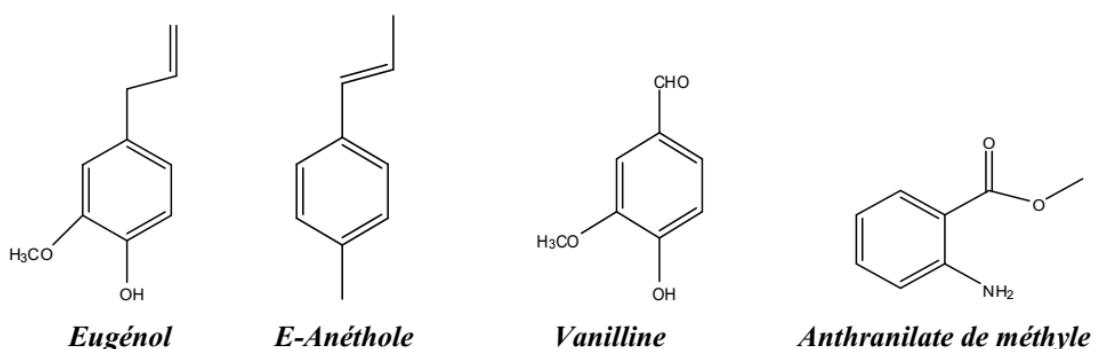
Les sesquiterpènes sont composés de 15 atomes de carbones (Voir Fig.3) et issus de l'assemblage de 3 unités isopréniques. Ils ont aussi diverses structures, des carbures mono ou polycycliques (B-bisabolène, B-caryophyllène et longifolène), des alcools (farnésol, carotol, B-santalol, et patchoulol), des cétones (nootkatone, cis-longipinane-2,7-dione, et B-vétivone), des aldéhydes (sinensals) et des esters (acétate de cédryle) (François & Gaudry, 2012 ; Lemaoui, 2011).



**Fig.3 :** Exemples de structures de sesquiterpènes rencontrés dans les huiles essentielles. (Bekhechi & Abdelouahid, 2010)

#### 4.2. Les composés aromatiques :

Les dérivés du phénylpropane (C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>) sont beaucoup moins fréquents que les terpènes. Ce sont très souvent des aldéhydes comme le cinnamaldehyde, des alcools comme cinnamique alcool, des phénols comme chavicol, et eugenol, des dérivés de méthoxy comme l'anethol elemicine et estragole et des dérivés de dioxyméthylène comme l'apiole, myristicine, et safrole (Voir Fig.4) (Bakkali et al., 2008 ; Bekhechi & Abdelouahid, 2010).



**Fig.4 :** Exemples de structures de composés aromatiques rencontrés dans les huiles essentielles. (Bekhechi & Abdelouahid, 2010)

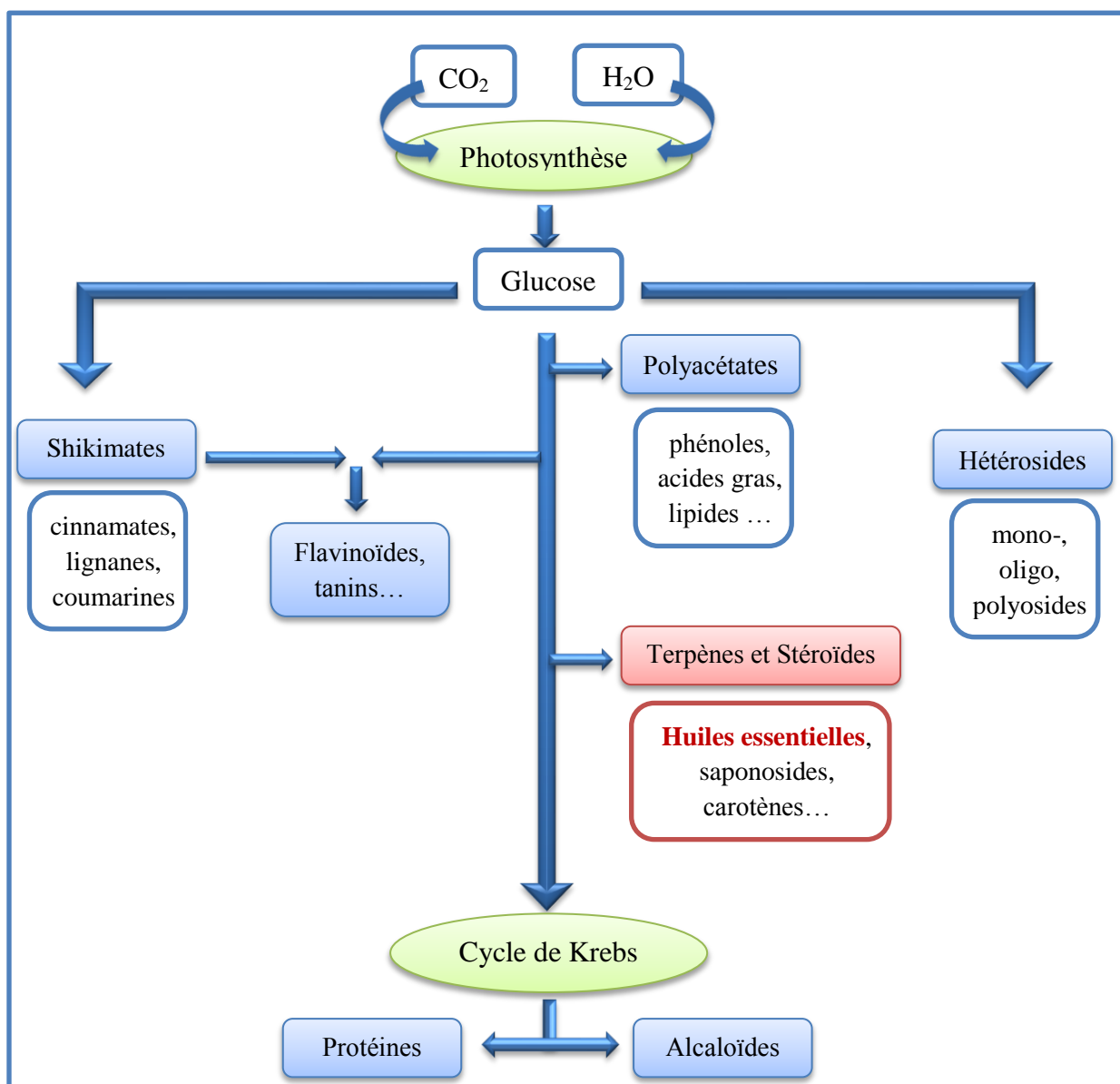
#### 4.3. Composés d'origine divers :

Les huiles essentielles peuvent être également renfermées d'autres constituants qui ne sont pas des terpènes ou des dérivés de phénylpropane, comme les composés issus de la dégradation d'acides gras (3*Z*-hexèn-1-ol, 2*E*-hexanals) et de terpènes (les ionones, et les irones), et les composés azotés et sulfurés qui résultent du clivage d'acides aminés ou de ces

précurseurs (indole) **Lemaoui (2011)**. Se retrouver de faibles quantités et de poids moléculaires peu élevés (**Samate, 2002**).

## 5. Biosynthèse des huiles essentielles :

Des expériences menées sur différentes espèces et dans des conditions variées ont pu établir que les terpènes participent activement au métabolisme sans pour autant conclure au rôle qu'ils pouvaient jouer. Cependant, le catabolisme des essences aurait lieu pendant la période de déficience en produits issus de la photosynthèse (**Voir Fig.5**) (**Bekhechi & Abdelouahid, 2010**).



**Fig.5** : Principaux produits de glucoserie (**Bekhechi & Abdelouahid, 2010**)(modifiée).

Elaborés à partir des mêmes précurseurs, les terpénoïdes et les stéroïdes constituent sans doute le plus vaste ensemble connue de métabolites secondaires des végétaux (**Bekhechi & Abdelouahid, 2010**).

## 6. Fonction des huiles essentielles :

Le rôle des huiles essentielles n'a pas pu être clairement démontré. En effet, on considère qu'il s'agit de produits de déchets du métabolisme (**Bekhechi & Abdelouahid, 2010**).

Toutefois, certains auteurs pensent que la plante utilise son huile essentielle pour repousser les insectes, ou au contraire pour les attirer et favoriser la pollinisation. D'autre part, les huiles essentielles conservent l'humidité nécessaire à la vie des plantes exposées à des climats désertiques, et aussi elles mettent en œuvre des mécanismes de défense pour protéger la plante. Donc, les huiles essentielles jouent un rôle biologique très important dans l'écologie de la plante pour leur survie (**Toninoli & Meglioli, 2013**).

D'autres, les considère comme une ressource énergétique, facilitant certaines réactions chimiques, et elles sont utilisées comme hormones stimulantes, régulatrices, de la croissance et de la reproduction (**Bekhechi & Abdelouahid, 2010 ; Toninoli & Meglioli, 2013**).

Les huiles essentielles ont également une fonction antimicrobienne (antibactérienne, antifongique, antivirale et antiparasitaire et antileishmanienne) en réparant les tissus abîmés de la plante et en protégeant des infections (**Yashphe et al., 1987; Abou El-Hamd et al., 2010 ; Hatimi et al., 2000**) et aussi elles ont une fonction et antidiabétique, Antispasmodique, antigenotoxique (anticytotoxique) et antiinsecticide (effet pestesidique) (**Abou El-Hamd et al, 2010**). En plus de ces activités précédemment cités, les huiles essentielles possèdent aussi des activités anticancéreuses (**Sylvestre et al., 2005**).

## 7. Procédés d'extraction :

Il existe différents types de distillation des huiles essentielles et on peut les classées en deux :

### 7.1. Les méthodes traditionnelles :

Les méthodes les plus utilisés, généralement, sont : la distillation par eau, la distillation par courant de vapeur, la distillation par eau et vapeur ou en vapeur indirecte et d'autres comme la pression à froide, l'enfleurage... Cependant, la distillation à vapeur d'eau est actuellement la méthode d'extraction la plus utilisée pour la distillation.

La distillation artisanale est plus longue et dure le temps réglementaire pour obtenir une huile d'excellente qualité, donc plus adaptée à l'aromathérapie qui nécessite d'avoir une huile essentielle pure et de qualité, capable de développer son action curative à travers la vitalité et l'intelligence de la plante dont elle est l'expression (Toninoli & Meglioli, 2013).

## 7.2. Les méthodes industrielles :

Ces méthodes comprennent l'extraction avec solvants chimiques, l'extraction avec du CO<sub>2</sub> ou des ultrasons.

La distillation industrielle est plus courte que la distillation artisanale car elle est effectuée à haute température et à haute pression, et elles ont un plus grand rendement ; mais, malheureusement elles donnent parfois une huile avec une grande quantité de résidus chimiques, donc plus adaptée à la parfumerie qu'à l'aromathérapie (Toninoli & Meglioli, 2013).

Alors, plusieurs techniques sont utilisées pour l'extraction des huiles essentielles, parmi lesquelles nous citerons principalement :

☑ **L'hydrodistillation (la distillation dans l'eau) :** la méthode la plus simple et plus anciennement utilisée qui consiste à immerger le matériel végétale directement dans un récipient rempli d'eau distillé placé sur une source de chaleur. L'ébullition de l'eau entraîne alors les huiles essentielles qui au contact d'un réfrigérant elles se condensent, et se récupèrent sous forme d'une émulsion (eau + huile essentielle) et se séparent par la suite de l'eau par simple différence de densité (Ferhat *et al.*, 2010 ; Lemaoui, 2011 ; Bekhechi & Abdelouahid, 2010).

Au laboratoire, le système équipé d'une cohobe généralement utilisé pour l'extraction des huiles essentielles est le Clevenger.

☑ **Entrainement à la vapeur d'eau (ou Vapo-hydrodistillation) :** Le matériel végétal, dans ce cas, se trouve supporté par une grille ou une plaque perforée placée à une distance adéquate du fond de l'alambic. La partie inférieure de celui-ci est remplie d'eau. Le niveau de cette dernière doit permettre d'éviter tout contact entre l'eau et la plante (Bekhechi & Abdelouahid, 2010).

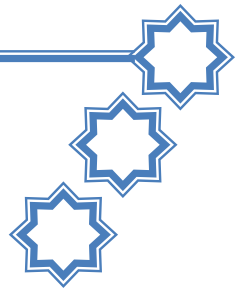
☑ **Distillation d'eau et vapeur ou vapeur indirecte:** Ce procédé offre les avantages des deux premières méthodes ; les plantes aromatiques sont posées sur une grille au-dessous de laquelle se trouve de l'eau chauffée jusqu'à ébullition. Dans l'alambic on ajoute d'autres vapeurs à celle formées par l'eau chaude ; donc l'eau bouillante ne sera jamais en contact direct avec les végétaux pour éviter l'altération de leurs composants aromatiques. Cela élimine les inconvénients de l'injection directe de vapeur sur plante (**Toninoli & Meglioli, 2013**).

☑ **L'extraction par micro-ondes :** est une technique aussi récente, consiste à chauffer la matière végétale placée dans une enceinte close par un rayonnement micro-ondes qui est utilisé comme source de chauffage. Le chauffage de la plante permet la libération des huiles essentielles qui sont entraînées par la vapeur d'eau produite par la matière végétale. Un système de refroidissement à l'extérieur permet la condensation de distillat composé d'eau et d'huile essentielle facilement séparable par simple décantation (**Ferhat et al., 2010 ; Lemaoui, 2011**).

☑ **Pression à froid :** est une technique ancestrale utilisée par les Egyptiens, les Grecs et les Romains. Herbes, feuilles, fleurs et brindilles sont déchiquetés et broyés dans un sac de lin, ou à travers une presse à vis qu'on utilise pour les olives, pour faire sortir le suc végétal qu'on laisse décanter. Le suc obtenu est ensuite filtré et l'essence aromatique est recueillie dans différents conteneurs.

Avec ce procédé mécanique on obtient des huiles essentielles, ou mieux des essences pas particulièrement pures car elles contiennent quelque substances non volatiles, comme des flavonoïdes. Les seules opérations autorisées pour purifier l'huile sont la centrifugation et la filtration (**Toninoli & Meglioli, 2013**).

# Partie experimentale



Notre travail a été réalisé au niveau du trois laboratoires :

La première phase a pour but d'extraire l'huile essentielle d'*Artemisia herba alba* a été effectuée au niveau de laboratoires pédagogiques de notre Faculté (Université de El oued) et l'identification de la composition chimique des H.Es a été effectuée au laboratoire de l'unité des services communs à la recherche, faculté de sciences (Université de Gafsa-Tunis).

Dans les autres axes, l'étude des caractérisations physico-chimiques des sols a été effectuée entre les laboratoires de l'institut technique de développement de l'agronomie saharienne (ITDAS) -BISKRA- et laboratoire d'analyse de sol du centre de recherche scientifique et techniques sur les régions aride (CRSTRA) -BISKRA-. Par contre, l'étude des pouvoirs antioxydants et l'activité antibactérienne des H.Es, ont été effectuées aussi au niveau de nos laboratoires pédagogiques (Université de El oued).

## 1. Matériel d'étude :

### 1.1. Les sites expérimentaux :

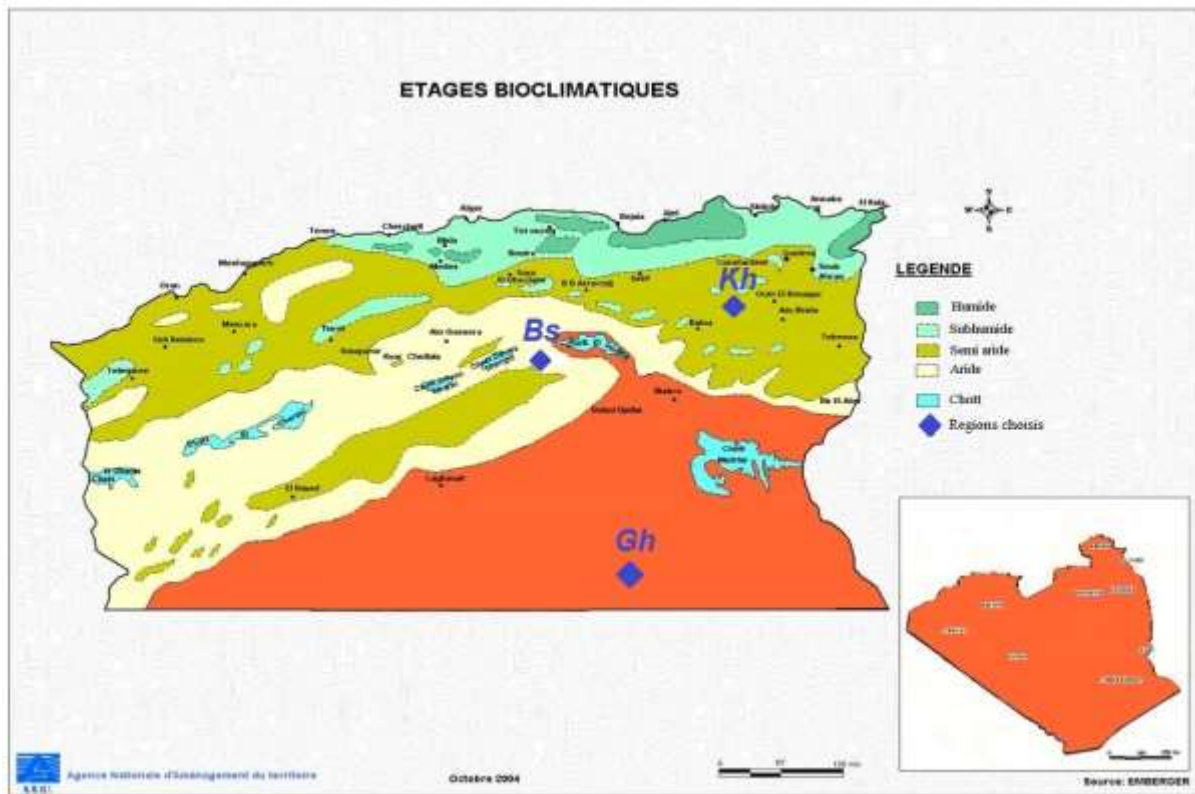
Le choix des régions d'études était basé strictement sur la disponibilité et la possibilité de suivre les différents étages bioclimatiques qui ont été occupés par notre plante (**Voir fig.7**).

Dans le **tab.2**, nous regroupons les caractéristiques géographiques des 3 régions étudiées dans notre présent travail.

**Tab.2:** Présentation géographique des trois régions étudiées d'après l'ONM.

Regions	Boussaâda	Khenchela	Ghardaïa
<b>Climat</b>	Aride	Semi-aride	Saharienne
<b>Latitude</b>	35° 13' 9" Nord	35° 0' 0" Nord	32° 28' 60" Nord
<b>Longitude</b>	4° 10' 54" Est	7° 0' 0" Est	3° 40' 60" Est
<b>Altitude</b>	470 m	1 380 m	489 m

ONM : Office Nationale de la Météorologie.



**Fig.7 :** Présentation des étages bioclimatique des trois régions étudiées (Emberger, 2004).

## 1.2. Caractérisations climatiques des sites expérimentaux :

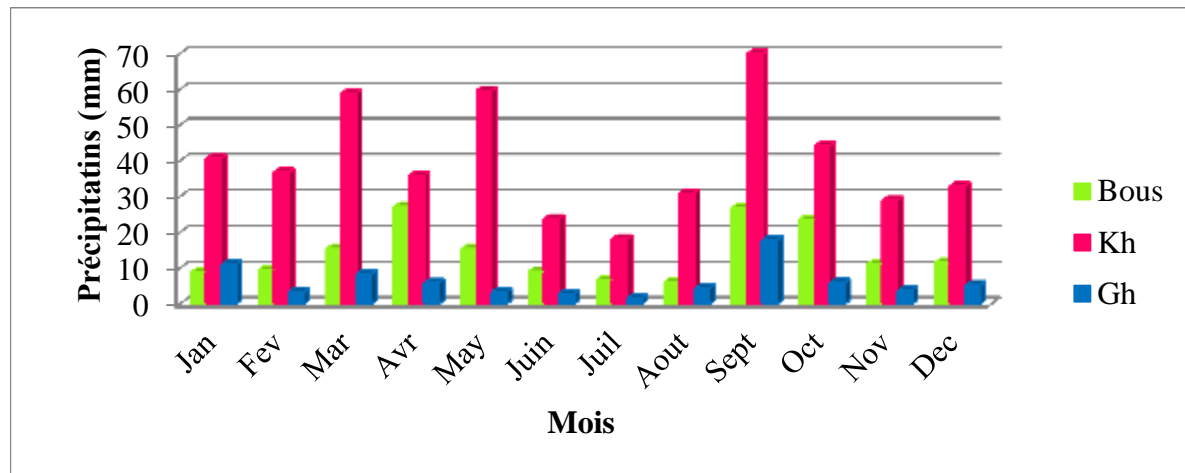
Toute étude climatique est basée sur l'exploitation des séries des données recueillies pendant des périodes plus ou moins longues, continues ou discontinues (**Dubreuil, 1974**).

Ces périodes doivent être prolongées pour pouvoir en tirer des indications climatiques valables : au moins dix ans pour les températures, de vingt à trente ans pour les pluies qui présentent une plus grande variabilité. Pour cette étude, nous avons utilisé des données de dix ans (de 2007 à 2016) qui ont été obtenues à partir des revues annuelles de l'office national de la météorologie (ONM), éditonnés par le centre climatologique national.

### 1.2.1. Les précipitations :

A partir des moyennes mensuelles des hauteurs de pluie (**Voir anx.A.1**), nous avons pu tracer les histogrammes correspondants aux trois sites étudiés (**Voir fig.8**) qui font ressortir un maximum en Septembre à Boussaâda, Khenchela et Ghardaïa (27, 70, 18 mm) avec un minimum se produisant toujours en Juillet pour Khenchela et Ghardaïa (18, 2mm) et Août pour Boussaâda (6mm).

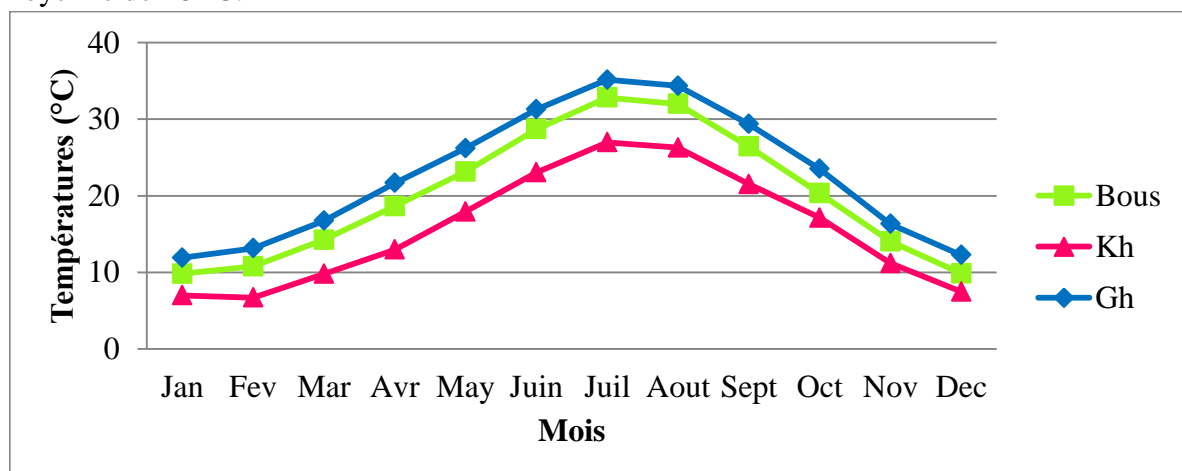
Et en plus, Khenchela est le site le plus arrosée avec 481 mm suivi par Boussaâda avec 171mm et le minimum se produisant dans Ghardaïa avec 74mm. Signalons que les précipitations sont importantes à Boussaâda et Khenchela par rapport à Ghardaïa.



**Fig.8 :** Variation mensuelle annuelle des précipitations au niveau des trois sites durant la période (2007-2016) à partir des données climatiques de l'ONM.

