

COMPOSITION CHIMIQUE, ACTIVITÉ ANTIMICROBIENNE ET ANTIOXYDANTE DE L'HUILE ESSENTIELLE DE *JUNIPERUS COMMUNIS* DU MAROC

MANSOURI Nazik^{1,2}, SATRANI Badr², GHANMI Mohamed², EL GHADRAOUI Lahsen¹,
GUEDIRA Abdelhamid², AAFI Abderrahman²

¹ Laboratoire de Biotechnologie Microbienne, Faculté des Sciences et Techniques, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, BP 2202, Fès, Maroc.

² Laboratoires de Microbiologie et de Chimie, Centre de Recherche Forestière, BP 763, Rabat-Agdal, 10 050, Maroc.

Résumé

Le genévrier commun qui appartient à la famille des cupressacées est un arbre aromatique qui se rencontre au Maroc en Moyen Atlas. Ce travail vise à la valorisation du *Juniperus communis* par la caractérisation chimique ainsi que l'étude de l'activité antimicrobienne et de l'activité antioxydante de leur huile essentielle. L'hydrodistillation des rameaux de cet arbre fournit $0,23 \pm 0,02$ % en huile essentielle. Les résultats obtenus montrent que les rameaux sont riches en composés monoterpéniques (81,68 %) dont principalement le sabinène (27,51 %), le limonène (16,19 %), l' α -pinène (8,82 %) et le terpinène-4-ol (6,52 %). L'activité antimicrobienne de cette huile essentielle a été étudiée vis-à-vis de neuf souches bactériennes, trois moisissures et quatre champignons de pourriture de bois. Une importante efficacité réductrice du radical DPPH par cette huile essentielle a été, également, mise en œuvre.

Mots clés : *Juniperus communis*, huile essentielle, composition chimique, activité antimicrobienne, activité antioxydante.

Abstract

The common juniper, which belongs to the family cupressaceae, is an aromatic tree that is found in Morocco in the Middle Atlas. The aim of this work is the valorization of *Juniperus communis* by chemical characterization and study of the antioxidant and antimicrobial activities of essential oil. The hydrodistillation of the branches of this tree provides $0,23 \pm 0,02$ % essential oil. The results obtained show that the branches contain large quantities of monoterpenes (81,68 %) such as sabinene (27,51 %), limonene (16,19 %), α -pinene (8,82 %) and terpinene-4-ol (6,52 %). The antimicrobial activity of the essential oil was studied against nine bacterial strains, three fungal strains and four fungi decay wood. A significant efficiency reductive DPPH radical by this essential oil has also been implemented.

Keywords: *Juniperus communis*, essential oil, chemical composition, antimicrobial activity, antioxidant activity.

1. INTRODUCTION

Le genévrier est un conifère à feuillage persistant du genre *Juniperus* de la famille des cupressacées [1, 2]. Il en existe une soixantaine d'espèces dans le monde, dont quatre se

trouvent au Maroc. Il s'agit du *Juniperus oxycedrus*, *Juniperus communis*, *Juniperus phoenicea* et *Juniperus thurifera* [3].

Le *Juniperus communis* appelé aussi genévrier commun, est un arbuste diffus ne dépassant guère 2 à 6 m de hauteur, à écorce gris brun, avec de gros bourgeons nus, et des rameaux presque cylindriques. Les feuilles en alêne, sont très petites, réduites à des sortes d'écaillés, imbriquées sur 5 ou 6 rangs. Les fleurs sont monoïques. Les fruits sont bleuâtres et glauques à maturité [4]. Il se propage à travers le monde en Amérique du Nord, Caucase, Sibérie, Europe, Afrique septentrionale, Asie occidentale jusqu'à l'Himalaya. Au Maroc, il se répartit généralement dans le Moyen Atlas sur une frange altitudinale allant de 2000 à 5000 m au niveau des étages montagnard et oroméditerranéen de type subhumide très froid à extrêmement froid sur des substrats calcaires [3, 4].

Cette espèce est bien documentée dans le domaine de la médecine traditionnelle pour ses valeurs médicinales contre la diarrhée, les douleurs abdominales, les tumeurs, la bronchite et l'indigestion [4, 5]. Les rameaux et les fruits de genévrier commun sont couramment utilisés dans la production de l'alcool (il est surtout connu comme l'agent aromatisant unique de gin) [6, 7, 8, 9] et dans les industries alimentaires comme épices [10]. Ses huiles essentielles sont aussi utilisées en pharmacie, aromathérapie et dans la création des parfums [11]. Les fruits sont également recommandés en cas de toux, de tuberculose infantile et de diabète [12], tandis que, les cendres de l'écorce sont utilisées pour certaines maladies de peau [13].

Le profil chimique de l'huile essentielle du genévrier commun originaire de plusieurs pays a été déjà étudié [9, 14, 15, 16, 17]. La plupart des huiles ont une teneur élevée en α -pinène. Au Maroc, il y a peu d'informations sur les profils chimiques et les activités biologiques des plantes gymnospermes et à notre connaissance aucun dossier n'est disponible sur *Juniperus communis*. Par conséquent, la présente étude a été réalisée dans le but de caractériser la composition chimique et d'étudier l'activité antibactérienne, antifongique et antioxydante de l'huile essentielle des rameaux de *Juniperus communis*, poussant spontanément au Moyen Atlas oriental du Maroc. Cette étude s'intègre dans le contexte global de la mise en valeur de la biodiversité des plantes aromatiques et médicinales marocaines en général, et des espèces du genre *Juniperus* en particulier, pour leurs propriétés médicinales, alimentaires et conservatrices.

