



Revue semestrielle – Université Ferhat Abbas Sétif 1

REVUE AGRICULTURE

Revue home page: <http://www: http://revue-agro.univ-setif.dz/>

Etude physico-chimique et évaluation de l'activité antibactérienne des huiles essentielles de la Sarriette des montagnes vis-à-vis des bactéries isolées des infections urinaires

ARAB K. *, BOUCHENAK O., YAHIAOUI K.

Laboratoire Valorisation et Conservation des Ressources Biologiques, Faculté des Sciences, Université M'Hamed Bougara, Boumerdes Algérie

Tél : 00 213 (0) 6 61 70 21 54. E-mail : arabkarim3@gmail.com

ARTICLE INFO

Reçu : 13 – 01 - 2014
Accepté : 15 - 07 - 2014

Mots clés :

Huile essentielle,
Sarriette des
montagnes,
hydrodistillation,
aromatogramme,
CG/SM.

Key words:

Essential oil, savory
mountains,
hydrodistillation,
aromatogram, GC/MS.

RÉSUMÉ

Les huiles essentielles possèdent d'importantes activités antimicrobiennes et peuvent substituer avec succès aux antibiotiques qui montrent leurs inefficacités à l'encontre des microorganismes résistants (Jonkers, 1999). L'objectif visé par cette étude, est de valoriser l'utilisation de l'huile essentielle de la Sarriette des montagnes pour lutter contre les infections urinaires. L'extraction est effectuée par hydrodistillation. L'analyse des huiles essentielles est réalisée par CG/SM. L'activité antibactérienne est mise en évidence par la méthode de diffusion sur milieu gélosé. Les résultats obtenus montrent que l'huile essentielle de la Sarriette des montagnes est liquide de couleur jaune pale, ayant une odeur aromatique, fraîche et camphrée et de chemotype carvacrol (20,85%). Par ailleurs, l'aromatogramme signale une activité très importante de cette huile essentielle sur la croissance des bactéries isolées d'infection urinaires. La CMI obtenue pour l'ensemble des souches testées est celle de l'extrait brut, soit 0,1g/l. au vu de ces résultats, l'huile essentielle de la Sarriette des montagnes semble être appropriée pour traiter les infections urinaires.

ABSTRACT

Essential oils have significant antimicrobial activities and can successfully replace antibiotics that show their inefficiencies against resistant microorganisms (Jonkers, 1999). The objective of this study is to develop the use of essential oil of savory mountains to struggle against urinary tract infections. The extraction is carried out by hydrodistillation. Analysis of essential oils is performed by GC / MS. The antibacterial activity is highlighted by the diffusion on agar medium method. The results showed that the essential oil of savory mountains is liquid pale yellow colored, having an aromatic odor, fresh and camphor and chemotype carvacrol (20.85%). Moreover, aromatogram indicates a very important activity of this essential oil on the growth of bacteria isolated from urinary tract infection. The MIC obtained for all the strains tested is that of the crude extract, with a value of 0.1 g / l. In view of these results, the essential oil of savory mountains seems to be appropriate to treat urinary tract infections.

1. Introduction

Les infections urinaires sont un motif très fréquent de consultation et de prescription médicale en pratique courante. Les voies urinaires représentent, en effet, le second site d'infection bactérienne communautaire après l'appareil respiratoire (Kaidi et Youcfi, 2012). La thérapeutique de ces infections se base principalement sur l'usage des antibiotiques. La prescription à grande échelle et parfois inappropriée de ces agents antibactériens a entraîné la sélection de souches multi résistantes, d'où l'importance d'orienter les recherches vers de nouvelles voies et surtout vers les végétaux. Les huiles essentielles représentent un groupe de métabolites dotés de propriétés antimicrobiennes, les rendant intéressants comme produits de remplacement des antibiotiques (Jonkers et al., 1999). Dans la région de Boumerdes et de Tizi Ouzou, la Sarriette des montagnes (*Satureja montana* L.) appartenant à la famille des *Lamiaceae* est largement utilisée par la population locale pour soigner les ballonnements, les coliques, les maladies respiratoires et les troubles digestifs et urinaires. Cependant, aucune étude n'a été réalisée en Algérie pour évaluer l'effet antimicrobien des huiles essentielles de cette espèce végétale vis-à-vis des germes responsables d'infections urinaires. Les rares études réalisées portent sur l'effet insecticide (Aiboud, 2012) et la conservation des aliments (Boubrit et Nafaa, 2007). L'objectif visé consiste à évaluer l'impact de l'huile essentielle extraite des feuilles de cette plante sur des souches pathogènes isolées à partir des patients atteints d'infections urinaires.

