

## ÉVALUATION DU POTENTIEL ANTIFONGIQUE DES HUILES ESSENTIELLES DE *MENTHA PULEGIUM* ET D'*EUCALYPTUS CAMALDULENSIS* DANS LA LUTTE BIOLOGIQUE CONTRE LES CHAMPIGNONS RESPONSABLES DE LA DÉTÉRIORATION DES POMMES EN CONSERVATION

Shama HMIRI<sup>1</sup>, Mohamed RAHOUTI<sup>1\*</sup>, Zakaria HABIB<sup>1</sup>, Badr SATRANI<sup>2</sup>,  
Mohamed GHANMI<sup>2</sup> et Mustapha EL AJJOURI<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de botanique, mycologie et environnement, Département de biologie, Faculté des sciences, Université Mohammed V - Rabat, 4 avenue Ibn Battouta, B.P. 1014 RP, MA-10040 Rabat, Maroc.

<sup>2</sup>Laboratoires de chimie des plantes aromatiques et médicinales et de microbiologie, Centre de recherche forestière, BP 763, Agdal, MA-10050 Rabat, Maroc.

### Résumé

Dans le but de rechercher des moyens de lutte biologique contre les champignons responsables de la pourriture des pommes en conservation, des tests de l'activité antifongique des huiles essentielles de *Mentha pulegium* et d'*Eucalyptus camaldulensis* ont été réalisés. Les huiles essentielles, obtenues par hydrodistillation, ont été analysées par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse. L'essence de *M. pulegium* est dominée par la pulégone (80,28 %), alors que celle d'*E. camaldulensis* possède le 1,8-cinéole (42,30 %) et l' $\alpha$ -pinène (28,30 %) comme composants majoritaires. Le pouvoir antifongique de ces huiles a été étudié vis-à-vis d'*Alternaria alternata* et de *Penicillium expansum* par la technique de micro-atmosphère. C'est l'huile essentielle de *M. pulegium* qui s'est révélée la plus active, en effet 10  $\mu$ l de son extrait ont été suffisants pour inhiber totalement la croissance mycélienne des deux moisissures ; alors qu'il a fallu 30  $\mu$ l d'huile essentielle d'*E. camaldulensis* pour obtenir le même effet sur les deux champignons. L'effet inhibiteur de ces huiles laisse entrevoir des perspectives d'application dans le domaine de la conservation de certaines denrées alimentaires (pommes, poires, etc.).

*Mots clés* : *Eucalyptus camaldulensis*, *Mentha pulegium*, huile essentielle, Activité antifongique, pourriture des pommes.

### Abstract

In order to explore ways of biocontrol against fungal rot of apples in storage, testing the antifungal activity of essential oils of *Mentha pulegium* and *Eucalyptus camaldulensis* have been made. The essential oils obtained by hydrodistillation were analyzed by gas chromatography-mass spectrometry. The essence of *M. pulegium* is dominated by pulegone (80.28 %), while that of *E. camaldulensis* has 1,8-cineole (42.30 %) and  $\alpha$ -pinene (28.30 %)

as major components. Antifungal activity of these oils has been studied against *Alternaria alternata* and *Penicillium expansum* by the technique of micro-atmosphere. It is the essential oil of *M. pulegium* which was the most active, 10 µl extract were sufficient to completely inhibit mycelial growth of both fungi, while it took 30 µl of essential oil of *E. camaldulensis* to get the same effect on both fungi. The inhibitory effect of these oils suggests prospects for application in the field of conservation of certain foods (apples, pears, etc.).

*Keywords* : *Eucalyptus camaldulensis*, *Mentha pulegium*, essential oil, antifungal activity, apple rot.

## 1. INTRODUCTION

Les vertus thérapeutiques des essences aromatiques sont connues depuis l'antiquité ; cependant l'intérêt accordé à l'étude scientifique du pouvoir des plantes aromatiques et médicinales n'a augmenté que durant ces dernières années dans le but de rechercher des alternatives aux substances chimiques qui présentent des risques pour la santé humaine et pour l'environnement [1].