### 1.2.2. La température :

Les courbes suivants (**Voir fig.9**) représentant la variation mensuelle annuelle de la température, sur la période étudiée (**Voir anx.A.2**), montre que les températures moyennes les plus fortes valeurs sont observées pendant l'été (Juin- Septembre), avec un maximum en Juillet, qui est de 33°C à Boussaâda, 27°C à Khenchela et 35°C à Ghardaïa, tandis que les plus faibles valeurs sont observées durant la période hivernale (Décembre – Mars), avec un minimum pendant les mois de Décembre et Janvier, avec 10°C à Boussaâda, 7°C à Khenchela et 12°C à Ghardaïa ; et d'autre part ,le site le plus chaude est Ghardaïa avec une moyenne de 23°C suivi par Boussaâda avec 20°C, et le site le plus froide est Khenchela, avec une moyenne de 16 °C.



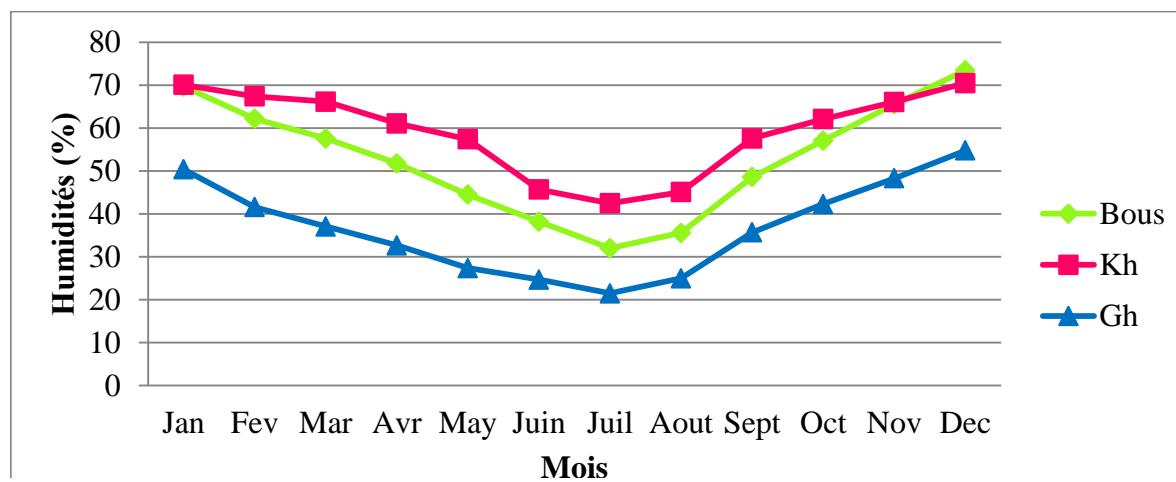
**Fig.9 :** Variation mensuelle annuelle de la température moyenne au niveau des trois sites durant la période (2007-2016) à partir des données climatiques de l'ONM.

### 1.2.3. L'humidité:

La variation mensuelle de l'humidité au cours de la période (2007-2016) nous amène à constater que généralement la capacité hygrométrique de l'air est plus importante dans Boussaâda et Khenchela (53, 59%) par rapport à Ghardaïa (37%) (Voir fig.10).

Elle est forte le mois de Décembre avec 74% au niveau de Boussaâda, 71% au niveau de Khenchela et 55% pour Ghardaïa.

Elle est faible en Eté au mois de Juillet dans les trois sites, avec 32 % au niveau de Boussaâda, 43 % au niveau de Khenchela et 22 % pour Ghardaïa.

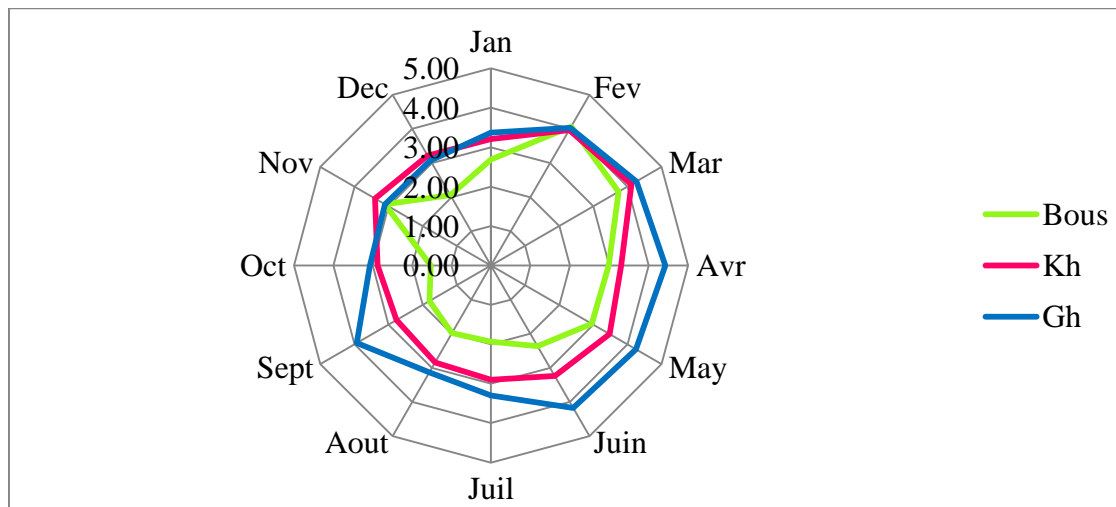


**Fig.10 :** Variation mensuelle annuelle de l'humidité au niveau des trois sites durant la période (2007-2016) à partir des données climatiques de l'ONM.

### 1.2.4. La vitesse du vent:

La vitesse du vent est importante au niveau de Khenchela et Ghardaïa (3.31, 3.76m/s) par rapport à Boussaâda (2.60m/s).

D'après la **Fig.11**, la vitesse maximale du vent se situe le mois de Février avec 4.07m/s pour Boussaâda, le mois de Mars avec 4.11m/s pour Khenchela et le mois de Avril pour Ghardaïa avec 4.42m/s ; par contre, le minimum est le mois d'Octobre au niveau des deux sites Boussaâda et Ghardaïa avec 1.53 et 3.07m/s et le mois de Septembre pour Khenchela avec 2.77m/s.

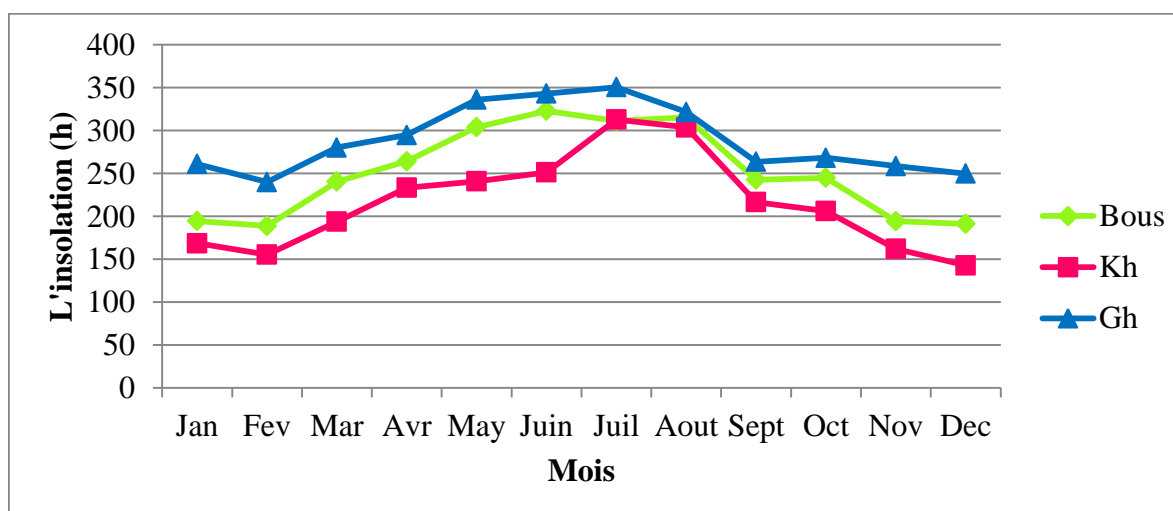


**Fig. 11 :** Variation mensuelle annuelle de la vitesse du vent (m/s) au niveau des trois sites durant la période (2007-2016) à partir des données climatiques de l'ONM.

### 1.2.5. L'insolation:

La Fig.12 nous permet de remarquer que l'insolation maximale est enregistrée le mois de Juillet dans les deux sites Khenchela et Ghardaïa avec 313 et 351h, et le mois de Juin dans Boussaâda avec 323 h. Le minimum est observé le mois de Décembre pour les deux sites Boussaâda et Khenchela avec 191, 143h et d'environ 240h au niveau de Ghardaïa.

Nous notons que l'insolation à Ghardaïa est la plus élevée avec 3467h, suivi par celle de Boussaâda avec 3024h, en arrivant à la plus faible avec 2565h à Khenchela.

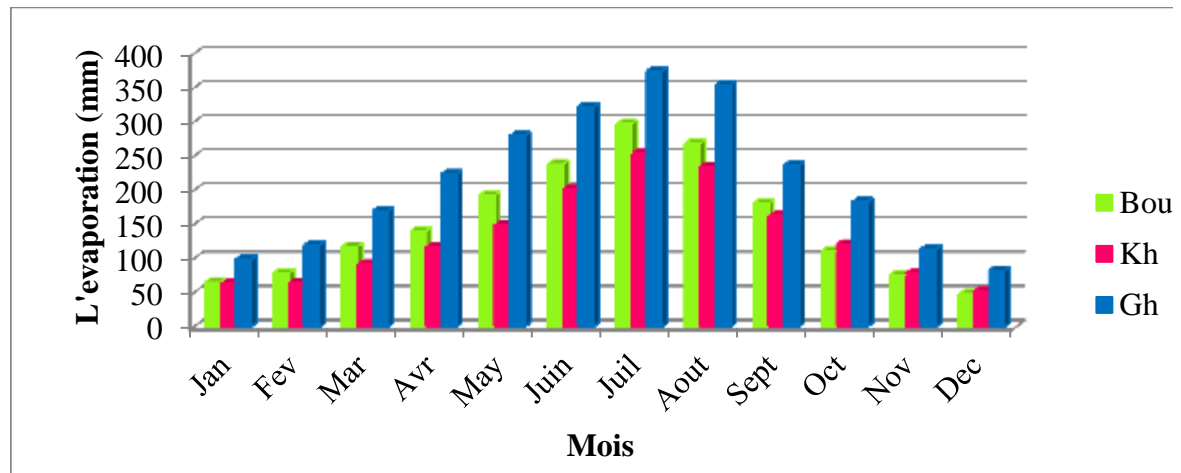


**Fig.12 :** Variation mensuelle annuelle de l'insolation au niveau des trois sites durant la période (2007-2016) à partir des données climatiques de l'ONM.

### 1.2.6. L'évaporation:

Selon la **Fig.13**, L'évaporation est plus élevée au niveau de Ghardaïa (2562mm) que Boussaâda (1913mm) et par contre, plus faible au niveau de Khenchela (1595mm).

Le maximum est enregistré le mois de Juillet au niveau des trois sites (Boussaâda, Khenchela, Ghardaïa) avec 297, 254 et 375mm ; et le minimum se situe au mois de Décembre au niveau des trois sites aussi avec 48, 52 et 83.



**Fig.13 :** Variation mensuelle annuelle de L'évaporation au niveau des trois sites durant la période (2007-2016) à partir des données climatiques de l'ONM.

### 1.3. Matériel végétal :

Nous avons choisi d'étudier les caractérisations des huiles essentielles de la plante *Artemisia herba alba* qui a été collectée au mois de mars 2018 à partir de les trois sites choisis tous d'bord, au stade de floraison.

L'identification botanique de l'espèce a été réalisée au niveau du département de biologie, faculté de science de la nature et de la vie, Université d' El Oued. Dans ce travail, nous sommes intéressés seulement à la partie aérienne.

### 1.4. Matériel bactériologique:

cinq souches sont utilisées (**Voir tab.3**), qui sont choisies pour leur pathogénie et leur résistance ainsi que leur incrimination dans les infections. Elles sont fournies par le Laboratoire de l'hôpital Hakim saadane -Biskra-.

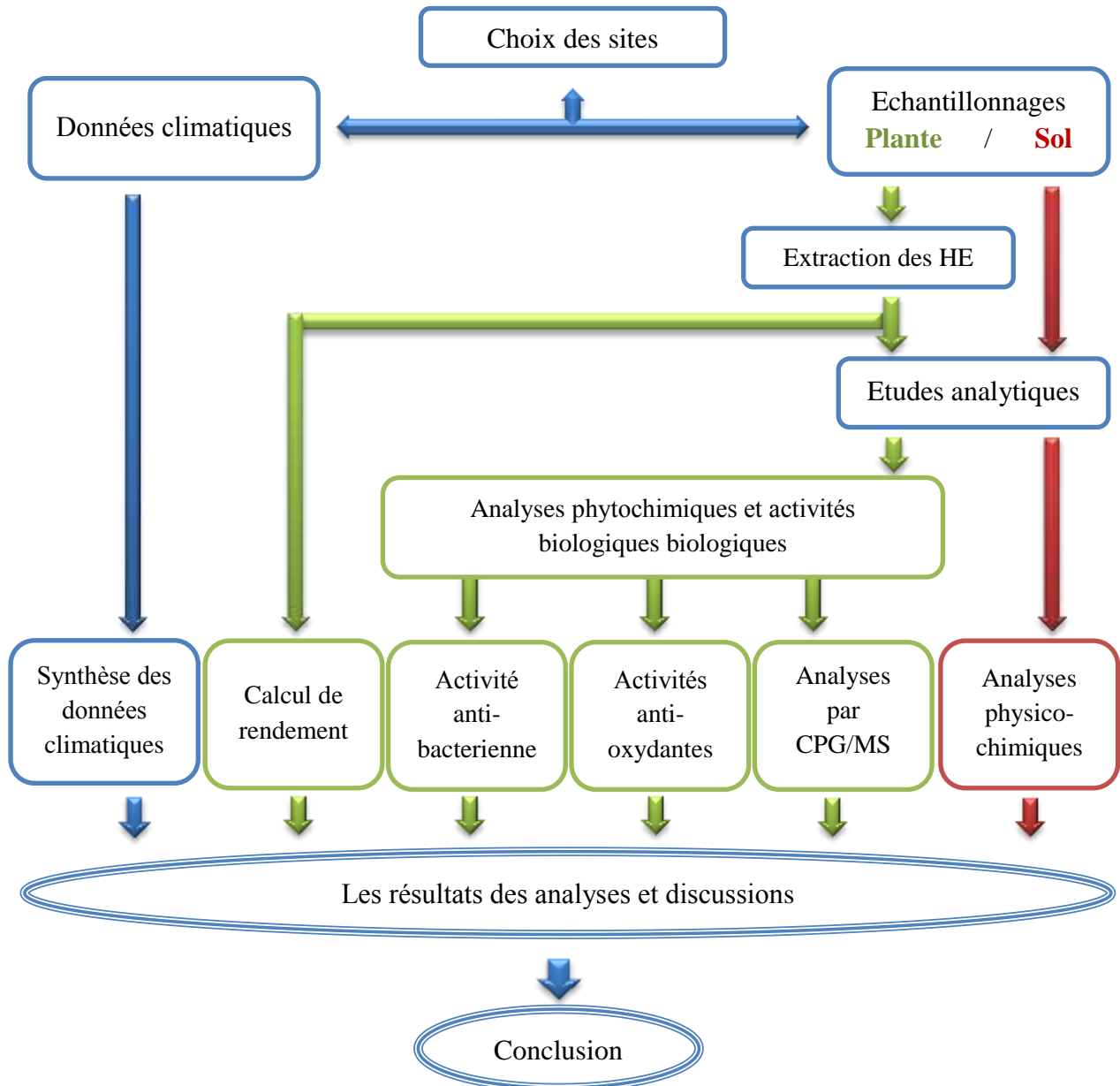
Parmi ces souches bactériennes, quatre sont de références obtenues de l'American Type Culture Collection (ATCC) et le reste sont de références obtenues de la collection de l'institut pasteur (CIP).

**Tab.3** : Les souches bactériennes utilisées.

<b>Bactéries</b>	<b>Abréviation</b>	<b>Coude</b>	
<i>Escherichia coli</i>	<i>E.coli</i>	ATCC 25922	Gram-
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	<i>Kleb</i>	ATCC 700603	Gram-
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<i>Pseu</i>	ATCC 27853	Gram-
<i>Salmonella enterica subsp. Arizonae</i>	<i>Sal</i>	CIP 81-3	Gram-
<i>Listeria innocua</i>	<i>Lis</i>	CIP 74915	Gram+

## 2. Méthodes d'étude :

**2.1. Approche méthodologique :** Pour atteindre notre objectif nous avons adopté les démarches suivantes (Voir fig.14) :



**Fig.14:** Synthèse des démarches méthodologique.

## 2.2. Méthodes sur le terrain :

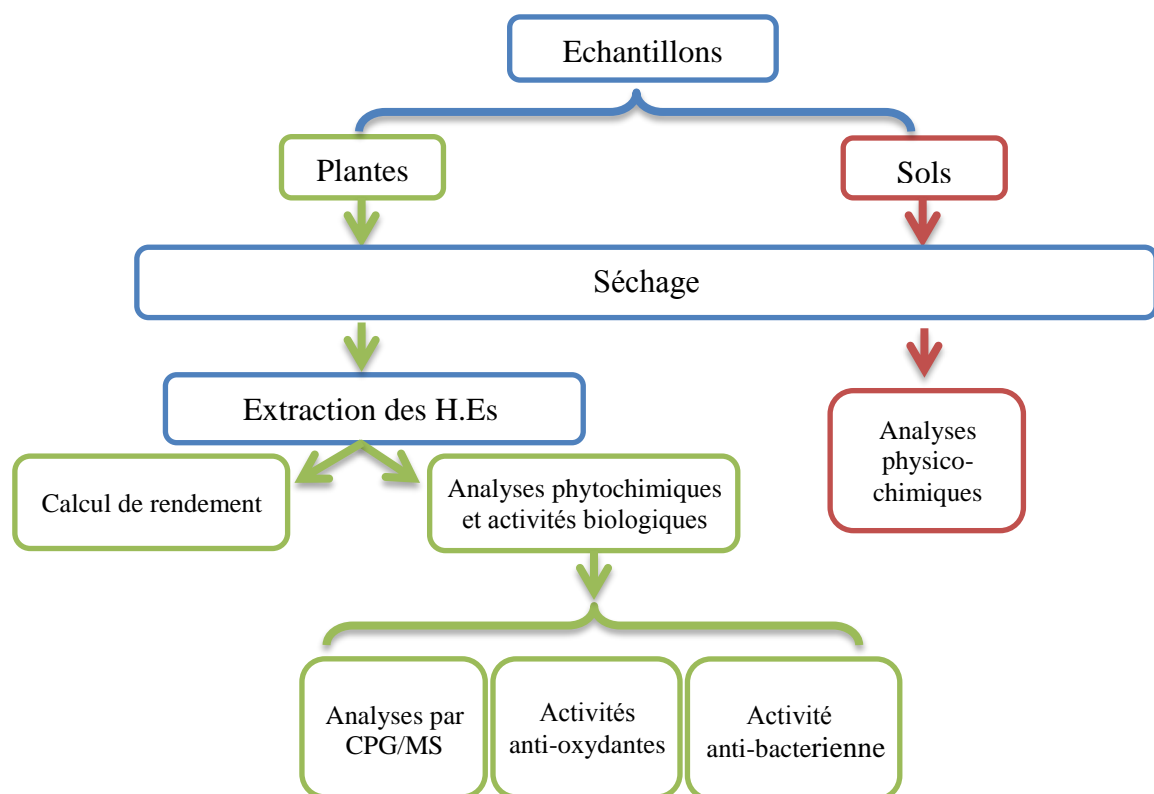
Puisque, l'efficacité d'une plante dépend nécessairement de sa récolte c'est-à-dire au moment opportun et en place saine, il vaut mieux cueillir les plantes dans un lieu peu fréquenté et pour le moment de la récolte, il est toujours préférable de procéder à la récolte par un temps sec et chaud et le matin, est le moment le plus préférable. En plus, le choix du moment de la récolte dépend du rythme naturel de la vie végétale et ce moment optimal varie selon les espèces de plantes et la partie à récolter (Bekhchi & Abdelouahid, 2010).

Donc, pour notre étude, la partie aérienne de la plante a été collectée à partir de les trois régions choisies (Boussaâda, Khenchela et Ghardaïa), dans la même semaine (deuxième semaines de mars 2018), au matin et au stade de pleine floraison et elle a été transportée directement aux laboratoires dans des sacs de laine.

Et aussi, des échantillons de sol ont été prélevés à partir de chaque site étudié à profondeur de 30cm à des fins d'analyses physiques et chimiques au laboratoire.

## 2.3. Méthodes au laboratoire:

Au laboratoire, nos démarches ont été réparties en deux axes selon la nature des échantillons séchés : plantes et sols (Voir fig.15).



**Fig.15:** Synthèse de nos démarches méthodologique aux laboratoires.

### 2.3.1. Séchage :

Le matériel végétal recueilli a été trié, passé dans un flux d'eau, puis réparti en trois (3) lots selon les régions étudiés pour les séchés. (Voir Fig.16)

Le séchage a été fait à une température ambiante et à l'abri de la lumière (afin de préserver au maximum l'intégrité de leurs molécules), dans un endroit bien aéré pendant neuf jours avant utilisation (Bourkhiss *et al.*, 2009 ; Dabire *et al.*, 2011).

D'autre part, les échantillons de sols ont été aussi séchés à l'air libre (Voire fig.17).



Fig.16: Séchage de matériel végétal dans nos laboratoires.



Fig.17: Séchage de sols dans nos laboratoires.

### 2.3.2. Conservation et stockage :

Après le séchage, Le matériel végétal a été conservé ou stocké dans un endroit bénéficiant d'une température et d'une humidité relative constante, avec une protection vis-à-vis de la lumière pour éviter toutes dégradations ou modifications des constituants présents (Bekhchi & Abdelouahid, 2010).

### 2.3.3. Extraction des huiles essentielle :

L'extrait des huiles essentielles a été obtenu par hydrodistillation dans un appareil de type Clevenger qui est inventée en 1928 (Voir fig.18) (Clevenger, 1928).

La distillation de 50g de chaque échantillon découpé en morceaux de 3 cm environ avec 500 ml d'eau, dure trois heures après l'apparition de la première goutte de distillat à la sortie du tube de condensation de la vapeur (Amarti *et al.*, 2010 ; Bourkhiss *et al.*, 2007).

Les vapeurs chargées d'huile, en traversant un réfrigérant se condensent ; L'eau et l'huile se séparent par différence de densité (Mouas et al., 2017).

L'huile essentielle obtenues, séparées de l'eau a été conservée à + 4°C dans des dans des flacons scellés à l'obscurité jusqu'à leur usage. (Bourkhiss et al, 2007 ; Makhloufi et al., 2012 ; Soro et al., 2015)



Fig.18: Montage d'hydrodistillateur type Clevenger.

☑ **Calcul du rendement :**

Selon la norme AFNOR (1996), le rendement en huile essentielle ( $R_{HE}$ ), est défini comme étant le rapport entre la masse de l'huile essentielle obtenue après extraction ( $M'$ ) et la masse de la matière végétale utilisée ( $M$ ). Il est donné par la formule suivante :

$$R_{HE} = M'/M \cdot 100$$

Où :  $R_{HE}$ : Rendement en huile essentielle en %.

$M'$  : Masse de l'huile essentielle obtenue en g.

$M$  : Masse du matériel végétal utilisée en g.

### 2.3.4. Analyse chromatographique et activités biologiques des HE :

#### A. Analyse par Chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC/MS) d'HE:

##### ➤ Principe :

La chromatographie en phase gazeuse (CPG), est la technique la mieux adaptée à l'analyse des huiles essentielles. Cette technique permet de séparer les molécules volatiles et thermostables de façon générale, à l'état gazeux. Les résultats issus de cette méthode sont illustrés par un enregistrement d'une série de pics, dont chacun caractérisés par un temps de rétention et une aire et représente une molécule qui pourra être identifiée par plusieurs techniques (**Barkat & Laib, 2011; Browning, 1971 ; Lee et al., 2005**).

La CPG est souvent combinée avec une technique d'identification spectrale, généralement la Spectrométrie de Masse (SM), dont l'identification est ensuite réalisée par comparaison des indices de rétention (IR) et des données spectrales (spectres de masse) des constituants individualisés avec les caractéristiques de produits de référence contenus dans des bibliothèques de spectres (**Paolini, 2005**).

