

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Université Abou Bekr Belkaid
Tlemcen Algérie



جامعة أبي بكر بلقايد

République Algérienne Démocratique et Populaire Université Abou Bakr
Belkaid– Tlemcen Faculté des Sciences

Département d'Agronomie

Mémoire de fin d'études

Pour l'obtention du diplôme de Master en Agronomie

Option: Technologie des industries agroalimentaires

Thème

**Etude de l'activité antioxydante des huiles
essentielles d'*Ammoides verticillata*
(Nounkha) d'Ain Temouchent et
Tlemcen.**

Réalisé par : - Mme Belkhouche née Khetib Souhila

Membres de jurys :

Mme.YOUCFL.F

Mr. BENYOUB. N

Mlle GHANEMI.F.Z

Mr.TEFIANI.C

Maitre assistante B,

Maitre Assistant A,

Maitre assistante A,

Maitre assistant B,

Univ.Tlemcen Président

Univ.Tlemcen Examineur

Univ.Tlemcen Examineur

Univ.Tlemcen Promoteur

Année universitaire : 2014-2015

**République Algérienne Démocratique et Populaire Université Abou Bakr
Belkaid– Tlemcen Faculté des Sciences**

Département d’Agronomie

Mémoire de fin d’études

Pour l’obtention du diplôme de Master en Agronomie

Option: Technologie des industries agroalimentaires

Thème

**Etude de l’activité antioxydante des huiles
essentielles d’*Ammoides verticillata*
(Nounkha) d’Ain Temouchent et
Tlemcen.**

Réalisé par : - Mme Belhouche née Khetib Souhila

Membres de jurys :

Mme.YOUCEFLF

Mr. BENYOUB. N

Mlle GHANEMI.F.Z

Mr.TEFIANL.C

Maitre assistante B,

Maitre Assistant A,

Maitre assistante A,

Maitre assistant B,

Univ.Tlemcen Président

Univ.Tlemcen Examineur

Univ.Tlemcen Examineur

Univ.Tlemcen Promoteur

Année universitaire : 2014-2015

Remerciements

En premier lieu, je tiens à remercier Mon DIEU, Mon créateur

Pour m'avoir donné la force pour accomplir ce travail.

*Je tiens à exprimer mes vifs remerciements à tous mes
professeurs qui ont contribué à ma formation*

Je désire exprimer ma profonde et vive reconnaissance à mon

encadreur, Mr Tefiani choukri, maitre assistant classe B,

*Qui a mis toute sa compétence à ma disposition, pour ses directives et
Conseils judicieux et pour son suivi régulier à l'élaboration de Ce
modeste travail.*

Je remercie les membres du jury : Mme Youcefi.F Maitre

assistante classe B d'avoir fait l'honneur de présider le jury.

*Mr Benyoub. N maitre assistant classe A, Mlle Ghanemi. F.Z: maitre
assistante classe A , d'avoir accepter de juger mon modeste travail.*

Mes derniers remerciements et ceux ne sont pas les moindres, vont

à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour

L'aboutissement de ce travail.

Dédicaces

*À la plus belle créature que Dieu a créé sur terre,,
À cette source de tendresse, de patience et de générosité,,
À ma mère !*

*À mon mari « Abdelhamid » qui a toujours été à mes côtés,,
À ma poupée « Rihem Lamis » que dieux la protège et la garde pour
moi,,*

À mes chères frères : Zakaria et Réda

À ma chère sœur « Fadia »

À mes grands parents, mes beaux parents et toute ma famille,,

À ma meilleure amie « Hassani F. zohra ».

A tous ceux qui me sens chers et que j'ai omis de citer.

Souhila

Résumé

Actuellement les huiles essentielles, métabolites secondaires des plantes représentent un intérêt croissant pour leurs éventuelles utilisations comme alternatives non seulement pour la protection des aliments contre l'oxydation, mais aussi pour le traitement de certaines maladies infectieuses.

Notre étude a pour objectif de valorisation des plantes médicinales à Tlemcen et Ain Témouchent et en évaluant l'efficacité antioxydante des extraits de la plante aromatique *Ammoides verticillata*.

Les huiles essentielles de la sous espèce étudiée, obtenues par hydro-distillation, a révélé des rendements importants qui atteint **(2.91%)**.

L'évaluation du pouvoir antioxydant par quatre techniques différentes à savoir le piégeage du radical DPPH , le piégeage du radical ABTS , le pouvoir réducteur du fer et le pouvoir chélateur du fer.

Les résultats obtenus montrent que l'huile essentielle *d'Ammoides verticillata* a une forte activité antioxydante.

Mots clés : *Ammoides verticillata*, huile essentielle, hydro distillation, activité antioxydante.

Abstract

Currently essential oils, plant secondary metabolites represent a growing interest in their possible uses as alternatives not only for food protection against oxidation, but also for the treatment of certain infectious diseases.

Our study aims to valuing medicinal plants in Tlemcen and Ain Témouchent study and evaluating the effectiveness of antioxidant extracts from the aromatic plant *Ammoides verticillata*.

Essential oils of the sub species studied, obtaines by hydro-distillation, revealed significant returns for reaching (2.91).

The evaluation of the antioxidant power of four different techniques namely the capture of the radical DPPH, ABTS radical trapping, the reducing power of iron and the iron chelator power.

The results obtained show that the essential oil *Ammoides verticillata* has a strong antioxidant activity.

Keywords: *Ammoides verticillata*, essential oil, extraction, hydro distillation, antioxidant activity, trapping the free radical (DPPH), trapping the radical ABTS, the reducing power of iron and to iron chelator

ملخص

حاليا الزيوت العطرية، والمركبات الثانوية تمثل اهتماما متزايدا في الاستخدامات المحتملة كبدايل ليس فقط لحماية الأغذية ضد الأكسدة، ولكن أيضا لعلاج بعض الأمراض المعدية.

وتهدف الدراسة لدينا في تمييز النباتات الطبية في تلمسان وعين تموشنت إلى دراسة وتقييم فعالية مقتطفات المضادة للأكسدة من نبات عطري ل *Ammoides verticillata*.

تعتبر الزيوت العطرية من الأنواع الفرعية التي تمت دراستها، التي حصلنا عليها بالتقطير المائي، وكشفت عن مردود قدر ب (2.91%).

لقد قمنا بتقييم القوة المضادة للأكسدة بأربع تقنيات مختلفة و هي تثبيط الجذور الحرة و طريقة إرجاع الحديد المحاصرة الجذرية. النتائج المتحصل عليها تشير إلى أن النبتة لديها نشاط مضاد للأكسدة و قوي.

الكلمات المفتاحية : الزيوت الأساسية , الاستخلاص, التقطير المائي, القوة المضادة للأكسدة.

Liste des abréviations

- **CMI** : concentration minimale inhibitrice
- **HE** : huile essentielle
- **ml** : millilitre
- **DI50** : dose inhibitrice 50
- **°C** : Degré Celsius.
- **µl** : microlitre
- **DPPH** : 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl.
- **mg** : milligramme.
- **ml** : millilitre.
- **ABTS** : 2,2'-azino-bis 3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid

Liste des tableaux

Tableau 01 : classification des composés phénoliques.....	6
Tableau 02 : classification taxonomique d' <i>Ammoides verticillata</i>	18
Tableau 03 : composition chimique (%) de l'huile essentielle d' <i>Ammoides verticillata</i>	19
Tableau 04 : caractères organoleptiques des huiles essentielles d' <i>Ammoides verticillata</i>	30

Liste et des figures

Figure 01 : structure de base des coumarines.....	7
Figure 02 : <i>Ammoides verticillata</i>	17
Figure 03 : montage d'hydrodistillation.....	24
Figure 04 : réaction entre le radical DPPH et l'antioxydant pour former le DPPH stable.....	27
Figure 05 : génération de l'ABTS par un oxydant persulfate de potassium....	26
Figure 06 : structure chimique de la ferrozine.....	29
Figure 07 : pourcentage d'inhibition du radical DPPH en fonction des différentes concentrations des huiles essentielles <i>d'Ammoides verticillata</i> des différentes stations.....	32
Figure 08 : pourcentage d'inhibition du radical d'ABTS en fonction des différentes concentrations des huiles essentielles <i>d'Ammoides verticillata</i> des différentes stations.....	34
Figure 09 : pouvoir réducteur en fonction des différentes concentrations des huiles essentielles <i>d'Ammoides verticillata</i> des différentes stations.....	36

Table des matières

Introduction générale.....	1
Chapitre I : Généralités sur les plantes médicinales et les huiles essentielles.....	2
1- Historique des plantes médicinales.....	3
2- Domaine d'applications plantes médicinales.....	3
3- Les huiles essentielles.....	4
4- Les composés phénoliques.....	5
4.1- Définition.....	5
4.2- Classification.....	6
4.2.1- Les coumarines.....	7
4.2.2- Les flavonoides.....	7
4.2.2.1- Les flavonoides hétérosides.....	8
4.2.2.2- Les flavonoides aglycon.....	8
4.2.2.3- Les tanins.....	8
1.4.3- Rôle et intérêt des composés phénoliques.....	9
Chapitre II : L'activité antioxydante.....	11
Les radicaux libres.....	11
1- Définition.....	11
2- Origine des radicaux libres.....	11
3- Nature des radicaux libres.....	11
3.1- espèce réactives dérivées de l'oxygène (ERO).....	11
3.2- espèces libres non oxygénés.....	12

4-Antioxydants.....	13
4.1- Définition.....	13
4.2- Mécanisme d'action.....	13
4.3- Utilisations des antioxydants.....	13
4.4- Classification 0.....	14
4.4.1- Antioxydants synthétiques.....	14
4.4.2- Substances synergiques.....	14
4.4.3- Antioxydants d'origine végétale.....	15
a- Tocophérols.....	15
b- Caroténoïdes.....	15
Chapitre III : Présentation d' <i>Ammoides verticillata</i>	17
1- <i>Ammoides verticillata</i>	17
2- Classification taxonomique.....	17
3- Utilisations.....	18
4- L'huile essentielle d' <i>Ammoides verticillata</i>	19
5- Utilisations.....	20
5.1- Usage culinaire.....	20
5.2- Usage thérapeutique.....	20
Partie 2	
Matériels et méthodes.....	22
1- Choix des plantes.....	22
2- Collecte du matériel végétal.....	22

3- Procédés d'extraction et conservation des huiles essentielles.....	22
- Principe de l'hydrodistillation.....	23
- Technique.....	23
4- Détermination du rendement en huile essentielle.....	24
5- Conservation des huiles essentielles.....	24
6- Mesure du pouvoir antioxydant des huiles extraite.....	25
6.1- Piégeage du radical DPPH.....	25
6.2- Piégeage du radical ABTS.....	27
6.3- Pouvoir réducteur du fer.....	28
6-4- Pouvoir chélateur du fer.....	28
Partie 3	
Résultats et discussion.....	30
1 - propriétés organoleptiques des huiles essentielles extraites.....	30
2- rendements en huiles essentielles d' <i>Ammoides verticillata</i>	30
3-Piégeage du radical libre DPPH.....	31
4-	
5- Pouvoir réducteur du fer.....	35
6- Pouvoir chélateur du fer.....	36
Conclusion générale	38

Partie bibliographique

Introduction générale

A l'origine, la nature constituée des végétaux, servait d'alimentation aux animaux et aux hommes peuplant la terre. Mais à côté de cette fonction nutritionnelle, l'homme découvre bien d'autres fonctions que pouvaient lui procurer les plantes, notamment le pouvoir de guérison. En effet cette faculté de guérison des plantes fut connue longtemps de nos ancêtres depuis les temps reculés. Elle deviendra plus tard la médecine traditionnelle avec toutes les avancées notoires qu'on peut lui attribuer.

Toutes plantes sont capables de produire des substances naturelles très diversifiées. En effet, à côté des métabolites primaires, ils accumulent des métabolites dits secondaires parmi lesquels, les huiles essentielles, très utilisées par l'homme dans des domaines aussi différents que la pharmacologie ou l'agroalimentaire (**Haddouchi et Benmansour,2008**).

Des études ont été menées sur le développement de nouvelles applications et l'exploitation des propriétés naturelles des huiles essentielles dans le domaine alimentaire. Les huiles essentielles et leurs composants sont connus pour posséder des activités antioxydantes et pourraient donc servir d'agents de conservation alimentaire, ou approuvés comme additifs alimentaires (**Caillet et Lacroix, 2007**).

L'utilisation des huiles essentielles devrait être basée sur les connaissances fiables et suffisantes apportées par la recherche scientifique bien menée. Il est donc indispensable de connaître les principes actifs des plantes afin d'en étudier l'efficacité, le mode d'action et les effets secondaires.

Ce travail est consacré essentiellement à l'étude antioxydante de l'huile essentielle d'*Ammoides verticillata* des trois régions différentes (Sidi Safi, Terni et Ouzidane). Par conséquent, notre travail exposé dans ce mémoire, est organisé en 3 (trois) chapitres.

- Le premier chapitre est réservé à la présentation d'*Ammoides verticillata*, procédé revue bibliographique sur les huiles essentielles.
- Dans le 2^{ème} chapitre, il est question de l'extraction des huiles essentielle de la plante étudiée.
- Le 3^{ème} chapitre porte sur l'étude de l'activité antioxydante de l'huile essentielle d'*Ammoides verticillata* ainsi son activité antioxydante

Chapitre 1

généralités sur les plantes médicinales et les huiles essentielles

I-1 Historique des plantes médicinales :

Des plantes médicinales ont été employées pendant des siècles comme remèdes pour les maladies humaines parce qu'elles contiennent des composants de valeur thérapeutique. Récemment, l'acceptation de la médecine traditionnelle comme forme alternative de santé et le développement de la résistance microbienne aux antibiotiques disponibles a mené des auteurs à étudier l'activité antimicrobienne des plantes médicinales et en raison d'une conscience croissante des effets secondaires négatifs infligés par les drogues modernes, beaucoup cherchent les remèdes normaux sans effets secondaires et bien sûr coût élevé de médecine conventionnelle.

