

Composition chimique et activité antimicrobienne des huiles essentielles de *Thymus algeriensis* Boiss. & Reut. et *Thymus ciliatus* (Desf.) Benth. du Maroc

Fatiha Amarti ^(1,2), Badr Satrani ⁽¹⁾, Mohamed Ghanmi ⁽¹⁾, Abdellah Farah ⁽³⁾, Abderrahman Aafi ⁽¹⁾, Lotfi Aarab ⁽⁴⁾, Mustapha El Ajjouri ^(1,2), Abdelaziz Chaouch ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Centre de Recherche forestière. BP 763. Agdal. MA-10050 Rabat (Maroc). E-mail : badrsat@yahoo.fr

⁽²⁾ Université Ibn Tofail. Faculté des Sciences. Département de Chimie. Laboratoire de Chimie appliquée et de Contrôle de la Qualité. BP 133. MA-Kénitra (Maroc).

⁽³⁾ Institut national des Plantes médicinales et aromatiques. BP 7048. MA-30007 Fès-Ezohour (Maroc).

⁽⁴⁾ Université Sidi Mohamed Ben Abdellah. Faculté des Sciences et Techniques. Laboratoire des Molécules bioactives. BP 2202. MA-Fès (Maroc).

Reçu le 28 avril 2009, accepté le 23 septembre 2009.

Ce travail vise l'étude de la composition chimique et de l'activité antibactérienne et antifongique des huiles essentielles de *Thymus algeriensis* Boiss. & Reut. et *Thymus ciliatus* (Desf.) Benth. du Maroc vis-à-vis de sept microorganismes. Les huiles essentielles de *T. ciliatus* sont caractérisées par la présence de thymol (44,2 %), β -E-ocimène (25,8 %) et α -terpinène (12,3 %) comme principaux constituants chimiques. Les huiles essentielles de *T. algeriensis* sont formées en majorité par le camphre (27,7 %) et l' α -pinène (20,5 %). L'huile essentielle de *T. ciliatus* a montré une forte activité antibactérienne et antifongique. Cette bioactivité est due principalement à la richesse de cette essence en thymol connu pour son efficacité contre les agents microbiens.

Mots-clés. Huile essentielle, *Thymus algeriensis*, *Thymus ciliatus*, activité antimicrobienne, composition chimique.

Chemical composition and antimicrobial activity of the *Thymus algeriensis* Boiss. & Reut. and *Thymus ciliatus* (Desf.) Benth. essential oils of Morocco. The aim of this work is to study the chemical composition and antibacterial and antifungal activity of essential oils of *Thymus algeriensis* Boiss. & Reut. and *Thymus ciliatus* (Desf.) Benth. of Morocco against seven microorganisms. The essential oils of *T. ciliatus* are characterized by the presence of thymol (44.2%), β -E-ocimene (25.8%) and α -terpinene (12.3%) as principal chemical components. The essential oils of *T. algeriensis* are formed mainly by camphor (27.7%) and α -pinene (20.5%). The oil of *T. ciliatus* showed a strong antibacterial and antifungal activity against all tested bacteria and fungi. This bioactivity is due mainly to the richness of this essential oil in thymol known for its effectiveness against the microbial agents.

Keywords. Essential oils, *Thymus algeriensis*, *Thymus ciliatus*, antimicrobial activity, chemical composition.

1. INTRODUCTION

Les huiles essentielles des plantes ont trouvé leur place en aromathérapie, en pharmacie, en parfumerie, en cosmétique et dans la conservation des aliments. Leur utilisation est liée à leurs larges spectres d'activités biologiques reconnues (Paster et al., 1990 ; Caccioni et al., 1994 ; Cowan, 1999 ; Nielsen et al., 2000 ; Lamiri et al., 2001 ; Cimanga et al., 2002).

Les huiles essentielles de thym sont largement utilisées comme agents antiseptiques dans plusieurs domaines pharmaceutiques et comme aromatisants

pour de nombreux types de produits alimentaires (Papageorgio, 1980). Le genre *Thymus* englobe de nombreuses espèces et variétés et la composition chimique de leurs huiles essentielles a été étudiée depuis longtemps (Papageorgio, 1980 ; Baser et al., 1992 ; 1998 ; Vila et al., 1995 ; Guillen et al., 1998 ; Lozeine et al., 1998 ; Saez, 1998 ; Tumen et al., 1998). Les huiles essentielles de plusieurs espèces de thym ont déjà prouvé leurs propriétés antibactériennes et antifongiques (Pellecuer et al., 1980 ; Benjilali et al., 1987a ; 1987b ; Agnihotri et al., 1996). Au Maroc, le genre *Thymus* (Lamiaceae) est représenté par

21 espèces dont 12 sont endémiques (Benabid, 2000), la région méditerranéenne étant le centre de ce genre (Stahl-Biskup et al., 2002).