C'est-à-dire, la combinaison des techniques d'analyses CPG/SM permet de séparer les composants de l'échantillon et d'identifier chaque composant, donc de faire une analyse complète.

##### ➤ Procédure expérimentale :

L'analyse chromatographique de l'HE a été effectuée au laboratoire d'Unité des services communs à la recherche - Faculté de sciences de Gafsa - avec un chromatographe en phase gazeuse type Varian 3800 couplé à un spectromètre de masse Saturn 2200. Les analyses sont faites selon les conditions opératoires indiquées dans le **tab.4** ci-dessous.

**Tab.4 :** Les conditions opératoires des analyses chromatographiques (CPG)

<b>Chromatographe</b>	<b>GC Varian 3800</b>
<b>Détecteur</b>	MS Saturn 2200
<b>Colonne</b>	30m × 0,25 mm × 0,20 µm
<b>Gaz vecteur</b>	Hélium (He) : 1.3 ml/min
<b>Mode d'injection</b>	split
<b>Température d'injecteur</b>	250°C
<b>Programmation de température</b>	55°C (1 min) rampe à 150°C/5min, jusqu'à 250°C (8 min)

## B. Activité antioxydante d'HE par le test du DPPH<sup>•</sup>:

Le pouvoir antioxydant de deux huiles essentielles et de leurs principaux constituants a été évalué *in vitro* en utilisant le test du DPPH<sup>•</sup>.

### ➤ Principe :

Le DPPH (2,2 diphenyl-1-picryl hydrazyl) est un radical stable qui possède un électron célibataire sur l'atome d'azote, caractérisé par une couleur violette et un pic d'absorption spectral maximal à 517nm. En présence d'antioxydant l'électron célibataire devient apparié, ce qui conduit à la décoloration de DPPH<sup>•</sup> du violet (forme radicalaire DPPH<sup>•</sup>) au jaune (forme réduite DPPH-H). Cette décoloration représente donc la capacité d'échantillon de piéger ce radical (**Ramadan, 2010 ; Mihaylova et al., 2015**).

On peut résumer la réaction sous la forme de l'équation:



Où: (AH) représente un composé capable de céder un hydrogène au radical DPPH (violet) pour le transformer en diphényle picryl hydrazine (jaune) (**Brand-William et al., 1995**).

### ➤ Procédure expérimentale :

L'évaluation de l'activité antioxydant en utilisant ce test a été effectué selon le protocole décrit par **Arachana et al. (2005)** et **Dung et al. (2008)** avec une légère modification.

Un volume de 200µl des différentes dilutions des huiles essentielles (solutions méthanoliques des HE) ont été mélangés avec 800 µl de la solution d'éthanol de DPPH<sup>•</sup> de 0.004 % (p/v) dans des tubes à essai secs. Le mélange réactionnel a été agité vigoureusement et incubé 30 min à une température ambiante et à l'obscurité. L'absorbance a été mesurée à 517 nm. Le contrôle négatif est composé de 200 µl de méthanol et de 800 µl de la solution de DPPH<sup>•</sup>.

Le contrôle positif est représenté par une solution d'un antioxydant standard; l'absorbance de l'acide ascorbique (antioxydant de référence) est mesurée dans les mêmes conditions que celles des huiles essentielles. Chaque expérience a été répétée trois fois.

➤ **Calcul des pourcentages d'inhibition :**

Selon **Khoudali et al. (2014)** et **Ismaili et al. (2017)**, le pourcentage de réduction du DPPH est calculée en utilisant la formule suivante:

$$I (\%) = (A_0 - A / A_0) \times 100$$

Où: **I(%)** : pourcentage de réduction ou d'inhibition du DPPH\*.

**A<sub>0</sub>** : Absorbance de la solution du DPPH\* sans l'échantillon (contrôle négatif).

**A** : Absorbance de la solution du DPPH\* en présence de l'échantillon.

➤ **Calcul des IC<sub>50</sub>:**

L'IC<sub>50</sub> ou la concentration inhibitrice de 50 % du radical libre DPPH (aussi appelée EC<sub>50</sub> pour *Efficient Concentration 50%*), est définie comme étant la concentration d'antioxydant, requise pour diminuer la concentration initiale du radical DPPH\* de 50%. Elle est inversement liée à la capacité antioxydante. Plus la valeur de l'IC<sub>50</sub> est basse, plus l'activité antioxydante d'un composé est grande. Les IC<sub>50</sub> sont déterminées graphiquement par les régressions linéaires des pourcentages d'inhibition de DPPH\* en fonction des différentes concentrations des extraits testées (**Haddoudi et al., 2014**).

### **C. Activité antibactérienne de l'HE:**

Afin d'évaluer l'activité antibactérienne des huiles essentielles, nous avons adopté la méthode de diffusion sur milieu gélosé en utilisant des disques stériles, qui était une technique utilisée en bactériologie médicale (antibiogramme) et appelée l'aromatogramme, celle-ci permet de mettre en évidence le pouvoir antibactérien de l'huile essentielle vis-à-vis les souches bactériennes testées (**Voir tab.3**) en déterminant la mesure du diamètre d'inhibition autour d'un disque chargé d'huile essentielle (**Hellal, 2011 ; Mouas et al., 2017**).

➤ **Principe :**

Le principe de la méthode repose sur la diffusion du composé antimicrobien en milieu solide dans une boîte de Pétri, avec création d'un gradient de concentration après un certain temps de contact entre le produit et le microorganisme cible.

L'effet du produit antimicrobien sur la cible est apprécié par la mesure d'une zone d'inhibition, et en fonction du diamètre d'inhibition. Plus le diamètre de la zone d'inhibition est grand, plus la souche est sensible à la substance testée, plus il est petit plus la bactérie est

résistante. Le diamètre de ces zones d'inhibition est proportionnel à l'activité bactériostatique de l'H.E sur le germe testé. On peut exprimer cette activité soit en indiquant directement le diamètre de la zone d'inhibition en millimètre, soit en traduisant en croix le degré d'activité. La souche sera qualifiée de sensible, très sensible, extrêmement sensible ou résistante (**Choi et al., 2006 ; Hellal, 2011 ; Mouas et al., 2017**).

➤ **Procédure expérimentale :**

Cette expérience a été effectuée selon la méthode décrite par **Choi et al. (2006), Basli et al. (2012), Ghazghazi et al. (2013)** et **Mouas et al. (2017)**, avec une légère modification.

▪ **Préparation de suspension de culture bactérienne :**

Selon l'OMS (2005) quelques colonies bien isolées et parfaitement identiques ont été prélevées à partir d'une culture de 18 à 24 heures, puis elles ont été mis dans 10 ml d'eau physiologique stérile à 0.9% de sel (Na Cl) et bien homogénéisées.

▪ **Ensemencement :**

Couler aseptiquement le milieu de culture gélosé Mueller Hinton (M.H) en surfusion dans des boîtes de Pétri à raison de 15 à 20 ml par boîte. On laisse refroidir et solidifier sur la paillasse, chaque suspension de culture bactérienne préparé est bien homogénéisée et ensuite étalé (ensemencé) à la surface du milieu gélosé M.H à l'aide d'un écouvillon.

▪ **Dépôt de disques :**

A l'aide d'une pince stérile, prélever un disque de cellulose stérile (disques de papier filtres stériles -Whatmann N°3- de 6 mm de diamètre) et l'imbiber avec l'H.E à tester (différentes concentrations de l'H.E dissouts dans le diméthylsulfoxyde-DMSO-), en mettant seulement en contact le bout du disque, celui-ci va absorber progressivement l'H.E jusqu'à l'imprégnation totale du disque (10µl), puis déposer sur la gélose. Les boîtes de Pétri sont ensuite fermées et laissées diffuser à température ambiante pendant 30 mn, et mises à l'étuve à la température de 37°C pendant 24 heures.

Des disques imprégnés de DMSO sont aussi utilisés comme témoins négatifs afin de vérifier la croissance des différentes souches ; et en parallèle, des antibiotiques «Céfixime, Co-Trimoxazole, Gentamycine et Ofloxacine» (**Voir tab.5**) sont utilisés par la même méthode de diffusion sur gélose, afin de comparer le pouvoir antibactérien des H.Es. L'expérience est répétée trois pour chaque H.E et pour chaque espèce bactérienne.

### ▪ Lecture

La lecture se fait par la mesure du diamètre de la zone d'inhibition autour de chaque disque à l'aide d'un pied de coulisse ou une règle en (mm). Les résultats sont exprimés par le diamètre de la zone d'inhibition et peut être symbolisé par des signes d'après la sensibilité des souches vis-à-vis des H.Es (**Ponce et al., 2003**).

- ☑ Non sensible (-) ou résistante : diamètre < 8mm.
- ☑ Sensible (+) : diamètre compris entre 9 à 14 mm.
- ☑ Très sensible (++) : diamètre compris entre 15 à 19 mm.
- ☑ Extrêmement sensible (+++) : diamètre > 20 mm.

**Tab.5** : les propriétés des antibiotiques utilisés (**Perry et al., 2004 ; Ramdani Bouguessa & Seghier, 2014 ; Willey & Woolverton, 2013**).

Antibiotiques DCI	Abrévia -tion	Dénomination commerciale	Famille (Groupe)	Spectre	Mode d'inhibition (d'action)
<b>Céfixime</b>	<b>CFM</b>	Oroken*	Céphalosporines	Large (Gram+, qlq Gram-)	Inhibition de la synthèse de paroi
<b>Co-Trimoxazole</b> (Sulfamethoxazole)	<b>Cot</b>	Bactrim*	Sulfamides et associations	Large	Antimétabolites (Inhibition de la synthèse l'acide folique)
<b>Gentamycine</b>	<b>GEN</b>	Gentalline*	Aminosides	Large(Gram- mycobacterie)	Inhibition de la synthèse protéique
<b>Ofloxacin</b>	<b>OF</b>	Oflocet*	Quinolones	Etroit (meilleur sur gramme – que sur Gram+)	Inhibition de la synthèse des acides nucléiques

**DCI** : Dénomination commune internationale

### 2.3.5. Analyses physicochimiques des sols :

Les analyses physiques et physico-chimiques ont été effectuées aux laboratoires du sol de CRSTRA (Biskra) et au laboratoire de l'ITDAS (Biskra). Une fois les échantillons de sol séchés, une aliquote a été broyée et tamisée à 2mm (NF ISO 11464, 2006) pour mesurer selon les normes AFNOR (2014): la granulométrie, pH, CE, le calcaire, carbone, azote total, phosphore assimilable, les cations échangeables, et les sels solubles.

### 2.3.5.1. Granulométrie:

« NF X31-107, 2003 »

Elle a été réalisée au laboratoire de CRSTRA de Biskra. La granulométrie a été effectuée selon la méthode internationale à la pipette de Robinson qui représente la granulométrie par sédimentation. Cette technique a pour objet la mesure de la taille de particules élémentaires ou de grains afin de connaître la répartition quantitative pour chaque classe dimensionnelle des particules élémentaires constituant l'échantillon et donc, la destruction totale (**Fournier et al., 2012**).

➤ **Principe :**

Il s'agit de mesurer le temps de sédimentation dans une colonne d'eau. La loi de Stokes qui décrit la vitesse de chute des particules permet de déterminer la taille des grains (**Fournier et al., 2012**).

➤ **Procédure expérimentale :**

On utilisant les échantillons de sols séchés à l'air libre et tamisées après destruction de la matière organique puis la dispersion des particules par l'héxamétaphosphate de sodium et prélèvement à l'aide de pipette de Robinson, en appliquant la loi de Stokes.

### 2.3.5.2. Potentiel hydrogène (pH):

« ISO 10390, 2005 »

La mesure du pH a été effectuée sur une suspension sol/eau (rapport 1/5), avec la méthode électrométrique au moyen d'un pH -mètre à lecture directe.

### 2.3.5.3. Conductivité Electrique (CE):

« ISO 11265, 1994 »

Elle est mesurée au conductimètre à partir de l'extrait du sol dont le rapport sol/eau est de 1/5, elle est exprimée en ds/m.

### 2.3.5.4. Dosages de calcaire total:

« NF P94-048, 1996 »

Application de la méthode gazométrique par le calcimètre de BERNARD, le dosage du calcaire total est fondé sur la réaction caractéristique du carbonate de calcium au contact de l'acide chlorhydrique c'est à dire par mesure du volume de CO<sub>2</sub> dégagé suite à cette réaction (**Voir anx.B.3**).

**2.3.5.5. Dosages de calcaire actif (méthode de Drouineau Galet) :****« NF X31-106, 2002 »**

Le calcaire actif se dissout par l'oxalate d'ammonium en milieu sulfurique et titré par permanganate de potassium, jusqu'à la coloration rose persistante (**Voir anx.B.4**).

**2.3.5.6. dosage de matière organique (méthode de Walkley et Black):****« ISO 14235,1998 »**

Le carbone organique est oxydé par le bichromate de potassium en milieu sulfurique et titré par une solution de sel de Mohr, en présence de diphenylamine dont la couleur passe du bleu foncé vers au bleu vert. La teneur en carbone organique exprimé en %; pour passer du taux de carbone aux taux de MO totale, on utilise le coefficient multiplicateur 1,72. (**Voir anx.B.5**)

**2.3.5.7. Dosages de phosphate assimilable (méthode de Joret Hébert, 1955):****« NF X 31-161, 1999 »**

Cette analyse est basée sur la transformation des formes relativement insolubles du phosphore vers des formes solubles compatibles avec la méthode de dosage colorimétrique. Dès lors, le phosphate est déterminé après une attaque énergétique à l'acide ou par fusion alcaline qui s'accompagne d'une coloration bleue (**Voir anx.B.6**).

**2.3.5.8. Dosage des bases échangeables (méthode d'agitation) :****« NF X31-108,2002 »**

L'extraction des bases échangeables ( $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ) est faite à l'acétate d'ammonium (1N) pendant 30 min d'agitation sur l'échantillon de sol. Les éléments  $\text{Ca}^{++}$  et  $\text{Mg}^{++}$  sont dosées par la méthode volumétrique et Les éléments  $\text{Na}^+$  et  $\text{K}^+$  sont dosées dans la solution filtré par photomètre à flamme (**Voir anx.B.7 et 8**).

**2.3.5.9. Dosage des chlorures (méthode de Mohr) :****« NF ISO 9297, 2000 »**

L'échantillon a été titré par nitrate d'argent en présence de chromate de potassium comme indicateur, jusqu'à changement de la couleur verte au rouge brique (**Voir anx.B.9**).

### 2.3.5.10. Dosage du Soufre :

« ISO 15178,2000 »

La procédure de détermination a été effectuée par combustion sèche du soufre total contenu dans des échantillons de sol (**Voir anx.B.10**).

## 2.4. Analyse et synthèse des données climatiques:

### 2.4.1. Synthèse climatique:

La synthèse climatique permet de donner au climat une signification écologique et bioclimatique. Le principe est de combiner plusieurs paramètres à travers une synthèse climatique basée sur le calcul du quotient pluviothermique (indice d'EMBERGER) et l'indice de DE MARTONE comme synthèse numérique, et la représentation schématique du climat (diagramme ombrothermique et le climatogramme d'Emberger) comme synthèse graphique (**Faurie et al., 1998**).

#### 2.4.1.1. Synthèse numérique:

Les précipitations et la température sont deux facteurs capitaux pour définir les climats (**Faurie et al., 1998**), et les indices utilisés sont celui de De Martonne et le Quotient pluviothermique d'Emberger qui permettent de définir le degré d'aridité d'un climat (**Tabeaud, 2000**).

**L'indice d'aridité de DE MARTONE : (Faurie et al., 1998 )**

$$I = \frac{P}{T + 10}$$

Où : **I** = indice d'aridité

**P** = précipitations annuelles en mm.

**T** = température moyenne annuelle en °C.

Suivant les valeurs de (I), De Martonne a établi la classification suivante (**Estienne & Godard, 1970 ; Gouaidia, 2008**) :

- $I < 5$  : climat hyperaride
- $5 < I < 7,5$  : climat désertique
- $7,5 < I < 10$  : climat steppique
- $10 < I < 20$  : climat semi-aride
- $20 < I < 30$  : climat tempéré

☑ **Quotient pluviothermique (indice d'EMBERGER) (Faurie et al., 1998 )**

Cet indice n'est vraiment établi que pour la région méditerranée, il est calculée en utilisant la formule suivante :

$$Q_2 = \frac{P \times 100}{(M + m)(M - m)}$$

Où :  $Q_2$  = Quotient pluviothermique

$P$  = pluviosité moyenne annuelles en mm.

$M$  = température moyenne du mois le plus chaud en °C.

$m$  = température moyenne du mois le plus froid en °C.

Selon **Faurie et al., (1998)**, on distingue les zones suivantes en fonction de la valeur de ce coefficient:

- Humide pour :  $Q_2 > 100$ .
- Tempérée pour :  $100 > Q_2 > 50$ .
- Semi- aride pour :  $50 > Q_2 > 25$ .
- Aride pour :  $25 > Q_2 > 10$ .
- Saharien pour :  $Q_2 < 10$ .

**2.4.1.2. Synthèse graphique (Représentation graphique des données climatiques):**

La représentation des données climatiques dépend de l'usage auquel sont destinées. L'analyse statistique permet de fournir les valeurs numériques recherchées. La forme graphique donne une impression visuelle immédiate de l'ensemble des valeurs, il existe plusieurs types de représentations graphiques : la courbe ; utilisée pour la température et l'humidité, l'histogramme pour l'évaporation et les précipitations, le diagramme polaire pour les vents, la rose de vent, sans oublier le diagramme ombrothermique et le climagramme d'EMBERGER (**Tabeaud, 2000**).

☑ **Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN :**

Les diagrammes ombrothermiques de BAGNOULS et GAUSSEN permettent de visualiser la durée du déficit pluviométrique (**Tabeaud, 2008**).

Les diagrammes ombrothermiques mettent en évidence la durée de la saison sèche caractéristique de certains climats (**Godard & Tabeaud, 2004**).

La courbe de pluviosité passe sous la courbe thermique lorsque le mois est « sec » ( $P \leq 2T$  pour le botaniste GAUSSEN) (**Begnouls & Gausсен, 1957**).

**☑ Climagramme d'EMBERGER :**

Le quotient pluviothermique d'EMBERGER ( $Q_2$ ) permet de connaître l'étage bioclimatique de la région étudiée présenté par :

- en abscisse la température minimale du mois le plus froid (°C).
- en ordonnée la valeur du quotient pluviothermique d'EMBERGER (**Lacoste & Salanon, 2001**)

**☑ Abaque de l'indice de DE MARTONNE :**

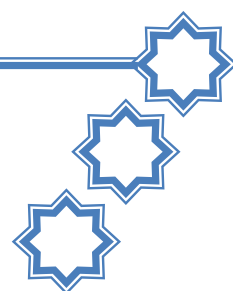
L'indice de DE MARTONNE (I) aussi permet de connaître l'étage bioclimatique de la région étudiée présenté par :

- en abscisse la température moyenne (°C).
- en ordonnée les valeurs des précipitations (mm).

**2.5. Etude statistique :**

L'étude statistique des résultats a été effectuée en utilisant le test ANOVA, qui est une analyse de variance basée sur comparaisons de plusieurs échantillons dont les valeurs analysées sont représentés par la moyenne écart-type (SD).

# Résultats et discussions



Dans ce partie on traite tous les éléments analysées afin d'atteinte les objectifs fixés dans nos travail.

## 1. Synthèse climatique :

### 1.1. L'analyse par l'ANOVA :

L'analyse des données climatiques avec l'ANOVA montre une viabilité très hautement significative entre les trois sites étudiés pour la majorité des paramètres (précipitations, température, ensoleillement, humidité et évaporation) sauf les vents qui ont présentés une viabilité non significative (**Voir tab.6**).

Cette variabilité est bien apparait entre les trois sites, ce qui a permis de les regrouper et ordonner d'après l'ANOVA en les groupes A, B et C selon les degrés de variabilité.

D'autre part, on remarque des relations directement proportionnelle entre les précipitations et l'humidité d'un côté et entre la température, l'ensoleillement et l'évaporation d'autre côté.

**Tabl.6** : Résultats d'analyse des données climatiques de différent sites étudiés en utilisant le test ANOVA.

	Site	P	T	V	Ins	H	Evap
<b>Rregroupement</b>	<b>Bous</b>	B	B	A	B	B	B
	<b>Kh</b>	A	C	A	C	A	C
	<b>Gh</b>	C	A	A	A	C	A
<b>Signification</b>		P< 0.0001	P< 0.0001	P=0.422> 0.05	P< 0.0001	P< 0.0001	P< 0.0001
		<b>T.H.S</b>	<b>T.H.S</b>	<b>N.S</b>	<b>T.H.S</b>	<b>T.H.S</b>	<b>T.H.S</b>

T.H.S : très hautement significative.

N.S : non significative.

### 1.2. Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN:

Le tracé du diagramme ombrothermique de BAGNOLS et GAUSSEN pour les trois sites étudiés montre deux types de la période sèche ; une s'étale sur toute l'année, apparait à Boussaâda et Ghardaïa et l'autre est sporadique, apparait à Khenchela et débute à partir de Juin pour s'achever en Aout avec l'apparition de la saison humide qui occupe le reste des mois. (**Voir fig.19 à 20**)

En outre, La courbe de température montre une distribution régulière avec un maximum en été, et un minimum en hiver pour tous les sites étudiés.

Donc, d’après les diagrammes ombrothermiques de BAGNOLS et GAUSSEN, Boussaâda et Ghardaïa sont dans des conditions de sècheresse permanente; alors que Khenchela a une sècheresse temporaire.