Plusieurs travaux ont mis en évidence les différentes activités biologiques des plantes aromatiques et médicinales, en particulier leurs pouvoirs antifongique [2, 3, 4], antibactérien [5, 6], antioxydant [7] et insecticide [8, 9, 10]. Ainsi par ces propriétés, les huiles essentielles pourraient donc servir d'agent de conservation des denrées alimentaires. Dans ce contexte de nombreuses études ont montré que les extraits de certaines plantes aromatiques ont une action inhibitrice sur la croissance et la toxinogénèse de plusieurs bactéries et champignons responsables d'infections alimentaires [11, 12, 13, 14].

*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. et *Mentha pulegium* L. sont des plantes aromatiques et médicinales très utilisées en médecine traditionnelle ; leur pouvoir antimicrobien a été démontré par plusieurs travaux [15, 16, 17, 18]. L'eucalyptus des Camaldules, plante endémique d'Australie, est une espèce très répandue à travers le monde suite à son utilisation dans les reboisements [19]. Au Maroc, il est planté en grande partie dans la zone Nord-Ouest du pays; son bois est destiné surtout à la fabrication de la pâte à papier. L'huile essentielle d'*E. camaldulensis* est très connue par sa propriété de soulagement des rhumes et de la grippe [20, 21]. La menthe pouliot, originaire d'Europe et d'Asie Mineure, se rencontre partout au Maroc dans les endroits humides [22] ; elle est très utilisée pour soigner les rhumes, les maux de gorge, la toux, les bronchites, les infections pulmonaires et les refroidissements de toutes sortes ; elle est aussi un excellent digestif [20, 21]. La production nationale d'huile essentielle de cette plante peut être estimée à 20 tonnes par an [21].

La composition chimique ainsi que l'activité antimicrobienne des huiles essentielles d'*E. camaldulensis* et de *M. pulegium* ont été décrites par plusieurs chercheurs [17, 23, 24, 25, 26]. Cependant l'activité antifongique de ces deux huiles essentielles contre les champignons responsables de la pourriture des pommes n'a pas été étudiée auparavant. Alors, l'objectif du présent travail est de tester, *in vitro*, l'activité antifongique des huiles essentielles de *M. pulegium* et d'*E. camaldulensis* à l'égard d'*Alternaria alternata* et de *Penicillium expansum*, dans le but de rechercher des substances naturelles actives pour une éventuelle lutte biologique contre la détérioration des pommes en conservation.

## **2. MATERIEL ET METHODES**

### **2.1. Matériel**

#### 2.1.1. Matériel végétal

La récolte des échantillons d'*E. camaldulensis* Dehnh. et de *M. pulegium* L. a été effectuée en mai 2008 au Nord du Maroc, respectivement, à Sidi Yahia (Maamora) et Asilah. Les huiles essentielles ont été obtenues par hydrodistillation pendant 1h30 dans un appareil de type Clevenger. Le matériel végétal distillé correspond aux feuilles sèches d'*E. camaldulensis* et aux parties aériennes séchées de *M. pulegium*. Les huiles obtenues ont été déshydratées à l'aide du sulfate de sodium anhydre et stockées à 4 °C à l'obscurité.

#### 2.1.2. Matériel fongique

Les deux espèces fongiques testées dans cette étude sont *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler (1912) et *Penicillium expansum* Link ex Gray (1821). Ces moisissures proviennent de la mycothèque du laboratoire de botanique de la Faculté des sciences de Rabat, Maroc. Elles ont été isolées à partir de pommes détériorées et ont été identifiées en se basant sur leurs caractères morphologiques et microscopiques [27, 28]. Elles sont régulièrement entretenues par repiquage sur un milieu gélosé à base d'extrait de malt.

### **2.2. Méthodes**

#### 2.2.1. Analyse des huiles essentielles

Les analyses chromatographiques ont été effectuées sur un chromatographe en phase gazeuse de type Hewlett Packard (série HP 6890), équipé d'une colonne capillaire HP-5 (30 m x 0,25 mm x 0,25 µm épaisseur de film), d'un détecteur FID réglé à 250 °C et alimenté par un mélange de gaz H<sub>2</sub>/air. Le mode d'injection est split, le gaz vecteur utilisé est l'azote avec

un débit de 1,7 ml/min. La température de la colonne est programmée à raison d'une montée de 4 °C/min de 50 à 200 °C pendant 5 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 couplée à la spectrométrie de masse (CG-SM).