2. Matériel et méthodes

Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé est composé de feuilles fraîches de la Sarriette des montagnes. La récolte a eu lieu aux mois de Mars et Avril dans la commune de Bouzguene (wilaya de Tizi-Ouzou). L'identification a été réalisée à l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie (ENSA).

Matériel microbiologique

L'étude de l'activité antibactérienne a porté sur quatre entérobactéries isolées de patients hospitalisés et communautaires, identifiées et conservées. Ces dernières nous ont été fournies par le Laboratoire de Microbiologie de l'Hôpital de Ain Taya. Il s'agit d'*Escherichia coli* (10 souches), *Klebsiella pneumoniae* (2 souches), *Proteus mirabilis* (2 souches) et *Citrobacter sp.* (1 souche).

Extraction des huiles essentielles

L'extraction de l'huile essentielle (HE) de la Sarriette des montagnes a été réalisée par la méthode d'hydrodistillation décrite par Lucchesi (2005). Pour cela, 100 g de feuilles fraîches sont introduites dans un ballon de 1 litre rempli d'environ 600ml d'eau distillée. Le tout est porté à ébullition (100°C) pendant deux heures. Les vapeurs riches en huile essentielle surmontent la colonne de Clevenger et sont condensées dans le réfrigérant, puis passent dans l'ampoule à décanter. La phase organique (HE) a été séparée de la phase aqueuse en ajoutant de l'éther di-éthylique. L'HE récupérée a été conservée à une température voisine de 4°C dans des flacons en verre opaque hermétiquement fermés. Le rendement en HE est obtenu par le rapport entre le poids de l'HE extraite et le poids de la biomasse végétale traitée.

Caractérisation organoleptiques de l'huile essentielle

Selon Linden et Lorient (1994), les caractéristiques organoleptiques de l'HE portent sur l'étude de l'aspect (solide ou liquide), la couleur et l'odeur.

Détermination de la densité relative à 20°C

La densité relative d'HE (d_{20}) est le rapport de la masse (g) d'un certain volume d'HE ($m_2 - m_0$) à la masse d'un volume égal d'eau distillée ($m_1 - m_0$). Pour mesurer la densité relative de l'HE, nous avons utilisé un pycnomètre de 1,5 ml. La procédure consiste à peser le pycnomètre vide, rempli d'eau distillée et rempli d'HE (AFNOR NF ISO279 : 1999 (T75-111)).

Détermination de l'indice de réfraction

L'indice de réfraction est le rapport entre le sinus des angles d'incidence et de réfraction d'un rayon lumineux de longueur d'onde déterminée, passant de l'air dans l'HE maintenue à une température constante (AFNOR NF ISO280: 1999 (T75-112)). Il est mesuré à l'aide d'un réfractomètre, dans lequel on introduit quelques gouttes d'eau distillée considérée comme étalon sur le prisme p. L'appareil est réglé à 1,333. Ces gouttes sont essuyées

et remplacées par quelques gouttes d'HE, puis on effectue la lecture. La correction à 20°C est effectuée par le biais de la formule suivante:

$$I_{20} = I_t + 0,00045 (T - 20^\circ\text{C})$$

Avec:

I₂₀: indice de réfraction à 20°C

I_t: indice à la température ambiante ou de mesure.

T : température ambiante.

Mesure de l'indice d'acide

C'est le nombre de mg de KOH nécessaire à la neutralisation des acides libres contenus dans 1g d'HE. Les acides libres sont neutralisés par une solution EtOH titrée de KOH (NF ISO 1242 : 1999 (T 75-103)). Pour cela, 5ml d'éthanol à 95%, et quelques gouttes de phénolphaléine sont ajoutés à 1g d'huile. Le mélange est titré par une solution d'hydroxyde de potassium (KOH) à 0,1N jusqu'au virage de la couleur de la solution (couleur rose violet). En parallèle on a effectué un essai à blanc dans les mêmes conditions mais sans le corps gras. La valeur de l'indice d'acide est déterminée par la formule suivante :

$$IA = (V \times 5,61) / P$$

Avec:

P: poids de la prise d'essai (en g)

V: volume de KOH consommé pour la neutralisation.