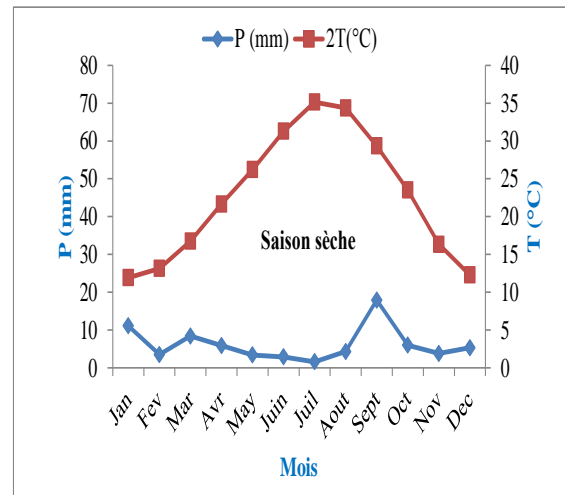
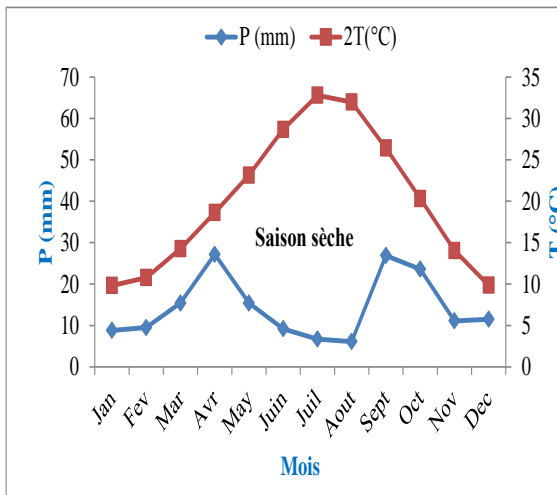


Fig.19 : Courbe Ombrothermique de Boussaâda Fig.20 : Courbe Ombrothermique de Ghardaïa

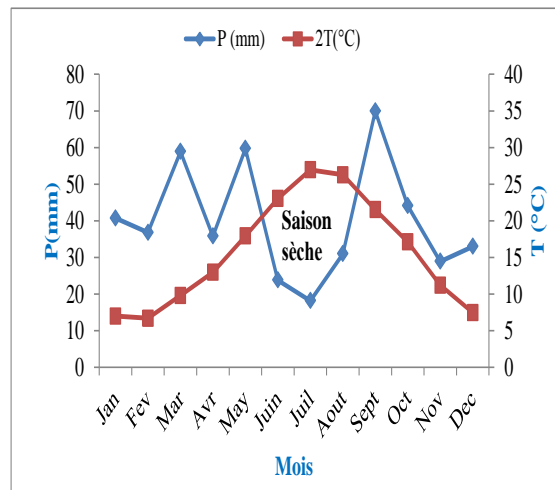


Fig.21 : Courbe Ombrothermique de Khenchela

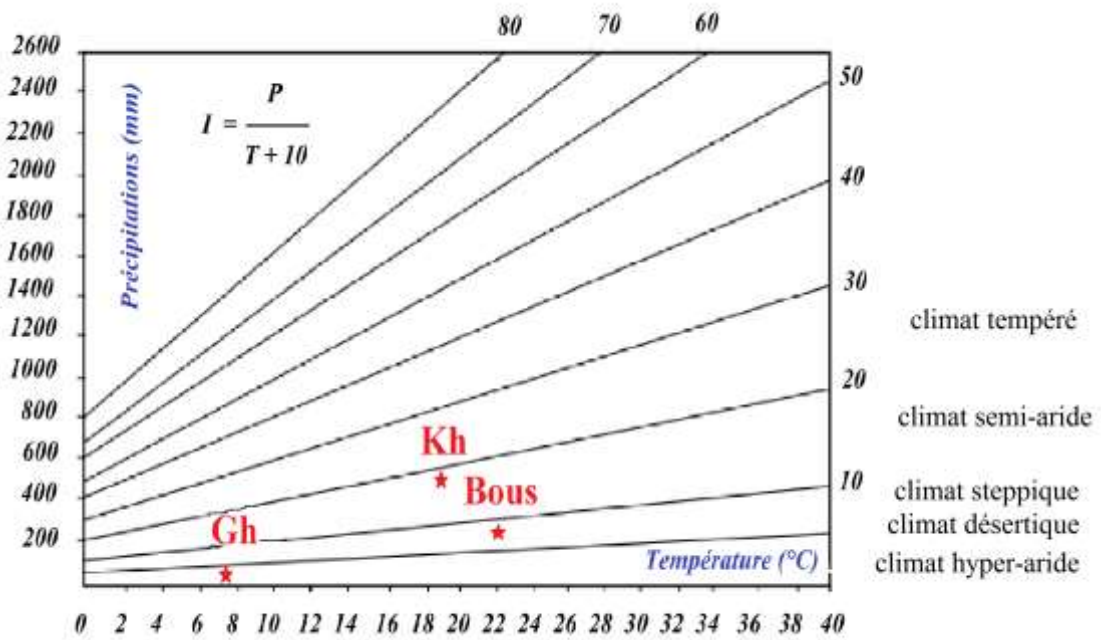
1.3. Abaque de l’indice d’aridité de DE MARTONNE et Climagramme d’EMBERGER:

Les résultats obtenus à partir de calculer les indices (I) et (Q<sub>2</sub>), nous permettent de situer nos sites d’étude dans l’étage bioclimatique qui convient. Cette détermination des étages bioclimatiques est similaire pour les deux indices (Voir tab.7).

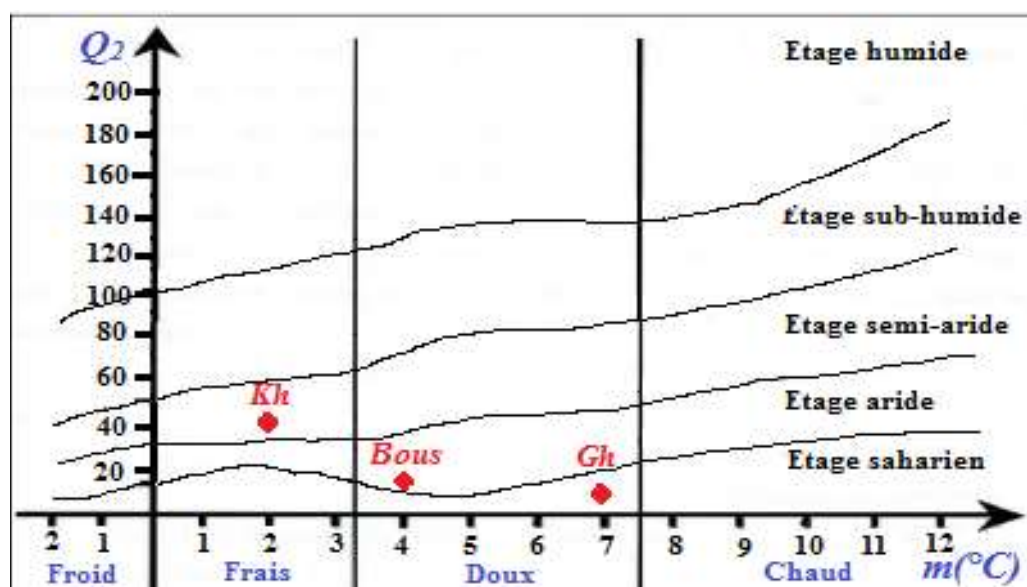
Donc, d’après la classification de De Martonne et d’Emberger (Voir fig.22 & 23), Boussaâda bénéficie d’un climat aride avec un hiver doux, et Khenchela présentent un climat semi-aride avec un hiver frais ; alors que Ghardaïa est caractérisés par un climat désertique avec un hiver doux. Autrement, on peut dire qu’il y a une différencier de plusieurs étages bioclimatiques caractérise nos sites étudiés.

**Tab.7 :** Indice d'aridité de DE Martonne et le quotient pluviothermique pour les trois sites étudiés durant la période (2007-2016).

Site	Q <sub>2</sub>	étage bioclimatique selon Q <sub>2</sub>	I	étage bioclimatique selon I
<b>Bous</b>	10.80	Aride	5.34	Aride
<b>Kh</b>	39.39	Semi-aride	16.88	Semi-aride
<b>Gh</b>	4.53	Désertique	2.18	Désertique



**Fig.22 :** Abaque de l'indice d'aridité annuel de De Martonne pour les trois sites étudiés.



**Fig.23 :** Climagramme d'Emberger pour les trois sites étudiés.

## 2. Analyse des sols :

La granulométrie permet d'évaluer la stabilité texturale du sol, les résultats montrent que tous les sols sont Limoneuse et en fonction de leur classe texturale ils sont de type moyen d'après le **CRAAQ (2003)**.

On remarque la présence en très faible quantité de l'argile dans le sol de Boussaâda et une autre plus faible à celle de kenchela (**Voir tab.8**).

**Tab.8** : les résultats de l'analyse granulométrique, la détermination de la texture et le type de sol.

Site	Argile %	Limon Fin %	Sable grossier %	Sable Fin %	Limon Grossier %	Somme %	Texture	Type de sol
<b>Bous</b>	4	0	0	0	96	100	Limoneuse	moyen
<b>Kh</b>	3	6	0	0	91	100	Limoneuse	moyen
<b>Gh</b>	0	2	0	0	97	100	Limoneuse	moyen

Type de sol selon Guide de fertilisation du CRAAQ (2003)

D'autre part, à partir des résultats de l'analyse physico-chimique des sols, on a remarqué une diversité bien apparente au niveau du phosphore, le potassium et le calcaire, alors que les autres valeurs sont convergents, dont les trois sols sont très basiques selon **Baize (1988)**, peu salés selon **Aubert (1978)** et pauvre en éléments fertilisants selon **Vedie-Garbe (2008)** (**Voir tab.9**).

**Tab.9** : les résultats des analyses physico-chimiques des sols.

	PH	CE	Caco <sub>3</sub> (%)	Caco <sub>3</sub> <sup>-</sup> (%)	MO (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)
<b>Bous</b>	8.74	0.20	<b>15.9</b>	<b>2</b>	0.37	<b>59.08</b>
<b>KH</b>	8.75	0.30	<b>40</b>	<b>33.5</b>	1.55	<b>27.8</b>
<b>Gh</b>	9.03	0.20	<b>13.49</b>	<b>6</b>	0.15	<b>35.91</b>
	K <sub>2</sub> O (ppm)	Na (meq/l)	Mg (meq/L)	Ca (meq/L)	Cl (meq/L)	SO <sub>4</sub> (meq/L)
<b>Bous</b>	<b>260.33</b>	0.22	4	1	3.24	3.43
<b>KH</b>	<b>93.2</b>	0.31	3.4	1.6	3.72	1.72
<b>Gh</b>	<b>142.48</b>	0.09	2	2	1.8	2.575

L'interprétation des résultats les plus variés, nous a amenés à conclure que le sol de Boussaâda et la plus riche en P et K, suivi par celle de Ghardaïa ensuite de Khenchela (**Voir tab.10**).

**Tab.10** : Interprétation des résultats d'analyses des sols selon les normes.

	<b>CaCO<sub>3</sub></b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>
<b>Bous</b>	modérément calcaire	très élevé	très élevé**
<b>KH</b>	fortement calcaire	satisfaisant	élevé
<b>Gh</b>	modérément calcaire	élevé	très élevé*
<b>D'après</b>	Baize (1988)	Vedie-Garbe (2008)	Vedie-Garbe (2008)

### 3. Rendements d'extraction des H.Es :

L'extraction des H.Es à partir de la partie aérienne d'*A.herba alba* Asso. des trois sites étudiés, a permis d'obtenir des huiles de couleur jaunâtre avec des rendements variantes, qui ont été exprimés en pourcentages et présentés dans le tableau suivant (**Tab.11**).

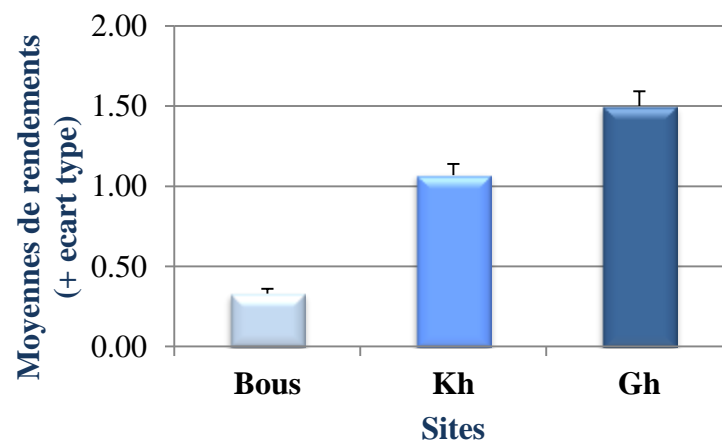
**Tab.11** : Rendements en H.Es d'*Artemisia herba alba* Asso. de différents sites étudiés.

<b>Site</b>	<b>Rendement (%)</b>
<b>Bous</b>	0.33 <sup>C</sup> ± 0.0291
<b>Kh</b>	1.07 <sup>B</sup> ± 0.0681
<b>Gh</b>	1.50 <sup>A</sup> ± 0.0930

Les valeurs sont la moyenne ± écart type p ≤ 0.0001  
A, B, C : Regroupement d'après l'ANOVA

Le **fig.24** montre que le rendement le plus élevé a été observé avec l'*Armoise* de Ghardaïa (1.50% p/p), suivi par celle de Khenchla (1.07% p/p), et enfin l'*Armoise* de Boussaâda possède le plus faible rendement avec (0.33% p/p).

Le test ANOVA montre une différence « très hautement significative » entre les trois sites (p ≤ 0.0001).

**Fig.24** : Rendements moyennes en H.Es d'*Artemisia herba alba* en fonction des sites étudiés.

En effet, les études concernant la teneur en huiles essentielles d'*A.herba alba* extraite par la même méthode ont donnés des résultats différents présentés dans le tableau suivant (Tab.12).

**Tab.12** : Rendements en H.Es d'*Artemisia herba alba* Asso. Obtenue à partir de différentes régions à partir des autres études.

Région	Pays	Rendement	Source
Ouarzazate	Maroc	1,2%	Zaim et al., 2012
Matmata	Tunisie	0,65%	Akrout, 2004
Biskra	Algérie	0,95%	Bezza et al., 2010
M'sila	Algérie	1,02%	Dob et Ben abdelkader, 2006

En outre, le taux de rendement en H.E de l'espèce *Artemisia herba-alba* Asso. varie en fonction de la période de récolte dans la région du Guerçif au Maroc ; il est entre 0,56% et 1,23% (Ghanmi et al., 2010) ; en Espagne, il varie selon les provenances, de 0,41% à 2,30% (Salido et al., 2004).

Donc, dans la présente étude, les rendements en huile essentielle obtenus montrent bien des fluctuations chez les trois sites étudiés qui sont caractérisés avec une différencié des étages bioclimatique et de nature de sols. Ce constat est conforme à ce qui est rapporté dans la littérature, à savoir que les différences existantes entre les rendements d'extraction obtenue pour les variétés poussant dans différentes régions d'études sont liées aux facteurs climatiques (chaleur, froid, stress hydrique), géographique (altitude, nature du sol, taux d'exposition au soleil) et génétique (Benzid & Litim, 2016).

Par ailleurs, le rendement le plus élevé est remarqué a Ghardaïa qui présente un climat désertique et moins riche en P et K que Boussaâda, ce qui peut expliquer par l'usage des H.Es comme système d'adaptation et de défense par les plantes pour leur survie, alors que le rendement le plus faible qui est remarqué a Boussaâda, malgré son importante teneur en P et K, est peut être attribué à des autres facteurs tel que les facteurs génétique, les maladies ...ect (Toninoli & Meglioli, 2013).

#### 4. Composition chimique des H.Es :

L'identification des constituants des H.Es d'*Artemisia herba alba* des trois sites étudiés a été effectuée en se basant sur la CPG-SM. Cette analyse a montré des profils chromatographiques (Voir tab.13 à 15) présentant les constituants en ordre de leurs temps de rétention.

Cette étude a permis d'identifier 38 constituants pour l'huile de Boussaâda, dont le thujone, le camphor, le cis-p-Menthadien-1-ol et Isoborneol sont des composés majoritaires. Alors que, 35 constituants ont été identifiés à partir de l'huile de Khenchela, où le thujone et le borneol représentant les composés majoritaires. Et, par ailleurs, l'huile de Ghardaïa constituant 39 composés ont été identifiés, dont le thujone et le camphor sont des composés majoritaires.

**Tab.13 :** Composition chimique de l'HE d'*Artemisia herba-alba* Asso.de Boussaâda.

TR (min)	Constituent	%	TR (min)	Constituent	%
5,346	$\beta$ -Pinene	0.329	14,211	Copaene	0,179
5,452	1-Hexen-3-yne	0.373	15,197	Humulen-(v1)	0.004
5,604	Benzene	<b>1.100</b>	16,092	Isoaromadendrene epoxide	0.22
5,777	$\alpha$ -Phellandrene	0.219	16,349	Azulene	0.025
6,269	cis-p-Menthadien-1-ol	<b>3.572</b>	16,401	Farnesene epoxide	0.022
6,794	Eucalyptol (1.8-Cineol)	0.012	16,806	$\gamma$ -Elemene	0.036
7,127	1-Octene	0.06	16,933	Davana ether	0.053
7,343	3-Octyne	0.166	17,965	Caryophyllene oxide	0.065
8,269	Thujone	<b>9.875</b>	18,595	(-)-Spathulenol	0.482
8,934	Isocyclocitral	0.162	18,830	Aristolene epoxide	0.098
9,128	trans-Pinocarveol	0.24	18,918	1H-Cycloprop[e]azulen-4-ol,	0.096
9,218	Camphor	<b>3.762</b>	19,656	Longipinocarvone	0.043
9,950	Isoborneol	<b>2.334</b>	19,698	Androstan-3-one	0.036
11,383	D-Verbenone	0.434	19,813	$\gamma$ -Gurjunenepoxide	0.057
11,825	Lenacil	<b>5.355</b>	19,925	Ledene alcohol	0.027
12,275	Bornyl acetate	0.386	20,096	2-Naphthalenemethanol	0.072
12,362	(-)-Myrtenyl acetate	0.202	25,293	Limonen-6-ol, pivalate	0.005
12,542	Carveol (fr.1)	0.146	25,624	Phosphinous chloride	0.017
13,003	Thymol	0.179		NI	<b>38.102</b>
14,078	2-Cyclopenten-1-one	0.267			

**Tab.14** : Composition chimique de l'HE d'*Artemisia herba-alba* Asso. de Khenchela.

TR (min)	Constituent	%	TR (min)	Constituent	%
5,031	Camphene	0.88	15,205	Humulen-(v1)	0.027
5,292	$\beta$ -Phellandrene	0.472	16,394	Limonen-6-ol, pivalate	0.082
5,935	1,3,5-Trimethylbenzene	0.195	16,802	$\gamma$ -Elemene	0.096
6,420	Benzene	0.319	16,927	Isobornyl propionate	0.09
6,513	4-Isopropyltoluene	0.628	17,140	Butanoic acid	0.016
6,560	Eucalyptol	1.628	17,219	Naphthalene	0.073
7,185	1,4-Cyclohexadiene	0.097	17,269	Azulene	0.019
7,584	Terpineol	0.152	17,960	Neoclovene oxide	0.087
7,885	3,5-Heptadienal	0.063	18,053	1,5-Cyclodecadiene	0.121
8,635	Thujone	10.555	18,588	(-)-Spathulenol	0.93
10,017	Borneol	5.978	18,913	Cubenol	0.167
11,105	Acetic acid	0.161	19,535	5 $\alpha$ -Pregnan-20-one	0.082
11,414	D-Verbenone	0.119	19,645	Longipinocarvone	0.223
11,602	Benzaldehyde	0.187	20,091	2-Naphthalenemethanol	0.033
12,508	trans-2-Caren-4-ol	0.08	20,160	$\gamma$ -Himachalene	0.056
12,997	Ascaridole epoxide	0.115	20,280	1H-Indene	0.025
14,254	$\alpha$ -Cadinol	0.167	22,151	Alfaxalone	0.039
14,604	Cyclohexene	0.097		NI	0.728

**Tab.15** : Composition chimique de l'HE d'*Artemisia herba-alba* Asso. de Ghardaïa.

TR (min)	Constituent	%	TR (min)	Constituent	%
5,031	Camphene	0.41	12,859	Benzenemethanol	0.198
5,419	$\beta$ -Phellandrene	0.455	13,018	Thymol	0.282
6,659	Eucalyptol	4.525	14,116	Phenol	0.069
7,195	3-Carene	0.265	14,261	$\alpha$ -Cadinol	0.104
7,756	5-heptadien-4-ol	<b>1.072</b>	14,754	5 $\alpha$ -Pregnane	0.017
8,305	Thujone	<b>12.759</b>	15,092	1H-Indene	0.025
9,389	Camphor	<b>7.751</b>	15,211	Caryophyllene	0.045
9,581	Bicycloheptan-2-one	0.011	15,401	1-Butyn-3-one	0.025
9,653	Cis-3-ethyl-endo-tricyclo5	0.124	15,993	$\alpha$ -Caryophyllene	0.014
9,716	Pinen-3-one	0.188	16,810	$\gamma$ -Elemene	0.417
18,597	(-)-Spathulenol	0.686	18,139	Santalol, cis, $\alpha$ -	0.116
10,026	Isoborneol	<b>1.119</b>	18,463	Longipinocarvone	0.07
10,443	(1R)-(-)-Myrtenal	0.232	18,919	Cubenol	0.226
10,798	trans-Shisool	0.524	19,040	Adamantane-1-carboxylic acid	0.116
11,114	Isobornyl formate	0.215	19,586	Isoaromadendrene epoxide	0.017
11,419	Acetic acid	0.2	20,087	2-Naphthalenemethanol	0.035
11,821	2-Cyclohexen-1-one	0.838	20,472	1,2-Longidione	0.031
12,043	p-Menth-2-en-7-ol	0.076	21,593	Benzenepropanoic acid, penty	0.019
12,309	Bornyl acetate	0.29	24,665	Acrylic acid	0.015
12,483	Artemiseole	0.16		NI	55.266

Généralement, Les analyses chromatographiques des H.Es d'*Artemisia herba alba* extraites à partir des trois sites étudiées ont mis en évidence la prédominance des monoterpènes avec la prise en conscience la présence de quelques composants non identifiés par CPG/MS, et ces analyses ont permis d'identifier 82 composants, dont on a trouvé 23 composants sont observés au niveau de plus d'un site (**Voir tab.16**), et le thujone reste en tête de liste des composants majoritaires dans les trois sites étudiées malgré la différence qualitative et quantitative observé pour les autres composants.

**Tab.16** : Les composants communs des H.Es extraites d'*Artemisia herba-alba* Asso. au niveau des sites étudiés.

	Composant	Bous	Kh	Gh
1	(-)-Spathulenol	0.482	0.930	0.686
2	$\alpha$ -Cadinol	/	0.167	0.104
3	$\beta$ -Phellandrene	/	0.472	0.455
4	$\gamma$ -Elemene	0.036	0.096	0.417
5	1H-Indene	/	0.025	0.025
6	2-Cyclohexen-1-one	0.267	/	0.838
7	2-Naphthalenemethanol	0.072	0.033	0.035
8	Acetic acid	/	0.161	0.200
9	Azulene	0.025	0.019	/
10	Benzene	<b>1.100</b>	0.319	/
11	Bornyl acetate	0.386	/	0.290
12	Camphene	/	0.880	0.410
13	Camphor	<b>3.762</b>	/	<b>7.751</b>
14	Cubenol	/	0.167	0.226
15	D-Verbenone	0.434	0.119	/
16	Eucalyptol(1,8-Cineol)	0.012	<b>1.628</b>	<b>4.525</b>
17	Humulen-(v1)	0.004	0.027	/
18	Isoaromadendrene epoxide	0.220	/	0.017
19	Isoborneol	<b>2.334</b>	/	<b>1.119</b>
20	Limonen-6-ol, pivalate	0.005	0.082	/
21	Longipinocarvone	0.043	0.223	0.070
22	Thujone	<b>9.875</b>	<b>10.555</b>	<b>12.759</b>
23	Thymol	0.179	/	0.282
Composants totale identifiés				

Des résultats relativement différents ont été obtenus par certains auteurs, notamment **Zaim et al. (2012)**. Ces derniers, en travaillant sur notre plantes du Ouarzazate (Sud du Maroc) ont montré l'identification de 30 constituants (présentant 99,42% de l'huile), dont 9 sont observé pour la première fois, dont les monoterpènes oxygénés : le chrysanthenone (28,10%) et le camphre (26,67%) sont les composés majoritaires. Des observations similaires ont été faites par **Paolini et al. (2010)** avec 16 échantillons de l'Est Marocain, dont le chrysanthenone, le camphre, L' $\alpha/\beta$ -thujone sont des composés majoritaires.

Par ailleurs, **Benjlali & Richard (1980)** en travaillant sur 48 plantes du Haut et Moyen Atlas ont montré la dominance du camphre (>50%) dans 18 échantillons de la région de Souss, et presque le même résultat est montré par **Dahmani-Hamzaoui & Baaliouamer (2010)** qui ont mis en exergue le camphre (49,3%) dans les HE du nord du Sahara Algérien.

En outre, sont absents dans nos échantillons le cischrysanthenyl acétate (25,12%), qui est considéré comme le constituant le plus abondant des HE de Biskra en Algérie (**Bezza et al. 2010**), le pinocarvone (38,8%) de Tataouine en Tunisie et le 1,8-cinéole, l'un des constituants les plus communs des huiles essentielles d'*A. herba-alba*, notamment celles de l'Égypte (**El Sayed & Seida, 1990**), de l'Algérie (**Boutekdjiret et al., 1992 ; Vernin et al. 1995 ; Dahmani-Hamzaoui & Baaliouamer, 2010**), de la Tunisie (**Haouari & Ferchichi, 2009 ; Mighri et al., 2010 ; Kadri et al., 2011**), etc.

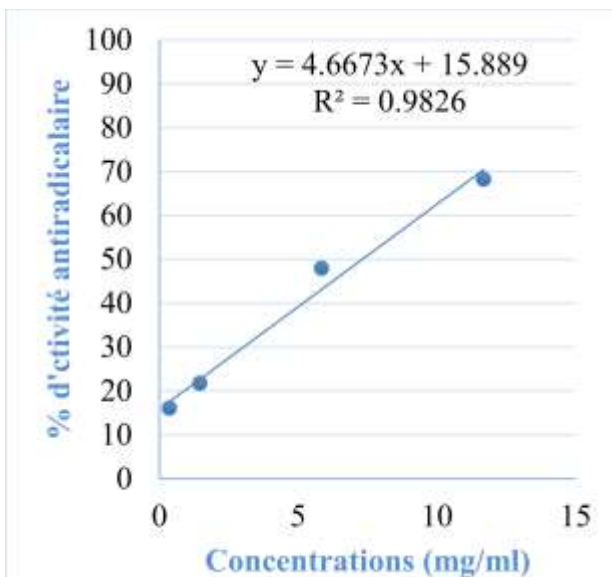
Donc, à partir de notre étude, il semble que l'espèce *A. herba-alba* soit caractérisée par une variabilité intra-spécifique importante dans le profil chimique de ses huiles essentielles qui a été montré bien qualitativement et quantitativement dans l'abondance de leurs composants ou constituants, malgré la présence de quelques observations similaires (composants communs).