Les grands médecins grecs, dont le plus célèbre est Hippocrate, utilisaient couramment les narcotiques, les laxatifs ou des émétiques (vomitifs). Théophraste classe les plantes dans son ouvrage *Historia plantarum*.

A l'apogée de l'empire arabe (dont les frontières allaient de l'Inde à l'Espagne), tous les documents écrits furent réunis à Bagdad dans la plus grande bibliothèque de l'époque. Les Arabes avaient aussi leurs spécialistes en médecine et en pharmacie : Abu Bakr al-Razi ou Rhazès (865-925), fut l'un des grands médecins de son temps et aussi le précurseur de la psychothérapie. Il fut suivi par Ibn Sina ou Avicenne (980-1037) qui écrivit le "Canon de la médecine". Ce livre servira de base à l'enseignement de la médecine dans les universités de Louvain et de Montpellier jusqu'aux environs de 1650. Ibn al Baytar (1197-1248) rédigea le très complet *Somme des Simples* : ce livre contenait une liste de 1400 préparations et plantes médicinales dont un millier était connues des auteurs grecs (Mohammedi, 2005).

I-2 Domaines d'application des plantes médicinales :

Les substances naturelles issues des végétaux ont des intérêts multiples mis à profit dans l'industrie : en alimentation, en cosmétologie et en pharmacie. Parmi ces composés on retrouve dans une grande mesure les métabolites secondaires qui se sont surtout illustrés en thérapeutique. La pharmacie utilise encore une forte proportion de médicaments d'origine végétale et la recherche trouve chez les plantes des molécules actives nouvelles, ou des matières premières pour la semi synthèse.

Il y a eu donc un réveil vers un intérêt progressif dans l'utilisation des plantes médicinales dans les pays développés comme dans les pays en voie de développement, parce que les herbes fines guérissent sans effet secondaire défavorable. Ainsi, une recherche de nouvelles drogues est un choix normal.

Utilisation

-en médecines en tant que médicament pour l'homme ; exemple :

* en urologie, dermatologie, gastrites aiguës, toux, ulcères d'estomac, laxatifs,

*sommeil et désordres nerveux.

*systèmes cardiovasculaires, ex : Flavocoe est un médicament constitué par la flavonone substitué en combinaison avec la rutine et isoquercétine est utile dans le traitement de l'athérosclérose.

*drogues immunostimulantes, antispasmodiques et anti-inflammatoires (*Melaleuca alternifolia*, *Echinacea angustifolia*, *Chrysanthemum parthenium*, *Achillea millefolium*,...etc.).

*contre le diabète (*Azadirachta indica*).

*les maladies du stress, des activités antioxydantes ; tels le thé noir, le thé vert et le cacao sont riches en composés phénoliques, parmi lesquels theaflavine, le resvératrol, le gallate et epigallocatechine procyanidine, très étudié en raison de leur rôle en tant qu'agents chemopréventifs basés sur leurs capacités antioxydantes. D'excellentes capacités à inhiber les réactions oxydatives ont été mises en évidence pour les huiles essentielles de romarin, sauge, thym, origan, sarriette, clou de girofle, gingembre et curcuma.

*Activité antimicrobienne, antivirale, antiparasitaire: Les produits naturels des plantes depuis des périodes très anciennes ont joué un rôle important dans la découverte de nouveaux agents thérapeutiques ex: la quinine obtenue à partir du quinquina "Cinchona" a été avec succès employée pour traiter le malaria , l'arbre de thé (*Melaleuca alternifolia*) est renommé pour ses propriétés :antibactériennes, anti-infectieux, antifongiques, antivirales , aussi comme antiviral (*Azadirachta indica*, *Aloevera*, *Andrographis paniculata*, *Withania somnifera*, *Curcuma longa*, *Astragalus membranaceus*,...etc.). mais aucune plante n'est aussi efficace que les médicaments antirétroviraux pour arrêter la réplication du VIH, antibactérienne (*Azadirachta indica*), antifongiques (*Adenocalyma alleaceum*, *Allium ampeloprasum*, *Allium*

ramosum, Allium sativum, Tulbaghiaceae, Capsicum annuum, Capsicum chinense, Capsicum frutescens).

-En Agriculture exemple : l'arbre Azadirachta indica, qui se développe dans tout le subcontinent indien, est une des plantes médicinales les plus importantes au Bangladesh, de 12 à 18 mètres de hauteur avec un périmètre atteignant jusqu'à 1,8 à 2,4 mètres. Les huiles de cet arbre ont des utilisations dans l'agriculture dans le contrôle de divers insectes et nématodes (vers parasites).

-En alimentation

Assaisonnements, des boissons, des colorants et des composés aromatiques. Les épices et les herbes aromatiques utilisées dans l'alimentation sont pour une bonne part responsables des plaisirs de la table, considérée comme condiments et aromates. La popularité des épices et herbes aromatiques a été et reste très liée à leurs propriétés organoleptiques. La notion de flaveur des épices et aromates recouvre l'ensemble des perceptions olfacto-gustatives. Ces perceptions résultent de stimuli générés par une multitude de composés organiques dont certains sont volatils et constituent ce qu'on appelle en général l'huile essentielle, les autres non volatils, sont plus particulièrement responsables de la saveur et de la couleur.

-En cosmétique

Des produits de beauté, parfums et articles de toilette, produits d'hygiène.

-Des suppléments diététiques (Mohammedi, 2005).

I-3-Les huiles essentielles

Les huiles essentielles (H.E), Les molécules actives impliquées dans les mécanismes de défense des plantes, sont issues du métabolisme secondaire. Elles ne participent pas directement à la croissance des plantes, mais ont évolué pour leur fournir une protection naturelle contre les attaques de microbes ou d'insectes. Une partie de ces métabolites secondaires se concentre dans les sacs oléifères, qui sont des poches sécrétrices d'huiles essentielles (**Guinoiseau. 2010**).

Pour la 8e édition de la pharmacopée française (1965), les huiles essentielles (essences) sont :
« des produits de composition généralement assez complexe renfermant les principes volatils

contenus dans les végétaux et plus ou moins modifiés au cours de la préparation »
(Bruneton,1993).

I-4- Les composés phénoliques

I-4-1- Définition

Les composants phénoliques sont des métabolites secondaires caractérisés par la présence d'un cycle aromatique portant des groupements hydroxyles libres ou engagés avec des glucides.

Ils sont présents dans toutes les parties des végétaux (racines, tiges, feuilles, fleurs, pollens, fruits, graines et bois) ; et sont impliqués dans de nombreux processus physiologiques comme la croissance cellulaire, la rhizogénèse, la germination des graines et la maturation des fruits.

Les principales classes des composants phénoliques sont les acides phénoliques (acide caféique, acide hydroxycinnamique, acide ferulique, acide chlorogénique...), les flavonoïdes, les tanins, et les coumarines.

Les composants phénoliques sont des molécules biologiquement actives, ils sont largement utilisés en thérapeutique comme vasoconstricteurs, anti-inflammatoires, inhibiteurs enzymatiques, antioxydants et anti radicalaires, antimicrobiens (Zoughlache *et al.*, 2008).

I-4-2 Classification

Le terme de composés phénoliques couvre un groupe très vaste et diversifié de produits chimiques. Ces composés peuvent être classés dans un certain nombre de façons. **Harborne** et **Simmonds (1964)** ont classé ces composés dans les groupes en fonction du nombre d'atomes de carbone dans la molécule.

Tableau 1 : Classification des composés phénoliques (*Simmonds et al., 1964*)

Structure	Classe
C ₆	Phénols simples
C ₆ -C ₁	Acides phénoliques et composés dérivés
C ₆ C ₂	Acétophénone et acide phénylacétique
C ₁₅	Phlavanols, flavonones, anthocyanines et anthocyanidines
C ₃₀	Biflavonyles
C ₆ -C ₁ -C ₆ , C ₆ -C ₁ -C ₆	Benzophénones, xanthones et stilbène
C ₆ , C ₁₀ , C ₁₄	Quinones
C ₁₈	Bétacyanines
Lignanes, neolignanes	Dimères ou oligomères
Lignines	Polymères
Tanins	Condensé et hydrolysables

Une autre classification a été utilisée par **Swain et Bate-Smith (1962)**. Ils ont regroupé les phénols dans les catégories "commune" et "moins fréquent". **Ribéreau-Gayon (1972)** a regroupé les phénols en trois familles comme suit:

1. Phénols largement distribués - omniprésente à toutes les plantes, ou d'importance dans une usine spécifique.
2. Phénols qui sont moins largement distribués - nombre limité de composés connus
3. Constituants phénoliques présents dans les polymères. (**Belguidoum,2012**)

I-4-2-1 Les coumarines

Elles sont issues du métabolisme de la phénylalanine via un acide cinnamique, l'acide P-coumarique.

Les coumarines libres sont solubles dans les alcools et les solvants organiques tels que l'éther ou les solvants chlorés dans lesquels ils sont extractibles. Les formes hétérosidiques sont plus ou moins solubles dans l'eau. Elles ont un spectre UV caractéristique, fortement influencé par, la nature et la position des substituants. En lumière ultra-violette, les CCM présentent des tâches dont la coloration varie du bleu au pourpre en passant par le jaune.

Les coumarines sont cytotoxiques, antivirales, immunostimulantes, tranquillisantes, vasodilatatrices, anticoagulantes (au niveau du cœur), hypotensives ; elles sont également++ bénéfiques en cas d'affections cutanées.

L'odeur de foin fraîchement coupé de la coumarine est très utilisée en parfumerie .Elles est aussi utilisée dans les produits cosmétiques (**Kansole, 2009**).

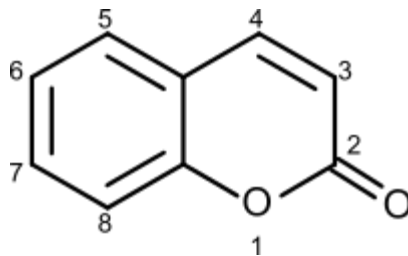


Figure 1 : Structure de base des coumarines (**Kansoule, 2009**)

I-4-2-2 Les flavonoïdes

Les flavonoïdes désignent une très large gamme de composés naturels appartenant à la famille des polyphénols.

Ces molécules sont considérées comme des pigments quasiment universels des végétaux ;ils sont responsables de la coloration des fleurs, des fruits et parfois des feuilles. Ils existent le plus souvent à l'état naturel sous forme d'hétérosides.

Les flavonoïdes sont des dérivés benzo- γ -pyran. Leur structure de base est celle d'un diphenylpropane à 15 atomes de carbone ($C_6-C_3-C_6$), constitué de deux noyaux aromatiques (ou anneaux) que désignent les lettres A et B, reliés par un hétérocycle oxygénés, qui désigne la lettre C.

La classe des flavonoïdes comporte à elle seule plus de 4000 substances qui ont été isolées et identifiées à partir des milliers de la plante (**Forkmann et Martens, 2001**), et divisé en plusieurs catégories : Les flavones, les flavonols et les dihydroflavonols, les isoflavonoïdes, les biflavonoides, les flavanones, les flavanols, les flavanediols (leucocyanidines), les anthocyanidines, les chalcones et les dihydrochalcones, les auronnes (**Zoughlache et al., 2008**)

I-4-2-2-1 Flavonoïdes hétérosides

La partie osidique peut être mono, di ou trisaccharidique. En général, les hétérosides sont hydrosolubles et solubles dans les alcools, bon nombre d'entre eux ont une hydrosolubilité plutôt faible (rutoside, hespéroside).

I-4-2-2-2 Les flavonoïdes aglycones

Les génines sont, pour la plupart, solubles dans les solvants organiques apolaires. Les lipophiles des tissus superficiels des feuilles (ou des frondes) sont directement extraits par des solvants moyennement polaires (dichlorométhane) ; il faut ensuite les séparer des cires et des graisses extraites simultanément (on peut certes laver d'abord à l'hexane, mais la sélectivité de ce solvant n'est pas absolue (**Belguidoum et al., 2012**)).

I-4-2-3 les tanins

Les tanins sont très répandus dans le règne végétal, ils sont particulièrement abondants chez les Conifères, les Fagacée, les Rosacée. Tous les organes végétaux peuvent en renfermer (l'écorce, le bois, les feuilles, les fruits, les racines, les graines). Les tanins sont présents dans une variété de plantes utilisées dans l'alimentation notamment les céréales et les légumineuses et les fruits (**Zoughlache, 2008**). Ils ont la propriété de précipiter les protéines (fongiques ou virales) et les métaux lourds. Ils favorisent la régénération des tissus et la régulation de la circulation veineuse, tonifient la peau dans le cas des rides. Deux groupes de tanins différents aussi bien par leur structure que par leur origine biogénétique sont distingués : les tanins hydrolysables et les tanins vrais (**Kansoule, 2009**).

I-4-2-3-1 Les tanins hydrolysables

Les tanins hydrolysables sont des esters du glucose et d'acides phénols que sont l'acide gallique (tanins galliques) et l'acide éllagique (tanins éllagiques). Leurs polymères sont appelés des tannoïdes. Ils sont caractéristiques des Angiospermes dicotylédones.