La CG-SM a été réalisée sur un chromatographe Hewlett Packard (HP 6890) couplé à un spectromètre de masse (série HP 5973). La fragmentation est effectuée par impact électronique à 70 eV. La colonne utilisée est une capillaire de type HP-5SM (30 m x 0,25 mm x 0,25 µm). La température de la colonne est programmée à raison d'une montée de 4 °C/min de 50 à 200 °C pendant 5 min. Le gaz vecteur utilisé est l'hélium dont le débit est fixé à 1,7 ml/min. Le mode d'injection est split. L'appareil est géré par un système informatique muni d'une bibliothèque de spectre de masse NIST 98.

#### 2.2.2. Test biologique

Le pouvoir antifongique des huiles essentielles a été évalué par la méthode de micro-atmosphère [29, 30]. Dans cette technique, une boîte de Petri (90 mm) contenant 25 ml de milieu gélosé à l'extrait de malt (MEA à 2 %) est d'abordensemencée par un fragment de 10 mm de diamètre prélevé à la périphérie d'une culture fongique dans le milieu MEA âgée de sept jours ; ensuite un disque de papier Wattman imbibé d'une quantité d'huile essentielle pure (2,5 ; 5 ; 10 ; 20 ; 30µl) est déposé au centre du couvercle de la boîte de Petri. La culture est ensuite incubée à l'obscurité, couvercle en bas, pendant sept jours à 25 °C. Chaque essai est répété trois fois. Un témoin, dépourvu d'huile essentielle, est préparé dans les mêmes conditions avec un disque de papier imprégné d'eau distillée.

### 3. RESULTATS ET DISCUSSION

#### 3.1. Rendement et composition chimique

Les rendements moyens en huiles essentielles ont été exprimés en millilitre par rapport à 100 g de matière végétale sèche. Ces taux sont de 1,40 % pour l'eucalyptus des camaldules et 3,30 % pour la menthe pouliot.

Les analyses chromatographiques des huiles essentielles ont permis d'identifier trente et un composés qui présentent environ 96,47 % pour l'*E. camaldulensis* contre dix sept composés (97,06 %) pour *M. pulegium* (Tableau 1).

**Tableau 1 :** Composition chimique des huiles essentielles  
d'*E. camaldulensis* et de *M. pulegium*.

IK	Constituants	<i>E. camaldulensis</i> (%)	<i>M. pulegium</i> (%)
930	$\alpha$ -thujène	1,00	-
939	$\alpha$ -pinène	<b>28,30</b>	0,37
952	cyclohexanone-3-méthyl	-	0,24
980	$\beta$ -pinène	1,00	0,35
993	myrcène	0,30	0,15
994	octanol-3	-	0,92
1001	$\delta$ -2-carène	-	0,08
1006	$\alpha$ -phellandrène	0,95	-
1026	<i>p</i> -cymène	<b>6,50</b>	-
1031	limonène	-	1,81
1033	1,8-cinéole	<b>42,30</b>	-
1062	$\gamma$ -terpinène	<b>7,30</b>	-
1072	<i>p</i> -mentha-3,8-diène	-	1,32
1099	linalol	0,22	-
1113	fenchol	0,20	-
1139	<i>trans</i> -pinocarvéol	1,50	-
1146	isopulégol	0,14	-
1154	menthone	-	0,65
1163	pinocarvone	1,10	-
1173	menthol	-	1,15
1178	terpinen-4-ol	1,40	-
1189	$\alpha$ -terpinéol	0,65	-
1194	dihydrocarvone	-	2,54
1205	verbénone	0,13	-
1218	<i>trans</i> -carvéol	0,08	-
1238	R(+)-pulégone	-	<b>80,28</b>
1240	cuminaldéhyde	0,10	-
1243	carvone	0,30	-
1245	eucarvone	-	3,8
1253	pipéritone	0,33	1,22
1256	géraniol	traces	-
1258	acétate de linalyl	0,08	-
1290	thymol	0,30	-
1419	$\beta$ -caryophyllène	0,30	0,96
1440	aromadendrène	0,90	-
1462	allo-aromadendrène	0,20	-
1493	viriflorène	0,03	-
1534	<i>cis</i> -nérolidol	0,20	-
1576	spathuléol	0,50	-
1582	globulol	traces	-
1630	<i>g</i> -eudesmol	0,16	0,54
1949	$\alpha$ -eudesmol	-	0,68
	<b>Total</b>	<b>96,47</b>	<b>97,06</b>

IK : indices de Kováts ; - : absence.