Détermination de l'indice d'ester

C'est le nombre de mg de KOH nécessaire à la neutralisation des acides libérés par l'hydrolyse des esters contenus dans 1g d'HE (AFNOR NF T 75104: 1994). Pour ce test, le mélange obtenu lors de l'indice d'acide est chauffé à reflux avec 25ml de potasse pendant une heure. Après chauffage et une fois la température est diminuée, la solution est dosée avec l'acide chlorhydrique jusqu'au virage de la couleur de la solution au jaune. En parallèle on a effectué un essai à blanc dans les mêmes conditions mais sans le corps gras. La valeur de l'indice d'ester est déterminée par la formule suivante:

$$IE = \left(28,05 \frac{V_0 - V_1}{m} \right) - IA$$

Avec:

V₀ : volume en millilitre de la solution d'acide chlorhydrique utilisée pour l'essai à blanc.

V₁ : volume en millilitre de la solution d'acide chlorhydrique utilisée pour la détermination de l'indice d'ester.

m: masse de la prise d'essai (g).

IA: la valeur d'indice d'acide déterminée.

Détermination de l'indice de peroxyde

L'indice de peroxyde est le nombre de microgramme d'oxygène actif présent dans 1g de matière grasse. Le principe repose sur le traitement d'une prise d'essai (1g d'huile) en solution dans un mélange d'acide acétique glacial (20ml) et de chloroforme (1ml), par une solution d'iodure de potassium (KI). L'iode libéré est titré par la solution de thiosulfate de sodium (Na₂S₂O₃) à 0,01N en présence d'amidon comme indicateur de couleur. Le titrage est poursuivi jusqu'à décoloration totale. En parallèle on a effectué un essai à blanc dans les mêmes conditions mais sans le corps gras. L'indice de peroxyde en milliéquivalent d'O₂/kg est calculé selon la formule suivante (AFNOR, 1981) :

$$Ip = \frac{(V - V_1)}{P} \times 10$$

Avec:

V : volume de la solution de thiosulfate de sodium en ml pour la prise d'essai.

V₁: volume de la solution de thiosulfate de sodium en ml employé pour titrer le blanc.

P : poids de la prise d'essai en grammes.

Analyse des huiles essentielles par CG/SM

L'identification et la proportion des constituants chimiques des huiles essentielles de *Satureja montana* L. ont été contrôlées par couplage CPG/SM en impact électronique (HP 5MS). Les paramètres d'analyse et d'acquisition sont représentés dans le tableau 1.

Tableau 1. Conditions opératoires des analyses en GC/SM

	Paramètres de l'analyse
Type de l'appareil	Chromatographe; Agilent Technologie (HP 5890) MS; Agilent Technologie ; Mass selective Detector (HP 5973)
Mode de détection	Impact électronique
Courant d'ionisation	70eV
Colonne capillaire	HP-5MS
Gaz vecteur	Hélium
Température d'interface	280°C
Température de l'injecteur	250°C
Température de source	250°C
Programmation du four	35°C/5min
Volume injecté	0,1µl

Evaluation de la sensibilité des souches microbiennes vis-à-vis de l'extrait brut

La méthode adoptée est celle de diffusion en milieu gélosé, standardisée par NCCLS (National Comite for Clinical Laboratory Standards) et citée par Celitkas et al. (2007). Elle permet l'estimation qualitative de l'effet inhibiteur de l'huile essentielle vis-à-vis de la croissance des agents bactériens par la mesure du diamètre d'inhibition autour du disque de 6mm de diamètre préalablement imprégné de 10µl de l'huile essentielle. Pour cela, les tests antimicrobiens doivent être réalisés à partir des cultures jeunes de 18 à 24h. Les concentrations bactériennes des inocula sont évaluées par turbidité et sont exprimées par la mesure de la densité optique (DO à 620 nm) sur un spectrophotomètre (BioSystems). L'absorbance doit être comprise entre 0.2 et 0.3. Ceci correspond à une concentration de 10^7 - 10^8 germes/ml. L'ensemencement des souches microbiennes est effectué par écouvillonnage, à partir de l'inoculum fraîchement préparé à trois reprises sur la totalité de la surface gélosée (Mueller Hinton). Une fois les disques déposés en contact avec la gélose, les boîtes de Pétri sont incubées 24 heures à 37°C. Les résultats sont exprimés par le diamètre de la zone d'inhibition en se référant aux normes données par Moreira et al. (2005).

Détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI)

La CMI est définie comme étant la plus faible concentration en HE capable d'induire une réduction de la croissance microbienne de 90% (Skandamis et al., 2001). Du fait de la non-miscibilité de l'huile essentielle à l'eau et donc au milieu de culture nous avons utilisé une solution d'agar à 0,2%. Cette dernière permet d'obtenir dans le milieu une répartition homogène de l'huile essentielle et d'augmenter au maximum le contact germe/composé (HE ou éther). Afin de déterminer la CMI, nous avons opté pour la méthode de dilution en milieu gélosé. Pour cela, des dilutions au 1/10, 1/25, 1/50, 1/100 correspondant aux concentrations 1/100, 1/250, 1/500, 1/1000 (v/v), sont préparées dans la solution d'agar à 0,2%. L'ensemencement consiste à mélanger dans des tubes à essai 13,5ml de la gélose MH en surfusion avec 1,5ml de chaque dilution d'H.E à tester. Le contenu de chaque tube est agiter puis transvaser dans une boîte de Pétri. Des témoins, contenant le milieu de culture et la solution d'agar à 0,2 % et d'autres renfermant en plus de l'éther di éthylique sont également préparés. Après solidification du milieu, un ensemencement en surface de 3µl de la suspension bactérienne est réalisé à l'aide d'une anse de platine calibrée. L'ensemble est incubé 24h à 37°C.

3. Résultats

Rendement et propriétés organoleptiques

Pour cinq extractions, le rendement moyen obtenu pour 100g de matière végétale est de $0,5 \pm 0,02$ %. L'HE obtenue est jaune clair possédant un aspect liquide et une odeur aromatique, fraîche et camphrée.

Indices Physiques et Chimiques

A travers les résultats portés sur le tableau 2, on remarque que les valeurs des indices physiques de l'huile essentielle de la Sarriette des montagnes sont proches de ceux de l'eau (densité= 1 g/cm^3 , indice de réfraction= $1,33$).

Tableau 2. Indices chimiques et physiques de l'huile essentielle de la Sarriette des montagnes

Paramètres	Indices chimiques		
	Indice d'acide	Indice d'ester	Indice de peroxyde
HEs	8,41	19,64	36
Paramètres	Indices physiques		
	Densité à 20°C		Indice de réfraction à 20°
HEs	0,915		1,497

Analyse de la composition chimique de l'huile essentielle de *Satureja montana* L.

L'analyse chimique de l'HE de la Sarriette des montagnes par CG/SM a permis de révéler 35 constituants, seulement 12 de ces derniers ont été identifiés (Figure 1).

Il ressort de cette analyse (Tableau 3) que l'huile essentielle de la Sarriette des montagnes est composée majoritairement de monoterpènes, soit neufs molécules représentant 70,54% des molécules identifiées. Pour ce groupe, le carvacrol (20,85%), le β-cymène (17,22%) et le thymol (16,08%) sont les constituants les plus représentatifs. Le seul sesquiterpène est représenté par le caryophyllène (4,03%). Suite à ces résultats, nous pouvons dire que l'HE est de chemotype carvacrol.