I-4-2-3-2 Les tanins non hydrolysables :

Les tanins vrais, non hydrolysables sont des polymères de flavonols (catéchols) et de proanthocyanidols qui donnent par ébullition avec les acides minéraux dilués des composés insolubles amorphes et de couleurs rouges appelés phlobaphènes ou rouge de tanins. **(Kansoule,2009).**

I-4-3 Rôle et intérêt des composés phénoliques

Selon **Benarous(2006)**, le rôle des composés phénoliques est maintenant reconnu dans différents aspects de la vie de la plante et dans l'utilisation que fait l'homme des végétaux. Ils peuvent en effet intervenir:

Dans certains aspects de la physiologie de la plante (lignification, régulation de la croissance, interactions moléculaires avec certains microorganismes symbiotiques ou parasites...).

- Dans les interactions des plantes avec leur environnement biologique et physique (relations avec les bactéries, les champignons, les insectes, résistance aux UV), soit directement dans la nature soit lors de la conservation après récolte de certains végétaux.
- Dans les critères de qualité (couleur, astringence, amertume, qualités nutritionnelles...) qui orientent les choix de l'homme dans sa consommation des organes végétaux (fruits, légumes, tubercules...) et des produits qui en dérivent par transformation.
- Dans les variations de certaines caractéristiques des végétaux lors des traitements technologiques (préparation des jus de fruits, des boissons fermentent...) pendant lesquels apparaissent fréquemment des brunissements enzymatiques qui modifient la qualité du produit fini.
- Dans la protection de l'homme vis-à-vis de certaines maladies en raison de leur interaction possible avec de nombreuses enzymes et de leurs propriétés antioxydantes.

Chapitre 2
l'activité antioxydante

II- Radicaux libres

II-1- Définition

Un radical est une molécule ou un fragment moléculaire qui contient un électron (ou plus) non apparié. De par sa structure particulière, il a tendance à attirer les électrons d'autres atomes et molécules pour gagner sa stabilité. Plusieurs éléments peuvent être à l'origine de radicaux libres. Les sources des radicaux libres sont nombreuses (**Bouhadjra,2011**)

II-2 Origine des radicaux libres

Ils sont produits par divers mécanismes physiologiques afin de détruire des bactéries au sein des cellules phagocytaires (macrophages, polynucléaires) ou pour réguler des fonctions cellulaires létales telle la mort cellulaire programmée ou apoptose.

Toutefois, au contact entre l'oxygène et certaines protéines du système de la respiration, une production d'anions superoxydes se produit lors du fonctionnement de la chaîne respiratoire mitochondriale.

Des sources importantes de radicaux libres sont les mécanismes de cycles redox que produit dans l'organisme l'oxydation de molécules comme les quinones. Ce cycle redox a lieu soit spontanément, soit surtout lors de l'oxydation de ces composés au niveau du cytochrome

Les rayonnements UV sont capables de générer des radicaux libres et les particules inhalées (amiante, silice) sont aussi des sources de radicaux libres.

L'ingestion d'alcool est suivie de la formation de radicaux libres selon divers mécanismes, également des antibiotiques, des anticancéreux L'infection au VIH a pour effet d'accroître la production de radicaux libres dans l'organisme (**Mohammedi,2005**).

II-3 Nature des radicaux libres

II-3-1 Espèces réactives dérivées de l'oxygène (ERO)

L'oxygène doit sa grande réactivité à sa structure particulière. En effet, il possède deux électrons célibataires non appariés sur sa couche orbitale externe. Cette molécule est essentielle au bon Fonctionnement de l'organisme (**Mohammedi,2005**).

a- Ion super oxydé : $-O_2$.

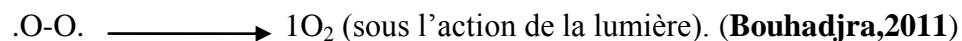
L'ion super oxyde $-O_2$ est un dérivé très réactif de l'oxygène, relativement stable, il n'est pas très toxique pour l'organisme, mais il est à l'origine de cascades de réactions conduisant à la production de molécules très nocives. (Bouhadjra, 2011)

b- Le radical libre hydroxyle : (OH.)

Le radical libre hydroxyle (OH.) est très réactif. Il peut réagir avec de nombreuses molécules comme l'ADN, les glucides, les nucléotides, les protéines et être à l'origine de lésions de nécrose. C'est un dérivé de l'ion super oxyde. (Bouhadjra, 2011)

c- Oxygène singulet: $1O_2$

Lorsque de l'énergie est apportée à l'oxygène, celui-ci passe à l'état singulet qui représente la forme activée. C'est une forme très énergétique de grande réactivité qui peut oxyder de nombreuses molécules. Il est formé à partir de l'ion super oxyde selon la réaction suivante :



II-3-2 Espèces libres non oxygénées

Les espèces libres non oxygénées sont les produits des réactions de certaines molécules avec les espèces réactives dérivées de l'oxygène.

Ils peuvent à leur tour réagir avec d'autres molécules et être à l'origine de la multiplication des réactions d'oxydation et de la propagation de dommages oxydatifs. Nous citerons, par exemple :

Les acides gras peroxydés, résultats de l'action des espèces oxygénées sur les membranes biologiques.

Les fractions protéiques, les acides aminés et les acides nucléiques peuvent aussi réagir avec les ERO générant des molécules réactives et nocives. (Bouhadjra, 2011)

II-4 Antioxydants

II-4-1 Définition

Les antioxydants sont des composés chimiques capables de minimiser efficacement les rancissements, retarder la peroxydation lipidique, sans effet sur les propriétés sensorielle et nutritionnelle du produit alimentaire. Ils permettent le maintien de la qualité et d'augmenter la durée de conservation du produit

En outre, l'antioxydant alimentaire idéal, doit être soluble dans les graisses, efficace à faible dose, et non toxique, n'entraîne ni coloration, ni d'odeur, ni saveur indésirable, résistant aux processus technologiques, il est stable dans le produit fin. (Hellal,2011)

II-4-2 Mécanisme d'action

D'une manière générale, un antioxydant peut empêcher l'oxydation d'un autre substrat en s'oxydant lui-même plus rapidement que celui-ci. Un tel effet résulte d'une structure de donneurs d'atome d'hydrogène ou d'électrons souvent aromatiques cas de dérivés du phénol.

En plus leurs radicaux intermédiaires sont relativement stables du fait de la délocalisation par résonance et par manque de positions appropriées pour être attaqué par l'oxygène moléculaire.

Les antioxydants sont en fait des agents de prévention, ils bloquent l'initiation en complexant les catalyseurs, en réagissant avec l'oxygène, ou des agents de terminaison capables de dévier ou de piéger les radicaux libres, ils agissent en formant des produits finis non radicalaires. D'autres en interrompant la réaction en chaîne de peroxydation, en réagissant rapidement avec un radical d'acide gras avant que celui-ci ne puissent réagir avec un nouvel acide gras. Tandis que d'autres antioxydants absorbent l'énergie excédentaire de l'oxygène singulet pour la transformer en chaleur. (Hellal,2011)

II-4-3 Utilisation des antioxydants

- Dans l'industrie chimique : pour éviter le durcissement du caoutchouc ou en métallurgie pour protéger les métaux de l'oxydation.

- Dans l'industrie agro-alimentaire : pour éviter le rancissement des corps gras.
- Dans l'industrie teinturerie : pour éviter l'oxydation des colorants au soufre ou des colorants de cuve lors de la teinture. (**Bouhadjra,2011**)

II-4-4 Classification des antioxydants :

Les antioxygènes sont classés dans trois catégories différentes :

- * Les antioxydants synthétiques.
- * Les substances synergiques.
- * Les antioxydants d'origine végétale. (**Bouhadjra,2011**)

II-4-4-1 Antioxydants synthétiques

Parmi les antioxydants phénoliques de synthèse qui sont autorisés dans certains aliments : le BHT 321 (3,5-ditertiobutyl-4-hydrox toluène), BHA 320 (3-tertiobutyl-4-hydroxyanisole), sont l'un et l'autre soluble dans les lipides et résistent bien à la chaleur. Ils ont une action synergique, ils présentent l'inconvénient d'avoir une odeur désagréable et s'évapore rapidement. Le TBHQ (tertiobutyl-hydrox quinone) est moins soluble dans les graisses et le PG (gallate de propyle) à l'avantage d'être relativement soluble dans l'eau, mais l'inconvénient d'être peu soluble dans les lipides, peu résistant à la chaleur et de donner avec le fer des sels de couleur foncée. Le nitrite présente des propriétés anti oxydantes, il peut aussi former des nitrosamines cancérigènes. Les chélateurs de métaux utilisés et plus efficaces sont les polyphosphates et les dérivés d'acide citrique. (**Hellal,2011**)

II-4-4-2 Substances synergiques

Ce sont des molécules qui améliorent l'action de certains antioxydants. Ce qui se traduit souvent par un accroissement de la période de protection, parmi eux se trouvent : Les acides lactique, tartrique et ortho phosphorique et leurs sels de sodium, potassium ou calcium. Leurs propriétés peuvent s'expliquer par un effet chélatant de métaux comme le fer ou le cuivre, dont on connaît bien l'effet pro-oxydant à faible dose. Cependant, ce n'est peut-être pas la seule explication, car plusieurs de ces produits sont d'assez mauvais chélatants..(**Bouhadjra,2011**)

II-4-4-3 Antioxydant d'origine végétale

Les plantes constituent des sources très importantes d'antioxydants. Les antioxydants naturels dont l'efficacité est la plus reconnue aussi bien dans l'industrie agroalimentaire que pour la santé humaine sont : les tocophérols, les caroténoïdes et les polyphénols. (**Bouhadjra,2011**)

a- Tocophérols :

La grande stabilité des huiles végétales, dans les conditions d'oxydation, est due à la présence d'un taux élevé d'antioxydants naturels dont les plus importants sont les tocophérols qui se présentent sous quatre formes isométriques : α , β , δ et γ . Les tocophérols protègent contre l'oxydation naturelle des acides gras, en particulier les acides gras polyinsaturés (AGPI). On a signalé qu'une molécule de tocophérol peut protéger 103 à 106 molécules d'AGPI. (**Bouhadjra.2011**)

Exemple de tocophérol

La vitamine E

La vitamine E est un antioxydant majeur liposoluble. C'est un composé amphiphile, capable de s'insérer dans les membranes cellulaires : globules rouges, cellules endothéliales, cellules musculaires, neurones (c'est le seul antioxydant du système nerveux central).

Il existe dans la nature plusieurs dérivés de la vitamine E à activités différentes (α -, β -, γ -, δ -tocophérol, tocotriénols, ...). Ils sont différenciés par les substituants du noyau chromanol (noyau benzyle associé à un hétérocycle à six carbones substitués par un hydroxyle et par une chaîne latérale ramifiée saturée s'il s'agit de tocophérol ou insaturée s'il s'agit de tocotriénols).

b- Caroténoïdes

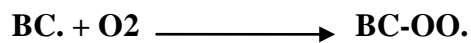
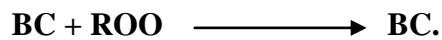
Les caroténoïdes sont, avec la chlorophylle et les anthocyanes, les pigments les plus répandus dans la nature. A ce jour, plus de 600 caroténoïdes ont été identifiés, mais seule une quarantaine est retrouvée régulièrement dans l'alimentation humaine. Une trentaine de caroténoïdes et de leurs métabolites a été identifiée dans le plasma et les tissus humains, mais

6 caroténoïdes sont majoritaires : le β -carotène, le lycopène, la lutéine, la β -cryptoxanthine, l' α -Carotène, et la zéaxanthine. (Bouhadjra,2011)

Le plus important et le plus connu des caroténoïdes est le β -carotène. Il a longtemps été étudié pour son activité de provitamine A. Cependant, tous les caroténoïdes ne peuvent pas être convertis en vitamine A. Ils intéressent de plus en plus les chercheurs pour leur pouvoir antioxydant que n'a pas la vitamine A.

Selon **Bouhadjra.(2011)**, les caroténoïdes peuvent agir en tant qu'antioxydants selon plusieurs mécanismes:

Ils sont capables de bloquer les chaînes de réactions radicalaires, selon les équations suivantes :



Chapitre 3
Présentation de la plante étudiée
Ammoides verticillata

III- *Ammoides verticillata* :

Ammoides verticillata appartient à la famille des Apiacées. C'est une famille très abondante et qui comprend plus de 3000 espèces avec 55 genres représentés en Algérie.

Le genre *Ammoides* comprend deux espèces :

- *Ammoides verticillata* (plante annuelle).
- *Ammoides atlantica* (plante bisannuelle).



Figure 02 : *Ammoides verticillata* :(www.homolaicus.com)

III-1- Historique et origine

La plante *Ammoides verticillata* appelée populairement Nounkha tire son origine de la déformation du nom perse (Nan khah) qui provient de son utilisation en Iran comme aromate dans le pain (Nan et Khah signifiant respectivement pain et goût). (**Ibn El Bitar**)

III-2- Classification taxonomique

La plante *Ammoides verticillata* fait partie de l'ensemble des Apiacées appelés autrefois Umbellifères. Elle provient de l'ensemble des Phanérogames plantes se reproduisant par des

fleurs et des grains, appelés actuellement Spermaphytes, du mot grec Sperma (graines) et phuton (plante). Elle est classée dans le sous ensemble des Angiospermes qui se caractérisent par des graines enfermées dans des cavités closes (à l'intérieur du fruit).

D'après Quezel et Santa (1963) la classification est présentée comme suit :

Embranchement	Spermphytes (Phanérogames)
Sous embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédone
Sous classe	Dilypétales (à pétales séparées)
Ordre	Apiales
Famille	Apiacées
Genre	Ammoides
Espèce	<i>A.verticillata</i>

III-3- Utilisations

La plante Nounkha et son huile essentielle extraite par entraînement à la vapeur ou par d'autres méthodes particulièrement des fruits, des graines et de la plante entière s'utilisent en alimentation, en médecine populaire et dans diverses industries.

Elle est surtout utilisée comme aromate dans les préparations culinaires (légumes cuits, pains, ainsi que dans les pâtisseries) (**Chialva et al.,2006**).