Les constituants majoritaires de l'huile essentielle d'*E. camaldulensis* sont le 1,8-cinéole (42,30 %), l' $\alpha$ -pinène (28,30 %), suivi de  $\gamma$ -terpinène (7,30 %) et de *p*-cymène (6,50 %). Cette composition est relativement comparable à celle de l'huile essentielle d'*E. camaldulensis* de Sidi Amira (Maroc), qui est plus riche en 1,8-cinéole (50,69 %) et *p*-cymène (11,24 %) et moins riche en  $\alpha$ -pinène (11,23 %) et  $\gamma$ -terpinène (1 %) [31]. L'huile essentielle d'*E. camaldulensis* du Cameroun est également plus riche en 1,8-cinéole (54,29 %), *p*-cymène (14,59 %),  $\gamma$ -terpinène (14,80 %) et pauvre en  $\alpha$ -pinène (12,13 %) [32]. Les huiles essentielles d'*E. camaldulensis* de Taïwan présentent deux chémotypes : le premier est caractérisé par la prédominance du 1,8-cinéole (29,6 %) [33], alors que le second est marqué par la co-dominance de l' $\alpha$ -pinène (22,52 %), de *p*-cymène (21,69 %) et d' $\alpha$ -phellandrène (20,08 %) [10]. Cependant en Espagne, l'huile essentielle étudiée par l'équipe de Verdeguer [25] a une composition totalement différente de celle de notre huile essentielle ; elle présente un chémotype dominé par le spathuléol (41,46 %), le *p*-cymène (21,92 %) et la cryptone (7,76 %), alors que la teneur du 1,8-cinéole est faible (1,92 %). De même en Chypre, l'étude de la composition chimique des huiles d'*E. camaldulensis* a montré une dominance d'éthanone (25,36 %) et du 1,8-cinéole (13,73 %) [26].

L'huile essentielle de *M. pulegium* est caractérisée par la présence de la pulégone comme principal constituant avec une teneur de 80,28 %. Ces résultats sont similaires à majorité des travaux déjà effectués au Maroc [23, 34, 35]. De même, les travaux entrepris en Tunisie par Snoussi *et al.* [18] et Hajlaoui *et al.* [36] ont montré que la pulégone est le composé majoritaire de *M. pulegium*, avec des concentrations respectivement de 44,27 % et 61,11 %. Alors que les travaux de Mahboubi *et al.* [17] en Iran ainsi que ceux de Derwich *et al.* [37] au Maroc, ont mis en évidence un autre chémotype dont les composés majoritaires sont la piperitone et le piperitenone, avec de faibles teneurs en pulégone. En plus de la pulégone (43,3 à 87,3 %), Beghidji *et al.* [38] ont trouvé dans différentes provenances d'Algérie, un chémotype de *M. pulegium* caractérisé par sa richesse en monoterpènes ( $\alpha$  et  $\beta$ -pinènes, camphène, sabinène,  $\alpha$ -terpinène et myrcène).

### 3.2. Activité antifongique des huiles essentielles

Le pouvoir antifongique des huiles essentielles d'*E. camaldulensis* et de *M. pulegium* a été étudié vis-à-vis de deux champignons causant la pourriture des pommes (Tableau 2). L'huile essentielle de *M. pulegium* est plus active que celle d'*E. camaldulensis*, elle a provoqué une inhibition de la croissance d'*A. alternata* et de *P. expansum* à partir de 10  $\mu$ l,

**Tableau 2 :** Activité antifongique des huiles essentielles d'*E. camaldulensis* et de *M. pulegium* à l'encontre d'*A. alternata* et *P. expansum*.

Volume (µl)	<i>E. camaldulensis</i>		<i>M. pulegium</i>	
	<i>A. alternata</i>	<i>P. expansum</i>	<i>A. alternata</i>	<i>P. expansum</i>
2,5	+	+	+	+
5	+	+	+	+
10	+	+	-	-
20	+	+	-	-
30	-	-	-	-

- : inhibition ; + : croissance.

alors qu'en présence de l'huile essentielle d'eucalyptus, les deux champignons ont résisté jusqu'à un volume de 30 µl. Cette différence du pouvoir antifongique des huiles essentielles des deux plantes peut être attribuée à leurs compositions chimiques ; en effet, la menthe est dominée par la pulégone qui est une cétone alors que l'eucalyptus est constitué principalement du 1,8-cinéole qui est un oxyde terpénique. Des travaux antérieurs [39, 40] ont montré que les cétones sont plus actives contre les agents microbiens que les oxydes terpéniques.