En effet, cette variabilité intra-spécifique existante au sein de l'espèce *A. herba-alba* peut être d'origine géographique, génétique (**Karousou et al., 2005 ; El Ajjouri et al., 2008**), saisonnière (**Ghanmi et al., 2010**) ou même écologique (sol, humidité, etc..)

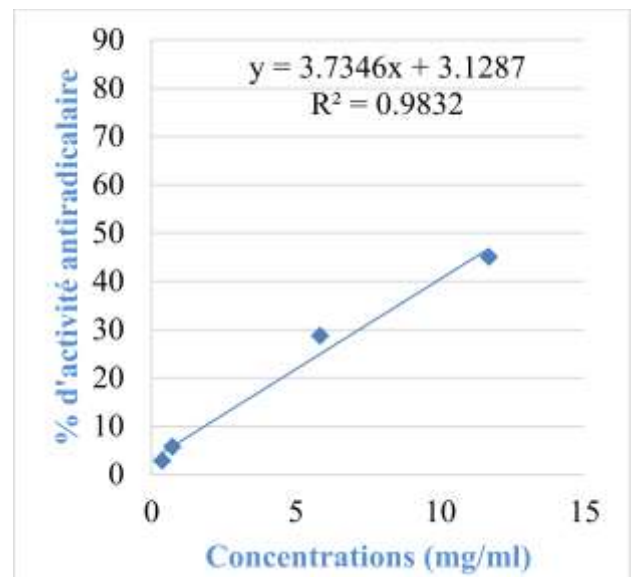
## 5. Activités biologiques des H.Es *in vitro* :

### 5.1. Activités antioxydantes des H.Es par le test du DPPH<sup>•</sup>:

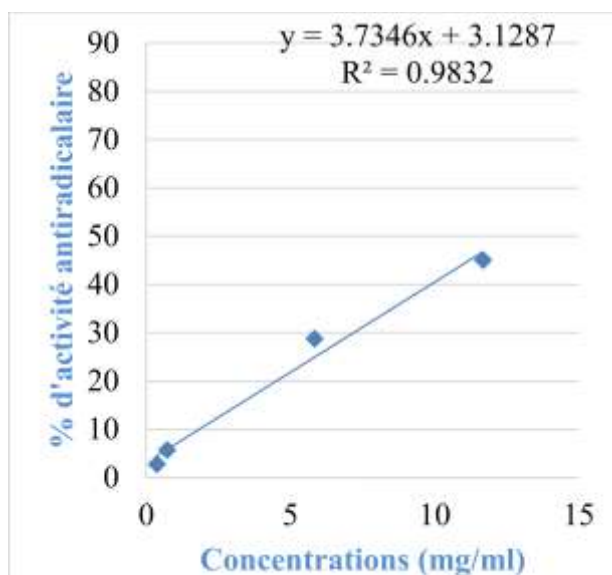
Les résultats obtenus pour les H.Es d'*A.herba-alba* des trois sites étudiés sont représentés, sous forme de droites. D'après les courbes illustrées dans les figures (Voir fig. 25 à 28), tous les extraits testés sont capables de neutraliser le radical DPPH<sup>•</sup> au cours du temps et en fonction de la concentration des antioxydants.



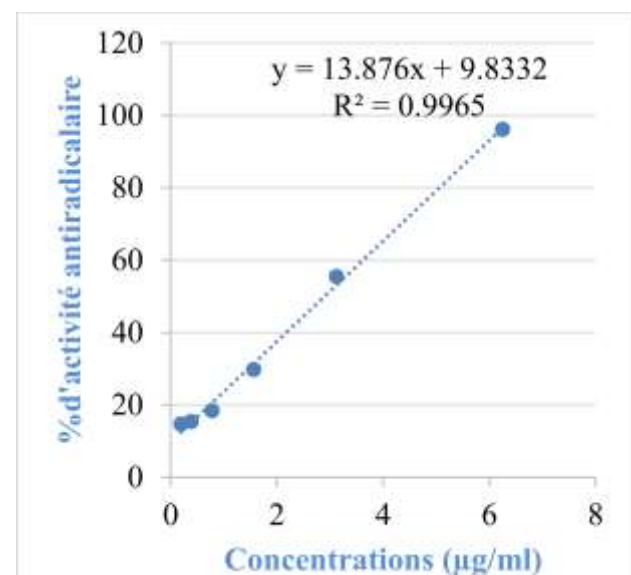
**Fig.25 :** Activité antioxydante du radical libre DPPH<sup>•</sup> par l'*A. herba alba* de Boussaâda.



**Fig.26 :** Activité antioxydante du radical libre DPPH<sup>•</sup> par l'*A. herba alba* de Khenchela.



**Fig.27:** Activité antioxydante du radical libre DPPH<sup>•</sup> par l'*A. herba alba* de Ghardaia.



**Fig.28 :** Activité antioxydante du radical libre DPPH<sup>•</sup> par *Acide ascorbique*.

Comme figurant dans le **tab.17** l'antioxydant standard acide ascorbique (vitamine C) a montré une activité antioxydante puissante avec une  $CI_{50}$  de l'ordre de  $2.895 \pm 0.063 \mu\text{g/ml}$ , alors que l'activité de nos H.Es est faible et plus moins de celle de vitamine C.

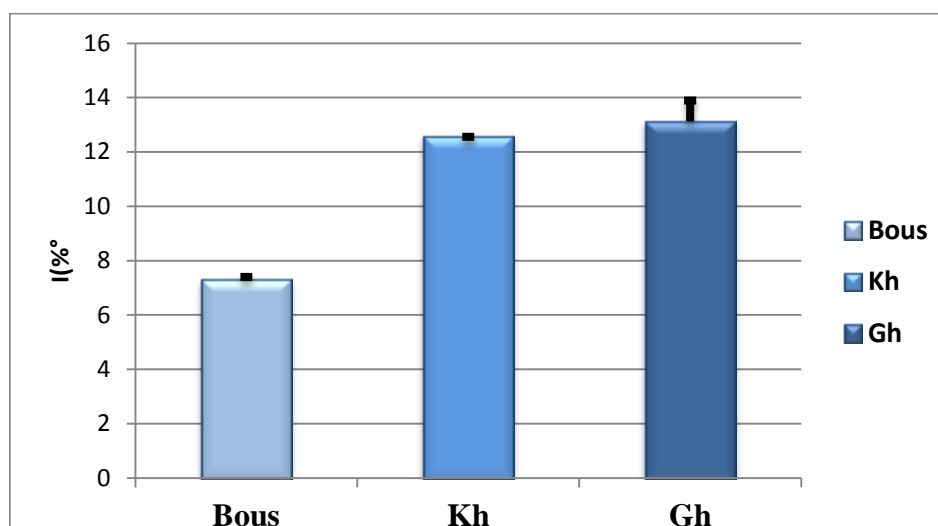
Parmi les trois H.Es d'*A. herba alba*, celle qui extraite à partir la plante mère de Boussaâda représente l'huile le plus actif avec une ordre de  $IC_{50} = 7.307 \pm 0.088 \text{ mg/ml}$ , par contre, les deux autres sites montrent une faible activité anti-radicalaire avec  $12.551 \pm 0.006$  et  $13.143 \pm 0.767 \text{ mg/ml}$  pour Khenchela et Ghardaïa respectivement, et on remarque que ces deux derniers valeurs sont convergentes malgré que la variabilité est hautement significative selon les régions ; ce qui est montré par le regroupement effectué par l'ANOVA. Et après tous, cette activité des H.Es des trois sites reste inférieure à celle de la vitamine C (**Voir fig.29**).

**Tab.17** : Valeurs des  $CI_{50}$  des H.Es extraites d'*A.herba-alba* Asso. au niveau des sites étudiés et témoin déterminées par le test au DPPH $^{\bullet}$ .

	<b>Bous</b>	<b>Kh</b>	<b>Gh</b>	<b>A.As</b>
<b>IC<sub>50</sub></b>	$7.31^B \pm 0.088$	$12.55^A \pm 0.006$	$13.12^A \pm 0.767$	$2.89^C \pm 0.063$
	mg/ml	mg/ml	mg/ml	$\mu\text{g/ml}$

Les valeurs sont la moyenne  $\pm$  écart type

$p \leq 0.0001$



**Fig.29** :  $CI_{50}$  des H.Es extraites d'*A.herba-alba* au niveau des sites étudiés et témoin déterminées par le test au DPPH $^{\bullet}$ .

En effet, **Akrout et al., (2011)** ont trouvé que l'activité anti-radicalaire des H.Es d'*A.herba-alba*, qui est de type Thujone ( $\alpha + B$ ), est relativement faible si elle est comparée à celle de *Thymuscapitatus*.

*Mighri et al., (2009)*, de leur part, ont effectués une étude sur quatre espèces d'*Artemisia* en utilisant DPPH\*, ABTS et l'acide linoléique et ils ont bien observés que l'activité de toutes les H.Es étudiés reste inférieur que celle de témoins et que l'*A.herba-alba* possède une faible activité. Ce qui est confirmé dans une étude faite par **Lopes-Lutz et al., (2008)** sur quelques espèces d'*Artemisia*.

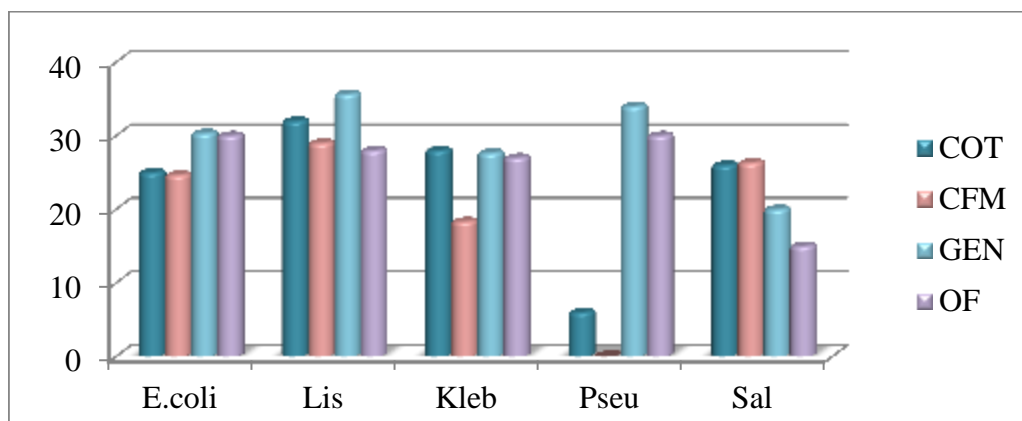
D'autre part, plusieurs travaux ont confirmés que L'activité antioxydante des huiles essentielles liée aux leurs composés majoritaires où les huiles essentielles riches en composés oxygénés (linalol, eugénol, géraniol, bornéol et  $\alpha$ -terpinéol...etc.) ont une activité antioxydante plus marqué que celle à terpène hydrocarboné (**Falleh et al., 2008 ; Özcan & Chalchat, 2002; Lee et al., 2005**) . A base de ce principe, on peut attribuer la variabilité de l'activité antioxydante à celle de la composition chimique qui a été lui-même peut être attribué à plusieurs facteurs : édaphiques, climatiques ...ect.

Donc le rendement le plus élevé de Bousaada peut être expliquer par la richesse de leur sol en P et K ou bien le type de ces huiles essentielles.

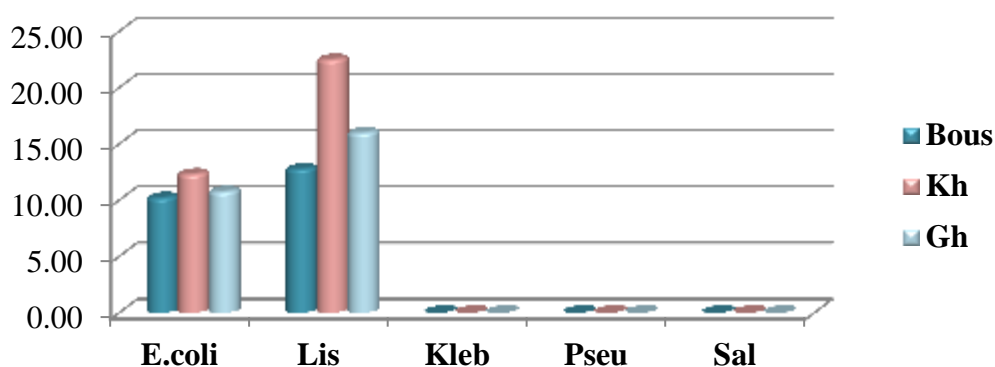
## 5.2. Activités antibactériennes des H.Es :

Les résultats de l'aromatogramme qui consiste à chercher la sensibilité des souches vis-à-vis les H.Es étudiés et les antibiotiques, ont présentés dans les figures (**Fig.30et 31**) en rapportant des valeurs des zones d'inhibitions manifestées en mm, dont les H.Es ont réagis positivement sur deux souches microbiennes parmi les cinq testées, un est de gram positif (*Lis*) et l'autre de gram négative (*E.coli*), ce qui confirme que la plante d'*Artemisia herba alba* est douée de propriétés antibactériennes.

Alors que, les antibiotiques utilisés présentent généralement une forte inhibition contre la majorité des souches bactériennes testés sauf le *Pseu* qui a possédé une résistance contre le COT et le CFM. Malgré que cette inhibition varie d'une souche à l'autre, il reste supérieur de celle des H.Es.



**Fig.30 :** Antibiotogramme vis-à-vis les souches testées.  
(diamètre de la zone d'inhibition en mm)



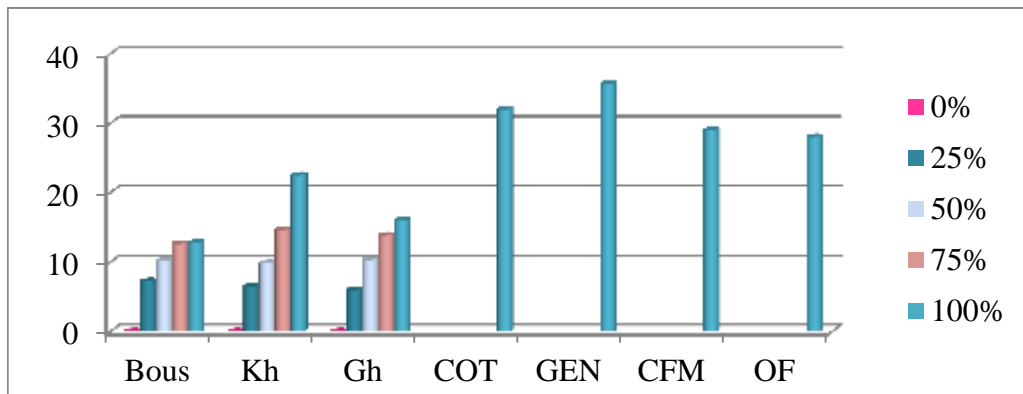
**Fig.31 :** Aromatogramme vis-à-vis les souches testées.  
(diamètre de la zone d'inhibition en mm)

D'après **tab.18**, le diamètre de la zone d'inhibition des H.Es diffère d'une bactérie à une autre et d'une huile à un autre (selon la région), dont on trouve que l'huile de Khenchela montre la plus forte activité antibactérienne vis-à-vis les deux souches (*E.coli* -, *Lis* +), suivi par celle de Ghardaïa ensuite de Boussaâda. Mais on souligne que les résultats des deux derniers sites sont apparemment convergents.

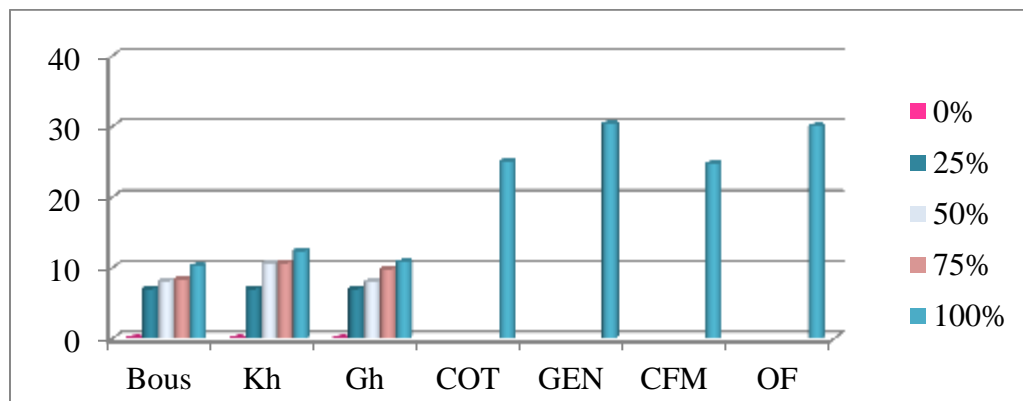
**Tab.18:** Aromatogramme vis-à-vis les souches testés en présence de différents antibiotiques. (diamètre de la zone d'inhibition en mm)

Souches	Régions			Antibiotiques			
	Bous	Kh	Gh	CFM	COT	GEN	OF
<i>E.coli</i> -	10.22 <sup>C</sup> ±0.381	12.33 <sup>C</sup> ±0.768	10.77 <sup>C</sup> ±0.381	29 <sup>A</sup>	25 <sup>B</sup>	30.33 <sup>A</sup> ±0.577	30 <sup>A</sup>
<i>Lis</i> +	12.77 <sup>F</sup> ±0.510	22.50 <sup>C</sup> ±1.768	16.00 <sup>D</sup> ±0.707	32.66 <sup>A</sup> ±0.577	32 <sup>A</sup>	35.66 <sup>A</sup> ±0.577	28 <sup>B</sup>
<i>Kleb</i> -	Abs	Abs	Abs	24.33±0.577	28	27.66±1.414	27
<i>Pseu</i> -	Abs	Abs	Abs	Abs	06	34	30
<i>Sal</i> -	Abs	Abs	Abs	25.66±1.155	29	20	15

Alors, ces résultats montrent une variabilité qui on peut la discutée en plusieurs axes, le premiers est en fonction des souches bactériennes, dont la variation des H.Es vis-à-vis l'*E.coli* est non significative ( $p=0.092>0.05$ ) ce qui montre le regroupement de l'ANOVA, alors qu'elle est très hautement significative ( $p<0.001$ ) vis-à-vis *Lis* ou elle est très élevé à l'huile de Khenchela suivi par Ghardaïa ensuite Boussaâda (**Voir fig.32 et 33**). Donc, les H.Es inhibent la bactérie de G+ mieux que celle de G- ce qui est montré par l'étude de **Mighri et al. (2009)** qui a été effectués sur quatre espèces d'*A. herba alba*.



**Fig.32 :** Aromatogramme vis-à-vis *Lis* en présence des différents antibiotiques. (diamètre de la zone d'inhibition en mm)



**Fig.33 :** Aromatogramme vis-à-vis l'*E.coli* en présence différents antibiotiques. (diamètre de la zone d'inhibition en mm)

Le deuxième axe est en fonction de régions étudiées, dont les huiles présentent une variation significative entre les régions, dont L'huile de Boussaâda présente l'inhibition la plus efficace suivi par Khenchela ensuite Ghardaïa. (**Voir fig.31**)

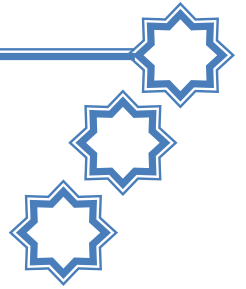
Par ailleurs, un autre axe on peut l'utilisé qui est les concentrations, dont on a trouvé que l'inhibition est directement proportionnelle avec les concentrations ; ce qui nous permet à présenter les résultats introduits par une seule concentration et on a choisi la plus dosé des H.Es (huile absolue).

En effet, Les plantes contiennent de nombreux composés doués d'une action antimicrobienne, ces constituants comprennent les composés phénoliques, les flavonoïdes, les huiles essentielles et les triterpenoïdes (**Rojas et al., 1992**).

En plus particulier, les modes d'action des huiles essentielles et de leurs principaux constituants, décrits jusqu'à présent, semblent tous affecter la paroi ou la membrane cytoplasmique. Cependant, la variabilité chimique des huiles essentielles laisse présager l'existence de molécules pouvant agir par de nouveaux mécanismes cellulaires, (**Guinoiseau, 2010**). La principale caractéristique des molécules présente dans les huiles essentielles est leurs hydrophobicité. Elle permet leurs solubilisation dans les membranes ce qui provoque une déstabilisation de la structure et une augmentation de la perméabilité membranaire, (**Sikkema et al., 1994**).

Donc, on peut attribuer la variation de l'activité antibactérienne selon le type des H.Es qui est eux même peut être varié en fonction des facteurs edapho-climatiques.

# Conclusion



## Conclusion

Plusieurs travaux de recherche ont été focalisés sur les huiles essentielles extraites des plantes aromatiques et ses propriétés biologiques. Les différents résultats publiés affichent des fluctuations au niveau des huiles essentielles extraites à partir des mêmes espèces en fonction de leurs différentes régions.

Cependant, les travaux de recherche sur l'influence des facteurs édapho-climatiques sur les huiles essentiels sont rares. Par conséquent, l'évaluation de telle influence demeure une tâche intéressante et utile, en particulier pour qualifier les sources des essences qui sont eux même une source d'agents antioxydants naturel, d'agents antimicrobiens naturel...etc.

Dans ce contexte, nous avons essayé d'évaluer l'influence de quelques facteurs édapho-climatiques sur l'huiles essentielles extraites d'une plante connue par ces effets thérapeutiques (*Artemisia herba alba* asso.), obtenue de différentes régions Boussaâda, Khenchela et Ghardaïa (semi-aride, aride et désertique).

Afin d'évaluer cette influence, on a traité trois axes en parallèle les données climatiques, les sols et les huiles essentielles.

Pour le premier axe, la synthèse climatique, de derniers dix ans, a été effectué en utilisant l'Abaque de l'indice d'aridité de DE MARTONNE et Climagramme d'EMBERGER, les résultats obtenues confirme que Boussaâda bénéficie d'un climat aride avec un hiver doux, et Khenchela présentent un climat semi-aride avec un hiver frais ; alors que Ghardaïa est caractérisés par un climat désertique avec un hiver doux. Autrement, on peut dire qu'il y a une différencier de plusieurs étages bioclimatiques caractérise nos sites étudiés.

Par ailleurs, dans le deuxième axe, l'analyse physico-chimique des sols, les résultats de la granulométrie démontrent que tous les sols sont Limoneux de type moyen avec une très faible présence de l'argile dans le sol de Boussaâda et encore plus faible à celle de khenchela. Alors que, l'interprétation des résultats physico-chimiques des sols possède que les trois sols sont très basiques, peu salés et pauvre en éléments fertilisants. Aussi bien, qu'il affiche une diversité bien apparente nous a amenés à



## Conclusion

conclure que le sol de Boussaâda et la plus riche en P et K, suivi par celle de Ghardaïa ensuite de Khenchla.

Concernant le dernier axe, qui a débuté par l'extraction des huiles essentielles de la partie aérienne de la plante mère, on a déterminé trois paramètres comme de suite :

Le rendement en H.Es le plus élevé a été obtenu avec l'*Armoise* de Ghardaïa ( $1.50 \pm 0.0930$ ), suivi par celle de Khenchela ( $1.07 \pm 0.0681$ ), et enfin l'*Armoise* de Boussaâda possède le plus faible rendement avec ( $0.33 \pm 0.0291$ ).