La plante *Ammoides Verticillata* est légèrement utilisée pour prévenir, guérir diverses maladies. Un nombre élevé de propriétés médicinales et thérapeutiques des différentes parties de la plante a été décrit. Elle est surtout utilisée pour soigner les problèmes gastriques. Ainsi, les graines de la plante montrent plusieurs effets thérapeutiques à savoir : analgésique, antidiarrhétic, antiasthmatique...

Il est noté que cette plante est méconnue dans la flore médicinale algérienne. Néanmoins, en médecine traditionnelle la partie aérienne de la plante sèche est préconisée sous forme de décoction contre la grippe et la fièvre et sous forme d'infusion comme boisson fraîche associées avec des tranches de citron, en saison chaude, pour éviter toute infection et particulièrement contre la fièvre typhoïde (**Mahmoudi,1990**).

II-4- L'huile essentielle d'*Ammoides verticillata*

Selon les travaux d'El Ouariachi et al., (2010) ; La composition chimique de l'huile essentielle de *P. verticillata* de Maroc a été caractérisée par 19 électeurs, qui représentaient pour 98,9% du total du pétrole. L'huile a été dominée par des composés phénoliques (48,0%), avec de grandes quantités de carvacrol (44,6%) et le thymol (3,4%). Les autres composants principaux ont été limonène (18,4%), g-terpinène (9,5%), le p-cymène (9,4%), et géranyle acétate (4,7%).

Dans une autre étude faite par Gaudarzi et al., (2011) la composition chimique de l'huile essentielle de *Carumcopticum (Ammoides verticillata)* de la région de Tahrán (Iran) est présentée dans le tableau 03.

Tableau 03 : composition chimique (%) de l'huile essentielle d'*Ammoides verticillata* Gaudarzi et al., 2011).

<i>composé</i>	<i>Indice de rétention α</i>	<i>%</i>	<i>Méthode d'identification</i>
α-thujene	932	0,5	SM ,IR
α-pinene	941	0,2	SM, IR, ICo
Sabinene	981	0,3	SM, IR
β-pinene	984	2,5	SM, IR,ICo
α-phyllanderene	1000	0,7	SM, IR
α-terpinene	1022	0,7	SM, IR
<i>p</i>-cymene	1028	21,1	SM, IR, ICo
β-phyllanderene	1035	0,4	SM, IR
<i>-terpinene</i>	1060	36,5	SM, IR, ICo
Terpinene- 4 - ol	1177	0,01	SM, IR
Thymol	1294	36,7	SM, IR, ICo

Carvacrol	1306	0,1	SM, IR
Total		99,7	

Indice de rétention α : indice de Kovats. **SM** = spectrométrie de masse,
IR : Indice de rétention, **I Co** : injection avec des composés authentiques.

III-2-5- Utilisations

La plante Nounkha et son HE extraite par entraînement à la vapeur ou par d'autres méthodes particulièrement des fruits, des graines et de la plante entière...s'utilisent en alimentation, en médecine populaire et dans diverses industries.

III-5-1- Usage culinaire

C'est une épice utilisée en Inde, surtout dans les plats végétariens. On peut notamment l'utiliser dans des hors-d'œuvre, dans des plats des haricots, ainsi que pour l'assaisonnement des sauces et des potages. D'une manière générale en Asie, elle est surtout utilisée comme aromate dans les préparations culinaires (légumes cuits, pains, ainsi que dans les pâtisseries). (Chialva, et al.2006).

En Ethiopie, les fruits servent à l'aromatisation du pain et à la préparation de boissons alcoolisées locales surnommées Katikala. En Algérie, les feuilles et les fleurs sont utilisées comme condiment dans les préparations culinaires comme par exemple : la soupe d'escargot.

III-5-2- Usage thérapeutique

La plante *Ammoides* est largement utilisée pour prévenir et guérir diverses maladies. Un nombre élevé de propriétés médicinales et thérapeutiques des différentes parties de la plante a été décrit. Elle est surtout utilisée pour soigner les problèmes gastriques. Ainsi, les graines de la plante montrent plusieurs effets thérapeutiques à savoir : diurétique, analgésique, carminatif, anti-diarrhétrique, anti-histaminique, fébrifuge, vermifuge,...et anti-asthmatique. (Avesina et al.,1985)

Ainsi, des expériences effectuées par **Kalpana et al.,2001** ont permis de montrer l'influence de diverses épices entre autres A.v. sur la sécrétion des acides biliaries. On note une augmentation de la sécrétion des acides biliaries chez de jeunes rats ; ce qui explique l'action stimulante digestive de cette épice. (Kalpana et al., 2001)

Son huile essentielle a montré des caractéristiques antimycotoxigénique (**Rasooli, et al., 2008**) et des propriétés antistress. (**Ashraf,2006**).

En Ethiopie, ses graines mélangées au poivre rouge ont un effet antipyrétique. Par ailleurs ses feuilles sont employées dans le traitement des douleurs stomatiques et pour l'avortement (**Jansen,1981**).

En Inde, la plante est d'un usage fréquent dans l'industrie pharmaceutique et cosmétique dans la confection de produits de beauté. En effet, ses graines entrent dans la fabrication de médicaments connus sous le nom d'ayurvédique dans le traitement des troubles digestifs, des coliques flatulentes et des diarrhées (**Watson,1992**).

Ses fruits, en Turquie s'utilisent comme agent antimicrobien, en médecine traditionnelle, on leurs reconnait les effets galactagogue et stomachique (**Chialva et al.,2006**).

Néanmoins, au médecine traditionnelle la partie aérienne de la plante sèche est préconisée sous forme de décoction contre la grippe et la fièvre et sous forme d'infusion comme boisson fraîche associée avec des tranches de citron, en saison chaude, pour éviter toute infection et particulièrement contre la fièvre typhoïde (**Idem,1989**).

Partie expérimentale
Matériel et méthodes

IV. Matériel et méthodes

De nombreuses recherches continuent d'élaborer des méthodologies et des instrumentations plus optimisées. Néanmoins, bien que certaines techniques analytiques soient largement connues, il n'est pas inutile de rappeler brièvement leur concept avant de procéder aux données expérimentales et mode opératoires. Une attention particulière sera portée aux méthodes disponibles et utilisées dans nos travaux.

IV.1. Matériel végétal

IV.1.1. Choix des plantes

La plante étudiée a été choisie essentiellement sur la base de son intérêt et sa fréquence d'emploi grâce à l'enquête ethno-pharmacologique effectuée au cours de cette étude auprès des tradi-thérapeutes, des herboristes et des personnes utilisant ou vendant les plantes médicinales.

IV.1.2. Collecte du matériel végétal

Cette plante de différentes stations a été collectée dans son habitat naturel, durant les mois de Mai-Juin de l'année 2014.

Le matériel végétal fraîchement collecté a été séché sur du papier à l'ombre, à température ambiante et dans un endroit sec à l'abri de l'humidité pendant 8 jours jusqu'au moment de l'extraction des huiles essentielles (**Laouer et al., 2003**).

IV.1.3. Procédés d'extraction et conservation des huiles essentielles

La distillation reste la méthode la plus utilisée pour des composés d'arômes du fait qu'elle produit des substances volatiles facilement analysables par chromatographie en phase gazeuse et exigent une technologie relativement simple, donc un coût plus bas ainsi qu'une reproductibilité facilement contrôlable (**Bendjilali, 2004**). Plusieurs paramètres tels que la quantité du matériel végétal, l'état du matériel végétal, la quantité d'eau introduite, la durée de l'extraction, influent sur le rendement. Il a été vérifié que le rendement diminue fortement, d'une part quand la charge du matériel végétal augmente, et d'autre part quand on introduit une quantité d'eau trop importante. Pour cette raison la quantité optimale a été estimée au $1/10^{\text{ème}}$ (p/v) de la quantité de la plante par rapport à l'eau (**Boutedjiret, 1990**).

- Principe de l'hydro-distillation

Selon les recommandations de **Bagard (2008)** le principe de l'hydro-distillation est le suivant :

- La substance contenant l'espèce volatile à extraire est mélangée avec de l'eau et l'ensemble est porté à l'ébullition.
- La phase gazeuse, contenant l'espèce volatile et la vapeur d'eau, arrive en haut de la colonne, passe dans le réfrigérant ensuite elle se condense.
- Le résultat de l'hydro-distillation est le distillat. Ce dernier comporte alors deux phases liquides qu'on peut séparer par décantation.

Technique

Suivant la méthode préconisée par la Pharmacopée européenne (**Council of Europe, 1996**), l'extraction des huiles essentielles a été effectuée par hydrodistillation dans un appareil de type Clevenger. La distillation a été réalisée par ébullition, pendant 03 heures après l'apparition de la première goutte de distillat à la sortie du tube de condensation de la vapeur. Par la suite les vapeurs chargées d'huile; en traversant un réfrigérant se condensent dans une burette graduée (Fig. 3). Afin d'éliminer toute trace d'eau, nous avons utilisé du sulfate de sodium (Na_2SO_4).



Figure 3 : Montage d'hydro distillation (photo originale)

IV.1.4. Détermination du rendement en huiles essentielles

Après chaque extraction, nous avons déterminé le rendement en huile essentielle qui est défini comme étant le rapport entre la masse d'huiles essentielles obtenue et la masse végétale sèche à traiter (**Carré, 1953**) a été exprimé par la formule suivante :

$$R^{mt} = P_1 \cdot 100 / P_0$$

R^{mt} : rendement en huiles essentielles exprimé en pourcentage (% p/p) ;

P₁ : poids en (g) d'HE ;

P₀ : poids en (g) de la matière végétale traitée ;

IV.1.5. Conservation des huiles essentielles

Pour éviter tous risques de dégradation de l'huile essentielle due à l'action de l'air et de la lumière, nos échantillons étaient conservés au réfrigérateur (4-6°C) dans des flacons fumés et bien fermés.

IV.2. Mesure du pouvoir antioxydant des huiles essentielles extraites

Le pouvoir antioxydant des molécules peut être évalué soit de façon *in vivo*, sur des organismes vivants, soit de manière *in vitro*, en utilisant des tests qui miment le phénomène physiologique. Pour évaluer l'activité antioxydante, *in vitro*, des aliments, extraits naturels et antioxydants commerciaux, différentes méthodes ont été développées (Alam et al., 2013). Ces méthodes impliquent le mélange d'espèces oxydantes, tels que des radicaux libres ou des complexes métalliques oxydés, avec un échantillon qui contient des antioxydants capables d'inhiber la génération de radicaux. Ces antioxydants peuvent agir selon trois mécanismes majeurs, par transfert d'atome d'hydrogène, par transfert d'électron ou bien par inhibition d'enzymes d'oxydations (Miguel, 2010). Ainsi, compte tenu des différents facteurs impliqués, tels que les propriétés physico-chimiques des molécules, il est recommandé d'utiliser plusieurs tests pour confirmer une activité antioxydante (Prior et al., 2005 ; Miguel, 2010 ; Alam et al., 2013). C'est pourquoi notre choix s'est porté sur l'utilisation de quatre tests chimiques : le piégeage du radical 1,1-diphényl-2-picrylhydrazyl (DPPH[•]), le piégeage du radical l'acide 2,2-azino-bis-3-éthylbenzothiazoline-6-sulfonique (ABTS^{•+}), le pouvoir chélateur des ions ferriques et le pouvoir réducteur du fer.

IV.2.1. Piégeage du radical DPPH[•]

La méthode de piégeage du radical de 1,1-diphényl-2-picrylhydrazine (DPPH[•]) a été décrite pour la première fois par Blois (1958) puis légèrement modifiée par d'autres auteurs.

Le DPPH[•] est généralement le substrat le plus utilisé pour l'évaluation rapide et directe de l'activité antioxydante en raison de sa stabilité en forme radicale libre et la simplicité de l'analyse.

- Principe

A température ambiante, le radical DPPH[•] présente, en solution alcoolique, une intense coloration violette qui disparaît au contact d'une substance donneuse de protons (fig. 6). Cette décoloration met en évidence le pouvoir antioxydant d'un échantillon par sa capacité à piéger le radical libre et se traduit par une diminution de l'absorbance à 517 nm (Moon & Shibamoto, 2009).

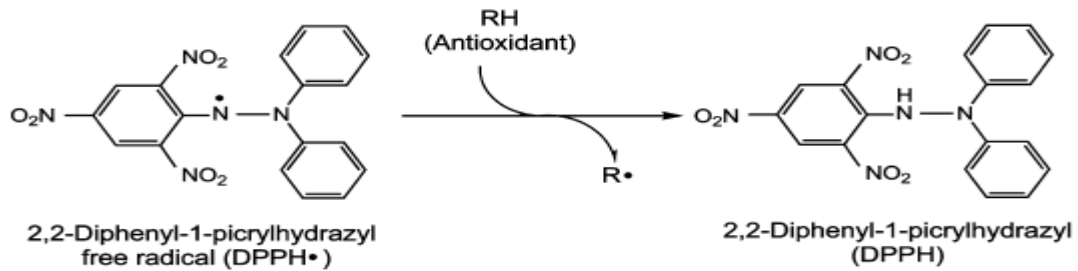


Figure 4: Réaction entre le radical DPPH[•] et l'antioxydant pour former le DPPH stable (Moon & Shibamoto, 2009).

- Procédure

La méthode utilisée pour l'évaluation du piégeage du radical DPPH par les huiles essentielles de la plante étudiée (*Ammoides verticillata*,) est celle décrite par **Dandlen et al. (2010)**.