Nos résultats corroborent d'autres travaux sur le pouvoir antifongique des huiles essentielles de la menthe pouliot et de l'eucalyptus. En effet l'équipe de Lahlou [41] a montré que l'huile essentielle de *M. pulegium* inhibe la croissance d'un *Penicillium* sp. à un volume de 20 µl. Ouraini *et al.* [23, 35] ont obtenu une inhibition totale de la croissance des dermatophytes à partir d'une concentration de 2 µg/ml de l'huile essentielle de *M. pulegium*.

Par ailleurs, *Botrytis cinerea*, un autre champignon responsable de la pourriture des pommes, ainsi que d'autres espèces fongiques (*Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Fusarium culmorum*, *Fusarium oxysporum* et *Trichoderma* sp.) sont tous sensibles à l'activité antifongique de l'huile essentielle de la menthe pouliot [24, 34].

Su *et al.* [33] et Somda *et al.* [42] ont mis en évidence le pouvoir antifongique des huiles essentielles d'*E. camaldulensis* de Taiwan vis-à-vis de dix espèces fongiques. Cependant, l'huile essentielle d'*Eucalyptus* sp. de Chine a été inactive vis-à-vis d'*A. alternata* ; cette inactivité peut être attribuée à la composition chimique de cette huile [43]. L'activité antifongique des huiles essentielles d'*E. camaldulensis* riches en 1,8-cinéole serait due au moins partiellement à l'action de ce monoterpène ; les mécanismes d'action des monoterpènes sur l'inhibition de la croissance des cellules fongique et végétale restent encore obscurs malgré les nombreux travaux sur les effets inhibiteurs des monoterpènes sur les

plantes. Cependant, de tous les effets possibles des monoterpènes sur les membranes biologiques, les effets délétères sur les membranes mitochondriales devraient provoquer une inhibition du métabolisme énergétique mitochondrial, ce qui entraîne des perturbations dans un large éventail des processus physiologiques et biochimiques dans la cellule [44].

Les travaux de Chebli *et al.* [34] et de Vilela *et al.* [45] ont montré que la pulégone et le 1,8-cinéole purs provoquent une inhibition de la croissance mycélienne, mais à des concentrations plus élevées que les huiles essentielles dans leur totalité ; ainsi l'activité de l'huile essentielle est le résultat de ses composés majoritaires et aussi de l'effet synergique des composés minoritaires [23, 34].

#### **4. CONCLUSION**

L'apparition de souches fongiques résistantes aux traitements chimiques à base de fongicides synthétiques durant la période de conservation des pommes pousse à la recherche d'alternatives plus efficaces et plus sûres. Dans ce cadre, ce travail a été consacré à l'étude de la composition chimique et de l'activité antifongique de deux huiles essentielles sur la croissance mycélienne de deux champignons responsables de la détérioration des pommes en conservation.

L'analyse qualitative et quantitative des huiles essentielles d'*E. camaldulensis* et de *M. pulegium* a permis d'identifier respectivement trente et un et dix-sept constituants. Le 1,8-cinéole (42,30 %) est le composé majoritaire de l'eucalyptus des Camaldules alors que la menthe pouliot est dominée par la pulégone (80,28 %).

La détermination *in vitro* du pouvoir antifongique des huiles essentielles a été réalisée par la méthode de micro-atmosphère. Les deux extraits végétaux ont totalement inhibé la croissance d'*A. alternata* et de *P. expansum*. Cette activité antifongique est due essentiellement à la composition chimique des huiles essentielles. Ces résultats méritent d'être approfondis par des tests *in vivo* afin de développer un moyen de lutte biologique à base de substances naturelles contre les champignons causant la pourriture des pommes.