L'identification des constituants des H.Es qui a été effectuée par CPG-SM, montre une diversité qualitativement et quantitativement intra-spécifique dans ses profils chromatographiques, malgré la présence de quelques observations similaires (composants communs). 38 constituants ont été identifiés à Boussaâda, dont le thujone, le camphor, le cis-p-Menthadien-1-ol et l'isoborneol sont des composés majoritaires et 35 constituants ont été identifiés à celle de Khenchela, où le thujone et le borneol sont les composés majoritaires. Alors que, avec l'huile de Ghardaïa 39 composés et le thujone et le camphor sont des composés majoritaires. Malgré cette variation on a trouvé que le thujone est le composé le plus majoritaire dans les trois sites.

L'activité antioxydante *in vitro* des huiles essentielles a été évaluée par la méthode de réduction du DPPH\*. Ce dernier a été réduit par les H.Es avec des différentes valeurs de l'IC<sub>50</sub>, dont l'huile de Boussaâda est la plus active avec une valeur de IC<sub>50</sub> =  $7.307 \pm 0.088$  mg/ml, suivie par Khenchela avec  $12.551 \pm 0.006$  mg/ml et dernièrement  $13.143 \pm 0.767$  mg/ml pour Ghardaïa. En plus, le pouvoir antioxydant de l'huile de Khenchela et de l'huile de Ghardaïa sont convergents et très proches à celle de Boussaâda.

Dernièrement, l'activité antibactérienne qui a été effectuée vis-à-vis cinq souches bactériennes (*E.coli*, *Lis*, *Kleb*, *Pseu* et *Sal*) possède que les H.Es ont réagi positivement sur deux souches microbiennes, un est de gram positif (*Lis*) et l'autre de gram négatif (*E.coli*), où l'inhibition a été plus élevée avec celle de gram positif (*Lis*) que de gram négative (*E.coli*). Cette activité diffère d'une bactérie à une autre et d'une



## ***Conclusion***

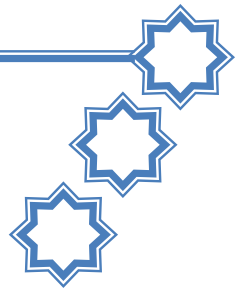
huile à un autre (selon la région), dont on trouve qu'elle est plus forte avec l'huile de Khenchela suivi par celle de Ghardaïa ensuite de Boussaâda.

Donc, tous les paramètres qu'ils sont étudiés possèdent des variabilités en fonction des H.Es des trois régions. Ce qui nous a amené à confirmer l'influence des facteurs édapho-climatiques sur le rendement, la composition chimique et l'activité antioxydante et même que l'activité antimicrobienne.

De nos jours, la médecine moderne utilise les vertus thérapeutiques des huiles essentielles et de leurs constituants. En effet, de nombreux composés volatils sont aujourd'hui des ingrédients courants des préparations pharmaceutiques. Afin de bien mettre en évidence une relation plus significative et plus concrète entre la quantité, la qualité des H.Es et les facteurs édapho-climatiques, l'utilisation des techniques d'analyse chimiques et biologiques plus développées s'impose. En plus une étude *in-vivo* est souhaitable, pour obtenir une vue plus approfondie sur cette influence puisque l'ensemble de ces résultats obtenus *in-vitro* ne constitue qu'une première étape dans la recherche de substances d'origine naturelle biologiquement active.



# Références bibliographiques



- 1) Abdelguerfi, A. et Ramdane, S.A. (2003). Rapport de Synthèse (Tome 5)., Affiliation: Rapport de Consultation dans le cadre du Projet PNUD-FEM-MATE, ALG97/G31 "Plan d'Action et Stratégie Nationale sur la Biodiversité". Evaluation des besoins en matière de renforcement des capacités nécessaires à l'évaluation et la réduction des risques menaçant les éléments de la diversité biologique en Algérie. 24p.
- 2) Abou El-Hamd H. M., Magdi. A. E., Mohamed E. H., Soleiman E. H., Abeer M. E., Naglaa S. M., (2010). Chemical Constituents and Biological Activities of *Artemisia herba-alba*. Academy of Chemistry of Globe Publications. (4:1) : 1-25.
- 3) AFNOR, (1996). Huiles essentielles. Volume 1 : échantillonnage et méthodes d'analyse. AFNOR, Paris, 440 p.
- 4) AFNOR, (2014). Qualité des sols, Pédologie. Numéro international normalisé du livre n°978-2-12-213171-8 . AFNOR, Paris. pp: 3-12.
- 5) Akrouit, A., (2004). Essential oil study of some pastoral plants from Matmata (south Tunisia). Cah. Options. Med. 62: 289-292.
- 6) Akrouit, A., Eljami, H., Amouri, S., Neffati M., (2010). Screening of Antiradical and antibacterial activities of essential oils of *Artemisia campestris* L., *Artemisia herba alba* Asso and *Thymus capitatus*. Hoff et link Wild in the Southern of Tunisia .Recent Research in Science and Technology 2 ( 1 ):29 – 39.
- 7) Akrouit, A., Gonzalez, L.A., El Jani, H.J., & Madrid, P.C., (2011). Antioxidant and antitumor activities of *Artemisia campestris* and *Thymelaeahirsuta* from southern of Tunisia. J. Food. Chem. Tox. 49: 342–347.
- 8) Al-Khazraji, S. M., Al-Shamaony, L. A., & Twaij, H. A. A., (1993). Hypoglycaemic effect of *Artemisia herba alba*. I. effect of different parts and influence of the solvent on hypoglycaemic activity. J. of Ethnopharma. 40:163-166.
- 9) Almasad, M. M. Sh., Qazan, W. & Daradka, H., (2007). Reproductive toxic effects of *Artemisia herba-alba* ingestion in female Spague-dawley rats. Pak. J. of Bio.Sci. 10(18):3158-3161.
- 10) Al-Mustafa, A.H., Al-Thunibat, O.Y., (2008). Antioxidant activity of some Jordanian medicinal plants used traditionally for treatment of diabetes. Pak. J. of biol. sci.: PJBS. 11(3) :351-358.
- 11) Al-Shamaony, L. A., Al-Khazraji, S. M., & Twaij, H. A. A., (1994). Hypoglycaemic effect of *Artemisia herba alba*. II. Effect of a valuable extract on some blood parameters in diabetic animals. J. of Ethnopharma. 43:167-171.
- 12) Al-Wahaibi, L.H.N., Mahmood, A., Khan, M., & Alkhathlan, H.Z., (2018). Comparative study on the essential oils of *Artemisia judaica* and *A. herba-alba* from Saudi Arabia. Arabian Journal of Chemistry.
- 13) Al-waili N. S., 1986. Treatment of diabetes mellitus by *Artemisia herba-alba* extract: preliminary study. Clinic. and Experim. Pharmacol. and Physiol. 13: 569-573.
- 14) Al-waili, N.S., (1988). *Artemisia herba-alba* and diabetes mellitus. Clinical and Experim. Pharmacol. And Physiol. 15(6):497.
- 15) Al-Yahya, M. A., Tariq, M., Al-Meshal, I. A., Mossa, S. J., & Al-Badr, A. A., (1986). *Artemisia herba-alba*, Saudi plants: A phytochemical and biological Approach. College of pharmacy. King Saud University. Riyadh.pp: 44-49.



## References bibliographiques:

- 16) Amarti, F., Satrani, B., Ghanmi, M., Abdellah, F., Aarab, L., El Ajjouri, M., & Chaouche, A., (2010). Composition chimique et activité antimicrobienne des huiles essentielles du *Thymus algeriensis* Boiss et Reut et *Thymus ciliatus* (Desf.) Benth du Maroc. *Biothecnol.Agron. Soc. Environ.* 1(14) :141-148.
- 17) Amor, L., (2010). Etude de quelque prioritaire biochimique d'*Artemisia herba alba*. Université de farhat Aabas , Sétif. Thèse de majestère.
- 18) Archana, B., Dasgupta, N., & De B., (2005). In vitro study of antioxidant activity of *Syzygium cumini* fruit. *Food Chem.* 90:727-733.
- 19) Aubert, G., (1978). les sols de la zone aride, étude de leur formation, de leurs caractères, de leur conservation. Actes coll. Unesco de Paris sur les problèmes de la zone aride. pp :127- 150.
- 20) Ayache, A., Hellal, B., Ayad, N., & Maatoug, M.,(2011). Densité et taux de recouvrement de l'armoise blanche (*Artemisia herba-alba* Asso.) de la steppe occidentale d'Algé Science et changements planétaires / Sécheresse. 22(3).
- 21) Aziz, E.E., Hendawi, S.T., Ezz El Din, A., Omer, E.A., 2008. Effect of soil type and irrigation intervals on plant growth, essential oil yield and constituents of *Thymus vulgaris* plant. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences.* 4 : 443–450.
- 22) Baize, D., (1988). Guide des analyses courantes en pédologie. choix, expression, présentation, interprétation. INRA. Paris. 172 p.
- 23) Bakkali F., Averbeck S., Averbeck D., & Idaomar M., (2008). Biological effects of essential oils – A review. *Food and Chemical Toxicology.* 46 : 446–475.
- 24) Barkat, M., Laib, I., (2011). Composition chimique et activité antioxydante de l'huile essentielle des fleurs sèches de *Lavandula officinalis*. *Revue de Génie Industriel.* 6: 46-54.
- 25) Baser, K.H.C., & Buchbauer, G., (2009). Handbook of essential oils: science, technology and applications. Ed:CRC Press. 1ère éd. 991p.
- 26) Basli, A., Chibane, M., Madani, K., & Oukil, N.,(2012). Activité antibactérienne des polyphénols extraits d'une plante médicinale de la flore d'Algérie : *Origanum glandulosum* Desf. *Pharmacologie.* 10:2-9.
- 27) Bechaalany, A.G., (2014). Les huiles essentielles. Ed : Dangles. France. pp. 5-6.
- 28) Begnouls, F., & Gausson, H., (1957). Les climats biologiques et leur classification *Annales de Géographie.* 335:193-220.
- 29) Bekhechi C., Abdelouahid D., 2010. Les huiles essentielles. Office des publications universitaires. Alger. 7-43 + Bekhechi, C., Boti, J.B., Atik Bekkara, F., Abdelouahid, D. E., Casanova, J., & Tomi, F. ; (2010). Isothymol in Ajowan Essential Oil. *Natural Product Communication,* 5(7), 107-1110.
- 30) Bencheqroun, H.K., Ghanmi, M., Satrani, B., Aafi, A., & Chaouch, A., (2012). Activité antimicrobienne des huiles essentielles d'*Artemisia mesatlantica*, plante endémique du Maroc. *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège.* 81:4 – 21.
- 31) Benedicite, B., (2014). Plantes aromatiques. Hachette pratique.465p.
- 32) Beniston, N.T & W.S., (1984). Fleurs d'Algérie. Entreprise nationale du livre. Alger. pp.9-31.
- 33) Benjilali, B., & Richard, H., (1980). Etude de quelques peuplements d'Armoise blanche du Maroc *Artemisia herba alba*. *Riv. Ital. E.P.P.O.S.*12(2): 69-74.



## References bibliographies:

- 34) Benzid, A., & Litim, N., (2016). Etude comparative de l'activité antioxydante de deux variétés d'*Ocimum basilicum* L. cultivées dans plusieurs régions d'Algérie. Université Kasdi Merbah-Ouargla. 35p.
- 35) Bezza, L., Mannarino, A., Fattarsi, K., Mikail, C., Abou, L., HadjiMinaglou, F. & Kaloustian, J., (2010). Chemical composition of the essential oil of *Artemisia herba-alba* issued from the district of Biskra (Algeria). *Phytothérapie*. 8(5) : 277-281.
- 36) Bouchra, C., Mohamed, A., Mina, I. H., & Hmamouchi, M., (2003). Antifungal activity of essential oils from several medicinal plants against four postharvest citrus pathogens. *Phytopathologia Mediterranea*. 42(3):251-256.
- 37) Boudjelal A., (2013). Extraction, identification et détermination des activités biologiques de quelques extraits actifs de plantes spontanées (*Ajugaiva*, *Artemisia herba alba* et *Marrubiumvulgare*) de la région de M'Sila, Algérie. Thèse de doctorat : Biochimie Appliquée. Université Badji Mokhtar. Annaba. 61p.
- 38) Boudjouref, M., (2011). Etude de l'activité antioxydante et antimicrobienne d'extraits d'*Artemisia campestris* L. Thèse de magister, Université Ferhat Abbes, Sétif. pp:40-45.
- 39) Bourkhiss M., Hnachi M., Bourkhiss B., Ouhssine M., Chaouch A., & Satrani B., (2009). Effet de séchage sur la teneur et la composition chimique des huiles essentielles de *Tetraclinis articulata*. *AgroSolutions*. 20 (1) : 44-48.
- 40) Bourkhiss, B., Ouhssine, M., Hnach M., Bourkhiss M., Satrani, B., & Farah, A., (2007). Composition chimique et bioactivité de l'huile essentielle des rameaux de *Tetraclinis Articulata*. *Bulletin de la Société de pharmacie, Bordeaux*.146:75-84.
- 41) Boutekedjiret, C., Charchari, S., Belabbes, R. & Bessière, J.M., (1992).Contribution à l'étude de la composition chimique de l'huile essentielle d'*Artemisia herba-alba*. *Asso. Riv. Ital. EPPOS*. 3:39-42.
- 42) Boutineau, M., (2010). Botanique systématique et appliquée des plante a fleurs. Ed :TEC & DOC, Paris. 1143 p.
- 43) Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., & Berset, C., (1995). Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensm.Wiss. Technol*. 28: 25-30.
- 44) Browning, D.R., (1971). *Chromatographie*. Masson & Cie, Paris. 164 p.
- 45) Bruneton, J., (2009). *Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales*. Ed : Tec & Doc. 4ème éd. 1269p.
- 46) Calsamiglia, S.,Busquet, M., Cardozo, P.W.,Castillejos, L., Ferret, A., & Fandiño, I., (2007). The Use of Essential Oils in Ruminants as Modifiers of Rumen Microbial Fermentation. *Penn State Dairy Cattle Nutrition Workshop*. 87-100.
- 47) Caratini R. (1971). *Bordas encyclopedie*. Bodas ed , Belgique. pp:137-195.
- 48) Chehma, A., (2006). *Catalogue des plantes spontanées du Sahara septentrional algérien*. Ed : Université KASDI MERBAH de Ouargla, Algerie. 20p.
- 49) Choi, Y.M., Noh, D.O., Cho, S.Y., Suh, H.J., Kim, K.M., & Kim, J.M., (2006). Antioxidant and antimicrobial activities of propolis from several regions of Korea. *LWT*. 39:756-761.
- 50) Clevenger, J.F., (1928).apparatus for the determination of volatile oil. *American pharmaceutical association*. 17(4):345-349.
- 51) CRAAQ, (2003). *Guide de référence en fertilisation*. ed. Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec, Sainte-Foy. 294 pp.



## References bibliographies:

- 52)** Dabire, C., Nebie, R.H.C, Blanger, A., Nacro, M., & Sib, F.S., (2011). Effet du séchage de la matière végétale sur la composition chimique de l'huile essentielle et l'activité antioxydante d'extraits de *Ocimum basilicum* L. International Formulae Group, International journal of biological and chemical sciences. 5(3): 1082-1095.
- 53)** Dahmani-Hamzaoui, N., & Baaliouamer, A., (2010). Chemical composition of Algerian *Artemisia herba-alba* essential oils isolated by microwave and hydrodistillation. J. Essential Oil Res. 22(6):514-517.
- 54)** Deschepper, R., (2017). Variabilité de la composition des huiles essentielles et intérêt de la notion de chémotype en aromathérapie. Thèse de doctorat en pharmacie. Université de Marseille. France.pp.78-80.
- 55)** Djali F. et Hamadi H., 2017. Formulation du fromage frais aromatisé à base d'*Artemisia herba-alba*. Thèse de master. Université Abderrahmane MIRA. Bejaia. pp :14-18-42.
- 56)** Djeridane, A., Yousfi, M., Nadjemi, B., Boutassouna, D., Stocker, P., & Vidal, N., (2006). Antioxidant activity of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds. Food Chemistry. (97): 654-660.
- 57)** Dob, T., & Ben Abdelkader, T., (2006). Chemical composition of the essential oil of *Artemisia herba-alba* asso grown in Algeria. J.Essen. Oil Res.18: 685-690.
- 58)** Donrop, A.M., & Day, N.P., (2007). The treatment of severe malaria. Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg .101: 633-634.
- 59)** Dubreuil, P., (1974). Initiation à l'analyse hydrologique. Masson et Cie ORSTOM, Paris. 54p.
- 60)** Dung, N.T., Kim, J.M., & Kang, S.C., (2008). Chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of the essential oil and the ethanol extract of *Cleistocalyx operculatus* (Roxb.) Merr and Perry buds. Food and chemical Toxicology. 46:3632-3639.
- 61)** El Ajjouri, M., Satrani, B., Ghanmi, M., Aafi, A., Farah, A., Rahouti, M., Amarti, F. & Aberchane, M., (2008). Activité antifongique des huiles essentielles de *Thymus bleicherianus* Pomel et *Thymus capitatus* (L.) Hoffm. & Link contre les champignons de pourriture du bois d'œuvre. Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 12 (4):345-351.
- 62)** El-Sayed, A.M., & Seida, A.A., (1990). Comparative study of the major constituents of the essential oils of wild and cultivated Egyptian *Artemisia herba-alba* with those of plants produced abroad. Bull. Fac. Pharm. 28: 57-58.
- 63)** Escudero, A., Albert, M. J., Pita, J. M., & Pérez-Garcia, F., (2000). Inhibitory effects of *Artemisia herba-alba* on the germination of the gypsophyte *Helianthemum squamatum*. Plant Ecology.148: 71-80.
- 64)** Essway, G. S., Sobhy, H. M., & El-Banna, H. A. (1995). The hypoglycemic effect of volatile oil of some Egyptian plants. Veterinary Medical Journal Giza. 43(2):167-172.
- 65)** Estienne, P., & Godard, A., (1970). Climatologie. Ed:Armand clain, Paris. 357p.
- 66)** Fadel, O., Chazi, Z., Mouni, L., Benchat, N., Ramdani, M., Amhamdi H.; Charof R. & Asehraou, A., (2011). Comparaison des assistées par micro-onde et l'hydrodistillation de *Rosmarinus eriocalyx*, huiles essentielles du Maroc oriental. J. Mater. Environ. Sci. Rabat. Maroc. pp: 112-117.
- 67)** Falleh, H., Ksouri, R., Chaieb, K., Karray-Bouraoui, N., Trabelsi, N., Boulaaba M., & Abdelly, C., (2008). Phenolic composition of *Cynara cardunculus* L. organs, and their biological activities, C, R. Biologies, 331, 372-379.



## References bibliographies:

- 68) Faurie, C., Ferra, C., Médori, P., & Dévaux, J., (1998). *Ecologie, Approche scientifique et pratique*. TEC & DOC, Paris. pp : pp.43-62.
- 69) Ferhat, M.A., Meklati, B.Y., & Chemat, F., (2010). *Citrus d'Algérie. Les huiles essentielles et leurs procédés d'extractions*. Office des publications nationales. Alger. Pp : 63-76.
- 70) Fernandez, X., & Chemat, F., (2012). *La chimie des huiles essentielles*. Ed: Vuibert. 288p.
- 71) Fournier, J., Bonnot-Courtois, C., Paris, R., Voldoire, O., & Le Vot, M., (2012). *Analyses granulométriques principes et méthodes*. Centre National de la Recherche Scientifique, Ecole Pratique des Hautes Etudes. Texmaker, Latex, Miktex. pp: 9-35.
- 72) Franchomme, P., & Pénoel, D., (2001). *L'aromathérapie exactement. Encyclopédie de l'utilisation thérapeutique des huiles essentielles*. Ed : Roger Jollois. 445p.
- 73) François, J., & Gaudry, M., (2012). *Biologie végétale. Nutrition et métabolisme*. 2e édition. Ed : Dunod. Belgique. pp. 218-229.
- 74) Geoff, B., Foreste, S., Gerig, D., Guest, D., ..., (2005). *Botanica*. Ed :h .F.hllmann .Paris. pp 687.
- 75) Ghanmi, M., Satrani, B., Aafi, A., Ismaili, M.R., Houtia, H., Manfalouti, H., Benchakroun, K., Abarchane, M., Harki, L., Boukir, A, Chaouch, A., & Charrouf, Z., (2010). Effet de la date de récolte sur le rendement, la composition chimique et la bioactivité des huiles essentielles de l'armoise blanche (*Artemisia herba-alba*) de la région de Guercif (Maroc oriental). *Phytothérapie*, 8(5): 295-301.
- 76) Gharabi Z. Sand Rl., 2008-*Artemisia herba Alba asso. A guide to Medicinal Plants in North Africa*: 49-49.
- 77) Ghazghazi, H., Aouadhi, C., & Hasnaoui, B., (2013). Activite antimicrobienne d'huile essentielle et d'extraits des feuilles de rosa canina. *Revue F.S.B*. XI. 179-188.
- 78) Godard, A., Tabeaud, M., (2004). *Les climats, mécanismes, variabilité, répartition*, Ed:Armand clain, 3ème édition, Paris. 217p.
- 79) Gouaidia, L., (2008). *Influence de la lithologie et des conditions climatiques sur la variation des parametres physico –chimiques des eaux d'une nappe en zone semi aride, cas de la nappe de meskiana nord-est algerien*. Université Badji Mokhtar-Annaba, Thèse de doctorat. pp: 23-28.
- 80) Guezlane-tebibel, N., Kahlouche, B., Athmani-guemouri, S., (2010). *Microbiologie, Travaux pratiques*. Office des publications universitaires. 116p.
- 81) Guignard J.L., 1983. *Abrégé de botanique*. Ed : Masson et Cie. 5ème édition. Paris. 259 p
- 82) Guinoiseau, E., (2010). *Molécules antibactériennes issues d'huiles essentielles : séparation, identification et mode d'action*. Thèse de doctorat pour l'obtention du grade de docteur de l'université de Corse. Ecole Doctorale Environnement et Société, France. 148p.
- 83) Haddoudi, M., Mellouk, H., Bejjany, B., Dani, A., Digua K., ( 2014). Valorisation du marc du café : extraction de l'huile et évaluation de son activité antioxydante. *Les Technologies de Laboratoire*. 8(36): 29-37.
- 84) Haouari, M., & Ferchichi, A., (2009). Essential Oil Composition of *Artemisia herba-alba* from Southern Tunisia. *Molecules*, 14(4): 1585-1594.



## References bibliographies:

- 85)** Hatimi, S., Boudouma, M., Bichichi, M., Chaib, N., & Guessous, I.N., (2000). Evaluation in vitro de l'activité antileishmanienne d'*Artemisia herba-alba* Asso. *Thérapeutique*. 94(1): 29-31.
- 86)** Hellal, Z., (2011). Des propriétés antibactériennes et antioxydants de certaines huiles essentielles extraites des Citrus Application sur la sardine (*Sardina Pilchardus*). Thèse de magistère, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.
- 87)** Heller, R., Esnault, R., & Lance, C., (2007). *Physiologie végétale*. 1-Nutrition. 6e édition. Ed : Dunod. France. pp. 285-289.
- 88)** Hifnawy, M. S., Rashwan, O. A., & Rabeih, M. A., (2001). Comparative chemical and biological investigations of certain essential oils belonging to families Asteraceae, Lamiaceae and Graminae. *Bulletin of the Faculty of Pharmacy (Cairo University)*. 39(2): 35-53.
- 89)** Ibrahim, I. G., El-Salkh, B., Shawki, N., Abou El-Fotouh, S. M., & Abou El-Fotouh, H. M., (2000). Comparative study on the effect of gliclazide and two antidiabetic plants used in folk medicine on albino rat's fetuses. *Egyptian Journal of Hospital Medicine*. 6: 80-98.
- 90)** Iriadam, M., Musa, D., Gümühan, H., & Baba, F., (2006). Effects of two Turkish medicinal plants *Artemisia herba-alba* and *Teucrium polium* on blood glucose levels and other biochemical parameters in rabbits. *J. of Cell and Molecular Biol*. 5:19-24.
- 91)** Ismaili, R., Houbairi, S., Lanouari, S., Moustaid, K., & Lamiri, A., (2017). Etude de l'activité antioxydante des huiles essentielles de plantes aromatiques et médicinales marocaines. *European Scientific Journal*. 13: 323-334.
- 92)** Jaques, G., Paltz, S.A. (1997). Le fascinant pouvoir des huiles essentielles. Fascicule de laboratoire « Jaque Pltz ».
- 93)** Kadri A., Zarai Z., Békir A., Gharsallah N., Damak M. & Gdoura R. (2011). Chemical constituents and antioxidant activity of the essential oil from aerial parts of *Artemisia herba-alba* grown in Tunisian semi-arid region. *Afr. J. Biotechnol*. 10(15): 2923-2929.
- 94)** Kang D.G., Yun C.K., and Lee H.S. (2003). Screening and comparison of antioxidant activity of extracts of herbal medicines used in Korea. *Journal of Ethnopharmacol*. 87:231-236.
- 95)** Karousou, R., Koureas, D.N., & Kokkini, S., (2005). Essential oil composition is related to the natural habitats: *Coridothymus capitatus* and *Satureja thymbra*. *Phytochem*. 66:2668-2673.
- 96)** Khalid, A.K., (2011). Evaluation of *Salvia officinalis* L. Essential Oil under Selenium Treatments. *Journal of essential oil research*. 23: 57-60.
- 97)** Khoudali, S., Benmessaoud left, Essaqui, A., Zertoubi, M., Azzi, M., Benaissa, M., (2014). Étude de l'activité antioxydante et de l'action anticorrosion de l'extrait méthanolique des feuilles du palmier nain(*Chamaerops humilis* L.) du Maroc. *Mater. Environ. Sci*. 5(3): 887-898.
- 98)** Kundan, S., & Anupam, S., (2010). The Genus *Artemisia*: A Comprehensive Review. *J.Pharm. Biol*.pp:1-9.
- 99)** Kyeong, W.Y., Anwar, M., & Jong, H.K., (2007). Effects of the Aqueous Extract from *Artemisia campestris* ssp. *caudata* on Mycorrhizal Fungi Colonization and Growth of Sand Dune Grasses. *J. Plant. Biology*. 50 (3): 358-361.