2. MATÉRIELS ET MÉTHODES

2.1 Matériel végétal

La collecte des rameaux (tiges + feuilles) de *Juniperus communis* a été effectuée durant le mois de Juillet 2010 dans le Jbel Tichoukt au Moyen Atlas oriental du Maroc.

2.2 Distillation de l'huile essentielle

La distillation de l'huile essentielle a été effectuée par la technique d'hydrodistillation sur un appareil de type Clevenger [18]. Au cours de chaque essai, 100 g de matière première a été traitée. La durée d'extraction est de l'ordre de 90 minutes. Trois répétitions au moins ont été réalisées par échantillon. Auparavant, l'humidité des différents échantillons a été déterminée afin d'exprimer le rendement en huile essentielle (volume en ml) par rapport à 100 g de la matière sèche. L'huile essentielle a été stockée à 4 °C à l'obscurité en présence de sulfate de sodium anhydre.

2.3 Analyses chromatographiques

Les analyses chromatographiques ont été effectuées sur un chromatographe en phase gazeuse à régulation électronique de pression de type Hewlett-Packard (série HP 6890), équipé d'une colonne capillaire HP-5 (5% phényl-méthyl-siloxane); (30 m x 0,25 mm, épaisseur du film : 0,25 µm). La détection est assurée par un détecteur à ionisation de flamme (FID) (250 °C) alimenté par un mélange de gaz H₂/Air. Le gaz vecteur utilisé est l'azote avec un débit de 1,7 ml/min. l'appareil est équipé d'un injecteur PVT (Température de Vaporisation Programmée) de type Split-splitless. Le mode d'injection est Split (ratio de split : 1/50, débit : 66 ml/min). Le volume injecté est de 1 µl. La programmation de température va de 50 à 200 °C, pendant 5 min, avec un gradient de 4 °C/min. L'appareil est piloté par un système informatique de type "HP ChemStation" gérant le fonctionnement de l'appareil et permettant de suivre l'évolution des analyses chromatographiques.

L'identification des constituants a été réalisée en se basant sur leurs Indices de Kováts (IK) et sur la chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC/MS). Cette dernière est réalisée sur un chromatographe en phase gazeuse de type Hewlett-Packard (série HP 6890) couplé avec un spectromètre de masse (série HP 5973). La fragmentation est effectuée par impact électronique sous un champ de 70 eV. La colonne utilisée est une colonne capillaire type HP-5 SM (5 % phényl-méthyl-siloxane); (30 m x 0,25 mm, épaisseur du film: 0,25 µm). La température de la colonne est programmée de 50 à 200 °C à raison de

4°C/min. Le gaz vecteur est l'hélium dont le débit est fixé à 1,5 ml/min. Le mode d'injection est Split (ratio de split : 1/70, débit 112 ml/min). L'appareil est piloté par un système informatique gérant une bibliothèque de spectres de masse NIST 98.

2.4 Micro-organismes étudiés

Seize souches microbiennes (ci-dessous) ont été choisies pour leur pathogénicité et leur implication fréquente dans la contamination des denrées alimentaires pour les unes et leur détérioration des bois d'œuvre et produits dérivés pour les autres.

- Bactéries : *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Micrococcus luteus*, *Morganella morganii*, *Citrobacter freundii*, *Shigella sonnei*, *Proteus vulgaris* et *Pseudomonas aeruginosa*.

- Moisissures : *Aspergillus niger*, *Penicillium digitatum* et *Penicillium expansum*.

- Champignons de pourriture de bois d'œuvre : *Gloeophyllum trabeum*, *Poria placenta*, *Coniophora puteana* et *Coriolus versicolor*.

Les souches bactériennes sont sous forme des lots "American Type Culture Collection" ATCC; elles sont entretenues par repiquage sur gélose nutritive favorable à leur croissance. Les moisissures et les champignons appartiennent à la collection de la mycothèque du laboratoire de mycologie du Centre de Recherche Forestière, Rabat, Maroc. Ils sont cultivés sur le milieu nutritif "Potato Dextrose Agar" (PDA).

2.5 Procédure microbiologique

Les tests antimicrobiens sont réalisés selon la méthode rapportée par Remmal *et al.* [19] et Satrani *et al.* [20]. L'huile essentielle est émulsionnée par une solution d'agar à 0,2 % afin de disperser les composés et d'améliorer leur contact avec les germes testés, puis diluée au dixième dans la solution d'agar agar. Des quantités de cette dilution sont ajoutées aux tubes à essais contenant la gélose nutritive pour les bactéries et le PDA pour les moisissures et les champignons. Ils sont ensuite, stérilisés à l'autoclave (20 min à 121 °C), refroidis à 45 °C et versés dans des boîtes de Pétri. Les concentrations finales en huiles essentielles sont : 1/100, 1/250, 1/500, 1/1000, 1/2000, 1/3000 et 1/5000 (V/V). Des témoins, constitués du milieu de culture plus la solution d'agar agar à 0,2 % seule, sont également préparés.