Thymus ciliatus (Desf.) Benth. est un arbrisseau de petite taille, mais pouvant former des touffes bien étalées sur le sol ; les feuilles florales sont différentes des feuilles caulinaires, en général fortement dilatées à leur portion inférieure. Rencontrée dans les broussailles, matorrals, sur substrats calcaires et siliceux et sur sols rocailloux et bien drainés, la plante se répartit sur tout le Maroc non saharien (Benabid, 2000). *Thymus algeriensis* Boiss. & Reut. est une espèce endémique de l'Afrique du Nord. Au Maroc, elle est rencontrée dans le Moyen Atlas, le Haut Atlas, l'Anti Atlas occidental, le Rif et l'Oriental (Forêt de Béni Snassen). C'est une plante vivace à entre-nœuds longs de 4 à 7 mm naissant en touffe de la souche courte et ligneuse (Benabid, 2000).

Au Maroc, peu de travaux ont été consacrés à l'étude du profil chimique des huiles essentielles de ces deux thyms. En plus, à notre connaissance, l'activité antibactérienne et antifongique des huiles essentielles de *T. ciliatus* et *T. algeriensis* du Maroc n'a fait l'objet d'aucune étude auparavant.

L'objectif de ce travail est la caractérisation de la composition chimique des huiles essentielles de *T. algeriensis* et *T. ciliatus* et l'étude de l'activité antimicrobienne des huiles essentielles de ces deux espèces vis-à-vis de quatre souches bactériennes et trois espèces fongiques.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1. Matériel végétal

Les échantillons de la partie aérienne (tiges, feuilles et fleurs) de *T. algeriensis* ont été récoltés au mois d'avril (2008) à Rchida, région de l'Oriental (Est du Maroc). Ceux de *T. ciliatus* ont été collectés au mois de mai (2008) dans la région d'Azrou, Moyen Atlas du Maroc.

2.2. Microorganismes étudiés

Quatre bactéries (*Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Micrococcus luteus* et *Staphylococcus aureus*) et trois champignons (*Aspergillus niger*, *Penicillium expansum* et *Penicillium digitatum*) ont été choisis pour leur fréquence élevée à contaminer les denrées alimentaires et pour leur pathogénicité.

Les souches bactériennes sont des lots de l'ATCC (*American Type Culture Collection*). Elles sont entretenues par repiquage sur milieu nutritif gélosé favorable à leur croissance pendant 24 h à l'obscurité à 37 °C. Les trois moisissures appartiennent à la collection

de la mycothèque du Laboratoire de Mycologie du Centre de Recherche forestière. Elles sont cultivées sur le milieu nutritif PDA (*Potato Dextrose Agar*) pendant 7 j à 25 °C dans l'obscurité.

2.3. Extraction des huiles essentielles

L'extraction des huiles essentielles a été effectuée par hydrodistillation dans un appareil de type Clevenger (Clevenger, 1928). Trois distillations ont été réalisées par ébullition, pendant 1h30, de 200 g de matériel végétal frais avec 1 l d'eau dans un ballon de 2 l surmonté d'une colonne de 60 cm de longueur reliée à un réfrigérant. Le rendement en huile essentielle a été déterminé par rapport à la matière sèche, évaluée à partir de trois échantillons de 30 g séchés pendant 48 h à l'étuve à 60 °C. L'huile essentielle a été stockée à 4 °C dans l'obscurité en présence de sulfate de sodium anhydre. Elle est diluée dans du méthanol (1 %, v/v) avant de procéder aux analyses CG (chromatographie en phase gazeuse) et CG/SM (chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse).

2.4. Analyse chromatographique

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 (30 m x 0,25 mm) avec une épaisseur du film de 0,25 µm, d'un détecteur FID réglé à 250 °C et alimenté par un mélange de gaz H₂/Air et un injecteur split-splitless réglé à 250 °C. Le mode d'injection est split (rapport de fuite : 1/50, débit : 66 ml·min⁻¹). Le gaz utilisé est l'azote avec un débit de 1,7 ml·min⁻¹. La température de la colonne est programmée de 50 à 200 °C pendant 5 min à raison d'une montée de 4 °C·min⁻¹. 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. Le volume injecté est 1 µl.

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. 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 à 70eV. La colonne utilisée est une colonne capillaire HP-5MS (30 m x 0,25 mm), l'épaisseur du film est de 0,25 µm. La température de la colonne est programmée de 50 à 200 °C pendant 10 min à raison d'une montée de 4 °C·min⁻¹. Le gaz vecteur est l'hélium dont le débit est fixé à 1,5 ml·min⁻¹. La gamme de masse scannée m/z :

50-650 et la température d'interface est de 280 °C. Le mode d'injection est split (rapport de fuite : 1/70 débit 112 ml·min⁻¹). L'appareil est relié à un système informatique gérant une bibliothèque de spectre de masse NIST 98.