Après la préparation des dilutions d'huiles essentielles dans de l'éthanol à 96% (v/v), on prend 25µL de chaque qu'on met dans un tube épindofs et on additionne 975µl de la solution de DPPH (à 60µM). Le mélange réactionnel est secoué immédiatement, puis maintenu 60 minutes à l'obscurité et à la température ambiante du laboratoire pour que la réaction s'accomplisse. L'absorbance du milieu réactionnel a été mesuré à 517 nm en utilisant un spectrophotomètre contre un control négatif (contenant de l'éthanol au lieu de l'huile essentielle). Chaque test est répété trois fois.

Le pourcentage d'inhibition du radical de DPPH a été calculé suivant la formule :

$$PI = [(A_0 - A_1)/A_0] \times 100$$

Avec :

PI: pourcentage d'inhibition.

A₀ : absorbance du control (sans échantillon)

A₁ : absorbance de l'échantillon après 60 minutes

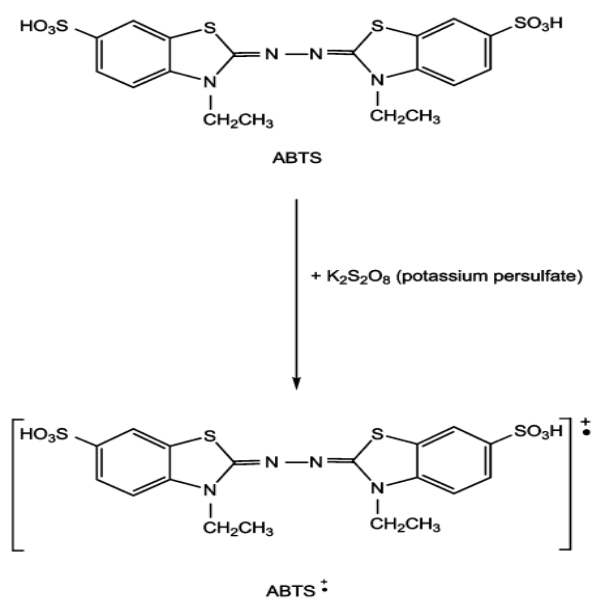
L'étude de la variation de l'activité anti radicalaire en fonction de la concentration des extraits permet de déterminer la concentration qui correspond à 50% d'inhibition (IC₅₀). Une faible valeur d'IC₅₀ correspondant à une grande efficacité de l'huile essentielle.

IV.2.2. Piégeage du radical $ABTS^{\bullet+}$

- Principe

Dans la méthode ABTS (sel d'ammonium de l'acide 2,2'-azinobis-(3-éthylbenzothiazoline-6-sulfonique), l'activité antioxydante totale d'une molécule est déduite de sa capacité à inhiber le radical $ABTS^{\bullet+}$, obtenu à partir de l'ABTS. L'obtention du radical cation résulte du contact de l'ABTS avec une enzyme de peroxydation qui est la peroxydase metmyoglobine (Miller & Rice Evans, 1997) en présence de H_2O_2 ou d'un oxydant dioxyde de manganèse (Benavente-Garcia et al., 2000 ; Miller et al., 1996) ou persulfate de potassium (Fig. 7) (Moon & Shibamoto, 2009).

Cette formation se traduit par l'apparition d'une coloration vert bleu intense. En présence d'un donneur d'hydrogène (agent antioxydant), le passage du radical $ABTS^{\bullet+}$ à la forme non radicalaire s'accompagne de la disparition de cette coloration mesurée à une longueur d'onde de 734 nm (Lien et al., 1999 ; Re et al., 1999).



Figures 5: Génération de l' $ABTS^{\bullet+}$ par un oxydant persulfate de potassium (Moon & Shibamoto, 2009).

- Procédure

Suivant le protocole d'Aazza et al. (2011a) le radical $ABTS^{\bullet+}$ est produit par réaction entre une solution aqueuse d'ABTS (7 mm) et une solution de persulfate de potassium

($K_2S_2O_8$, 2.45mM), utilisé comme oxydant. Ce mélange est agité pendant 16 h à l'obscurité puis dilué par l'éthanol jusqu'à obtenir une absorbance de 0.700 ± 0.02 à 734 nm.

Une prise (990 μ l) de cette solution d'ABTS^{•+} est ensuite mélangée avec 10 μ l d'huiles essentielles à différentes concentrations. Après 6 mn d'incubation à température ambiante, l'absorbance du mélange est mesurée à 734 nm en utilisant un spectrophotomètre Shimadzu 160-UV (Tokyo, Japan) contre un blanc (témoin négatif). Les résultats permettent de calculer le pourcentage d'inhibition et d'exprimer cette activité antiradicalaire en IC₅₀ comme décrit précédemment pour le DPPH[•].

IV.2.3. Pouvoir réducteur du fer

- Principe

L'activité réductrice d'un extrait est évaluée par la réaction d'oxydo-réduction entre l'extrait et les ions métalliques de transition, notamment le fer. Le ferricyanure de potassium $K_3Fe(CN)_6$ fournit des ions Ferriques (Fe^{3+}) qui seront réduits en Ferreux (Fe^{2+}) par les antioxydants présents dans l'extrait végétal, après cette réduction, l'extrait forme un complexe $(Fe_4[Fe(CN)_6]_3)$ coloré en bleu peut être absorbé 700nm (Miguel, 2010 ; Alam et al., 2013). La diminution de l'absorbance à cette longueur d'onde indique la diminution de l'effet réducteur de l'extrait étudié.

- Procédure

Le pouvoir réducteur est déterminé selon la méthode décrite par Aazza et al. (2011b). Cette méthode consiste à mélanger 1 mL d'huiles essentielles à différentes concentrations avec 2.5mL de tampon phosphate 0.2 M à pH 6.6 et 2.5 mL d'une solution de $K_3Fe(CN)_6$ à 1% (p/v). Le mélange obtenu est incubé pendant 20 minutes à 50°C, puis 2.5 mL d'acide trichloracétique (TCA) à 10% (p/v) sont ajoutés pour arrêter la réaction. Le mélange est centrifugé à 650 g pendant 10 mn à température ambiante et 2.5 mL du surnageant sont additionnés de 2.5 mL d'eau distillée et 0.5 mL de chlorure de fer ($FeCl_3$) à 0.1% (p/v). La lecture de l'absorbance se fait à 700 nm contre un blanc où l'extrait est remplacé par le tampon phosphate.

IV.2.4. Pouvoir chélateur du fer

Le fer est un élément essentiel pour le bon fonctionnement physiologique, mais l'excès de cet élément peut causer des dommages de la cellule. Due à sa forte réactivité, le fer est connu pour son grand rôle pro-oxydant vis-à-vis de l'oxydation des lipides (Gulcin, 2012).

- Principe

Un des mécanismes de l'action anti-oxydative est la chélation de la transition des ions métalliques. Cette transition stimule la peroxydation des lipides par la participation à l'accélération de cette peroxydation, en l'hydro-peroxyde lipidique en d'autres composés aptes à enlever l'hydrogène et aussi par la perpétuation la peroxydation des lipides (**Miguel, 2010**).

Pour évaluer le pouvoir chélateur d'un extrait donné, le composé stabilisant le plus utilisé est la ferrozine (**fig. 8**) (**Gulcin, 2012**). En effet, la ferrozine forme avec le fer libre, présent dans un milieu réactionnel, un complexe ferrozine-Fe²⁺ de couleur violette intense. La quantification de ce complexe par spectrophotométrie à 562 nm dans un milieu de concentration connue en fer, renseigne sur la quantité de fer non chélatée et donc sur la capacité des extraits à chélater cet élément. Plus la coloration de la solution contenant l'extrait testé est claire, plus le pouvoir chélateur est important (**Zhao et al., 2006**).

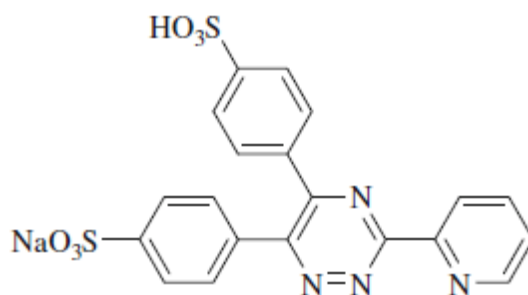


Figure 6: Structure chimique de la ferrozine (**Gulcin, 2012**)

- Procédure

Suivant le protocole décrit par **Wang et al. (2004)**, une prise de 100 µl d'huiles essentielles à différentes concentrations est ajoutée à 50 µl de Chlorure de fer (FeCl₂, 4H₂O, 2 mM). Après une agitation vigoureuse et un repos de 5 minutes, 100 µl de ferrozine (5 mM) sont ajoutés, suivis de 2.75 mL d'eau distillée. Le mélange est laissé au repos pendant 10 minutes à température ambiante et l'absorbance est mesurée à 562 nm contre un blanc (sans ferrozine). Les résultats permettent de calculer le pourcentage d'inhibition et d'exprimer cette activité en CI₅₀ comme décrit précédemment pour le DPPH•.

Résultats et discussions

V. Résultats et discussion

V.1. Propriétés organoleptiques des huiles essentielles extraites

L'examen organoleptique des différentes huiles essentielles a consisté en des tests olfactif et gustatif complétés par une description de l'aspect et de la couleur de ces huiles (tableau 8).

Tableau 8 : Caractères organoleptiques des huiles essentielles d'*Ammoides verticillata*.

Huiles essentielles	Couleur	Aspect	Odeur	Saveur
<i>Ammoides verticillata</i>	Jaune	Liquide (huileuse)	Aromatique	Forte et piquante

L'odeur d'une huile essentielle est un caractère organoleptique déterminant de sa qualité. L'essai olfactif apporté à l'analyse des huiles essentielles est un élément de très grande valeur puisqu'il permet d'en étudier la première caractéristique qu'offre la plante.

Généralement les huiles essentielles sont des liquides huileux, volatils, caractérisés par une forte odeur, rarement colorés et généralement moins denses que l'eau (Miguel, 2010).

L'arôme de chaque huile essentielle est le résultat de la combinaison de tous les constituants, car même les composés minoritaires peuvent jouer un important rôle dans la définition de l'odeur (Sangwan et al., 2001).

Les changements organoleptiques d'un aliment additionné de grandes concentrations d'huiles essentielles, capables d'éliminer la croissance bactérienne, ne sont pas généralement acceptés par le consommateur (Solomakos et al., 2008). Ce constat limite l'utilisation de ces huiles à de faibles concentrations et auxquelles il faudrait associer un autre moyen de conservation comme le froid pour la préservation des denrées alimentaires de l'altération microbienne (Lang & Buchbauer, 2012).

V.2. Rendement en huiles essentielles d'*Ammoides verticillata*

Dans la présente expérience, le rendement d'extraction des huiles essentielles de la partie aérienne d'*Ammoides verticillata* est de l'ordre de 2.91% (P/P) et représente 8.08 fois

celui rapporté par **Laouer (2003)** (0.36% : P/P) chez la même plante, endémique de la région de Sétif.

D'autres rendements (exprimés en % : P/P) ont été rapportés pour la même plante : 2.51 par **Bnouham et al. (2012)** dans la région d'Oujda (Maroc), 2 par **El Ouariachi et al. (2011 ; 2015)** à **Ihfir** (Maroc), 2.8 par **Khajeh et al. (2004)**, 2.7 par **Bendahou (2007)**, 3.5 par **Chialva et al. (1993)**, 3.5 à 5.2 par **Ashraf & Batty (1975)**, 4.97 par **Kambouche et E1-Abed (2003)**, 2.1 par **Hashemi et al. (2014)** (Iran) et 2.5 par **Nickavar et al., (2014)** (Iran).

Les travaux de **Bekhechi et al. (2010)** sur la même plante récoltée dans les régions de Tlemcen et d'Ain-Temouchent rapportent des rendements d'extraction en huiles essentielles qui varient de 2.1 à 5.4%.

Les observations faites, ont servi comme base pour dire que les différences des teneurs en huiles essentielles d'*Ammoides verticillata* sont étroitement liées aux conditions culturales, tant climatiques ; dispersion géographique, altitude et nature du sol.

Cette interprétation fut avancée par **Bendahou et al. (1997)** qui préconisent que l'étude complète des huiles essentielles doit passer par la prise en compte des facteurs édaphiques et pour l'obtention d'un meilleur rendement, il est nécessaire de :

- Choisir un étage bioclimatique semi-aride, tempéré doux.
- Le sol doit être limoneux-argileux-sableux à texture équilibrée ou argilo-siliceux.
- Procéder à l'extraction des huiles essentielles par la méthode d'hydro distillation.

V.3. Mesure du pouvoir antioxydant des huiles essentielles extraites

L'antioxydant peut agir sous différents mécanismes comme le piégeage des radicaux libres, par la décomposition des radicaux libres et par la chélation des ions métalliques (**Cam, et al., 2009**)

V.3.1. Piégeage du radical DPPH'

Les résultats obtenus lors du test de mesure de la réduction du radical DPPH sont représentés dans la figure 07.

Le premier constat extrait de cette figure est que le pourcentage d'inhibition du radical DPPH augmente avec l'augmentation de la concentration des huiles essentielles des stations étudiées. Le même constat a été fait par plusieurs auteurs (**Bounatirou et al., 2007 ; Aazza et al., 2011b ; Priya et al., 2012**).

Nous remarquons que l'huile essentielle d'*Ammoides verticillata* a exercé une excellente activité inhibitrice du radical DPPH en atteignant plus que 93 % d'inhibition à une dose de 1.404 mg/mL.

Dans l'étude réalisée par **Huang et al. (2011)**, l'huile essentielle d'*Ammoides verticillata* a exercé une efficacité antioxydante remarquable en enregistrant un taux de 70.30% à la concentration de 1µg/mL.