Pour les Bactéries et les moisissures, l'ensemencement se fait par stries à l'aide d'une anse de platine calibrée afin de prélever le même volume d'inoculum. Ce dernier se présente sous forme de bouillon de culture de 24 heures pour les bactéries et sous forme d'une suspension dans l'eau physiologique de spores provenant d'une culture de sept jours dans le PDA pour

les moisissures. Pour les champignons de pourriture de bois, l'ensemencement se fait par dépôt de fragments de 1 cm² de diamètre, prélevés à partir de la périphérie d'un tapis mycélien et provenant d'une culture de 7 jours dans le PDA.

La température d'incubation est de 37 °C pendant 24 h pour les bactéries et de 25 °C pendant 7 jours pour les moisissures et les champignons de pourriture de bois. Chaque essai est répété trois fois afin de minimiser l'erreur expérimentale.

2.6 Activité antioxydante

Pour évaluer l'activité antioxydante de l'huile essentielle nous avons utilisé la méthode du DPPH (1,1-diphényl-di-picrylhydrazyl) proposée par Chen *et al.* [21] et Leitao *et al.* [22].

L'expérience a été effectuée dans un spectrophotomètre (UV/visible) monochromatique (Littrow 1200 lignes/mm par palier) de type M550 Camspec, piloté par un système informatique avec une interface numérique bidirectionnelle (RS232C) et un écran d'affichage LCD backlit (1/4 VGA 320 x 240 pixels) à la longueur d'onde 514 nm.

La solution de DPPH est obtenue en dissolvant 4 mg de la poudre dans 100 ml de l'éthanol (EtOH). Les échantillons des huiles essentielles ont été préparés par dissolution dans l'éthanol (EtOH) à raison de 20 µg/2ml. Ces solutions, dites solutions mères, ont subi ensuite des dilutions pour avoir les concentrations suivantes : 1,25; 2,5; 5; 10; 20 et 40 µg/ml. Le test s'effectue en mélangeant 4 ml de la solution précédente de DPPH avec 1ml de l'huile à tester à différentes concentrations. L'antioxydant de référence ou le contrôle positif (BHT) a été aussi préparé selon la même méthode.

La mesure de la variation de l'absorbance a été faite 30 min après l'introduction des cuves dans le spectrophotomètre. Les valeurs obtenues sont transformées ensuite en pourcentages d'inhibition en utilisant la formule suivante [22, 23] :

$$I\% = 100 \times (A_{\text{témoin}} - A_{\text{test}})/A_{\text{témoin}}$$

Avec $A_{\text{témoin}}$ est l'absorbance du témoin (contenant tous les réactifs sans le produit à tester) et A_{test} est l'absorbance du test.

Le graphique de la variation du pourcentage d'inhibition en fonction de la concentration de l'huile essentielle permet de déterminer le IC₅₀ (autrement appelée EC₅₀, concentration

correspondant à 50 % d'inhibition et qui constitue l'activité antioxydante de l'huile essentielle). Cette valeur est comparée à celle trouvée pour le composé de référence (BHT).

2.7 Analyse statistique

Les expériences ont été réalisées en triple exemplaire. Une analyse unidirectionnelle de variance (ANOVA) a été utilisée avec le logiciel « SPSS Statistics » pour la comparaison de plus de deux moyens. Une différence a été considérée comme statistiquement significative lorsque $p < 0,05$.

3. RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.1 Rendement et composition chimique

Les rameaux de *Juniperus communis* ont fourni un rendement en huile essentielle d'environ $0,23 \pm 0,02$ %. Ce taux est supérieur à celui trouvé pour le genévrier commun de Monténégro (0,18 %) [15]. Il est aussi légèrement inférieur à celui obtenu par Emami *et al.* [24] pour des échantillons des fruits et des feuilles de cette espèce de l'Iran et qui est d'environ 0,35 %.

Les résultats des analyses par CG et CG/SM de l'huile essentielle extraite des rameaux de *Juniperus communis* du Maroc sont présentés dans le Tableau 1. Quarante-cinq constituants sont identifiés représentant un total de 99,90 % de cette essence. Cette huile essentielle présente comme composés majoritaires le sabinène (27,51 %), le limonène (16,19 %), l' α -pinène (8,82 %), le terpinène-4-ol (6,52 %), le myrcène (3,80 %), le δ -terpinène (3,36 %) et le cubébole (3,15 %) (Figure 1).

Ces principaux constituants représentent 69,35 % de la composition chimique totale. Cette huile essentielle est dominée par les hydrocarbures monoterpéniques (70,32 %), suivi des hydrocarbures sesquiterpéniques (11,72 %), puis les monoterpènes oxygénés (11,36 %) et les sesquiterpènes oxygénés (6,5 %) (Figure 2).

La composition chimique de notre huile essentielle extraite des rameaux de *Juniperus communis* collectées au Moyen Atlas oriental du Maroc est différente de celle des rameaux de genévrier commun de Lituanie [14] dont la teneur en α -pinène est beaucoup plus importante (46,9 %).