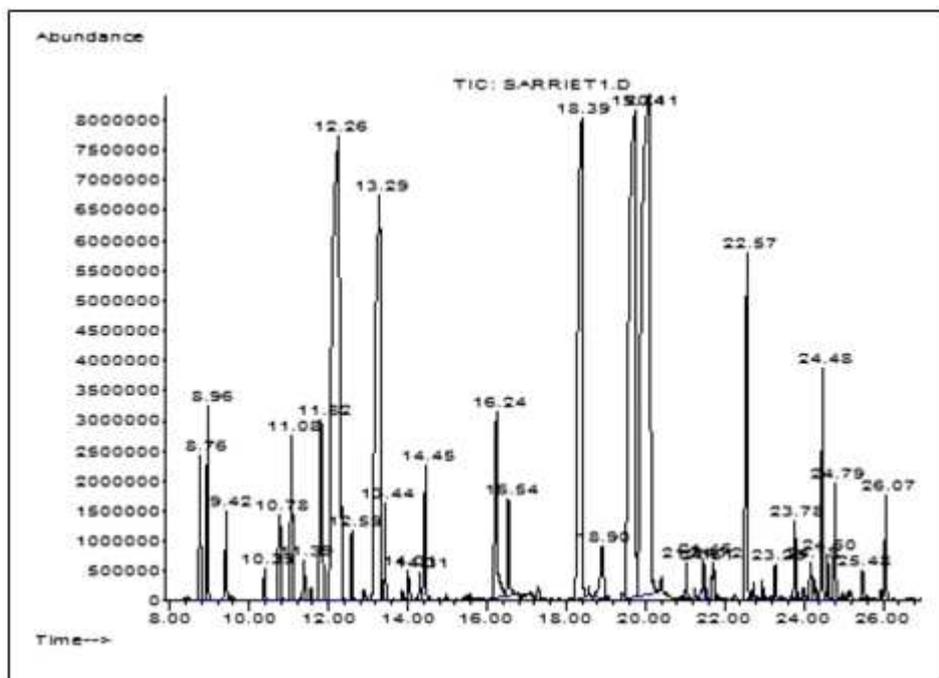


Figure 1 : profil chromatographique de l'HE de *Satureja montana* L. par CG/SM

Tableau 3. Principaux composés chimiques (%) de l'HE de *Satureja montana* L. identifiés par CG/SM

Composés	Formule chimique	Temps de rétention	%
α-Thujène	C ₁₀ H ₁₆	8,762	1.113
α-Pinène	C ₁₀ H ₁₆	8,951	1.594
Camphène	C ₁₀ H ₁₆	9,419	0.687
1-Octen-3-ol	C ₈ H ₁₆ O	10,780	1.002
β-Pinène	C ₁₀ H ₁₆	11,077	1.432
α-Terpinène	C ₁₀ H ₁₆	11,831	2.293
β-Cymène	C ₁₀ H ₁₄	12,203	17.220

γ -Terpinene	C ₁₀ H ₁₆	13,231	9.273
Methyl thymol éther	C ₁₁ H ₁₆ O	18,347	9.456
Thymol	C ₁₀ H ₁₄ O	19,644	16.086
Carvacrol	C ₁₀ H ₁₄ O	20,055	20.850
Caryophyllene	C ₁₅ H ₂₄	22,553	4.038
Total			85,044

Sensibilité des bactéries envers l'HE de la Sarriette des montagnes

D'après les zones d'inhibitions observées sur la croissance des bactéries isolées de patients atteints d'infection urinaire (Tableau 4), il ressort que:

- Les valeurs des diamètres d'inhibition des souches d'*E. coli* varient entre 13,34 ± 0,34 mm et 24,67 ± 0,34 mm, avec une surface d'inhibition allant de 1,39 cm² à 4,77 cm² et, un coefficient d'activité compris entre 0,139 cm²/μl et 0,477 cm²/μl.
- Les valeurs des diamètres d'inhibition des souches de *Proteus mirabilis* varient entre 21,34 ± 0,34 mm et 22,34 ± 0,34 mm, avec une surface d'inhibition allant de 3,57 cm² à 3,91 cm² et, un coefficient d'activité compris entre 0,357 cm²/μl et 0,391 cm²/μl.
- Les valeurs des diamètres d'inhibition des souches de *Klebsiella pneumoniae* varient entre 15 ± 0 mm et 16,67 ± 0,34 mm, avec une surface d'inhibition allant de 1,76 cm² à 2,18 cm² et, un coefficient d'activité compris entre 0,176 cm²/μl et 0,218 cm²/μl.
- La valeur du diamètre d'inhibition de la souche *Citrobacter sp* est de 19 ± 0 mm avec une surface d'inhibition de 2,83 cm² et, un coefficient d'activité de 0,283 cm²/μl.

Tableau 4: valeurs des paramètres des zones d'inhibition obtenues par l'extrait brut de la Sarriette des montagnes (méthode d'aromatogramme).