2.5. Procédure microbiologique

Du fait de la non-miscibilité des huiles essentielles à l'eau et donc au milieu de culture, une mise en émulsion a été réalisée grâce à une solution d'agar à 0,2 % (Remmal et al., 1993 ; Satrani et al., 2001). Elle permet d'obtenir dans le milieu une répartition homogène des huiles essentielles et d'augmenter au maximum le contact germe/composé. Des dilutions sont préparées au 1/10^e, 1/25^e, 1/50^e, 1/100^e, 1/200^e, 1/300^e et 1/500^e dans cette solution d'agar. Dans des tubes à essai contenant chacun 13,5 ml du milieu solide TSA (*Tryptic Soja Agar*) pour les bactéries et le PDA (*Potato Dextrose Agar*) pour les moisissures, stérilisés à l'autoclave pendant 20 min à 121 °C et refroidis à 45 °C, on ajoute aseptiquement 1,5 ml de chacune des dilutions de façon à obtenir les concentrations finales de 1/100, 1/250, 1/500, 1/1000, 1/2000, 1/3000 et 1/5000 (v/v). On agite convenablement les tubes afin de bien disperser l'huile essentielle dans le milieu de culture avant de les verser dans les boîtes de Petri. Des témoins, contenant le milieu de culture et la solution d'agar à 0,2 % seule, sont également préparés.

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 h pour les bactéries et sous forme d'une suspension dans l'eau physiologique de spores provenant d'une culture de 7 j dans le PDA pour les moisissures. L'incubation se fait à 37 °C pendant 24 h pour les bactéries et à 25 °C pendant 7 j pour les champignons. Chaque essai est répété trois fois afin de minimiser l'erreur expérimentale.

3. RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.1. Rendement et composition chimique

Les rendements moyens en huiles essentielles ont été calculés en fonction de la matière végétale sèche de la partie aérienne de la plante. Les échantillons de *T. ciliatus* ont fourni un taux d'environ 1,2 % ± 0,05 plus élevé que celui obtenu à partir de *T. algeriensis*, qui est de 0,3 % ± 0,07. Ce dernier taux est plus faible par rapport à celui obtenu à partir de *T. algeriensis* de l'Algérie et qui est de 1,13 % (Dob et al., 2006).

Les analyses chromatographiques des huiles essentielles ont permis d'identifier 15 composés qui

représentent environ 97,41 % pour *T. ciliatus*, contre 48 composés (98,87 %) pour *T. algeriensis* (**Tableau 1**, **Figures 1 et 2**).

L'huile essentielle de *T. ciliatus* du Maroc est composée principalement de thymol (44,2 %), de β-E-ocimène (25,8 %) et d'α-terpinène (12,3 %) accompagnés d'autres constituants à des teneurs relativement faibles : linalol (3,24 %), δ-3-carène (3,1 %), 1,8-cinéole (2,63 %) et carvacrol (2,4 %), totalisant 93,67 %.

L'huile essentielle de *T. ciliatus* présente un polymorphisme chimique très important. En effet, Benjilali et al. (1987a ; 1987b) ont montré que le profil chimique de 14 échantillons de *T. ciliatus* de différentes régions du Maroc est très variable. La teneur et la nature des composés majoritaires varient considérablement d'un échantillon à l'autre en fonction de l'origine des plantes : thymol (0,3-29,3 %), carvacrol (0,4-21,7 %), acétate d'α-terpényle (0-42,9 %), acétate de géranyle (0-21,7 %), butyrate de géranyle (0-26,7 %), camphre (0,4-28,4 %) et bornéol (0,1-31,6 %). C'est le cas aussi pour *T. ciliatus* de l'Algérie, pour lequel Giordani et al. (2008) ont montré que l'huile essentielle de cette espèce originaire de Djebel Ansel est dominée par le thymol (60,52 %). Alors que le carvacrol (72,4-80,3 %) est le constituant principal de huit provenances de *T. ciliatus* ssp. *eu-ciliatus* de la région de Tlemsen (Bousmaha et al., 2007).

Deux constituants chimiques dominent l'huile essentielle de *T. algeriensis* : le camphre (27,7 %) et l'α-pinène (20,5 %). D'autres composés sont également présents, mais à des teneurs moins importantes : α-thujène (9,64 %), β-pinène (8,02 %), 1,8-cinéole (7,69 %), limonène (4,85 %), sabinène (3,84 %) et bornéol (2,53 %). L'ensemble de ces constituants contribue au mélange à concurrence de 84,77 %. Cette composition chimique est différente de celle de l'huile essentielle étudiée par Dob et al. (2006) qui contient comme principaux constituants le linalol (43,3 %), le thymol (29,2 %) et le p-cymène (6,8 %). Les essences de *T. algeriensis* originaires de Khedara et Fatoum Souda (Algérie) présentent les mêmes composés majoritaires, mais elles sont plus riches en α-pinène (27,14-25,52 %) qu'en camphre (8,77-8,45 %), en plus du 1,8-cinéole (7,69-7,68 %), du sabinène (5,25-5,61 %) et du β-pinène (2,66-3,12 %) (Giordani et al., 2008).