Tableau 1 : Composition chimique centésimale de l'huile essentielle des rameaux de *Juniperus communis* du Maroc.

IK	Composé	%
926	Tricyclène	1,75
939	α-Pinène	8,82
976	Sabinène	27,51
980	β -Pinène	1,05
991	Myrcène	3,80
1001	δ -2-Carène	0,21
1005	α -Phellandrène	1,70
1018	α -Terpinène	1,74
1025	p-Cymène	1,45
1029	Limonène	16,19
1050	(E)- β -Ocimène	0,55
1059	δ-Terpinène	3,36
1066	Fenchone	0,49
1089	Terpinolène	2,19
1098	Linaloole	0,44
1115	3-Méthyle-3-butenyl isovalerate	0,38
1121	Cis- hydrate de pinène	0,40
1140	Trans-pinocarvéole	0,38
1172	Terpinen-4-ol	6,52
1189	α -Terpinéole	0,74
1205	Verbénone	0,14
1228	Citronellole	0,38
1281	Acétate d'iso-pulégyle	0,24
1285	Acétate de bornyle	0,26
1298	Acétate de trans-pinocarvyle	0,47
1327	Acétate de myrtényle	0,14
1340	α-Cubebène	2,82
1350	Acétate d' α -terpinyle	0,38
1382	β -Cubebène	0,70
1418	E- β -Caryophellène	0,49
1454	α -Humulène	0,49
1480	Germacrène D	1,74
1493	Eudesma-4(14),11-diène	0,15
1499	α -Muuroolène	0,56
1503	Germacrène A	0,31
1504	γ -Cadinène	0,39
1514	Cubébole	3,15
1524	δ-Cadinène	2,04
1538	α -Cadinène	0,27
1556	Germacrène B	1,76
1576	Germacrène D-4-ol	0,33
1578	Spathulenol	0,84
1604	Torreyol	0,23
1632	γ -eudesmol	1,11
1646	α -muurolol	0,84
Total (%)		99,90

IK : Indice de Kováts ; % : Pourcentage

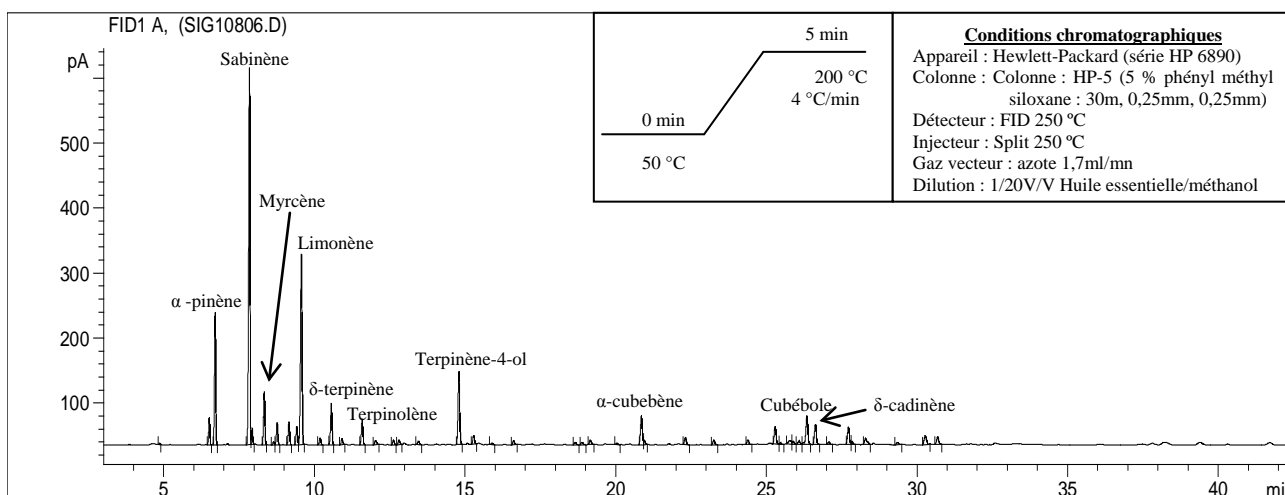


Figure 1 : Profil chromatographique de l'huile essentielle des rameaux de *Juniperus communis* du Maroc.