Bactéries	Diamètre (mm)			Moy. (mm)	Moy±ESM (mm)	Surface d'inhibition «a» (cm ²)	Coefficient d'activité «A» (cm ² /μl)	Sensibilité des souches
<i>E. coli</i> ₁₂₂	13	14	13	13,34	13,34 ± 0,34	1,39	0,139	Sensible (+)
<i>E. coli</i> ₁₂₆	15	15	15	15,00	15 ± 00	1,76	0,176	Très sensible (++)
<i>E. coli</i> ₅₃₁	17	17	17	17,00	17 ± 00	2,26	0,226	Très sensible (++)
<i>E. coli</i> ₅₄₃	23	22	22	22,34	22,34 ± 0,34	3,91	0,391	Extrêmement sensible (+++)
<i>E. coli</i> ₆₁₈	19	20	20	19,67	19,67 ± 0,34	3,03	0,303	Très sensible (++)
<i>E. coli</i> ₆₈₇	16	15	16	15,67	15,67 ± 0,34	1,92	0,192	Très sensible (++)
<i>E. coli</i> ₆₉₃	19	19	19	19,00	19 ± 00	2,83	0,283	Très sensible (++)
<i>E. coli</i> ₆₉₉	24	25	25	24,67	24,67 ± 0,34	4,77	0,477	Extrêmement sensible (+++)
<i>E. coli</i> ₇₉₃	14	14	14	14,00	14 ± 00	1,53	0,153	Sensible (+)
<i>E. coli</i> _{TA}	20	21	21	20,67	20,67 ± 0,34	3,35	0,335	Extrêmement sensible (+++)
<i>Pro m</i> ₆₀₂	22	21	21	21,34	21,34 ± 0,34	3,57	0,357	Extrêmement sensible (+++)
<i>Pro m</i> _{cha}	22	22	23	22,34	22,34 ± 0,34	3,91	0,391	Extrêmement sensible (+++)
<i>Kp</i> ₂	16	17	17	16,67	16,67 ± 0,34	2,18	0,218	Très sensible (++)
<i>Kp</i> ₅₃	15	15	15	15,00	15 ± 00	1,76	0,176	Très sensible (++)
<i>Citro sp.</i>	19	19	19	19,00	19 ± 00	2,83	0,283	Très sensible (++)

Pro m: *Proteus mirabilis* ; Kp: *Klebsiella pneumoniae* ; Citro sp: *Citrobacter sp.*

Détermination des concentrations minimales inhibitrices (CMI)

Pour les bactéries dont l'aromatogramme s'est révélé positif, la CMI de l'HE de la Sarriette des montagnes est représentée par l'extrait brut (Tableau 5).

Tableau 5: effet des dilutions de l'HE de la Sarriette des montagnes sur les bactéries testées.

Bactéries	Témoin 1	Témoin 2	1/10	1/25	1/50	1/100
<i>E. coli</i> ₅₄₃	ND	ND	-	-	ND	ND
<i>E. coli</i> ₆₉₉	ND	ND	-	-	ND	ND
<i>E. coli</i> _{TA}	ND	ND	-	-	ND	ND
<i>Proteus mirabilis</i> _{cha}	ND	ND	-	-	ND	ND
<i>Klebsiella pneumoniae</i> ₂	ND	ND	-	-	ND	ND
<i>Citrobacter sp.</i>	ND	ND	-	-	ND	ND

ND: non dénombrable ; - : aucun développement bactérien ; Témoin 1 : milieu de culture et la solution d'agar à 0,2 % ; Témoin2 : milieu de culture, la solution d'agar à 0,2 % et 10µl d'Ether di éthylique

UC : uncountable ; - : no bacterial growth ; Control 1: culture medium and agar solution at 0.2%; Témoin2: culture medium, the agar solution at 0.2% and 10µl of di ethyl ether

4. Discussion

Les caractéristiques organoleptiques obtenues sont conformes aux normes données par Roulier et Horvath (2011). Les résultats de la CG/SM de HE obtenus sont similaires à ceux de Piccaglia et al. (1993) et Djenane et al. (2011). Ces auteurs décrivent l'HE de la Sarriette des montagnes récoltée respectivement en France et en région méditerranéenne de chemotype carvacrol. Les valeurs décrites sont dans l'ordre 41% et 29,19%. Cependant, De Oliveira et al. (2001) a obtenu à partir de la Sarriette des montagnes récoltée en Albanie, une HE à chemotype thymol (28,99%). Ce même auteur, indique un taux réduit en carvacrol (10,71%). La différence de chemotype de l'HE est probablement liée à la région de la récolte.