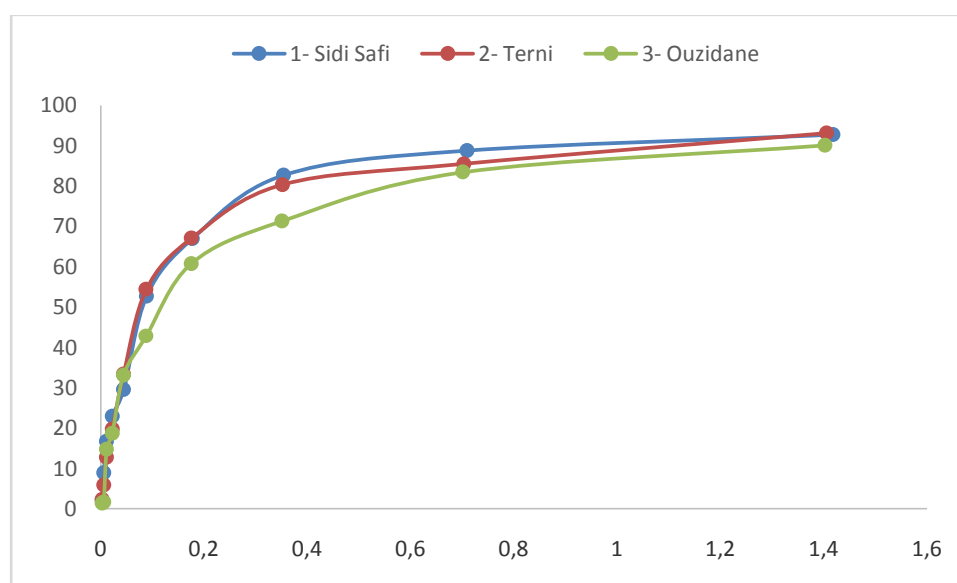


Figure 7 : Pourcentages d'inhibition du radical libre DPPH' en fonction des différentes concentrations des huiles essentielles d'*Ammoides verticillata* des différentes stations.

De leurs côtés, **Ishtiaque et al. (2013)** ont obtenu d'importantes activités inhibitrices sur le radical DPPH en atteignant les 88% d'efficacité.

Dans l'étude réalisée par **Singh et al. (2007)**, l'effet de l'huile essentielle d'*Ammoides verticillata* obtenu des marchés de Gorakhpur (Inde) n'a pas été efficace comme dans les autres études en enregistrant seulement 61.2% avec la dose de 5µL d'huiles essentielles.

Dans une autre étude, **Kedia et al. (2015)** ont enregistré une meilleure efficacité d'*Ammoides verticillata* par une IC₅₀ de l'ordre de 0.467 µL/mL.

De leurs côtés, **Mazumder et al. (2014)** ont enregistré une inhibition du radical DPPH de l'ordre de 70.67% et de 66.22% respectivement par 200µg/mL l'huile essentielle d'*Ammoides verticillata* et de Cardamome seules, par contre une association entre les deux (à raison de 100µg/mL de chaque) a amélioré cette activité en atteignant 73.90% d'inhibition, ce qui conduit à déduire qu'il y a eu une synergie entre les composés des deux huiles essentielle.

V.3.2. Piégeage du radical ABTS

Selon **Re et al., (1999)**, la méthode de piégeage du radical ABTS est une excellente méthode pour déterminer l'activité antioxydante pour une large diversité de substances, comme antioxydants donneurs d'hydrogène ou piègeurs de radicaux en phase aqueuse et d'antioxydant briseur de chaînes ou bien comme piègeur de radicaux pyroxylé.

Les valeurs des D.O enregistré au cours de l'expérimentation ont permis de calculer les pourcentages d'inhibition du radical ABTS. Ces pourcentages augmentent de façon proportionnelle en fonction des concentrations des huiles essentielles. Ces résultats ont permis de tracer les différentes courbes de la figure 08.

A travers cette figure nous remarquons que les huiles essentielles d'*Ammoides verticillata* ont exercé une forte activité inhibitrice du radical ABTS en atteignant les 95.41 % avec une dose inférieure à 0.036 mg/mL.

Les valeurs des IC₅₀ des différentes huiles essentielles nous donnent une idée sur leurs efficacités car l'*Ammoides verticillata* a donné une IC₅₀ de l'ordre de 2.01.08 mg/mL.

Dans la littérature peu d'article ont testé l'efficacité des huiles essentielles de cette plante par le test ABTS.

A part l'huile essentielle de Curcuma longa, l'efficacité antioxydante des autres huiles essentielles est nettement meilleure que celle enregistré par Amarti et al., (2011) en étudiant l'huile essentielle de Thymus zygis du Maroc avec 0.07597 mg/mL.

Comparés aux résultats présentés par Tel et al., (2010) sur Salvia chionantha (lamiaceae), l'activité antioxydante des huile essentielles, des stations étudiées au cours de notre expérimentation, a démontré une efficacité nettement supérieure

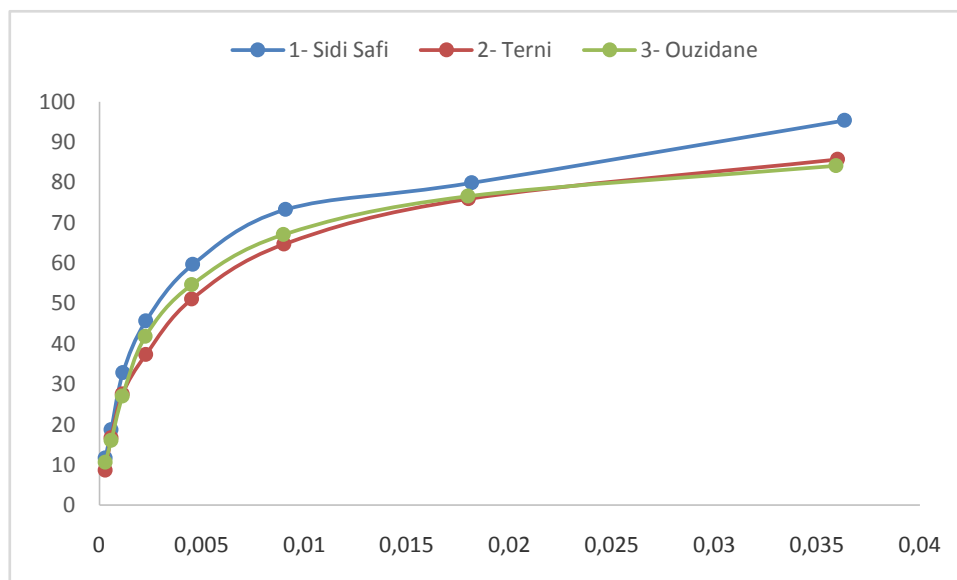


Figure 8 : Pourcentages d'inhibition du radical libre ABTS* en fonction des différentes concentrations des huiles essentielles d'*Ammoides verticillata* des différentes stations.

Nos résultats ont donné une efficacité antioxydant évaluée par la méthode ABTS nettement meilleurs à ceux enregistré par **Bakchiche et al. (2013)** en étudiant les huiles essentielles d'*Artemisia campestris* ($IC_{50} = 1.013$ mg/mL) et *Juniperus phoenica* ($IC_{50} = 2.020$ mg/mL) par contre **Ozturk (2012)** en étudiant les huiles essentielles de *Satureja thymbra* a enregistré une activité antioxydante sensiblement similaire à nos huiles essentielles avec une IC_{50} de 0.0093 mg/mL.

Undeger et al. (2009) et Damasceno et al. (2011) ont attribué l'efficacité antioxydante des huiles essentielles étudiées par le test d'ABTS à leur contenance en composés à structure phénolique (thymol et carvacrol).

En le testant par ABTS, l'huile essentielle de Thymus capitata riche en carvacrol étudié par El Abed et al. (2014) ont enregistré une excellente efficacité par rapport au BHT (en enregistrant des IC_{50} respectif de 0.463 μ g/mL, 3.204 μ g/mL).

D'après d'autres travaux, le thymol est considéré comme le composé antioxydant le plus efficace de tous les mono et sesquiterpènes (**Amensour et al., 2009 ; Viuda-Martos et al., 2011**). Même comparé au carvacrol le thymol possède l'activité antioxydante la plus élevée (**Viuda-Martos et al., 2010**).

En étudiant l'activité inhibitrice du radical ABTS par les huiles essentielles de *Curcuma longa* (fraîches et séché) **Gounder & Lingamallu (2012)** ont remarqué que le séchage améliore l'activité des huiles essentielles des rhizomes de *Curcuma longa* en accroissant la teneur de

l'ar-turmérone en enregistrant des IC_{50} de 3.3 et 1.9mg/mL respectivement pour les huiles essentielles des rhizomes fraîches et séchées.

D'un autre côté, **Priya et al. (2012)** a enregistré une IC_{50} de 1.541mg/mL en étudiant l'huile essentielle des feuilles de *Curcuma longa*. En comparant nos résultats avec ces chiffres on déduit que l'huile essentielle des rhizomes est plus efficace que celle des feuilles de la même plante.

V.3.3. Pouvoir réducteur du fer

Pour tester le pouvoir réducteur, une gamme de concentrations a été préparée pour chaque huile essentielle en plus de l'acide ascorbique. Les valeurs des D.O obtenues montrent une augmentation proportionnelle du pouvoir réducteur en fonction des concentrations des huiles essentielles. Ces résultats ont permis de tracer des courbes ayant des allures linéaires.

L'huile essentielle d'*A. verticillata* possède un pouvoir réducteur élevé. De tels résultats ont été attendus, puisque le mécanisme impliqué dans la réaction est basé sur le transfert d'électrons, comme ceux des activités de piégeage des radicaux ABTS et DPPH car une corrélation positive existe entre ces deux méthodes et le test du pouvoir réducteur a été constaté par **Bentes et al. (2009)**.

La figure 09 montre que le pouvoir réducteur dépend de la concentration de l'huile essentielle dans l'échantillon, ce constat a été fait aussi par plusieurs autres auteurs (**Bentes et al., 2009 ; Aazza et al., 2011b**).

La capacité réductrice d'un composé peut servir comme indicatrice pour son activité antioxydante (**Duh, 1998**).

Ishtiaque et al. (2013) ont obtenu un important pouvoir réducteur d'*Ammoides verticillata* même comparable à celui du BHA sur toute la gamme de concentrations, ce qui confirme les résultats obtenus dans notre étude.

Les résultats obtenus par **Singh et al. (2007)** montrent que les huiles essentielles d'Ajowan de a exercé un pouvoir réducteur modéré en enregistrant des taux de 65.2% avec un volume en huiles essentielles de 25 μ L.

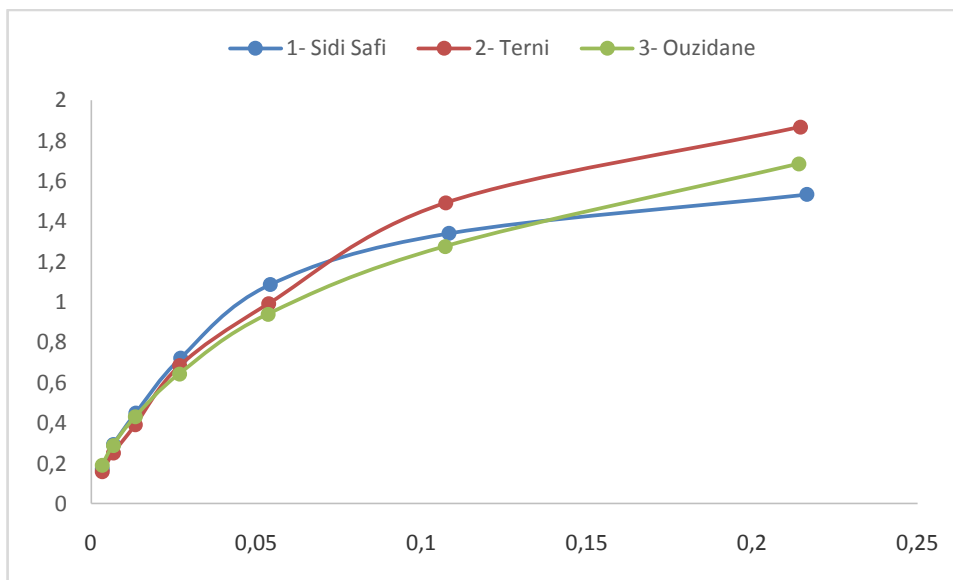


Figure 9 : Pouvoir réducteur en fonction des différentes concentrations des huiles essentielles d'*Ammoides verticillata* des différentes stations.

Le thymol est considéré comme le composé antioxydant le plus efficace de tous les mono et sesquiterpènes (Amensour et al., 2009 ; Viuda-Martos et al., 2011). Même comparé au carvacrol le thymol possède l'activité antioxydante la plus élevée (Viuda-Martos et al., 2010).

Le pouvoir réducteur de l'huile essentielle peut être dû à son habilité de donation d'hydrogène et, généralement, associés à la présence de composés réducteurs dans sa constitution (Singh et al., 2007).

V.3.4. Pouvoir chélateur du fer

L'étude de l'activité chélatante des huiles essentielles d'*Ammoides verticillata* a révélé une non activité chélatante.

Bounatirou et al. (2007) ont constaté que l'huile essentielle de *Thymus capitatus* Hoff. et Link. n'a pas démontré une activité chélatante, le même constat a été fait par Sarikurkcu et al. (2010) en étudiant les huiles essentielles de *Thymus longicaulis* C. Presl subsp. *longicaulis* var. *longicaulis*.

Viuda-Martos et al. (2009) attribuent l'absence d'activité chélatante de l'huile essentielle d'Origan à la forte teneur en carvacrol, qui est incapable de former un complexe avec le Fe^{2+} .

L'étude réalisée par **Singh et al. (2007)** a concordé avec nos résultats car ces auteurs ont obtenus de très faibles activités chélatantes des huiles essentielles d'*Ammoides verticillata*, en plus des autres huiles essentielles, même avec de fortes concentrations dépassant 25µL.