#### **RÉFÉRENCES**

- [1] ZHANG C.Q., LIU Y.H., and ZHU G.N., (2010), Detection and characterization of benzimidazole resistance of *Botrytis cinerea* in greenhouse vegetables, *Eur. J. plant Pathol.*, **126** (4), 509-515.

- [2] MOLEYAR V. and NARASIMHAM P., (1986), Antifungal activity of some essential oil components, *Food Microbiology*, **3**, 331-336.
- [3] SOLIMAN K.M. and BADEAA R.I., (2002), Effect of oil extracted from some medicinal plants on different mycotoxigenic fungi, *Food Chem. Toxicol.*, **40**, 1669-1675.
- [4] JAZET DONGMO P.M., TATSADJIEU L.N., TCHINDA SONWA E., KUATE J., AMVAM ZOLLO P.H., and MENUT C., (2009), Essential oils of *Citrus aurantifolia* from Cameroon and their antifungal activity against *Phaeoramularia angolensis*, *African Journal of Agricultural Research*, **4**(4), 354-358.
- [5] BOURKHISS M., HNACH M., BOURKHISS B., OUHSSINE M. et CHAOUCH A., (2007), Composition chimique et propriétés antimicrobiennes de l'huile essentielle extraite des feuilles de *Tetraclinis articulata* (Vahl) du Maroc, *Afrique Science*, **3** (2), 232-242.
- [6] MAGINA M.D.A., DALMARCO E.M., WISNIEWSKI A., SIMIONATTO E.L., DALMARCO J. B., PIZZOLATTI M. G., and BRIGHENTE I. M. C., (2009), Chemical composition and antibacterial activity of essential oils of *Eugenia* species, *J. Nat. Med.*, **63**, 345-350.
- [7] BOUZOUTA N., KACHOURI F., BEN HALIMA M. et CHAABOUNI M.M., (2008), Composition chimique et activités antioxydante, antimicrobienne et insecticide de l'huile essentielle de *Juniperus phoenicea*, *J. Soc. Chim. Tunis.*, **10**, 119-125.
- [8] ERLER F., ULUG I., and YALCINKAYA B., (2006), Repellent activity of five essential oils against *Culex pipiens*, *Fitoterapia*, **77**, 491-494.
- [9] TANG G.W., YANG C.J., and XIE L.D., (2007), Extraction of *Trigonella foenum-gracum* L. by supercritical fluid CO<sub>2</sub> and its contact toxicity to *Rhyzopertha dominica* (Fabricius) (Coleoptera: Bostrichidae), *J. Pest. Sci.*, **80**, 151-157.
- [10] CHENG S., HUANG C., CHEN Y., YU J., CHEN W., and CHANG S., (2009), Chemical compositions and larvicidal activities of leaf essential oils from two eucalyptus species, *Bioresour. Technol.*, **100**, 452-456.
- [11] BHASKARA REDDY M.V., ANGERS P., GOSSELIN A., and ARUL J., (1997), Characterization and use of essential oil from *Thymus vulgaris* against *Botrytis cinerea* and *Rhizopus stolonifer* in strawberry fruits. *Phytochemistry*, **47** (8), 1515-1520.