La composition chimique de l'huile essentielle de *T. algeriensis* est complètement distincte de celle de *T. ciliatus*. En effet, le thymol composé principal de l'essence de *T. ciliatus* est présent en faible quantité dans l'huile de *T. algeriensis*. D'un autre côté, le camphre, composé dominant de *T. algeriensis* est absent dans l'essence de *T. ciliatus*. Aussi, l'α-pinène, constituant majoritaire de *T. algeriensis*, est sans importance dans l'huile de *T. ciliatus*.

Tableau 1. Composition chimique des huiles essentielles de *Thymus algeriensis* et *Thymus ciliatus* — *Chemical composition of Thymus algeriensis and Thymus ciliatus essential oils.*

N°	IK	Composés	Ta Aire %	Tc Aire %	N°	IK	Composés	Ta Aire %	Tc Aire %
1	926	tricyclène	0,60	-	26	1156	isobornéol	0,06	-
2	931	α -thujène	9,64	0,64	27	1165	bornéol	2,53	-
3	939	α -pinène	20,50	0,35	28	1177	terpin-4-ol	0,48	0,5
4	953	camphène	0,07	-	29	1189	α -terpinéol	0,44	-
5	967	verbenène	1,24	-	30	1204	verbenone	0,08	-
6	976	sabinène	3,84	0,56	31	1235	thymol méthyl éther	-	0,23
7	978	1-octène-3-ol	0,06	-	32	1282	α -terpin-7-al	0,18	-
8	980	β -pinène	8,02	-	33	1290	thymol	0,15	44,2
9	1001	δ -2-carène	0,06	-	34	1298	carvacrol	-	2,4
10	1011	δ -3-carène	0,16	3,1	35	1376	α -copaène	0,40	-
11	1018	α -terpinène	0,48	12,3	36	1384	β -bourbonène	0,25	-
12	1026	p-cymène	-	0,47	37	1390	β -cubebène	0,20	-
13	1031	limonène	4,85	-	38	1404	Z-caryophyllène	0,12	-
14	1033	1,8-cinéole	7,69	2,63	39	1418	E-caryophyllène	0,30	-
15	1040	β -Z-ocimène	0,17	-	40	1461	allo-aromadandrène	0,09	-
16	1050	β -E-ocimène	1,90	25,8	41	1480	germacrène D	2,18	-
17	1062	γ -terpinène	0,51	0,74	42	1504	α -Z-bisabolène	0,43	-
18	1068	cis-hydrate-sabinène	0,56	-	43	1509	β -bisabolène	0,18	-
19	1082	méta-cymènène	0,12	-	44	1524	δ -cadinène	0,27	-
20	1087	fenchone	0,23	-	45	1538	α -cadinène	0,13	-
21	1098	linalol	0,92	3,24	46	1574	germacrène D-4-ol	0,17	-
22	1109	6-camphénol	0,11	-	47	1581	oxyde de caryophyllène	0,05	0,25
23	1125	α -campholénal	0,17	-	48	1592	longibornéol	0,06	-
24	1139	trans-pinoarvéol	0,10	-	49	1653	α -cadinol	0,05	-
25	1143	camphre	27,70	-	50	1679	acétate de longibornéol	0,06	-
					51	1700	acétate de caryophyllène	0,31	-
Total								98,87	97,41

IK : indices de Kováts — *Kováts indices* ; Ta : *Thymus algeriensis* ; Tc : *Thymus ciliatus* ; - : absence — *absence*.

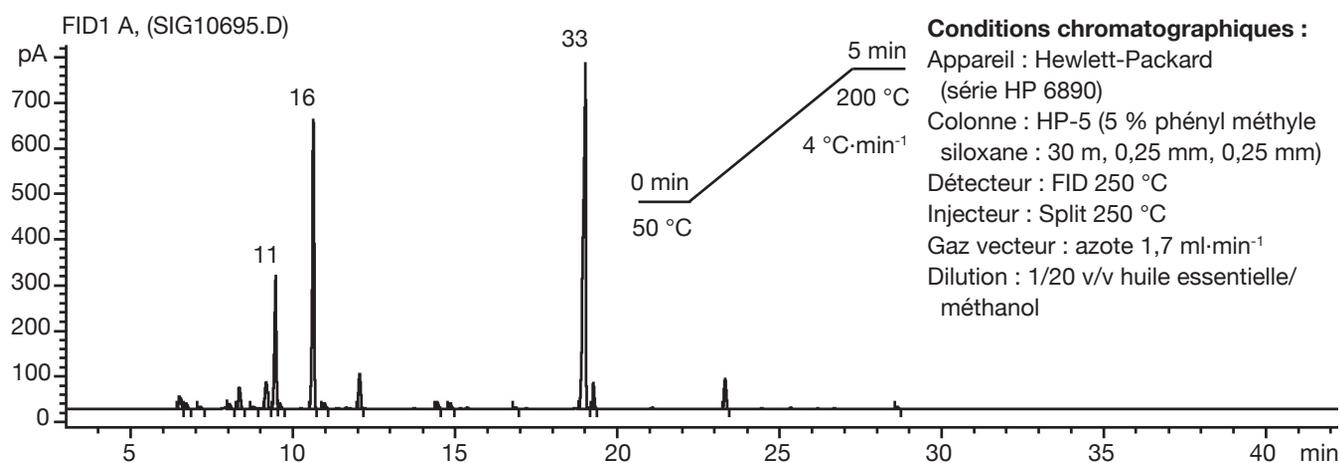


Figure 1. Profil chromatographique de l'huile essentielle de *Thymus ciliatus* (les numéros des pics peuvent s'identifier dans le **tableau 1**) — *Chromatographic profile of the essential oil of Thymus ciliatus (the numbers of the peaks can be identified in table 1).*