De même **Orhan et al. (2009)**, ont constaté une inactivité chélatante des huiles essentielles de *Thymus praecox* subsp. *caucasicus* var. *caucasicus*.

Mau et al. (2003) ont aussi enregistré l'absence d'activité chélatante en étudiant l'huile essentielle et les différentes fractions dérivées de *Curcuma zedoaria*.

De son côté, **Miguel (2010)** affirme l'incapacité du 1,8-cinéole et le terpinen-4-ol comme composé mono-hydroxylé à chélater les ions ferreux.

Par contre, **Viuda-Martos et al. (2010)** ont constaté un effet chélateur avec une importante IC₅₀ de l'ordre de 17.32 mg/mL en étudiant les huiles essentielles de *Thymus vulgaris* d'Espagne.

En étudiant l'effet chélateur des huiles essentielles de *Myrtus communis* **Wannes et al., (2010)** ont constaté que les fleurs ont exercé un effet chélateur contrairement aux feuilles et tiges qui n'ont pas démontré une activité chélatante. Ces auteurs expliquent l'efficacité des huiles essentielles des fleurs par la présence d'eugénol et de méthyl-eugénol, par contre la faible concentration de ces deux composés dans l'huile essentielle des feuilles n'a pas permis de chélater le fer.

Jia et al. (2010) ont constaté que les huiles essentielles de *Thymus marschallianus* et *Thymus proximus* n'ont pas exercé d'activité chélatante.

Singh et al. (2010a), ont constaté une forte activité à chélater les ions ferreux ce qui ne colle pas avec notre constat.

Ishtiaque et al. (2013) ont obtenu une faible activité chélatante qui n'a pas dépassé les 50% même avec une concentration de 2.5mg/mL, en étudiant l'huile essentielle d'*Ammoides verticillata*.

Conclusion générale

Conclusion générale

L'idée directrice de notre étude a consisté à extraire l'huile essentielle d'*Ammoides verticillata* dite « Nounkha » provenant de la région de Sid Safi , Ouzidane et Terni, à évaluer ses activités antioxydante.

De l'analyse bibliographique, il ressort que cette plante appartenant à la famille des Apiacées, porte de nombreux synonymes végétaux.

L'hydro distillation, méthode de choix pour l'extraction des huiles essentielles nous a permis de montrer que la plante Nounkha est riche en essence. Le rendement est estimé de 2.91%.

L'évaluation de l'activité antioxydante a été évaluée par quatre tests différents, le premier du radical libre DPPH, l'ABTS, le pouvoir réducteur et enfin l'activité chelatante. D'après les résultats du test effectué par le DPPH, nous avons constaté la plus grande concentration utilisée est de 1.417 mg/ ml et qui a donné un pourcentage de l'ordre de 92.74% et la plus grande concentration du test de l'ABTS est 0.036 donne un pourcentage d'inhibition égale à 95.41% la plus grande efficacité de ces huiles a été remarqué sur la réduction du Fer avec des absorbances remarquables (95.41%).

L'huile essentielle d'*A. verticillata* possède un pouvoir réducteur élevé.

L'étude de l'activité chelatante des huiles essentielles d'*Ammoides verticillata* a révélé une non activité chelatante.

Et en perspectives on compte étudier des activités biologiques de cette espèce (les activités : antidiabétique, analgésique, antiulcéreuse, cicatrisante...) afin de les mieux explorer, et participer dans l'ouverture du chemin vers un médicament algérien à base des plantes algérienne (le phytomédicament).

Références bibliographiques

1. **Aazza S., Lyoussi B. & Miguel M.G. (2011a).** Antioxidant activity of some Moroccan hydrosols. *J. Med. Plants Res.*, **5**: 6688–6696.
2. **Aazza S., Lyoussi B. & Miguel M.G. (2011b).** Antioxidant and antiacetylcholinesterase activities of some commercial essential oils and their major compounds. *Molecules*, **16**: 7672–7690.
3. **Amarti F., El Ajjouri M., Ghanmi M., Satrani B., Aafi A., Farah A., Khia A., Guedira A., Rahouti M. & Chaouch A. (2011).** Composition chimique, activité antimicrobienne et antioxydante de l'huile essentielle de *Thymus zygis* du Maroc. *Phytothérapie*, **9**: 149–157.
4. **Amensour, M., Sendra, E., Jamal, A., Bouhdid, S., Pérez-Alvarez, J. A., & Fernández- López, J. (2009).** Total phenolic content and antioxidant activity of myrtle (*Myrtus communis*) extracts. *Natural Products Communications*, **4(6)**: 819-824.
5. **Ashraf M. & Bhatti M. K. (1975).** Studies on the essential oils of Pakistani species Of the family umbelliferae. Part I. *Trachyspermum ammi* (L.) Sprague (ajowan) seed ou. *Pakistan J. Sci. md. Res.*, **18**: 232-235.
6. **Ashraf, M., Orooj, A.,2006.** Journal of Arid Environnement, . 64, 209.
7. **Alam Md. N., Bristi N. J. & Rafiquzzaman Md. (2013).** Review on *in vivo* and *in vitro* methods evaluation of antioxidant activity. *Saudi Pharmaceutical Journal*, **21**: 143–152.
8. **Arnao M.B., Cano A. & Acosta M. (2001).** The hydrophilic and lipophilic contribution to total antioxidant activity, *Food Chem.* **73**: 239-44.
9. **Avesina, A., Law in medicine. A Sharafkandi. ,1985.** Translator vol.2, second ed. Soroush Press, Teheran, 187.

-B-

10. **Bagard S. (2008).** Physique-Chimie 1e S: Tout-en-un, *Ed. Bréal*, 432 pages.
11. **Bakchiche B., Gherib A., Aazza S., Gago C. & Miguel M. G. (2013).** Antioxidant activities of eight Algerian plant extracts and two essential oils. *Industrial Crops and Products*, **46**: 85– 96.
12. **Bekhechi C. (2002).** Analyse de l'huile essentielle d'*Ammoides verticillata* (Nûnkha) de la région de Tlemcen et étude de son pouvoir antimicrobien. *Mémoire de Magister*, option Biologie Moléculaire et Cellulaire, université Abou Bakr Belkaïd

13. **Belguidoum .M. , (2012).**, Une approche phytochimique pour différencier deux espèces de genre *Zygophyllum*, mémoire de master, Université KasdiMerbahOurgla.
14. **Benarous .K., (2006).** Effets des extraits de quelques plantes médicinales locales sur les enzymes alpha amylase, trypsine et lipase, mémoire d'Ingénieur d'état, Université Amar Telidji Laghouat, Algérie.
15. **Benavente-Garcia, O., Castillo J. & Lorente J. (2000).** Antioxidant activity of phenolics extracted from *oleaeuropaea* L leaves, *Food Chem*, **68**: 457-62.
16. **Bendahou M. (2007).** Composition chimique et propriétés biologiques des extraits de quelques plantes aromatiques et médicinales de l'Ouest Algérien. *Thèse de Doctorat d 'Etat*, option biochimie, université Abou Bah Belkaïd Tlemcen.
17. **Benjlali B. (2004).** Extraction des plantes aromatiques et médicinales cas particulier de l'entraînement à la vapeur d'eau et ses équipements. Manuel pratique. Huiles essentielles : de la plante à la commercialisation. *Le pharmacien du Maghreb*.17-59.
18. **Bentes J., Miguel M.G., Monteiro I., Costa M., Figueiredo A.C., Barroso J.G. & Pedro L.G. (2009).** Antioxidant activities of the essential oils and extracts of Portuguese *Thymbra capitata* and *Thymus mastichina*. *Ital. J. Food Sci.*, **21**: 183-195.
19. **Blois M.S. (1958).** Antioxydant determination by the use of stable free radical, *Nature*. 181.
20. **Bouhadjra. K., (2011).** Etude de l'effet des antioxydants naturels et de synthèse sur la stabilité oxydative de l'huile d'olive vierge, thèse pour l'obtention du diplôme de magister, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou.
21. **Bnouham M., Benalla W., Asehraou A. & Berrabah M. (2012).** Antibacterial activity of essential oil from *Ptychotis verticillata*. *Spatula*, **2(1)**: 69-73.
22. **Bounatirou S., Smiti S., Miguel M. G., Faleiro L., Rejeb M. N., Neffati M., Costa M. M., Figueiredo A. C., Barroso J. G. & Pedro L. G. (2007).** Chemical composition, antioxydant and antibacterial activities of the essential oils isolated from Tunisian *Thymus capitatus* Hoff. Et Link. *Food chemistry*, **105**: 146-155.
23. **Boutedjiret, C. (1990).** L'huile essentielle d'Artémisia herba-Alba Asso d'Algérie. Approche des conditions optimales se sont extraction par entraînement à la vapeur d'eau. Contribution à son étude analytique.

Mémoire de magister en génie chimique, Ecole national polytechnique d'Alger.

24. **Bruneton J., (1993)** : Pharmacognosie – phytochimie, plantes médicinales, 2e édition. *Ed. Tec et Doc* Lavoisier.

-C-

25. **Caillet S., Lacroix M. (2007)** . les huiles essentielles : leurs propriétés antimicrobiennes et leurs application potentielles en alimentaire. Laboratoire de Recherche en Sciences Appliquées à l'Alimentation (RESALA), INRS-Institut Armand-Frappier.8p.
26. **Çam, M., His, il, Y., & Durmaz, G. (2009)**. Classification of eight pomegranate juices based on antioxidant capacity measured by four methods. *Food Chemistry*, **112(3)**: 721-726.
27. **Carrée P. (1953)**. Précis de technologie et de chimie industrielle. Tome II. *Ed. Ballière J. B. et fils*. 432 pages.
28. **Chialva, F., Monguzzi, F., J. Essent. OilRes., Jan/ Feb.1993, F, 105 ;b)nagalakshmi, S., Shankaracharya, B., PuraNaik, .etJagan Mohan Rao., J.FoodSci. technol., 2000, vol 37, N° 3, 277; c) Ashnof, M, et Orooj.A.,2006. Journal of Arid Environnement,64, 209.**
29. **Council of Europe, (1996)**. Pharmacopée Européenne, Maisonneuve S.A, Ed. Saint Ruffine, France.

-D-

30. **Damasceno E. I. T., Silva J. K. R., Andrade E. H. A., Sousa P. J. C. & Maia J. G. S. (2011)**. Antioxidant capacity and larvicidal activity of essential oil and extracts from *Lippia grandis*. *Rev. Bras. Farmacog. Braz. J. Pharmacog.*, **21**: 78-85.
31. **Dandlen A. S., Lima A. S., Mendes M. D., Miguel M. G., Faleiro M. L., Sousa M. J., Pedro L. G., Barroso J. G. & Figueiredo A. C., (2010)**. Antioxidant activity of six Portuguese thyme species essential oils. *Flavour and fragrance journal*. **25**: 150–155.
32. **Duh P. D. (1998)**. Antioxidant activity of burdock (*Arctium lappa* Linne): its scavenging effect on free radical and active oxygen. *J. Am. Oil Chem. Soc.* **75**, 455–461.

-E-

33. **El Abed N., Habibi K., Kaabi B., Mejri M., Smaali M. I., Marzouki M. N., Chabbouh M., & Ben Hadj Ahmed S. (2014)**. Chemical Composition, Antioxidant and Antimicrobial Activities of *Thymus capitata* Essential Oil with Its Preservative Effect against *Listeria*

monocytogenes Inoculated in minced Beef Meat. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. **2014**: 1-11.

34. **El Ouariachi E., Tomi P., Bouyanzer A., Hammouti B., Desjobert J – M., Costa J., Paolini J. (2010)** . Chemical composition and antioxidant activity of essential oils and solvent extracts of *Ptychotis verticillata* from Morocco. *Rev, Food and Chemical Toxicology* 49 (2011) 533–536.

-G-

35. **Gounder D. K. & Lingamallu J. (2012)**. Comparison of chemical composition and antioxidant potential of volatile oil from fresh, dried and cured turmeric (*Curcuma longa*) rhizomes. *Industrial Crops and Products* **38**: 124– 131.
36. **Goudarzi Gh-R, . Saharkhiz M-J, Sattari M, . Zomorodian K. (2011)**. Antibacterial Activity and Chemical Composition of Ajowan (*Carum copticum* Benth. & Hook) Essential oil .*Rev, J. Agr. Sci. Tech.* (2011) Vol. 13: 203-208.
37. **Guinoiseau E. (2010)** : Molécules antibactériennes issues d’huiles essentielles: Séparation, identification et mode d’action. Thèse Doctorat, Université De Corse-Pasquale Paoli.
38. **Gulcin I. (2012)**. Antioxidant activity of food constituents: an overview. *Arch. Toxicol*, **86**: 345-391.

-H-

39. **Haddouchi F., Benmansour A. (2008)** : Huiles essentielles, utilisations et activités biologiques. Application à deux plantes aromatiques. Les technologies de laboratoire –N°8.
40. **Hashemi M. B., Niakousari M., Saharkhiz M. J. & Eskandari M. H. (2014)**. Stabilization of sunflower oil with *Carum copticum* Benth & Hook essential oil. *J. Food Sci. Technol.*, **51(1)**: 142–147.
41. **Hellal. Z., (2011)**. Contribution à l’étude des propriétés antibactériennes et antioxydantes de certaines huiles essentielles extraites des Citrus. Application sur la sardine (*Sardina pilchardus*). Mémoire de Magister, Université Mouloud Mammeri De Tizi-Ouzou.
42. **Huang D., Ou B., Hampsch-Woodill M., Flanagan J. A. & Deemer E. K. (2002)**. Development and validation of oxygen radical absorbance capacity assay for lipophilic antioxidants using randomly methylated β -cyclodextrin as the solubility enhancer. *J. Agric. Food Chem.*, **50**: 1815–1821 .