- [12] NIELSEN P.V. and RIOS R., (2000), Inhibition of fungal growth on bread by volatile components from spices and herbs and the possible application in active packaging, with special emphasis on mustard essential oil, *Int. J. Food. Microbiol.*, **60**, 219-229.
- [13] TZORTZAKIS N. G., (2006), Maintaining postharvest quality of fresh produce with volatile compounds, *Innovative Food Sci. Emerg. Technol.*, **8**, 111-116.
- [14] AMARTI F., SATRANI B., GHANMI M., FARAH A., AAFI A., AARAB L., EL AJJOURI M. et CHAOUCH A., (2010), Composition chimique et activité antimicrobienne des huiles essentielles de *Thymus algeriensis* Boiss. and Reut et *Thymus ciliatus* (Desf) Benth. du Maroc, *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, **14** (1), 141-148.
- [15] BACHIR RAHO G. and BENALI M., (2008), Antibacterial activity of leaf essential oils of *Eucalyptus globulus* and *Eucalyptus camaldulensis*, *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, **2**(10), 211-215.
- [16] BATISH D.R., SINGH H.P., KOHLI R.K., and KAUR S., (2008), Eucalyptus essential oil as a natural pesticide, *Forest Ecology and Management*, **256**, 2166-2174.
- [17] MAHBOUBI M. and HAGHI G., (2008), Antimicrobial activity and chemical composition of *Mentha pulegium* L. essential oil, *J. Ethnopharmacol.*, **119**, 325-327.
- [18] SNOUSSI M., HAJLAOUI H., NOUMI E., USAI D., SECHI L.A., ZANETTI S., and BAKHROUF A., (2008), *In vitro* anti-*vibrio* spp. activity and chemical composition of some Tunisian plants, *World J. Microbiol. Biotechnol.* **24**, 3071-3076.
- [19] THIOMBIANO L., (1984), Première approche de l'influence du reboisement en *Eucalyptus camadulensis* sur des sols de Gonse. Thèse de Doctorat : Université de Droit, d'Économie et des Sciences, Marseille - Faculté des Sciences et Technologie S<sup>t</sup> Jerome (France).
- [20] BELLAKHDAR J., (1997), La pharmacopée marocaine traditionnelle. Paris, Édition Ibis press.
- [21] HMAMOUCHE M., (2001), Les plantes médicinales et aromatiques marocaines. 2<sup>ème</sup> Édition. Rabat.
- [22] Anonyme, (2001), Encyclopédie des plantes médicinales. Paris, Éditions Larousse.
- [23] OURAINI D., AGOUMI A., ISMAILI-ALAOUÏ M., ALAOUÏ K., CHERRAH Y., ALAOUÏ M.A. et BELABBAS M.A., (2007), Activité antifongique de l'acide oléique et des huiles

essentielles de *Thymus saturejoides* L. et *Mentha pulegium* L., comparée aux antifongiques dans les dermatoses mycosiques, *Phytothérapie*, **1**, 6-14.

- [24] HAJLAOUI H., TRABELSI N., NOUMI E., SNOUSSI M., FALLAH H., KSOURI R., and BAKHROUF A., (2009), Biological activities of the essential oils and methanol extract of two cultivated mint species (*Mentha longifolia* and *Mentha pulegium*) used in the Tunisian folkloric medicine, *World J. Microbiol. Biotechnol.*, **25**, 2227-2238.
- [25] VERDEGUER M., BLAZQUEZ M. A., and BOIRA H., (2009), Phytotoxic effects of *Lantana camara*, *Eucalyptus camaldulensis* and *Eriosephalus africanus* essential oils in weeds of Mediterranean summer crops, *Biochem. Syst. Ecol.*, **37**, 362-369.
- [26] AKIN M., AKTUMSEK A., and NOSTRO A., (2010), Antibacterial activity and composition of the essential oils of *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. and *Myrtus communis* L. growing in Northern Cyprus, *African Journal of Biotechnology*, **9** (4), 531-535.
- [27] DE HOOG G.S. and GUARRO J., (1995), Atlas of Clinical Fungi. Barcelona : Ed. CBS.
- [28] SAMSON R.A., HOEKSTRA E.S., and FRISVAD J.C., (2004), Introduction to Food and Airborne Fungi. 7th Edn. Utrecht : Centraalbureau voor Schimmelcultures.
- [29] SUHR K.I. and NIELSEN P.V., (2003), Antifungal activity of essential oils evaluated by two different application techniques against rye bread spoilage fungi, *J. Appl. Microbiol.*, **93**, 665-674.
- [30] BOURJILAT F., MOUNCHID K., DERSI N., ABOUSSAOUIRA T., RACHIDAI A., TANTAOU-ELARAKI A., and ALAOUI-ISMAILI M., (2004), The susceptibility study of resistant *Escherichia coli* to *Rosmarinus officinalis* and *Eucalyptus globulus* essential oils, *Congrès international de Biochimie, Marrakech, Maroc*, 3-6 Mai, 267-269.
- [31] FARAH A., FECHTAL M. et CHAOUCH A., (2002), Effet de l'hybridation interspécifique sur la teneur et la composition chimique des huiles essentielles d'eucalyptus cultivés au Maroc, *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, **6**(3), 163-169.
- [32] DONGMO P. M. J., NGOUNE L.T., DONGMO B. N., KUATE J., ZOLLO P. H. A., and MENUT C., (2008), Antifungal potential of *Eucalyptus saligna* and *Eucalyptus camaldulensis* essential oils from Cameroon against *Phaeoramularia angolensis*, *European Journal of Scientific Research*, **24**(3), 348-357.