Les variations rencontrées dans la composition chimique des huiles essentielles, du point de vue qualitatif et quantitatif, peuvent être dues à certains

facteurs écologiques, à la partie de la plante utilisée, à l'âge de la plante et à la période du cycle végétatif, ou même à des facteurs génétiques (Senatore, 1996 ;

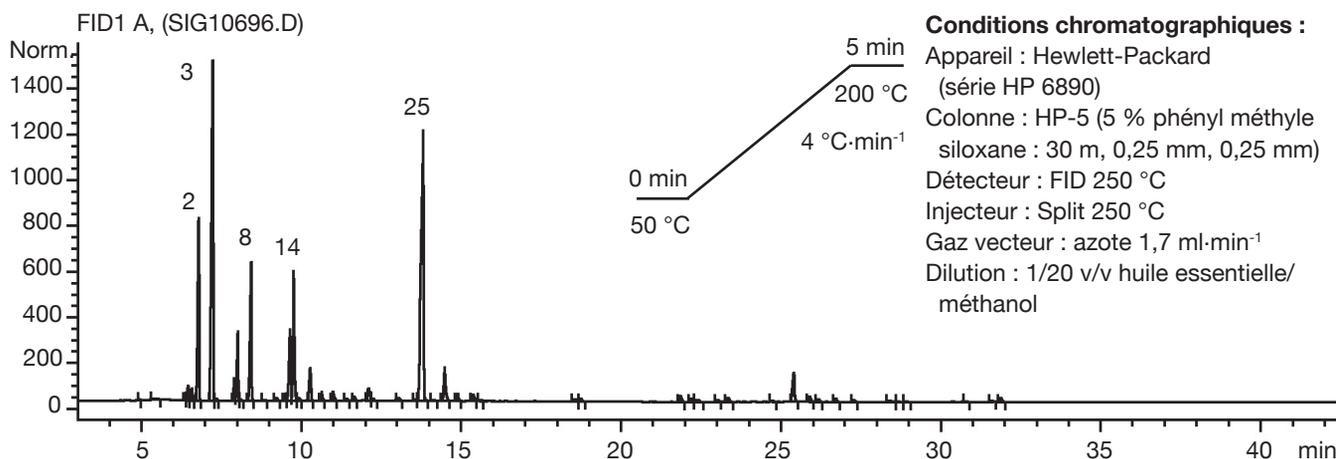


Figure 2. Profil chromatographique de l'huile essentielle de *Thymus algeriensis* (les numéros des pics peuvent s'identifier dans le **tableau 1**) — *Chromatographic profile of the essential oil of Thymus algeriensis (the numbers of the peaks can be identified in table 1).*

Kokkini et al., 1997 ; Russo et al., 1998 ; Thompson et al., 2003 ; Karousou et al., 2005).

3.2. Activité antimicrobienne des huiles essentielles

Le **tableau 2** montre les résultats de l'activité antibactérienne et antifongique des huiles essentielles de *T. algeriensis* et de *T. ciliatus*. On note que l'huile de *T. ciliatus* a exercé une forte activité antibactérienne. La concentration de 1/2000 v/v était suffisante pour inhiber la croissance d'*E. coli* et de *M. luteus*. Alors que *B. subtilis* et *S. aureus* étaient plus sensibles avec une concentration d'inhibition de 1/3000 v/v. Les mêmes résultats ont été obtenus pour l'huile essentielle de *Thymus capitatus* (L.) Hoffm. & Link du Maroc [carvacrol (70,92 %), ρ -cymène (6,34 %), γ -terpinène (4,92 %)], sauf pour *S. aureus* qui a été inhibée à partir de 1/2000 v/v (Amarti et al., 2008). Dorman et al. (2000)

ont testé l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* L. contre ces quatre bactéries et ils ont trouvé une sensibilité plus importante de *B. subtilis* et d'*E. coli*. Loziene et al. (2007) ont montré que *S. aureus* et *M. luteus* étaient plus sensibles qu'*E. coli* à l'huile essentielle de *T. pulegioides* L. Également, l'huile essentielle de *Thymus revolutus* Celak. étudiée par Karaman et al. en 2001 [carvacrol (43,13 %), γ -terpinène (20,86 %), ρ -cymène (13,94 %)] s'est montrée très active contre ces souches bactériennes.