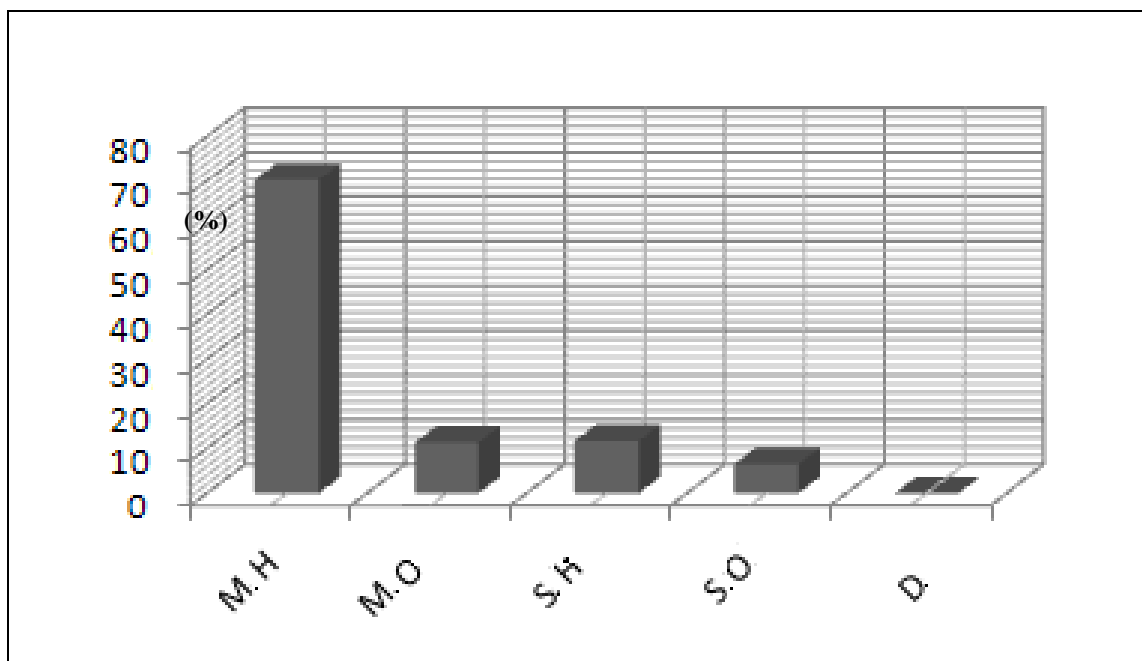


Figure 2 : Répartition des monoterpènes hydrogénés (M.H), des monoterpènes oxygénés (M.O), des sesquiterpènes hydrogénés (S.H), des sesquiterpènes oxygénés (S.O) et des diterpènes (D.) dans l'huile essentielle des rameaux de *Juniperus communis* du Maroc.

En revanche, cette dernière ne présente que de faibles pourcentages en sabinène (0,4 %), limonène (2,1 %) et en terpinène-4-ol (0,6 %) (Tableau 2). Elle est aussi différente de la composition chimique des huiles essentielles des fruits de genévrier commun de la Serbie dont le taux en α -pinène est aussi plus important (54,3 %) (Tableau 2) [16].

Tableau 2 : Comparaison des composés majoritaires de l'huile essentielle de *Juniperus communis* du Maroc avec ceux d'autres pays du monde.

Pays	Sabinène (%)	α -pinène (%)	Limonène (%)	Terpinène-4-ol (%)
Maroc (rameaux)	27,51	8,82	16,19	6,52
Lituanie (rameaux)	0,4	46,9	2,1	0,6
Serbie (fruits)	8,2	54,3	16,6	2
Croatie (fruits)	13,55	29,17	5,52	1,9
Monténégro (fruits)	20,5	38,2	5,2	2,6
Espagne (fruits)	6,43	26,5	5,16	6,1

Les huiles des fruits de *Juniperus communis* de la Croatie [17], de Monténégro [15] et d'Espagne [9] contiennent aussi l' α -pinène avec des teneurs élevées (29,17; 38,2 et 26,5 % respectivement) et des pourcentages moins faibles en sabinène (13,55; 20,5 et 6,43 % respectivement), limonène (5,52; 5,2 et 5,16 % respectivement) et en terpinène-4-ol (1,9; 2,6 et 6,1 % respectivement) (Tableau 2).

La différence observée entre la composition chimique de l'huile essentielle de genévrier commun du Maroc (riche en sabinène) et celles des autres origines (dominées plutôt par l' α -pinène) pourrait s'expliquer par une adaptation de la plante aux facteurs abiotiques tels que, le climat spécifique au Moyen Atlas Oriental, aux facteurs géographiques comme l'altitude et la nature du sol qui orientent la biosynthèse vers la formation préférentielle de produits précis [25, 26, 27].

3.2 Activité antimicrobienne

Les résultats de l'activité antimicrobienne de l'huile essentielle extraite des rameaux de *Juniperus communis* du Maroc sont regroupés dans le Tableau 3.

L'huile essentielle des rameaux de genévrier commun étudiée s'est montrée active et a inhibé tous les microorganismes testés à la concentration de 1/100 V/V. Le germe le plus sensible était le champignon de pourriture du bois *Coriolus versicolor* dont la croissance est inhibée à 1/2000 V/V. On note aussi que *Geophylum trabeum* et *Coniophora puteana* ont été inhibé à la concentration de 1/1000 V/V alors que *Poria placenta*, *Penicillium expansum* et *Penicillium digitatum* ont été inhibé à la concentration de 1/500 V/V. Nous avons remarqué aussi que la concentration 1/250 V/V était suffisante pour inhiber la croissance d'*Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus* et *Aspergillus niger*.

Tableau 3 : Activité antimicrobienne de l'huile essentielle de *Juniperus communis* du Maroc.