L'importante action antibactérienne démontrée par l'huile essentielle de la Sarriette des montagnes est en relation avec sa forte teneur en carvacrol et en thymol (20,85 et 16,086% respectivement). En effet, Radonic et Milos (2003), et Mirjana et Nada (2004) affirment que l'effet inhibiteur de la Sarriette des montagnes est lié à la présence de ses composés chimiques majeurs : le thymol et le carvacrol. Oussalah et al. (2007) ont rapporté que l'HE de deux espèces de Sarriette : *S. hortensis* (Sarriette des jardins) et *S. Montana* (Sarriette des montagnes) a montré une forte activité antibactérienne contre *E. coli* avec un diamètre d'inhibition de 23,32 mm pour la méthode d'aromatogramme. Ces mêmes auteurs signalent une teneur respective de carvacrol de 41% et de 43%. Ils indiquent également que cette essence végétale est caractérisée par la dominance de l' α -pinène connu pour son effet inhibiteur. Dans notre cas, l' α pinène occupe la huitième place avec un taux de 1,594%. De même, Piccaglia et al. (1993) en analysant le pouvoir antibactérien de l'HE de la Sarriette des montagnes (*Satureja montana*), à chemotype carvacrol (41%), envers *E. coli* ont enregistré un diamètre d'inhibition de 10,5 mm. Ce résultat semble être inférieur à nos valeurs ($13,34\text{mm} \leq d \leq 24,67\text{mm}$). Par ailleurs, des résultats similaires ont été trouvés par Djenane et al. (2011) pour la souche *E. coli*. Ces derniers ont notés une valeur de 23,32 mm. Cette différence est probablement liée à plusieurs facteurs : le composé chimique majeur des HEs, et les caractéristiques des souches testées. Pour les autres bactéries testées (*Proteus mirabilis*, *Klebsiella pneumoniae* et *Citrobacter Sp.*), et par manque de données sur l'effet de l'huile essentielle de la Sarriette des montagnes sur la croissance de ces dernières, nous n'avons pas pu discuter nos résultats.

5. Conclusion

L'analyse chimique de l'huile essentielle de la Sarriette des montagnes par CG/SM a permis d'identifier 12 composés, représentant 85,044 % de la composition de l'huile et dont les constituants majoritaires sont des monoterpènes : le carvacrol (20,850%), le β -cymène (17,220%) et le thymol (16,086 %). L'huile essentielle de la Sarriette des montagnes a montré une activité antibactérienne très importante. Les résultats obtenus révèlent que les 10 souches d'*E. coli* ont montré une grande sensibilité à l'HE, tandis que les: deux souches de *Klebsiella pneumoniae*, les deux souches *Proteus mirabilis* et l'unique souche *Citrobacter sp* ont manifesté une sensibilité, mais moindre à celle représentée par *E. coli*. Ainsi, cette étude permet de prévoir une éventuelle production pharmaceutique appropriée à base d'huile essentielle de la Sarriette des montagnes pour traiter les infections urinaires.

6. Références bibliographiques

- [1] AFNOR NF ISO279 (T75-111), 1999- Huiles essentielles. - Détermination de la densité relative à 20 °C. - Méthode de référence (homologuée le 5 septembre 1994). *Journal officiel* du 23 février 1999, Num. 147 : **Avis relatifs à l'homologation et à l'annulation de normes.** NOR : ECOI9910009V.
- [2] AFNOR NF ISO280 (T75-112), 1999- Huiles essentielles. - Détermination de l'indice de réfraction (homologuée le 5 septembre 1994). *Journal officiel* du 23 février 1999, Num. 147 : **Avis relatifs à l'homologation et à l'annulation de normes.** NOR : ECOI9910009V.