À l'égard de l'essence de *T. algeriensis* : *B. subtilis* s'est montrée plus résistante avec une concentration d'inhibition de 1/250 v/v, alors que les autres bactéries ont été inhibées à partir de 1/500 v/v.

Toutes les moisissures testées ont été inhibées à partir de la faible concentration de 1/3000 v/v de l'essence de *T. ciliatus*, alors qu'elles ont résisté jusqu'à 1/250 v/v à l'huile de *T. algeriensis*.

Tableau 2. Activité antibactérienne et antifongique des huiles essentielles de *Thymus algeriensis* et *Thymus ciliatus* — *Antibacterial and antifungal activity of the Thymus algeriensis and Thymus ciliatus essential oils.*

	Dilutions														Témoin	
	1/100 v/v		1/250 v/v		1/500 v/v		1/1000 v/v		1/2000 v/v		1/3000 v/v		1/5000 v/v		Ta	Tc
	Ta	Tc	Ta	Tc	Ta	Tc	Ta	Tc	Ta	Tc	Ta	Tc	Ta	Tc		
Bactéries																
<i>Escherichia coli</i>	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+
<i>Bacillus subtilis</i>	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+
<i>Micrococcus luteus</i>	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+
<i>Staphylococcus aureus</i>	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+
Champignons																
<i>Aspergillus niger</i>	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+
<i>Penicillium expansum</i>	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+
<i>Penicillium digitatum</i>	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+

Ta : *Thymus algeriensis* ; Tc : *Thymus ciliatus* ; - : inhibition — inhibition ; + : croissance — development.

L'huile essentielle de *T. algeriensis* est moins active comparée à l'essence de *T. ciliatus*. Cette faible activité peut être due à la présence dans l'huile de *T. algeriensis* de l' α -pinène (20,5 %), du β -pinène (8,02 %) et du limonène (4,85 %) reconnus pour leur faible activité antibactérienne (Knobloch et al., 1989 ; Chalchat et al., 2000). La même constatation a été rapportée par Giordani et al. (2008) qui ont montré que parmi les huiles de sept plantes aromatiques et médicinales différentes de l'Algérie, l'essence de *T. algeriensis* a présenté la plus faible activité antifongique contre *Candida albicans*.

L'importante bioactivité de l'huile essentielle de *T. ciliatus* est en relation avec sa teneur élevée en thymol (44,2 %). En effet, plusieurs auteurs (Pellecuer et al., 1980 ; Gergis et al., 1990 ; Panizzi et al., 1993 ; Sivropoulou et al., 1996 ; Trombetta et al., 2002 ; Satrani et al., 2008) ont montré que les huiles essentielles riches en dérivés phénoliques (carvacrol et thymol) possèdent une forte activité antimicrobienne. Dorman et al. (2000) ont démontré que le thymol est le composé qui possède le plus large spectre d'activité antibactérienne contre 25 genres de bactéries testées. Des études réalisées par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS, 1999) ont également montré que ce constituant possède une forte activité antifongique et antibactérienne contre de nombreuses espèces, y compris *Aspergillus* sp., *S. aureus* et *E. coli*. Lambert et al. (2001) et Juven et al. (1994) ont expliqué ce phénomène par le fait que le thymol se lie aux protéines membranaires et fait augmenter la perméabilité de la membrane cellulaire bactérienne. D'autres travaux ont suggéré aussi que ce composé volatil est responsable de l'inactivation d'enzymes, y compris ceux impliqués dans la production d'énergie et la synthèse des constituants de structure (Trombetta et al., 2005).

Contre les champignons, les phénols terpéniques des huiles essentielles provoquent plusieurs dégâts tels que des perturbations morphologiques des hyphes mycéliens, la rupture de la membrane plasmique et l'altération de la structure des mitochondries (Arras et al., 2001 ; De Billerbeck et al., 2001).

4. CONCLUSION

Dans ce travail, nous avons étudié la composition chimique et l'activité antibactérienne et antifongique des huiles essentielles de deux thymus marocains. L'analyse qualitative et quantitative des huiles essentielles de *T. ciliatus* et *T. algeriensis* a permis d'identifier respectivement 15 et 48 constituants. L'huile de *T. ciliatus* est composée principalement par le thymol (44,2 %), le β -E-ocimène (25,8 %) et l' α -terpinène (12,3 %), alors que l'essence de

T. algeriensis a montré une dominance du camphre (27,7 %) et de l' α -pinène (20,5 %).

Les deux huiles essentielles se sont montrées actives contre les champignons et les bactéries testés, mais c'est l'essence de *T. ciliatus* qui a manifesté le plus grand pouvoir antimicrobien grâce à sa richesse en thymol.

Une récente étude nous a permis aussi de prouver l'efficacité des essences de deux thymus, *T. capitatus* et *Thymus bleicherianus* Pomel contre les mêmes bactéries et champignons (Amarti et al., 2008). Ceci montre que la flore marocaine peut constituer une réserve importante d'espèces végétales intéressantes, dont les principes actifs peuvent être employés dans plusieurs domaines tels que les industries agroalimentaire et pharmaceutique.