Concentrations (V/V)	1/100	1/250	1/500	1/1000	1/2000	1/3000	1/5000	T
Bactéries								
<i>E. coli</i>	-	-	+	+	+	+	+	+
<i>B. subtilis</i>	-	-	+	+	+	+	+	+
<i>M. luteus</i>	-	+	+	+	+	+	+	+
<i>S. aureus</i>	-	-	+	+	+	+	+	+
<i>M. morgani</i>	-	+	+	+	+	+	+	+
<i>C. freundii</i>	-	+	+	+	+	+	+	+
<i>S. sonnei</i>	-	+	+	+	+	+	+	+
<i>P. vulgaris</i>	-	+	+	+	+	+	+	+
<i>P. aeruginosa</i>	-	+	+	+	+	+	+	+
Moisissures								
<i>A. niger</i>	-	-	+	+	+	+	+	+
<i>P. expansum</i>	-	-	-	+	+	+	+	+
<i>P. digitatum</i>	-	-	-	+	+	+	+	+
Champignons de pourriture de bois								
<i>G. trabeum</i>	-	-	-	-	+	+	+	+
<i>P. placenta</i>	-	-	-	+	+	+	+	+
<i>C. puteana</i>	-	-	-	-	+	+	+	+
<i>C. versicolor</i>	-	-	-	-	-	+	+	+

avec :

E. coli : *Escherichia coli*, *B. subtilis* : *Bacillus subtilis*, *M. luteus* : *Micrococcus luteus*, *S. aureus* : *Staphylococcus aureus*, *M. morgani* : *Morganella morgani*, *C. freundii* : *Citrobacter freundii*, *S. sonnei* : *Shigella sonnei*, *P. vulgaris* : *Proteus vulgaris*, *P. aeruginosa* : *Pseudomonas aeruginosa*, *A. niger* : *Aspergillus niger*, *P. digitatum* : *Penicillium digitatum*, *P. expansum* : *Penicillium expansum*, *G. trabeum* : *Gloeophyllum trabeum*, *P. placenta* : *Poria placenta*, *C. puteana* : *Coniophora puteana*, *C. versicolor* : *Coriolus versicolor*,

+ : Croissance

- : Inhibition

T : Témoin.

En général, nous avons constaté que les champignons étaient plus vulnérables à l'huile essentielle de cette espèce que les bactéries. Ceci est en accord avec ce qui a été obtenu par Pepeljnjak *et al.* [17] au cours de leurs travaux sur l'activité antimicrobienne de l'huile essentielle des fruits de *Juniperus communis* de la Croatie. Il corrobore aussi avec les résultats de Glisic *et al.* [28] qui ont démontré la forte activité antifongique de l'huile essentielle des fruits de *Juniperus communis* de la Serbie sur de nombreuses espèces microbiennes.

Une étude réalisée par Angioni *et al.* [29] sur l'huile essentielle de *Juniperus communis* de l'Italie, a montré qu'elle présente une bonne activité inhibitrice contre *Candida albicans* et *Staphylococcus aureus*.

Cette activité antimicrobienne observée pour l'huile essentielle de cette espèce étudiée peut être attribuée au terpinène-4-ol et aux autres monoterpènes de cette huile essentielle qui agissent comme des antiseptiques, anti-inflammatoires et antimicrobiens [30]. En effet, le sabinène, le terpinène et le cadinène sont des antiseptiques aigus, ils ont aussi des propriétés anti-inflammatoires et antibactériennes [30]. En plus, le limonène est connu pour ses propriétés antivirales et antitumorales [30]. Ce qui suggère qu'ils semblent être les éléments déterminants de l'activité observée contre les microorganismes testés dans cette étude. Cependant, tout cela n'empêche qu'un effet synergique entre les constituants majoritaires et minoritaires de l'huile essentielle de cette espèce peut aussi être pris en compte dans cette activité.

3.3 Activité antioxydante

La mesure de l'absorbance (ou densité optique DO) a été effectuée par spectrophotométrie à 514 nm. A partir des valeurs obtenues, nous avons calculé les pourcentages d'inhibition en utilisant la formule donnée auparavant. Les valeurs obtenues ont permis de tracer la courbe de la Figure 3, qui représente la variation du pourcentage d'inhibition en fonction des concentrations de l'huile essentielle. Nous avons déterminé graphiquement la concentration correspondant à 50 % d'inhibition (IC₅₀), qui constitue l'activité antioxydante de l'huile essentielle étudiée.

L'essence de *Juniperus communis* du Maroc a donné une valeur de l'IC₅₀ de $4,71 \pm 3,53 \mu\text{g/ml}$. Cette valeur est déterminée par rapport à la valeur IC₅₀ de la référence (BHT) qui est de $1,13 \pm 2,51 \mu\text{g/ml}$ (Figure 3).

Loizzo *et al* [31] ont trouvé une valeur d'IC₅₀ de $7,42 \mu\text{g/ml}$ en étudiant l'effet antioxydant de l'huile essentielle des fruits de *Juniperus oxycedrus* de Liban, ce qui est inférieur au pouvoir antioxydant de l'huile essentielle de genévrier commun du Maroc.