- [33] SU Y., HO C., WANG E. I., and CHANG S., (2006), Antifungal activities and chemical compositions of essential oils from leaves of four Eucalyptus, *Taiwan J. For. Sci.*, **21**(1), 49-61.
- [34] CHEBLI B., ACHOURI M., IDRISSE HASSANI L.M., and HMAMOUCHE M., (2003), Chemical composition and antifungal activity of essential oils of seven Moroccan Labiatae against *Botrytis cinerea* Pers: Fr, *J. Ethnopharmacol.*, **89**, 165-169.
- [35] OURAINI D., AGOUMI A., ISMAILI-ALAOUI M., ALAOUI K., CHERRAH Y., AMRANI M. et ALAOUI BELABBAS M., (2005), Étude de l'activité des huiles essentielles de plantes aromatiques à propriétés antifongiques sur les différentes étapes du développement des dermatophytes, *Phytothérapie*, **4**, 147-157.
- [36] HAJLAOUI H., TRABELSI N., NOUMI E., SNOUSSI M., FALLAH H., KSOURI R., and BAKHROUF A., (2009), Biological activities of the essential oils and methanol extract of two cultivated mint species (*Mentha longifolia* and *Mentha pulegium*) used in the Tunisian folkloric medicine, *World J. Microbiol. Biotechnol.*, **25**, 2227-2238.
- [37] DERWICH E., BENZIANE Z., and BOUKIR A., (2010), GC/MS analysis and antibacterial activity of the essential oil of *Mentha pulegium* Grown in Morocco, *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, **6**(3), 191-198.
- [38] BEGHIDJI N., BOUSLIMANI N., BENAYACHE F., BENAYACHE S., and CHALCHAT J.C., (2007), Composition of the oils from *Mentha pulegium* grown in different areas of the East of Algeria, *Chem. Nat. Compd.*, **43** (4), 481-483.
- [39] EL ARCH M., SATRANI B., FARAH A., BENNANI L., BORIKY D., FECHTAL M., BLAGHEN M et TALBI M., (2003), Composition chimique et activité antimicrobienne et insecticide de l'huile essentielle de *Mentha rotundifolia* du Maroc, *Acta Bot. Gallica*, **150** (3), 267-274.
- [40] SATRANI B., (2010), Valorisation des plantes aromatiques et médicinales du Maroc. Éditions Universitaires Européennes, ISBN : 978-613-1-51855-3, 153P.
- [41] LAHLOU N., MOUNCHID K., ABOUSSAOUIRA T., HABTI N., BELGHAZI L., FELLAT-ZARROUK K., TANTAOU-ELARAKI A., RACHIDAI A. et ISMAILI-ALAOUI M.M., (2005), Étude de la cytotoxicité de l'huile essentielle de *Mentha pulegium* : essais biologiques variés, *Les cahiers de la recherche*, **A** (6), 7-16.

- [42] SOMDA I., LETH V., and SÉRÉMÉ P., (2007), Antifungal effect of *Cymbopogon citratus*, *Eucalyptus camaldulensis* and *Azadirachta indica* oil extracts on sorghum seed-borne fungi, *Asian Journal of Plant Sciences*, **6** (8), 1182-1189.
- [43] FENG W. and ZHENG X., (2007), Essential oils to control *Alternaria alternata* *in vitro* and *in vivo*, *Food control*, **18**, 1126-1130.
- [44] YOSHIMURA H., SAWAI Y., TAMOTSU S., and SAKAI A., (2010), 1,8-cineole inhibits both proliferation and elongation of BY-2 cultured tobacco cells, *J Chem Ecol.*, 1-9.
- [45] VILELA G. R., ALMEIDA G. S., REGITANO D'ARCE M. A. B., MORAES M. H.D., BRITO J. O., DA SILVA M. F. G.F., SILVA S.C., PIEDADE S.M.S., CALORI-DOMINGUES M. A., and GLORIA E. M., (2009), Activity of essential oil and its major compound, 1,8-cineole, from *Eucalyptus globulus* Labill., against the storage fungi *Aspergillus flavus* Link and *Aspergillus parasiticus* Speare, *J. Stored Prod. Res.*, **45**, 108-111.