-I-

43. **Ibn El- Bitar.** Mofradat El- Adwiya, 31, 173.
44. **Idem., 1989.** « La thérapeutique par les plantes communes en Algérie ». palai du livre Blida, imprimerie Mohli Algérie.
45. **Ishtiaque S., Khan N., Siddiqui M. A., Siddiqi R. & Naz S. (2013).** Antioxidant Potential of the Extracts, Fractions and Oils Derived from Oilseeds. *Antioxidants*, **2**: 246-256.

-J-

46. **Jansen, P.C.M., 1981.** « spices condiments and medicinal plants in Ethiopia, their taxonomy and agricultural significance centre of Agri. Pubbl. And documentation, wageningen, Watson, I., Dallwitz, M.J., “ les feuilles des usines florissants.
47. **Jia H. L., Ji Q. L., Xing S. L., Zhang P. H., Zhu G. L. & Wang X. H. (2010).** Chemical composition and antioxidant, antimicrobial activities of the essential oils of *Thymus marschallianus* Will. and *Thymus proximus* Serg. *J. Food Sci.*, **75**: E59-E65.

-K-

48. **Kalpana Platel, M.Sc. et K. Srinivasan, Ph.D., 2001.** Nutrition Research, 21,1309 et références citées.
49. **Kambouche N. & El-Abed D. (2003).** Composition of the volatile oil from the aerial parts of *Trachyspermum ammi* (L.) Sprague from Oran (Algeria). *Journal of Essential Oil Research*, **15**: 10-11.
50. **Kansole. M.M.R (2009).** Etude ethnobotanique, phytochimique et activités biologiques de quelques Lamiaceae du Burkinafaso : cas de *Leucas Martinicensis* (Jacquin) R. Brown, *hoslundia opposita vahl* et *oppossta vahl* et *Orthosiphon pallidus royle ex benth*. Mémoire pour obtenir un diplôme d'Etudes Approfondies (D.E.A) en Sciences Biologiques Appliquées, Burkina Faso.
51. **Kedia A., Prakash B., Mishra P. K., Dwivedy A. K. & Dubey N. K. (2015).** *Trachyspermum ammi* L. essential oil as plant based preservative in food system. *Industrial Crops and Products*, **69**: 104–109.
52. **Khajeh M., Yamini Y., Bahramifar N., Sefidkon F. & Pirmoradei M.R. (2005).** Comparison of essential oil composition of *Ferula assa.foetida* obtained by supercritical carbon dioxide extraction and hydrodistillation methods. *Food Chemistry*. **91**: 639-644.

-L-

53. **Lang G. & Buchbauer G. (2012).** A review on recent research results (2008–2010) on essential oils as antimicrobials and antifungals. A review. *Flavour Fragr. J.* **27**: 13–39.
54. **Laouer H., Zerroug M. M., Sahli F., Chaker A. N. Valentini G., Ferretti G., Grande M. & Anaya J. (2003).** Composition and Antimicrobial activity of *Ammoides pusilla* (Brot.) Breistr. essential oil. *Journal of Essential oil Research*, **15**: 135-138.
55. **Lien E. J., Ren S., Bui H. H. & Wang R. (1999).** Quantitative structure-activity relationship analysis of phenolic antioxidants, *Free Radic Biol Med*, **26**: 285-294.

-M-

56. **Mahmoudi, Y., 1990, ;b .** « Les plantes médicinales dans le jardin prophétique », palai du livre, Algérie).
57. **Mau J. L., Lai E. Y. C., Wang N. P., Chen C. C., Chang C. H. & Chyau C. C. (2003).** Composition and antioxidant activity of the essential oil from *Curcuma zedoaria*. *Food Chemistry*, **82**: 583–591.
58. **Mazumder J., Kumria R. & Pathak D. (2014).** Evaluation Of Synergistic Antimicrobial Activity and Antioxidant Activity of blend of Essential Oil contains Fennel, Coriander, Ajowan and Caraway. *IOSR Journal of Pharmacy and Biological Sciences*, **9(1)**: 87-94.
59. **Miguel M. G. (2010).** Antioxidant and Anti-Inflammatory Activities of Essential Oils: A Short Review. *Molecules*, **15**: 9252-9287.
60. **Miller, N.J. & Rice-Evans C. A. (1997).** The relative contributions of ascorbic acid and phenolic antioxidants to the total antioxidant activity of orange and apple fruit juices and blackcurrant drink, *Food Chem*, **60**: 331.
61. **Moon J. K. & Shibamoto T. (2009).** Antioxidant Assays for Plant and Food Components. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, **57**: 1655–1666.
62. **Mohammedi.Z (2005),** Etude du pouvoir antimicrobien et antioxydant des huiles essentielles et falvonoides de quelques plantes de la région du Tlemcen , Thèse de magistère , Université-Abou BakrBelkaid-Telemcen .

-N-

63. **Nickavar B., Adeli A. & Nickavar A. (2014).** TLC-Bioautography and GC-MS Analyses for Detection and Identification of Antioxidant Constituents of *Trachyspermum copticum* Essential Oil. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, **13(1)**: 127-133.

-O-

64. **Orhan I., Senol F. S., Gulpinar A. R., Martal M., Sekeroglu N., Deveci M., Kan Y. & Sener B. (2009).** Acetylcholinesterase inhibitory and antioxidant properties of *Cyclotricum niveum*, *Thymus praecox* susp. *caucasicus* var. *caucasicus*, *Echinacea purpurea* and *E. pallida*. *Food and chemical toxicology*, 47: 1304-1310.
65. **Öztürk M. (2012).** Anticholinesterase and antioxidant activities of savoury (*Satureja thymbra* L.) with identified major terpenes of the essential oil. *Food Chem.*, 134: 48–54.

-P-

66. **Priya R., Prathapan A., Raghu K. G. & Menon A. N. (2012).** Chemical composition and *in vitro* antioxidative potential of essential oil isolated from *Curcuma longa* L. leaves. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, S695-S699.
67. **Prior R. L., Wu X. & Schaich K. (2005).** Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(10): 4290-4302.
68. **Re R., Pellegrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang M. & Rice-Evans C. (1999).** Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic. Biol. Med.* 26: 1231–1237.

-S-

69. **Sallé, J. L., 1991.** les huiles essentielles ; synthèse d'aromathérapie et introduction à la symphicothérapie Ed Frisson- Roche, Paris,
70. **Sangwan N .S., Farooqui A. H. A., Shabih F. & Sangwan R. S. (2001).** Regulation of essential oil production in plants. *Plant Growth Regul.* 34: 3-21.
71. **Sarikurkcü C., Ozer M. S., Eskici M., Tepe B., Can S. & Mete E. (2010).** Essential oil composition and antioxidant activity of *Thymus longicaulis* C. Presl subsp. *longicaulis* var. *longicaulis*. *Food and Chemical Toxicology*, 48: 1801–1805.
72. **Simonds WF, Robbins CM, Agarwal SK, Hendy GN, Carpten JD & Marx SJ. (2004).** *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 89.
73. **Singh G., Maurya S., Marimuthu P., Murali H. S. & Bawa A. S. (2007).** Antioxidant and antibacterial investigations on essential oils and acetone extracts of some spices. *Natural Product Radiance*, 6(2): 114-121.

74. **Solomakos N., Govaris A., Koidis P. & Botsoglou N. (2008).** The antimicrobial effect of thyme essential oil, nisin and their combination against *Escherichia coli* O157:H7 in minced beef during refrigerated storage. *Meat Science*, **80**: 159–166.

-T-

75. **Tel G., Ozturk M., Duru M. E., Harmandar M. & Topcu G. (2010).** Chemical composition of the esse
- 76.
77. ntial oil and hexane extract of *Salvia chionantha* and their antioxidant and anticholinesterase activities. *Food and Chemical Toxicology*, **48**: 3189–3193.

-U-

78. **Ündeğer U., Başaran A., Degen G. H. & Başaran N. (2009).** Antioxidant activities of major thyme ingredients and lack of (oxidative) DNA damage in V79 Chinese hamster lung fibroblast cells at low levels of carvacrol and thymol. *Food Chem. Toxicol.*, **47**: 2037-2043
79. **Viuda-Martos M., Mohamady M.A., Fernández-López J., Abd ElRazik K.A., Omer E.A., Pérez-Alvarez J.A. & Sendra E. (2011).** *In vitro* antioxidant and antibacterial activities of essentials oils obtained from Egyptian aromatic plants. *Food Control*, **22**: 1715-1722.

-V-

80. **Viuda-Martos M., Mohamady M.A., Fernández-López J., Abd ElRazik K.A., Omer E.A., Pérez-Alvarez J.A. & Sendra E. (2011).** *In vitro* antioxidant and antibacterial activities of essentials oils obtained from Egyptian aromatic plants. *Food Control*, **22**: 1715-1722.
81. **Viuda-Martos M., Navajas Y. R., Zapata E. S., Fernández-López J. & Pérez-Álvarez J. A. (2010).** Antioxidant activity of essential oils of five spice plants widely used in a Mediterranean diet. *Flavour Fragr. J.*, **25**: 13–19.
82. **Viuda-Martos, M., El Gendy, N. G. S., Sendra, E., Fernandez-Lopez, J., El-Razik, K. A. A., El-Sayed, A., & Perez-Alvarez, J. A. (2009).** Chemical composition and antioxidant and anti-listeria activities of essential oils obtained from some Egyptian plants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **58**: 9063-9070.

-W-

83. **Wang B. J., Lien Y. H. & Yu Z. R. (2004).** Supercritical fluid extractive fractionation study of the antioxidant activities of propolis. *Food Chem.*, **86**: 237–243.
84. **Wannes W. A., Mhamdi B., Sriti J., Ben Jemia M., Ouchikh O., Hamdaoui G., Kchouk M. E. & Marzouk B. (2010).** Antioxidant activities of the essential oils and methanol extracts from myrtle (*Myrtus communis* var. *italica* L.) leaf, stem and flower. *Food and Chemical Toxicology*, **48**: 1362–1370.
85. **Watson, I., Dallwitz, M.J. (1992).** “ les feuilles des usines florissantes”

-Z-

86. **Zhao H., Dong J., Lu J., Chen J., Li Y. & Shan L. (2006).** Effect of extraction solvent mixtures on antioxidant activity evaluation and their extraction capacity and selectivity for free phenolic compounds in barley (*Hordeum vulgare* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **54(19)**: 7277-7286.
87. **S.Djemai Zoughlache (2008),** Etude de l'activité biologique des extraits du fruit de *Zizyphus lotus* L, mémoire magister, Université -El Hadj Lakhder –Batna.

Résumé

Actuellement les huiles essentielles, métabolites secondaires des plantes représentent un intérêt croissant pour leurs éventuelles utilisations comme alternatives non seulement pour la protection des aliments contre l'oxydation, mais aussi pour le traitement de certaines maladies infectieuses.

Notre étude a pour objectif de valorisation des plantes médicinales à Tlemcen et Ain Témouchent et en évaluant l'étude de l'efficacité antioxydante des extraits de la plante aromatique *Ammoides verticillata*.

Les huiles essentielles de la sous espèces étudiée, obtenues par hydro-distillation, a révélé des rendements importants pendant qui atteint (2.91%).

L'évaluation du pouvoir antioxydant par quatre techniques différentes à savoir le piégeage du radical DPPH , le piégeage du radical ABTS , le pouvoir réducteur du fer et le pouvoir chélateur du fer.

Les résultats obtenus montrent que l'huile essentielle d'*Ammoides verticillata* a une forte activité antioxydante.

Mots clés : *Ammoides verticillata*, huile essentielle, Extraction, hydro distillation, activité antioxydante.

Abstract :

Currently essential oils, plant secondary metabolites represent a growing interest in their possible uses as alternatives not only for food protection against oxidation, but also for the treatment of certain infectious diseases.

Our study aims at valuing medicinal plants in Tlemcen and Ain Témouchent study and evaluating the effectiveness of antioxidant extracts from the aromatic plant *Ammoides verticillata*.

Essential oils of the sub species studied, obtains by hydro-distillation, revealed significant returns for reaching (2.91).

The evaluation of the antioxidant power of four different techniques namely the capture of the radical DPPH, ABTS radical trapping, the reducing power of iron and the iron chelator power.

The results obtained show that the essential oil *Ammoides verticillata* has a strong antioxidant activity.

Keywords: *Ammoides verticillata*, essential oil, extraction, hydro distillation, antioxidant activity.

ملخص

حاليا الزيوت العطرية، والمركبات الثانوية تمثل اهتماما متزايدا في الاستخدامات المحتملة كبدايل ليس فقط لحماية الأغذية ضد الأكسدة، ولكن أيضا لعلاج بعض الأمراض المعدية. *Ammoides verticillata* وتهدف الدراسة لدينا في تثمين النباتات الطبية في تلمسان وعين تموشنت إلى دراسة وتقييم فعالية مقتطفات المضادة للأكسدة من نبات عطري ل *verticillata*

تعتبر الزيوت العطرية من الأنواع الفرعية التي تمت دراستها، التي حصلنا عليها بالتقطير المائي، وكشف عائدات كبيرة وصلت إلى (2.91%).

لقد قمنا بتقييم القوة المضادة للأكسدة بأربع تقنيات مختلفة و هي تثبيط الجذور الحرة و طريقة إرجاع الحديد المحاصرة الجذرية. النتائج المتحصل عليها تشير إلى أن النبتة لديها نشاط مضاد للأكسدة و قوي.

الكلمات المفتاحية : الزيوت الأساسية , الاستخلاص , التقطير المائي , القوة المضادة للأكسدة .