Par ailleurs, en utilisant la même technique, plusieurs travaux ont relaté l'importante activité antioxydante de certaines plantes aromatiques et médicinales. En effet, Chryssavgi *et al.* [32], ont trouvé que l'huile essentielle de *Pistacia lentiscus* de Grèce, présente une valeur d'IC₅₀ de $11,0 \mu\text{g/ml}$ et par conséquent elle a une bonne action antioxydante. Une autre étude réalisée

sur *Salvia aramiensis* de la Turkey a montré que l'huile essentielle de cette espèce a bien réduit le DPPH à une concentration de 12,26 µg/ml [33]. Les huiles essentielles de *Pélargonium asperum* d'Afrique du Sud et d'*Ocimum basilicum* du Pakistan, qualifiées par les auteurs d'excellents antioxydants, avaient des valeurs d'IC₅₀ respectives de 14,49 et 6,7 µg/ml [34, 35]. Toutefois, d'après tout ces résultats nous pouvons déduire que le pouvoir antioxydant de notre espèce de genévrier commun du Maroc, reste supérieur à celui des espèces cités auparavant. Ce qui montre que l'huile essentielle de genévrier commun est doté d'une importante efficacité réductrice du radical DPPH.

4. CONCLUSION

L'huile essentielle des rameaux de *Juniperus communis* étudiée est riche en hydrocarbures terpéniques (82,04 %). Elle a aussi une efficacité contre toutes les souches de bactéries, les espèces de moisissures testées. Nous avons noté aussi que, les champignons lignivores étaient très vulnérables à l'huile essentielle de cette espèce.

L'essence de l'espèce de genévrier commun a montré qu'elle est dotée d'une bonne activité antioxydante. Cet effet antimicrobien et aussi antioxydant laisse entrevoir des perspectives d'application dans les domaines de l'industrie alimentaire, cosmétique, pharmaceutique et celle de la préservation de bois. Les résultats de cette étude pourraient contribuer à la valorisation de cette plante aromatique et médicinale marocaine.

Cette étude peut être considérée aussi comme une source importante d'informations sur les propriétés chimique, antimicrobienne et antioxydante de l'huile essentielle de *Juniperus communis* du Maroc.

RÉFÉRENCES

- [1] ADAMS R.P., (1998), The leaf essential oils and chemotaxonomy of *Juniperus* sect *Juniperus*, Biochem. System. and Ecology, **26**, 637- 645.
- [2] ADAMS R.P., (2004), Junipers of the World: the Genus *Juniperus*, Trafford Publishing Co., Vancouver.
- [3] BENABID A., (2000), Flore et écosystèmes du Maroc. Évaluation et préservation de la biodiversité, Édition Ibis press, Paris, France, p. 236.
- [4] HMAMOUCHE M., (1999), Les plantes médicinales et aromatiques marocaines, Édition Ibis press, Paris, France, p. 110.

- [5] BELLAKHDAR J., (1997), Médecine arabe ancienne et savoir populaires, La pharmacopée traditionnelle Marocaine, Édition Ibis Press, Paris, France, p. 67.
- [6] AYLOTT R.I., (2003), Vodka, Gin and other flavoured spirits, A. G. H. Lea & J. R. Piggott Ed., Fermented beverage production, New York, Kluwer Academic/Plenum Publishers, p. 289.
- [7] CLUTTON D.M., (1972), History of Gin, Flavour Ind., p. 454.
- [8] KUMAR P., BHATT R.P., SINGH L., CHANDRA H.S., and PRASAD R., (2010), Identification of Phytochemical Content and Antibacterial Activity of *Juniperus Communis* Leaves, International Journal of Biotechnology and Biochemistry, **6**, 87-91.
- [9] VICHI S., RIN-AUMATELL M., MORA-PONS M., GUADAYOL J. M., BUXADERAS S., and LOPEZ-TAMAMES E., (2007), HS-SPME coupled to GC/MS for quality control of *Juniperus communis* L. berries used for gin aromatization, Food Chemistry, **105**, 1748-1754.
- [10] LEUNG A.Y., and FOSTER S., (1996), Encyclopedia of Common Natural Ingredients Used in Food, Drugs, and Cosmetics, 2nd ed., John Wiley & Sons, New York.
- [11] BLUMENTHAL M., GOLDBERG A., and BRINCKMAN J., (2000), Herbal Medicine; Expanded Commission E Monographs. Edition American Botanical Council, p. 178.
- [12] ZAMAN M.B. and KHAN M.S., (1970), Hundred Drug Plants of West Pakistan, Pakistan Forest Institute Peshawar, Pakistan.
- [13] BAQUAR S.R., (1989), Medicinal and Poisonous plants of Pakistan. Printas Karachi, Pakistan, p. 506.
- [14] BUTKIENE R., NIVINSKIENE O., and MOCKUTE D., (2007), Variety of the essential oils composition of wood, needles (leaves), unripe and ripe berries of *Juniperus communis* var. *communis* growing wild in Druskininkai district, CHEMIJA., **18**, 35-40.
- [15] DAMNJANOVIC B., SKALA D., BARAS J., and PETROVI-DJAKOV P., (2006), Isolation of essential oil and supercritical carbon dioxide extract of *Juniperus communis* L. fruits from Montenegro, Flavour and Fragr. Journal, **21**, 875-880.
- [16] MILOJEVIC S.Z., STOJANOVIC T.D., PALIC R., LAZIC M.L., and VELJKOVIC V.B., (2008), Kinetics of distillation of essential oil from comminuted ripe juniper (*Juniperus communis* L.) berries, Biochemical Engineering Journal, **39**, 547-553.
- [17] PEPELJNIAK S., KOSALEC I., KALOERA Z., and BLAEVIL N., (2005), Antimicrobial activity of juniper berry essential oil (*Juniperus communis* L., Cupressaceae), Acta Pharm. Journal, **55**, 417-422.
- [18] CLEVINGER J.F., (1928), Apparatus for the determination of volatile oil, J. Am. Pharm. Assoc., **17**, 341-346.
- [19] REMMAL A., T-ELARAKI A., BOUCHIKHI T., RHYYOUR K., and ETTAYEBI M., (1993), Improved method for the determination of microbial activity of essential oils in Agar Medium, J. Essent. Oil. Res., **5**, 179-184.