## References bibliographies:

- 100)** Lacoste, A., & Salanon, R., (2001). *Eléments de biogéographie et d'écologie* ; Ed:Nathan, Paris 2<sup>ème</sup> édition. pp:161-318.
- 101)** Lee, S.J., Umamo, K., Shibamoto, T., & Lee, K.G., (2005). Identification of volatile components in basil (*Ocimum basilicum* L.) and thyme leaves (*Thymus vulgaris* L.) and their antioxidant properties. *Food Chemistry*, 91:131–137.
- 102)** Lemaoui, A., (2011). *Activités antioxydante et anticoagulante des huiles essentielles des graines de Nigella sativa.L Algérienne*. Université Ferhat Abbas ,SETIF, thèse de doctorat.26p.
- 103)** Lopes-Lutz, D., Alviano, D., Alviono, C.S. & Kolodziejczyk, P.P., (2008). Screening of chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of *Artemisia* essential oils. *Phytochemistry*. 69:1732-1738.
- 104)** Maire, R., (1925). Troisième contribution à l'étude de la Flore du Sahara occidental. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr.Nord*, 16 : 87-97.
- 105)** Maiza, K., Brac de la perriere, & R.A., Hammiche, V., (2011). pharmacopée traditionnelle saharienne : Sahara septentrional. *Médicaments et aliments: l'approche ethnopharmacologie*. pp : 169-171.
- 106)** Makhloufi, A., Moussaoui, A., & Lazouni, H.A., (2012). Antibacterial activities of essential oil and crude extracts from *Matricaria pubescens* (Desf.) growing wild in Bechar, South west of Algeria. *Journal of Medicinal Plants Research*. 6(16), pp. 3124-3128.
- 107)** Messai, Y., Iabadene, H., Benhassine, T., Alouache, S., Tazir, M., Gautier, V., Arlet, G., & Bakour, R., (2008). Prevalence and characterization of extended-spectrum beta-lactamases in *Klebsiella pneumoniae* in Algiers hospitals (Algeria). *Pathol Biol (Paris)*. 56(5):319-25.
- 108)** Mighri, H., Akrouf, A., El-jeni, H., Zaidi, S., Tomi, F., Casanova, J., & Neffati, M., (2010). Composition and intraspecific chemical variability of the essential oil from *Artemisia herba-alba* growing wild in a Tunisian arid zone. *Chem. & Biodiv*. 7(11):2709-2717.
- 109)** Mighri, H., Hajlaoui, H., Akrouf, A., Najjaa, H., & Neffati, M., (2009). Antimicrobial and antioxidant activities of *Artemisia herba-alba* essential oil cultivated in Tunisian arid zone. *C.R. Chimie* . 13 (3) : 291-386.
- 110)** Mihaylova, D., Lante, A., & Krastanov, A., (2015). Total phenolic content, antioxidant and antimicrobial activity of *haberlea rhodopensis* extracts obtained by pressurized liquid extraction. *Acta Alimentaria*. 44 (3) : 326–332.
- 111)** Mirjalili, M.H., Tabatabaei, S.M.F., Hadian, J., Nejad, S.E., & Sonboli, A., (2007). Phenological Variation of the essential oil of *Artemisia scoparia* from Iran. *J. Essent. Oil Res*. 19 : 326–329.
- 112)** Mouas, Y., Benrebaha, F.Z., Chaouia, C., (2017). Evaluation de l'activité antibactérienne de l'huile essentielle et de l'extrait méthanolique du romarin *rosmarinus officinalis* L. *Revue Agrobiologia*. 7(1): 363-370.
- 113)** Mucciarelli, M., & Maffei, M., (2002). *Artemisia: Introduction to the Genus Vol. 18* Ed Colin W.W. in Taylor & Francis. Ed. London and New York. pp: 10-16.
- 114)** Nabors, M., (2008). *Biologie végétale. Structure, fonctionnement, écologie et biotechnologie*. Pearson éducation. France. pp.491-505.
- 115)** Nait Slimane, D., & Zaddi, S., (2012). Effet de l'association de deux huiles essentielles de *Thymus algeriensis* (Boiss. Et Reut.) et d'*Origanum glandulosum* (Desf.)

## References bibliographies:

sur *Escherichia coli* et *Staphylococcus aureus*. Thèse d'ingénieur. Université Abderrahmane MIRA .Bejaia. 30p.

**116)** Nithiyantham, S., Selvakumar, S., & Siddhuraju, P., (2012). Total phenolic content and antioxidant activity of two different solvent extracts from raw and processed legumes, *Cicer arietinum* L. and *Pisum sativum* L. *Journal of Food Composition and Analysis*. 27:52-60.

**117)** Oliveira, I., Sousa, A., Ferreira, I., Bento, A., Estevinho, L., & Pereira, J.A., (2008). Total phenols, antioxidant potential and antimicrobial activity of walnut (*Juglans regia* L.) green husks. *Food and Chemical Toxicology*. 46:2326-2331.

**118)** Özcan, M., & Chalchat, J.C., (2002). Essential Oil Composition of *Ocimum basilicum* L. and *Ocimum minimum* L. in Turkey, *Czech J. Food Sci.*, 20(6), 223–228.

**119)** Ozenda, P., (1991). Flore et végétation du Sahara. éd (revue et complétée). Editions du Centre national de la recherche scient. 622 p .

**120)** Paolini J., El Ouariachi M., Bouyanzer A.H., Hammouti B., Desjobert J.M., Costa J. & Muselli A. (2010). Chemical variability of *Artemisia herba-alba* Asso essential oils from East Morocco. *Chem. and Materials Sci.*, 64, 5, 550-556.

**121)** Paolini, J., (2005). Caractérisation des huiles essentielles par CPG/Ir, CPG/SM-(IE ET IC) et RMN du carbone-13 de *Cistus albidus* et de deux *Asteraceae* endémiques de Corse : *eupatorium cannabinum* subsp. *corsicum* et *doronicum corsicum*. Université de Corse Pascal Paoli, Faculté des sciences et techniques, thèse de doctorat, Corse. 5p.

**122)** Perry, J.J., Staley, J.T., & Lory, S., (2004). Microbiologie. Dunod, France. 164p.

**123)** Ponce, A.G., Fritz, R., Delvalle, C. & Roura, S.I., (2003). Antimicrobial activity of essential oils on the native microflora of organic Swiss chard. *Lebensmittel-Wissenschaft and Technologic*. 36:679-684.

**124)** Pourmortazavi, S.A., & Hajimirsadeghi, S.S., (2007) Supercritical fluid extraction in plant essential and volatile oil analysis. *Journal of Chromatography A*. 1163 : 2–24.

**125)** Quezel, P., & Santa, S., (1963). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome II. Centre national de la recherche scientifique, Paris. Tome I. 990p.

**126)** Radonic A, Milos M., (2003). Chemical Composition and In Vitro Evaluation of Antioxidant Effect of Free Volatile Compounds from *Satureja montana* L. *Free Radical Research*. 37 (6): 673–679.

**127)** Ramadan, M.F., (2010). Rapid antiradical method for screening deep fried oils. *Journal of Consumer Protection and Food Safety*. 5: 47-50.

**128)** Ramdani Bouguessa, N., & Seghier, M., (2014). Manuel de microbiologie. Office des publications universitaires. Alger. pp:93-99.

**129)** Roger, G., Youcef, H., & Jacques, K., (2008). Compositions and antifungal activities of essential oils of some Algerian aromatic plants. *Fitoterapia*, 79(3): 199-203.

**130)** Rojas, A., Hernandez, L., Pereda-Miranda, R., & Mata, R., (1992). Screening for antimicrobial activity of crude drug extracts and pure natural products from Mexican medicinal plants. *J. Ethnopharmacol*. 35: 275-283.

**131)** Romero, M.R., Efferth, T., Serrano, M.A., Castano, B., Macias, R.I., Briz, O., & Marin, J., 2005. Effect of artemisininartesanate as inhibitors of hepatitis B virus production "in vitro" system. *Antivir Res*. 68: 75-83.



## References bibliographies:

- 132)** Salido S., Valenzuela L.R., Altarejos J., Noguera M., Sanchez A. & Cano E. 2004. Composition and infraspecific variability of *Artemisia herba-alba* from southern Spain. *Biochem. Systematics and Ecol.*, 32, 265-277.
- 133)** Sallal, A-K. J., & Alkofahi, A., (1996). Inhibition of the hemolytic activities of snake and scorpion venoms in vitro with plant extracts. *Biomedical Lett.* 53(212): 211-215.
- 134)** Samate, A.D., (2002). Composition chimiques d'huiles essentielles extraites de plantes aromatiques de la zone soudanienne du BURKINA FASO: Valorisation. Thèse de doctorat. Université d'Ouagadougou. pp:20-22.
- 135)** Sangwan, N.S., Farooqi, A.H.A., Shabih, F., & Sangwan, R.S., (2001). Regulation of essential oil production in plants. *Plant growth regulation.* 34: 3-21.
- 136)** Sefi, M., Fetoui, H., Makni, M., & Zeghal, N., (2010). Mitigating effects of antioxidant properties of *Artemisia campestris* leaf extract on hyperlipidemia, advanced glycation end products and oxidative stress in alloxan-induced diabetic rats. *J. Food. Chem.Toxicol.*48: 1986–1993.
- 137)** Sherif, A., Hall, R.G., & El-Amamy, M. (1987). Drugs, insecticides and other agents from *Artemisia*. *Medical Hypotheses.* 23:187-193.
- 138)** Sikkema, J., De Bont, J.A.M., & Poolman, B., (1994). Interactions of cyclic hydrocarbons with biological membranes. *J. Biol. Chem.* 269: 8022-8028.
- 139)** Skandamis, P.N., & Nychas, G.J.E., (2001). Effect of oregano essential oil on microbiological and physico-chemical attributes of minced meat stored in air and modified atmospheres. *Journal of Applied Microbiology.* 91:1011-1022.
- 140)** Solgi, M., & Ghorbanpour, M., (2014). application of essential oils and their biological effects on extending the shelf-life and quality of horticultural crops. *Trakia Journal of Sciences.* 2: 198-210.
- 141)** Soliman M., M. M., (2007). Phytochemical and toxicological studies of *Artemisia L.* (Compositae) essential oil against some insect pests. *Archives of Phytopathology and Plant Protection.* 40 (2): 128-138.
- 142)** Soliman, M. M. M., (2006). Phytochemical and toxicological studies of *Artemisia L.* (Compositae) essential oil against some insect pests. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica.* 41(3-4): 395-406.
- 143)** Soro, L.C., Grosmaire, L., Ocho-Anin Atchibri, A.L., Munier, S., Menut, C., & Pelissier, Y., (2015). Variabilité de la composition chimique de l'huile essentielle des feuilles de *Lippia multiflora* cultivées en Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences.* 88:8180-8193.
- 144)** Sylvestre, M., Legault, J., Dufour, D., & Pichette, A., (2005). Chemical composition and anticancer activity of leaf essential oil of *Myrica gale L.* *Phytomedicine.* 12:299-304.
- 145)** Tabeaud, M., (2008). *La climatologie générale.* Ed:Armand clain, paris. 3ème édition. 123p.
- 146)** Tabeaud, M., (2000). *La climatologie.* Ed:Armand clain, Paris.175p.
- 147)** Tani, Z. B., Hassani, F., & Khelil, M., (2008). Bioefficacy of essential oils extracted from the leaves of *Rosmarinus officinalis* and *Artemisia herba-alba* towards the Bruce bean *Acanthoscelides obtectus* (coleoptera: Bruchidae). *J.of Pure & Applied Microbiol.* 2 (1): 165-170.

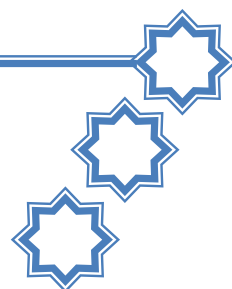


## References bibliographies:

- 148)** Tantaoui-Elaraki, A., & Errifi, A., (1994). Antifungal activity of essential oils when associated with sodium chloride or fatty acids. *Grasas y Aceites (Seville)*. 45(6):363-369.
- 149)** Tantaoui-Elaraki, A., Ferhout, H., & Errifi, A., (1993). Inhibition of the fungal asexual reproduction stages by three Moroccan essential oils. *J. Essen. Oil Res.* 5(5): 535-545.
- 150)** Tastekin, D., Atasever, M., Adigüzel, G., Keles, M., & Tastekin, A., (2006). Hypoglycaemic effect of *Artemisia herba-alba* in experimental hyperglycaemic rats. *Bull. Vet. Inst. Pulawy*. 50:235-238.
- 151)** Toninoli, F., & Meglioli, V., (2013). Les huiles essentielles. L'encyclopédie. Ed : Judena. France. pp. 5-35.
- 152)** Twaij, H. A. A., & Al-Badr, A. A., (1988). Hypoglycemic activity of *Artemisia herba-alba*. *J. of Ethnopharmacol.* 24: 123-126.
- 153)** Védie-Garbe, H., (2008). Fertilité chimique du sol : savoir interpréter les analyses pour gérer les apports d'éléments majeures en maraichage biologique. *Maraichage BIO.INFO* n° 56.
- 154)** Vernin, G., Merad, O., Vernin, G.M.F., Zamkotsian, R.M., & Párkányi, C., (1995). GC-MS analysis of *Artemisia herba alba* Asso essential oils from Algeria. *Developments in Food Science*.37:147-205.
- 155)** Westoby, M., Walker, B., & Noy-Meir, I., (1989) . Opportunistic management for rangelands not at equilibrium. *Journal of range management*. 42(4) :266-274.
- 156)** Willey, P., & Woolverton, S., (2013). *Microbiologie*. De Boek, Bruxelles. pp:829.
- 157)** Yashphe J., Segal R., Breuer A., Erdreich-Naftali G., 1979. Antibacterial activity of *Artemisia herba alba*. *J. of Pharma. Sci.* 68(7): 924-925.
- 158)** Yashphe, J., Feuerstein, I., Barel, S., & Segal, R., (1987). The antibacterial and antispasmodic activity of *Artemisia herba-alba* Asso. II. Examination of essential oils from various chemotypes. *Int. J. Crude-DrugRes.* 25 (2): 89-96.
- 159)** Zaim, A., El Ghadraoui, L., & Farah, A., (2012). Effets des huiles essentielles d'*Artemisia herba-alba* sur la survie des criquets adultes d'*Euchorthippus albolineatus* (Lucas, 1849). *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie*. 34(2):127-133.
- 160)** الديجوي، ع.، (1996). موسوعة النباتات الطبية والعطرية (الجزء الأول). مكتبة مدبولي القاهرة. ص: 92-99.



# Glossaire



- **Photosynthèse** est la transformation de l'énergie lumineuse en énergie chimique.
- **Catabolisme** : (synthèse) est l'ensemble des réactions enzymatiques qui conduits à une dégradation des molécules organiques complexes (glucides, lipides) en molécules plus simples. Il s'accompagne de la libération d'énergie libre. **(François et Gaudry, 2012B)**
- **Métabolisme** = Catabolisme + anabolismes
- **Glycolyse** : est un processus métabolique anaérobique d'oxydation du glucose. **(François et Gaudry, 2012B)**
- **Les terpènes** sont classés selon leur degré de polymérisation en :
  1. Les monoterpènes en C10
  2. Les sesquiterpènes en C15
  3. Les diterpènes en C20 (chlorophylle et vitamine A)
  4. Les triterpènes en C30 = les stéroles ( $\beta$ -amyrine et brassinostéroïdes et d'autre phytohormones)
  5. Les tetraterpènes en C40 = les carotéïdes
  6. Les polyterpènes en chaines linéaires de C (3000 à 6000 unité isoprènes).  
**(François et Gaudry, 2012)**
- **Métabolites primaires** : sont produits généralement en grande quantité mais représentés par petit nombre de molécules ( glucides simples, acides aminés, organiques et nucléique, acides gras). La majorité de métabolites primaires sont issus directement soit de la photosynthèse, soit du métabolisme oxydatif (glycolyse, respiration, etc.), et sont à l'origine des sucre polymérisés, des protéines et des lipides. A l'état fossile ils sont à l'origine du pétrole, du charbon et du gaz. **(François et Gaudry, 2012)**
- **Métabolites secondaires** : sont en revanche très nombreux et variés mais produits souvent en très faibles quantités. Ils sont le fruit de métabolisme complexe, et ils sont synthétisés en réponse aux contraintes de l'environnement et permettent à la plantes de se défendre contre les pathogènes ou des prédateurs, etc. les métabolites secondaires appartiennent à trois familles de composées :
  - ☑ Les terpènes ou isopropanoïdes
  - ☑ Les composées phénoliques (les phénylpropanoïdes, les flavinoïdes, les lignines)
  - ☑ Les Hétérosides
  - ☑ Les alcaloïdesLes métabolites secondaires sont souvent impliqués dans la couleur et le gout des aliments. **(François et Gaudry, 2012)**
- Les principaux mode d'action des antibiotiques sont : la rupture des parois cellulaire, la destruction de la membrane cytoplasmique et l'interruption de la synthèse des acides nucléiques ou des protéines. **(Perry et al., 2004)**



➤ Détermination de l'effet **bactériostatique** ou **bactéricide** :

La détermination de l'effet bactéricide ou bactériostatique d'une H.E est réalisée en procédant à un repiquage des zones d'inhibition formées et ne présentant aucune croissance bactérienne visible à l'œil nu sur milieu de culture.

♣ S'il y a croissance bactérienne, l'H.E a un effet bactériostatique sur la souche testée.

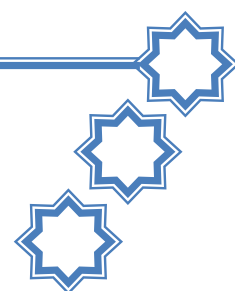
♣ S'il au contraire il y a absence de croissance bactérienne, l'H.E présente un effet bactéricide vis-à-vis de cette souche. (Hellal, 2011)

➤ **Synthèse graphique des données climatiques** : La représentation des données climatiques dépend de l'usage auquel sont destinées. L'analyse statistique permet de fournir les valeurs numériques recherchées. La forme graphique donne une impression visuelle immédiate de l'ensemble des valeurs, il existe plusieurs types de représentations graphiques : la courbe ; utilisée pour la température et l'humidité, l'histogramme pour l'évaporation et les précipitations, le diagramme polaire pour les vents, la rose de vent, sans oublier le diagramme ombrothermique et le climagramme d'Emberger (Tabeaud, 2000).

➤ Ecart-type = Déviation standard



# Annexe



## Annexe A : Les données climatiques des régions étudiées

### A.1. les moyennes mensuelles des hauteurs de pluie durant (2007 à 2016) au niveaux des trois sites étudiés

	Jan	Fev	Mar	Avr	May	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	An
<b>Bous</b>	9	10	15	27	15	9	7	6	27	24	11	12	171
<b>Kh</b>	41	37	59	36	60	24	18	31	70	44	29	33	481
<b>Gh</b>	11	4	8	6	3	3	2	4	18	6	4	5	74

### A.2. les moyennes mensuelles annuelles des températures durant (2007 à 2016) au niveaux des trois sites étudiés

	Jan	Fev	Mar	Avr	May	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	An
<b>Bous</b>	16	17	20	25	30	36	40	39	33	26	19	16	26
	4	5	8	12	16	21	25	24	20	15	10	9	14
	10	11	14	19	23	29	33	32	26	20	14	10	20

	Jan	Fev	Mar	Avr	May	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	An
<b>Kh</b>	12	12	15	19	25	31	35	34	28	23	16	12	22
	2	2	4	7	11	15	19	19	16	12	6	3	10
	7	7	10	13	18	23	27	26	22	17	11	7	16

	Jan	Fev	Mar	Avr	May	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	An
<b>Gh</b>	16	19	23	28	32	37	41	40	36	29	22	18	28
	7	8	11	15	19	25	28	28	23	18	11	7	17
	12	13	17	22	26	31	35	34	29	24	16	12	23



## Annexe B : Les protocoles d'analyse du sol

### B.1. Le pH (potentiel d'hydrogène)

#### ➤ **pH eau (1/2.5) :**

- Peser 10 g du sol.
- Ajouter 25 ml d'eau distillée dans un bécher de 100 ml.
- Agiter pendant 15 mn avec un agitateur magnétique.
- Laisser reposer 15 mn.
- Mesurer le pH à l'aide d'un pH mètre.

Norme d'interprétation: Selon Baize 1988

pH inférieur à 3.5 —————> hyper-acide.

pH entre 3.5 et 5 —————> très acide.

pH entre 5 et 6.5 —————> acide.

pH entre 6.5 et 7.5 —————> neutre.

pH entre 7.5 et 8.7 —————> basique.

pH supérieur à 8.7 —————> très basique.

#### ➤ **pH KCl :**

- Peser 10 g de sol.
- Ajouter 25 ml de KCl 0.1 N (7.465 g/l) dans un bécher de 100 ml.
- Agiter pendant 30 mn avec un agitateur magnétique.
- Laisser reposer 15 mn.
- Mesurer le pH à l'aide d'un pH mètre.

#### **Normes d'interprétations :**

Selon l'I.T.A 1977

pH inférieur à 4 —————> hyper-acide.

pH entre 4 et 4.9 —————> très acide.

pH entre 5 et 5.9 —————> acide.

pH entre 6 et 6.9 —————> légèrement alcalin.

pH= 7 —————> neutre.

pH entre 7.1 et 8 —————> légèrement alcalin.

pH entre 8.1 et 9 —————> alcalin.

pH entre 9.1 et 10 —————> fortement alcalin.

pH supérieur à 10 —————> hyper alcalin.

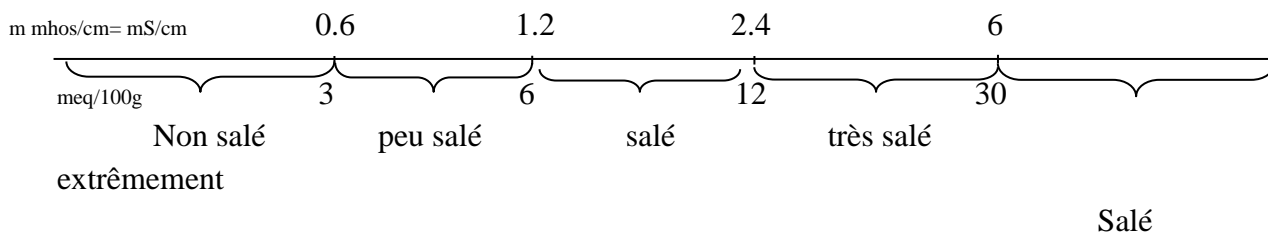


## B.2. La conductivité électrique CE dS/m à 25 °C

### ➤ La conductivité électrique (1/5) :

- Peser 10 g du sol.
- Ajouter 50 ml d'eau distillée dans un bécher de 100 ml.
- Agiter pendant 15 mn avec un agitateur magnétique.
- Laisser reposer 15 mn.
- Mesurer la CE à l'aide d'un conductivimètre.