Bibliographie

- Agnihotri S. & Vaidy A.D.B., 1996. A novel approach to study antibacterial properties of volatile components of selected Indian medicinal herbs. *Indian J. Exp. Biol.*, **34**(7), 712-715.
- Amarti F. et al., 2008. Composition chimique et activité antimicrobienne des huiles essentielles de *Thymus capitatus* et de *Thymus bleicherianus* du Maroc. *Phytothérapie*, **6**, 342-347.
- Arras G. & Usai M., 2001. Fungitoxic activity of 12 essential oils against four postharvest *Citrus* pathogens: chemical analysis of *Thymus capitatus* oil and its effect in subatmospheric pressure conditions. *J. Food Prot.*, **64**, 1025-1029.
- Baser K.H.C., Ozek T. & Tumen G., 1992. Essential oils of *Thymus cariensis* and *Thymus haussknechtii*, two endemic species in Turkey. *J. Essent. Oil Res.*, **4**, 659-661.
- Baser K.H.C., Kirimer N., Tumen G. & Duman H., 1998. Composition of the essential oils of *Thymus canaoviridis* Jalas. *J. Essent. Oil Res.*, **10**, 199-200.
- Benabid A., 2000. *Flore et écosystèmes du Maroc. Évaluation et préservation de la biodiversité*. Paris : Édition Ibis Press, 159-161.
- Benjilali B., Hammouni M., M'Hamedi A. & Richard H., 1987a. Essential oil composition of different Moroccan thyme varieties: principal component analysis. *Sci. Aliments*, **7**, 275-299.
- Benjilali B., Hammouni M. & Richard H., 1987b. Chemical polymorphism of Moroccan thyme essential oils: compounds characterization. *Sci. Aliments*, **7**, 77-91.
- Bousmaha L., Atik Bekkara F., Tomi F. & Casanova J., 2007. Chemical composition and antibacterial activity of the essential oil of *Thymus ciliatus* (Desf.) Benth. ssp. *eu-ciliatus* Maire from Algeria. *J. Essent. Oil Res.*, **19**(5), 490-493.
- Caccioni D.R.L. & Guizardi M., 1994. Inhibition of germination of fruit and postharvest pathogenic fungi by