- [3] AFNOR NF ISO 1242 (T 75-103), 1999- Huiles essentielles. - Détermination de Huiles essentielles -- Détermination de l'indice d'acide - Méthode de référence (homologuée le 5 septembre 1994). *Journal officiel* du 23 février 1999, Num. 147 : **Avis relatifs à l'homologation et à l'annulation de normes.** NOR : ECOI9910009V.
- [4] AFNOR (Association Française pour la Normalisation) (1981). *Recueil des normes françaises. Corps gras graines oléagineuses, produits dérivés*, afnor, Paris, 438 p.
- [5] Aiboud K., 2012- Etude de l'efficacité de quelques huiles essentielles à l'égard de bruche de niébé *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) et impacts des traitements sur la germination des graines de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Thèse de Magister en Biologie, Option : interaction «plantes-environnements», Université de Tizi-Ouzou. 58p.
- [6] Boubrit S. et Nafaa B., 2007- Détermination "in vitro " du pouvoir antibactérien des huiles essentielles d'Eucalyptus, Myrte, Clous de girofle et Sarriette, et leur application à la conservation de la viande fraîche type hachée. Mémoire d'Ingénieur d'état en biologie, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, 96p.
- [7] Celitkas O.Y., Bedir E. et Vardar Sukan F., 2007 - In vitro antioxidant activities of *Rosmarinus binus* L. seed oil: a potential solvent-free and high antioxydative edible oil. *Food chemistry*, 6:1291-1296.
- [8] De Oliveira T-L-C., De Araújo Soares R., Ramos E-M., Cardoso M-G., Alves E. et Piccoli R-H., 2011- Antimicrobial activity of *Satureja montana* L. essential oil against *Clostridium perfringens* type A inoculated in mortadella-type sausages formulated with different levels of sodium nitrite. *International Journal of Food Microbiology*, 144: 546–555.
- [9] Djenane D., Yanguela J., Amrouche T., Boubrit S., Bousaad N et Roncales P., 2011- Chemical Composition and Antimicrobial Effects of Essential Oils of *Eucalyptus globulus*, *Myrtus communis* and *Satureja hortensis* Against *Escherchia coli* O157 : H7 and *Staphylococcus aureus* in Minced Beef. *Food Science and Technology International*, 17(6):505-15.
- [10] Jonkers D., Van Den Broek E., Van Dooren I., Thijs C., Dorant E., Hageman G. et Stobberingh E., 1999- Antibacterial effect of garlic and omeprazole on *Helicobacter pylori*. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 43: 837-839.
- [11] Kaidi A., et Yousfi M., 2012- Les pyélonéphrites aigües expérience de l'hôpital de Boufarik. Association Algérienne des Urologues Libéraux, VIII^{ème} congrès national, 08 décembre 2012, Alger, 46p.
- [12] Linden G. et Lorient D., 1994 - Valorisation alimentaire de la production agricole. Ed. Masson, Paris, 225p.
- [13] Lucchesi M.E., 2005 - Extraction Sans Solvant Assistée par Micro-Ondes: Conception et Application à l'Extraction des Huiles Essentielles. Thèse de Doctorat en Science, Université de la Réunion, 146p.
- [14] Mirjana S. et Nada, B., 2004- Chemical composition and antimicrobial variability of *Satureja montana* L. essential oils produced during ontogenesis. *Journal of Essential Oil Research*, 16: 387–391.
- [15] Moreira M.R., Ponce A.G., Del Valle C.E. et Roura S.I., 2005 – Inhibitory parameters of essential oils to reduce a food borne pathogen. *LWT, Food Sci. Technol.*, 38: 565–570.
- [16] Oussalah M., Caillet S., Saucier L. et Lacroix M., 2007- Inhibitory effects of selected plant essential oils on the growth of four pathogenic bacteria: *E. coli* O157 : H7, *Salmonellatyphimurium*, *Staphylococcus aureus* and *Listeria monocytogenes*. *Food Control*, 18: 414–420.
- [17] Piccaglia R., Marotti M., Giovanelli E., Deans S.G. et Eaglesham E., 1993- Antibacterial and antioxidant properties of Mediterranean aromatic plants. *Industrial Crops and Products*, 2: 47-50.
- [18] Radonic A. et Milos M., 2003 -Chemical composition and in vitro evaluation of antioxidant effect of free volatile compounds from *Satureja montana* L. *Free Radical Research*, 37: 673–679.
- [19] Roulier G. et Horvath M., 2011- Clé Nama : Huiles essentielles et dérivés. Fiches techniques. <http://www.clenama.com>
- [20] Skandamis P., Koutsoumanis K., Fasseas K. et Nychas G.J.E., 2001-Inhibition of oregano essential oil and EDTA on *Escherichia coli* O157:H7. *Italian Journal of Food Science*, 13 (1): 65–75.