- [20] SATRANI B., FARAH A., FECHTAL M., TALBI M., BLAGHEN M., and CHAOUCH A., (2001), Composition chimique et activité antimicrobienne des huiles essentielles de *Satureja calamintha* et *Satureja alpina* du Maroc, Ann. Fals. Exp. Chim. Toxic., **956**, 241-250.
- [21] CHEN C.N., WENG M. S., WU C. L., and LIN J. K., (2004), Comparison of radical scavenging activity, cytotoxic effects and apoptosis induction in human melanoma cells by taiwanese propolis from different sources, Evid. Based Complement Alternat. Med. J., **1**, 175-185.
- [22] LEITAO G.G., LEITAO S.G., and VILAGAG W., (2002), Quick preparative separation of natural Naphthopyranones with antioxidant activity by high-speed counter-current chromatography. Z. Naturforsch. J., **57**, 1051-1055.
- [23] WANG S.Y., WU J.H., SHYUR L.F., KUO L.H., and CHANG S.T., (2002), Antioxidant activity of Abietane-Type Diterpenes from heartwood of *Taiwania cryptomerioides* Hayata, Holzforschung, p. 56.
- [24] EMAMI S.A., ASILI J., MOHAGHEGHI Z., and HASSANZADEH M.K., (2007), Antioxidant activity of leaves and fruits of Iranian Conifers, eCAM Journal, **11**, 1-7.
- [25] BARADAT Ph., MARPEAU A., and WALTER J., (1991), Terpene markers. In: Genetic Variation in European Populations of Forest Trees. G. Muller-Starck, and M. Ziehe (Eds), Sauer Lander's Verlag, Frankfurt-am-Main, p. 40.
- [26] GHAMNI M., SATRANI B., CHAOUCH A., AAFI A., EL ABID A., IISMAILI M.R., and FARAH A., (2007), Composition chimique et activité antimicrobienne de l'essence de térébenthine du pin maritime (*Pinus pinaster*) et du pin d'Alep (*Pinus halepensis*) du Maroc, Acta Bot. Gallica, **154**, 293-300.
- [27] MANSOURI N., SATRANI B., GHANMI M., EL GHADRAOUI L., AAFI A., and FARAH A., (2010), Valorisation des huiles essentielles de *Juniperus thurifera* et *Juniperus oxycedrus* du Maroc, Phytothérapie, **8**, 166-170.
- [28] GLISIC S., MILOJEVIC S.Z., DIMITRIJEVIC S.I., ORLOVIC A.M., and SKALA D.U., (2007), Antimicrobial activity of the essential oil and different fractions of *Juniperus communis* L. and a comparison with some commercial antibiotics, Journal Serb. Chem. Soc., **72**, 311-320.
- [29] ANGIIONI A., BARRA A., RUSSO M.T., CORONEO V., DESSI S., and CABRAS P., (2003), Chemical composition of the essential oils of *Juniperus* from ripe and unripe berries and leaves and their antimicrobial activity, Journal Agric. Food Chem., **51**, 3073-3078.
- [30] DAMNJANOVIC B.M., (2000), M. Sc. Thesis, Faculty of Technology and Metallurgy, Belgrade, (in Serbian).
- [31] LOIZZO M.R., TUNDIS R., CONFORTI F., SAAB A.M., STATTI G.A., and MENICHINI F., (2007), Comparative chemical composition, antioxidant and hypoglycaemic activities of *Juniperus oxycedrus* ssp. *oxycedrus* L. berry and wood oils from Lebanon, Food Chemistry, **105**, 572-578.

- [32] CHYSSAVGI G., VASSILIKI P., ATHANASIOS M., KIBOURIS T., and MICHAEL K., (2008), Essential oil composition of *Pistacia lentiscus* L. and *Myrtus communis* L.: Evaluation of antioxidant capacity of methanolic extracts, *Food Chemistry*, **107**, 1120-1130.
- [33] KELEN M. and TEPE B., (2008), Chemical composition, antioxidant and antimicrobial properties of the essential oils of three *Salvia* species from Turkish flora, *Bioresource Technology*, **99**, 4096-4104.
- [34] HUSSAIN A.I., ANWAR F., SHERAZI S.T.H., and PRZYBYLSKI R., (2008), Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities of basil (*Ocimum basilicum*) essential oils depends on seasonal variations, *Food Chemistry*, **108**, 986-995.
- [35] LALLI J.Y., VAN ZYL R.L., and VILJOEN A.M., (2008), In vitro biological activities of South African *Pelargonium* (Geraniaceae) species, *South African J. Botany*, **74**, 153-157.