Normes d'interprétation : selon Aubert, 1978



### ➤ La conductivité électrique (l'extrait saturé de pâte de sol) :

- A peu près 500 g de terre fine sont malaxés à la spatule dans un creuset avec une certaine quantité d'eau distillée jusqu'à l'obtention d'une pâte homogène satisfaisant aux tests de Riverside : la pâte doit briller comme un miroir, couler le long des parois, se détacher de la spatule. Si l'on trace un sillon sur la pâte, l'eau ne doit pas se rassembler dans ce sillon.
- La pâte, ainsi réalisée, est conservée une demi-journée à l'air libre, après on vérifie encore une fois si la pâte est bien faite (critères de Riverside).
- La pâte est versée dans un büchner large (diamètre à peu près 15 cm) avec une spatule. Tout le papier filtre doit être couvert avec de la pâte. On filtre sous vide (pompe à vide humide). On jette les 10 premiers millilitres du filtrat. On arrête la filtration dès que la terre devient sèche à la surface.
- Pipetter exactement 10 ml de l'extrait saturé obtenu dans un flacon et compléter à 50 ml avec de l'eau distillée (pour que l'électrode de conductimètre soit bien couverte par la solution). On aura alors dilué l'extrait saturé 5 fois.
- Mesurer tout de suite la conductivité électrique.

Normes d'interprétation : selon Servant 1973 et Baize 1988

Classe	Désignation	Conductivité électrique dS/m à 25°C	Somme des anions en méq/l
0	Non salé	< 2.5	< 25
1	Faiblement salé	2.5 - 5	25 - 50
2	Moyennement salé	5 - 10	50 - 105
3	Salé	10 - 15	105 - 165
4	Fortement salé	15 - 20	165 - 225
5	Très fortement salé	20 - 27.5	225 - 315
6	excessivement salé	27.5 - 40	315 - 620
7	hyper-salé	> 40	> 620

**B.3. DOSAGE DU CALCAIRE TOTAL**

**(ANFOR)**

**Réactifs :**

- Carbonate de calcium (Ca Co<sub>3</sub>) anhydre.
- Acide chlorhydrique dilué à ½

**Appareillage :**

- Calcimètre de Bernard à tube gradué de 100ml

**Mode opératoire :**

- 1- Dans un échantillon tamisé ,prélever 1g de terre fine pour un échantillon à une teneur présumée en Ca Co<sub>3</sub> de 20 -39.9%et 0.5g pour 40 -79.9% .
- 2- Verser la prise d'essai dans l'erenmeyer et introduire le tube contenant HCl en prenant soin de garder le tube vertical e ne pas verser sur la prise d'essai.
- 3- Relier l'erenmeyer au Calcimètre.
- 4- Equilibrer les pressions en ramenant au zéro de la colonne. Le niveau d'eau de l'ampoule par le dispositif prévu.
- 5- Verser l'acide contenu dans le tube sur la prise d'essai en inclinant la fiole et agiter énergiquement en tenant la fiole par le col et en évitant tout échauffement .
- 6- Suivre et équilibrer en permanence le niveau d'eau de la colonne et celui de l'ampoule.
- 7- Noter le volume V1 après stabilisation du volume de gaz dégagé .
- 8- Dans les mêmes conditions et avec les mêmes réactifs.
- 9- Procéder à une prise d'essai de 0.2 g de Ca Co<sub>3</sub>.
- 10- noter le volume correspondant V2 .

**Calcul :**

$$\text{Ca Co}_3 (\%) = \frac{V1 \cdot 0.2 \cdot 100}{P \cdot V2} = \frac{V1 \cdot 20}{P \cdot V2}$$

**V1** : lecture de volume d'échantillon.

**V2** : lecture de volume de témoin.

**P** : poids de terre fine utilisée.

**0.2** : poids de Ca Co<sub>3</sub> pour témoin .



**B.4. DOSAGE DU CALCAIRE ACTIF**

(Méthode DROUINEAU - GALET )

**Réactifs :**

- Acide sulfurique concentré .
- Oxalate d'ammonium à 0.2 N 14.2 g/l.
- Permanganate de potassium ; à 0.2 N 6.32 g/l .

**Mode opératoire :**

- a- Introduire dans un flacon de 250 ml 1g de terre fine .
- b- Ajouter 100 ml de la solution d'oxalate 0.2 N.
- c- Agiter 2heures à l'aide d'un agitateur rotatif .
- d- Filtrer la solution dans un bécher de 250 ml , reprendre les premiers ml du filtrat et les refiltrer .
- e- Prélever avec une pipette de 20 ml de la solution d'extraction , les verser dans un bécher de 250 ml .
- f- Ajouter 100 ml d'eau distillée puis 5 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentré .
- g- Chauffer sur une plaque chauffante entre 60 et 80°C .
- h- Titrer avec la solution de permanganate 0.2N jusqu'à la coloration rose persistante .
- i- Soit n le nombre de ml KMnO<sub>4</sub> utilisés .
- j- Répéter les opérations de e) à h) en prélevant 20 ml de la solution d'oxalate d'ammonium .

**Temoin :**

k – Soit N le nombre de ml KMnO<sub>4</sub> utilisés

$$\% \text{ Ca CO}_3 = 5*(N-n).$$



**B.5. DOSAGE DE LA MATIERE ORGANIQUE**

(Méthode walkley & black )

**Réactifs :**

- Solution  $K_2Cr_2O_7$  à 8%.
- Dissoudre 49.04 g de  $K_2Cr_2O_7$  séché à 200°C dans 01 litre d'eau distillée.
- Solution d'acide sulfurique concentré  $H_2SO_4$  (98%) .
- Acide phosphorique 85% .
- Indicateur à la diphénylamine : dissoudre 0.5 g dans un mélange de 20 ml d'eau distillée et de 100 ml d'acide sulfurique concentré . Diluer d'abord l'acide sulfurique dans l'eau sous jet d'eau (réaction exothermique puis y dissoudre l'indicateur).
- Sel de mohr 1N : dissoudre 278 g de sulfate de fer  $Fe SO_4, 7 H_2O$  dans 800 ml d'eau distillée dans une fiole jaugée de 1000 ml , ajouter 5 ml de  $H_2SO_4$  concentré et compléter avec de l'eau distillée.

**Mode opératoire :**

- Dans un ballon en pyrex de 500 ml ; peser 1g de terre fine (ou moins en cas de sols riche en matière organique , + 2.5 %).
- Ajouter à l'aide d'une pipette avec poire 10 ml de  $K_2Cr_2O_7$  .
- Ajouter ç l'aide d'une éprouvette 20 ml de  $H_2SO_4$  (attention réaction dangereuse ; tenir le ballon loin de visage ) et agiter doucement.
- Laisser le mélange refroidir pendant env . 30 min.
- Ajouter doucement 150 ml d'eau distillée et 10 ml d'acide phosphorique.
- Ajouter 10 ml d'indicateur .
- Titrer à l'aide de la solution  $Fe II SO_4$  jusqu'à obtention d'une couleur vert brillant .
- Soit B le volume de la solution consommée .
- Soit A le volume de la solution consommée par témoin réalisé dans les mêmes conditions mais sans l'échantillon.

**LE CALCUL :**

$$C.O (\%) = 3(A-B) /A$$

$$M.O (\%) = (A-B) /A *6.896$$



## B.6. DOSAGE DE PHOSPHORE ASSIMILABLE

### REACTIFS :

**1/Réactif sulfomolybdique** : dissoudre 37.5 g de molybdate d'ammonium  $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  dans un bécher de 500 ml contenant environ 150 ml d'eau distillée .

Dans un bécher de 1000 ml ; ajouter 280 ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pur à 200ml d'eau .

Après refroidissement ; y verser lentement la solution molybdate tout en agitant doucement .

Laisser refroidir ; verser la solution dans une éprouvette de 1L et compléter avec de l'eau distillée .

Conserver dans un flacon fumé au réfrigérateur.

**2/Solution d'acide ascorbique** : peser un gramme d'acide ascorbique ; introduire dans un ballon jauger de 100 ml.

**3/Solution d'orthophosphates** : peser 1.917g de dihydrogénophosphate de potassium  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ . Introduire dans une fiole jaugée de 1000 ml.

Dissoudre et compléter à un litre de l'eau distillée (solution de 1000 ppm).

Préparer une solution de 50 ppm pour l'établissement de la gamme.

**4/ solution d'extraction** : peser 14.2 g d'oxalate d'ammonium .

Introduire dans une fiole de 1L et dissoudre avec l'eau distillée chaude sous agitation.

Après refroidissement ; compléter à 1L (solution à 0.2 N).

Vérifier le PH de la solution d'oxalate d'ammonium qui doit être compris entre 6.5 et 7. Ajouter si besoin est ; quelques gouttes d'ammoniaque.

### 5/ Etablissement de la gamme :

Les dosages sont effectués sur un volume de 10 ml dans des tubes à essai.

Tube N°	0	1	2	3	4	5
Solution $\text{KH}_2\text{PO}_4$ (50ppm)/ml	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
Oxalate d'ammonium (ml)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Réactif sulfomolybdique (ml)	2	2	2	2	2	2
Acide ascorbique (ml)	6.5	6.4	6.3	6.2	6.1	6.0
Concentration finale (ppm)	0	0.5	1	1.5	2	2.5

Bien homogénéiser . La réduction de l'acide phosphomolybdique est obtenue en maintenant les tubes au Bain-marie bouillant entre 80 et 100°C pendant 10 à 12 mn.

Les solutions virent au bleu.



**NB : La prolongation de la durée de chauffage ne modifie pas l'intensité de la coloration.**

### **MODE OPERATOIRE :**

#### **A- Extraction :**

- Peser 4g de terre broyée et passée au tamis de 2mm ; introduire dans un flacon d'agitation de 150 ml env.
- Ajouter 100 ml de la solution d'oxalate d'ammonium 0.2N.
- Agiter à l'aide d'un agitateur culbuteur pendant 2 heures.
- Filtrer à l'aide du papier filtre.

#### **B- Dosage :**

Les dosages sont effectués sur un volume de 10ml dans des tubes à essai.

L'addition des réactifs se fait comme suit :

- ✓ 1.5 ml de prise d'essai.
- ✓ 2 ml de réactif sulfomolybdique.
- ✓ 6.5 ml de solution d'acide ascorbique.

Homogénéiser les solutions.

Chauffer a Bain-marie bouillant pendant 10 à 12 mn.

Laisser refroidir et passer au spectrophotomètre à 825 nm.

**NB : Pour les terres riches en orthophosphates (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) ; on utilise un volume de prise d'essai inférieur à 1.5 ml. Dans ce cas ; on complète à 10 ml avec la solution d'acide ascorbique.**

#### **C- Calculs :**

**Soient :**

**X** = Concentration lue sur le graphe .

**U** = Volume de solution utilisée.

**v** = Volume de la prise d'essai.

**V** = Volume de la solution d'extraction .

**P** = Poids de la prise d'essai.

$$\text{Ppm (P}_2\text{O}_5) = \frac{X \cdot U \cdot V}{p \cdot v} = \frac{X}{6.1000}$$



## **B.7. DOSAGE DU CALCIUM ET MAGNESIUM**

### METHODE VOLUMETRIQUE à EDTA

#### **Réactifs :**

##### **1- Solution de calcium à (0.02 N) :**

Dissoudre 1g de  $\text{CaCO}_3$  (préalablement séchée à l'étuve) dans 25ml d'HCL à 30% et compléter à 1L avec l'eau distillée.

##### **2- Solution d'EDTA , sel sodique :**

**Solution A :** dissoudre 3.720g d'EDTA et 0.5 g de soude (NaOH) dans 500 ml d'eau distillée.

**Solution B :** dissoudre 0.1g de chlorure de magnésium ( $\text{MgCl}_2, 6\text{H}_2\text{O}$ ) dans 500 ml d'eau distillée.

**Mélanger les deux solutions et bien agiter .**

##### **3- Solution tampon PH 10 :**

**Solution A :** dissoudre 33.5 g de chlorure d'ammonium( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) dans environ 200 ml avec de l'eau distillée, ajouter 180 ml d'ammoniaque ( $\text{NH}_4\text{OHL}$ ), puis compléter avec de l'eau distillée.

**Solution B :** dissoudre 375g de tartrate de potassium et de sodium , dans 500 ml d'eau distillée.

**Mélanger les deux solutions et bien agiter .**

##### **4- Solution d'hydroxyde de sodium (Na OH) à 2.5N :**

Dissoudre 100 g de Na OH dans 1L d'eau distillée.

##### **5- Murexide :**

19.9 g de Chlorure de sodium (Na Cl) (bien broyer au mortier), ajouter 0.1 g de murexide. Bien mélanger à la spatule les deux produits afin d'obtenir un produit final bien homogène .

##### **6- Eriochrome Noir T :**

20 g de Na Cl (bien broyer au mortier),ajouter une certaine quantité de Eriochrome Noir T tout bien mélangeant jusqu'à obtention d'une teinte (gris mauve).

##### **7- Dosage :**

#### **Titration de la solution d'EDTA :**

Dans trois béchers de 50 ml prélever :

- 10 ml de la solution  $\text{CaCO}_3$  .
- 1ml de la solution Na OH .
- Une pince de Murexide  $\longrightarrow$  (coloration rose).
- Titrer avec la solution d'EDTA jusqu'à coloration bien violet .
- Notrer le volume V de l'EDTA.



- Faire 03 essais pour obtenir une valeur moyenne du titre.

### Calcul de la normalité :



$$\text{N EDTA} = \frac{\text{N2V2}}{\text{V1}}$$

Dans des béchers de 50 ml prélever :

- 10 ml de la solution de l'échantillons ;
- 1 ml de la solution tampon PH 10 ;
- Une pince de mélange Eriochrome Noir T .
- Titrer avec la solution d'EDTA jusqu'à coloration bleue. Noter le volume V de l'EDTA.

Dosage (Ca ++)

Dans des béchers de 50 ml prélever :

- 10 ml de la solution de l'échantillons ;
- 1 ml de la solution (Na OH) à 2.5N ;
- Une pince de mélange Murexide .
- Titrer avec la solution d'EDTA jusqu'à coloration bien violet. Noter le volume V de l'EDTA.

### Expression des résultats :

#### Analyse de l'eau :

Formule générale :  $X_{\text{mé/l}} = \frac{\text{N} \cdot \text{V EDTA} \cdot 1000}{\text{prise d'essai}}$

$$\text{Ca} + \text{Mg} = \frac{\text{N} \cdot \text{V EDTA} \cdot 1000}{\text{prise d'essai}} = X_1 \text{ meq/L}$$

$$\text{Ca} = \frac{\text{N} \cdot \text{V EDTA} \cdot 1000}{\text{prise d'essai}} = X_2 \text{ meq/L}$$

$$\text{Mg} = X_1 - X_2 \text{ meq/L un mg / l : Ca } X_{\text{mé/l}} \cdot 20, \text{Mg } X_{\text{mé/l}} \cdot 12$$

#### Analyse du sol :

#### Ca+Mg échangeables (5g de terre ; 150 ml acétate ) teneur en mé/100g :

$$X_{\text{mé/100gx}} = \frac{\text{N} \cdot \text{V EDTA} \cdot 150 \cdot 100}{5g \cdot \text{prise d'essai (10ml)}}$$

$$\text{Ca} + \text{Mg} = \frac{\text{N} \cdot \text{V EDTA} \cdot 150 \cdot 100}{5g \cdot \text{prise d'essai}}$$

$$\text{Ca} = \frac{\text{N} \cdot \text{V EDTA} \cdot 150 \cdot 100}{5g \cdot \text{prise d'essai (10ml)}} X_2$$

$$\text{Mg} = X_1 - X_2$$



**B.8. POTASSIUM ASSIMILABLE**

**Réactif :**

**Acétate d'ammonium 1N :** introduire 77.08 g d'acétate d'ammonium dans une fiole de 1000 ml et compléter au trait avec l'eau distillée ,ajuster le PH à 7 avec acide ou base.

**Solution mère KCl à 1000 ppm :** introduire 1.907g de KCl dans une fiole jauger de 1000 ml ajouter de l'eau distillée jusqu'au trait.

**Mode opératoire :**

- Peser 5 g de terre et les placer dans une fiole d'agitation de 200 ml .
- Ajouter 50 ml de la solution d'acétate d'ammonium .
- Agiter pendant 1heure .
- Filtrer la suspension dans une fiole de 50 ml et compléter au trait de jauge à l'eau distillé.

**Préparation de la gamme d'étalonnage :**

-Solution mère de KCl 1000 ppm.

**Solution fille à 100ppm :** prendre 10 ml de la solution mère les introduire dans un fiole de 100 ml et compléter au trait.

**Solution d'étalonnage :** dans des fioles de 100 ml, préparer les concentrations suivants :

0.5 ppm, 1 ppm, 2 ppm, 4 ppm, 8 ppm, 12 ppm, 20 ppm.

Compléter au trait de jauge avec de l'eau distillée ou de l'acétate .

**Calculs :**

$$K(\text{meq}/100\text{g de sol}) = R * V * 100 / 1000 * P * 39$$

R : résultat lu sur le graphe

V : volume d'extrait (50ml)

P : prise d'essai (5g).



**B.9. DOSAGE DES CHLORURES**

**A. Réactifs :**

**1-Nitrate d'argent (0.01N)**

Dissoudre 1.7g de nitrate d'argent dans 1L d'eau distillée est conserver dans un flacon fumé.

**2- Chlorure de sodium (0.01N) Na Cl**

Dissoudre 0.585g de chlorure de sodium séché à 110°C pendant 2-3 heures.

Dans un fiole jauger et compléter à 1L d'eau distillée.

**3- Chromate de potassium 5 %**

Dissoudre 5 g de Chromate de potassium dans 100 ml d'eau distillée.

**B. Mode opératoire :**

- ✚ On prend 5cm<sup>3</sup> de l'échantillon dilué ou de l'échantillon directement dont la CE≤1mms/cm dans un erlenmeyer de 250cm<sup>3</sup>.
- ✚ Ajouter 3gouttes de Chromate de potassium et tirer avec le nitrate d'argent jusqu'au changement de la couleur verte au rouge brique.
- ✚ On fait un témoin de Chlorure de sodium pour déterminer la normalité.
- ✚ De Ag NO<sub>3</sub> exactement tout en prenant 5 cm<sup>3</sup>de Chlorure de sodium 0.01N qu'on met dans un erlenmeyer de 250 cm<sup>3</sup>.
- ✚ On ajoute 3gouttes de l'indicateur de Chromate de potassium .
- ✚ On fait la titration avec le nitrate d'argent .Si on suppose 5 cm<sup>3</sup>de Chlorure de sodium , il lui faut 5.2cm<sup>3</sup> de nitrate d'argent la normalité du nitrate d'argent est :

$$5 \cdot 0.01 = 5.2 \cdot x$$
$$x = 0.01 \cdot 5 / 5.2 = 0.0096$$

**C.CALCULS :**

$$Cl \text{ (meq/l)} = V1 \cdot N_{AgNO3} \cdot 1000 / V2$$

V1 : Volume de Ag NO<sub>3</sub> qui a réagi,

V2 : Volume de la prise d'essai ,

N : Normalité d' Ag NO<sub>3</sub>.



**B.10. DOSAGE DU SULFATES**

(Méthode gravimétrique )

**Réactifs :**

- Méthyle orange 0.1%.
- HCl IN .
- BaCl<sub>2</sub> 2H<sub>2</sub>O IN : dissoudre 122g de BaCl<sub>2</sub> dans l'eau distillée et compléter à un litre.

**Mode opératoire :**

- Mettre 10 ml de l'extrait de sol ou de l'eau et compléter à 50 ml avec de l'eau distillée dans un bécher de 250 ml , ajouter 1 ml de HCl et 2 à 3 gouttes de méthyle orange.
- Mettre les béchers sur une plaque chauffante et chauffer à ébullition douce puis ajouter 10 ml de BaCl<sub>2</sub> en excès pour précipiter SO<sub>4</sub> sous forme de BaSO<sub>4</sub> .
- Laisser bouillir pendant 5à 10 min ,couvrir à l'aide de verre de montre et laisser refroidir .
- Filtrer la solution à travers des filtres sans cendres et laver plusieurs fois avec de l'eau distillée chaude jusqu'à disparition des traces des chlorures (test au AgNO<sub>3</sub>).
- Après lavage , placer les filtres dans des capsules en porcelaine séchées et tarées .
- Placer les capsules dans un four réglé à 550°C et incinérer 3 à 4 heures .
- Retirer les capsules et placer dans un dessiccateur pour refroidir .
- Peser les capsules à l'aide d'une balance analytique.

**Calcul :**

$$\text{SO}_4(\text{meq /l}) = t - b/v*8583.7$$

**t** : poids des capsules et Ba SO<sub>4</sub> précipité (g)

**B** : poids des capsules (g).

**V** : volume de l'extrait (ml)



## Résumé :

Une étude quantitative et qualitative de l'huile essentielle d'*Artemisia herba alba* et dans trois régions (semi-aride, aride et désertique), est réalisée au niveau Boussaâda, Khenchela et Ghardaïa. Pour cela, trois axes ont été traités en parallèle. Les données climatiques ont été synthétisées, les sols ont été analysés et dernièrement les huiles essentielles ont été analysées par CPG/MS après qu'on a calculé ses rendements, ainsi qu'on a déterminé l'activité antioxydante en utilisant le DPPH· et l'activité antibactérienne vis-à-vis cinq souches.

Les résultats obtenus ont montrés des variabilités bien apparaît aux niveaux de tous ces paramètres étudiés, dont on a marqué le rendement le plus élevé à Ghardaïa ( $R=1.50\pm 0.0930\%$ ), l'activité antioxydante la plus actif à Boussaâda ( $IC_{50}=0.33 \pm 0.0291\mu g/l$ ) et l'activité antibactérienne la plus efficace à Khenchela ( $12.33\pm 0.768mm$  contre *E.coli* et  $22.50\pm 1.768mm$  contre *Lis*); Et en plus une variation bien montré au niveau de la composition chimique. Ce qui confirme que les facteurs édapho-climatiques agit sur le rendement, la composition chimique, l'activité antioxydante et l'activité antibactérienne.

Mots clés : *Artemisia herba alba*, des huiles essentielles, les facteurs édapho-climatiques, la composition chimique, l'activité antioxydante, l'activité antibactérienne.

## ملخص :

دراسة كمية و نوعية للزيت الأساسي لنبات *Artemisia herba alba* في ثلاث مناطق (شبه جافة، جافة و صحراوية). من أجل ذلك ثلاث محاور تمت معالجتها بالنوازي. المعطيات المناخية فوشت و حللت، التربة تم تحليلها و أخيرا الزيوت الأساسية تم تحليلها بـ CPG/MS بعد حساب مردودها، وكذلك تم تحديد الفعالية المضادة للأكسدة باستعمال DPPH· و الفعالية المضادة للبكتيريا تجاه خمس أنواع من البكتيريا.

النتائج المنحصلة عليها أظهرت تغيرات شديدة الوضوح على مستوى كل المعايير المدروسة. أين سجلنا أعلى مردود في غرداية ( $R=1.50\pm 0.0930\%$ )، الفعالية المضادة للأكسدة الأخر نشاطية في بوسعادة ( $IC_{50}=0.33 \pm 0.0291 \mu g/l$ ) و الفعالية المضادة للبكتيريا الأخر فعالية في خنشلة ( $12.33\pm 0.768mm$  ضد *E.coli* و  $22.50\pm 1.768mm$  ضد *Lis*) و أيضا تغير جد واضح على مستوى التركيب الكيميائي. هذا ما أكد أن العوامل الترابية المناخية تؤثر على المردود، التركيب الكيميائي، الفعالية المضادة للأكسدة و الفعالية المضادة للبكتيريا.

الكلمات المفتاحية : *Artemisia herba alba*، الزيوت الأساسية، العوامل الترابية المناخية، التركيب الكيميائي، الفعالية المضادة للأكسدة، الفعالية المضادة للبكتيريا.