- essential oil components. *J. Essent. Oil Res.*, **6**, 173-179.
- Chalchat J.C. et al., 2000. Photochemical hydroperoxidation of terpenes. Antimicrobial activity of α -pinene and limonene hydroperoxides. *J. Essent. Oil Res.*, **12**, 125-134.
- Cimanga K. et al., 2002. Correlation between chemical composition and antibacterial activity of essential oils of some aromatic medicinal plants growing in the Democratic Republic of Congo. *J. Ethnopharmacology*, **79**, 213-220.
- Clevenger J.F., 1928. Apparatus for the determination of volatile oil. *J. Am. Pharm. Assoc.*, **17**, 336-341.
- Cowan M.M., 1999. Plant products as antimicrobial agents. *Clin. Microbiol. Rev.*, **12**, 564-582.
- De Billerbeck V.G. et al., 2001. Effects of *Cymbopogon nardus* (L.) W. Watson essential oil on the growth and morphogenesis of *Aspergillus niger*. *Can. J. Microbiol.*, **47**, 9-17.
- Dob T., Darhmane D., Benabdelkader T. & Chelghoum T.C., 2006. Studies on the essential oils and antimicrobial activity of *Thymus algeriensis* Boiss. & Reut. *Int. J. Aromatherapy*, **16**(2), 95-100.
- Dorman H.J.D. & Deans S.G., 2000. Antimicrobial agents from plants: antimicrobial activity of plant volatile oils. *J. Appl. Microbiol.*, **88**, 308-316.
- Gergis V., Spiliotis V. & Poulos C., 1990. Antimicrobial activity of essential oils from Greek *Sideritis* species. *Pharmazie*, **45**, 70.
- Giordani R., Hadeif Y. & Kaloustian J., 2008. Compositions and antifungal activities of essential oils of some Algerian aromatic plants. *Fitoterapia*, **79**, 199-203.
- Guillen M.D. & Manzanos M.J., 1998. Study of composition of different parts of a Spanish *Thymus vulgaris* L. *Plant Food Chem.*, **3**, 373-383.
- Juven B.J., Kanner J., Schved F. & Weisslowiez H., 1994. Factors that interact with the antibacterial action of thyme essential oil and its active constituents. *J. Appl. Bacteriol.*, **76**, 626-631.
- Karaman S., Digrak M., Ravid U.A. & Ilcim A., 2001. Antibacterial and antifungal activity of the essential oils of *Thymus revolutus* Celak. from Turkey. *J. Ethnopharmacology*, **76**, 183-186.
- Karousou R., Koureas D.N. & Kokkini S., 2005. Essential oil composition is related to the natural habitats: *Coridothymus capitatus* and *Satureja thymbra* in NATURA 2000 sites of Crete. *Photochemistry*, **66**, 2668-2673.
- Knobloch K. et al., 1989. Antibacterial and antifungal properties of essential oil components. *J. Essent. Oil Res.*, **1**, 119-128.
- Kokkini S. et al., 1997. Autumn essential oils of Greek oregano. *Phytochemistry*, **44**(5), 883-886.
- Lambert R.J.W., Skandamis P.N., Coote P. & Nychas G.J.E., 2001. A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol. *J. Appl. Microbiol.*, **91**, 453-462.
- Lamiri A., Lhaloui S., Benjilali B. & Berrada M., 2001. Insecticidal effects of essential oils against Hessian fly, *Mayetiola Destructor* (Say). *Field Crops Res.*, **71**, 9-15.
- Loziene K., Vauciunine J. & Venskutonis P., 1998. Chemical composition of the essential oil of creeping thyme (*Thymus serpyllum* L.) growing wild in Lithuania. *Planta Medica*, **64**, 772-773.
- Loziene K., Venskutonius P.R., Sipailiene A. & Labokas J., 2007. Radical scavenging and antibacterial properties of the extracts from different *Thymus pulegioides* L. chemotypes. *Food Chem.*, **103**, 546-559.
- Nielsen P.V. & 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.
- Organisation Mondiale de la Santé (OMS), 1999. *Monographs on selected medicinal plants*. Geneva, Switzerland: OMS.
- Panizzi L., Flamini G., Gioni P.L. & Morelli I., 1993. Composition and antimicrobial properties of essential oils of four Mediterranean lamiaceae. *J. Ethnopharmacology*, **39**, 169-170.
- Papageorgio V., 1980. GLC-MS computer analysis of the essential oil of *Thymus capitatus*. *Planta Medica Suppl.*, 29-33.
- Paster N. et al., 1990. Inhibitory effect of oregano and thyme essential oils on molds and foodborne bacteria. *Lett. Appl. Microbiol.*, **11**, 33-37.
- Pellecuer J., Jacob M., Simeon de Buechberg M. & Allegrini J., 1980. Therapeutic value of the cultivated mountain savory (*Satureia Montana* L.). *Acta Hort.*, **96**, 35-39.
- Remmal A. et al., 1993. Improved method for determination of antimicrobial activity of essential oils in agar medium. *J. Essent. Oil Res.*, **5**(2), 179-184.
- Russo M., Galletti G.C., Bocchini P. & Carnacini A., 1998. Essential oil chemical composition of wild populations of Italian oregano spice (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum* (Link)): a preliminary evaluation of their use in chemotaxonomy by cluster analysis. *J. Agric. Food Chem.*, **46**, 3741-3746.
- Saez F., 1998. Variability in essential oils from populations of *Thymus hyemalis* Lange in southeastern Spain. *J. Herbs Spices Med. Plants*, **5**, 65-76.
- Satrani B. et al., 2001. Composition chimique et activité antimicrobienne des huiles essentielles de *Satureja calamintha* et *Satureja alpina* du Maroc. *Ann. Falsif. Expert. Chim. Toxicol.*, **94**(956), 241-250.
- Satrani B. et al., 2008. Composition chimique et activité antimicrobienne de l'huile essentielle de *Cladanthus mixtus*. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, **146**, 85-96.
- Senatore F., 1996. Influence of harvesting time on yield and composition of the essential oil of a thyme (*Thymus*

- pulegioides* L.) growing wild in Campania (Southern Italy). *J. Agric. Food Chem.*, **44**, 1327-1332.
- Sivropoulou A. et al., 1996. Antimicrobial and cytotoxic activities of origanum essential oils. *J. Agric. Food Chem.*, **44**, 1202-1205.
- Stahl-Biskup E. & Saez F., 2002. *Thyme. The genus Thymus*. London; New York, USA: Taylor & Francis.
- Thompson J.D. et al., 2003. Qualitative and quantitative variation in monoterpene co-occurrence and composition in the essential oil of *Thymus vulgaris* chemotype. *J. Chem. Ecol.*, **29**(4), 859-880.
- Trombetta D. et al., 2002. Study on the mechanisms of the antibacterial action of some plant, β -unsaturated aldehydes. *Lett. Appl. Microbiol.*, **35**, 285-290.
- Trombetta D. et al., 2005. Mechanisms of antibacterial action of three monoterpenes. *Antimicrob. Agents Chemother.*, **49**(6), 2474-2478.
- Tumen G., Baser K.H.C., Demirci B. & Ermin N., 1998. The essential oils of *Satureja coerulea* Janka and *Thymus aznavourii* Velen. *Flavour Fragrance J.*, **13**(1), 65-67.
- Vila R. et al., 1995. Composition and study of the variability of the essential oil of *Thymus funkii* Cosson. *Flavour Fragrance J.*, **10**, 379-383.

(48 réf.)