

Effet antibactérien de deux huiles essentielles (*Thymus vulgaris* et *Lavandula officinalis*) sur des souches isolées d'un centre d'hémodialyse de la ville de Fès

[Antibacterial effect of two essential oils (*Thymus vulgaris* and *Lavandula officinalis*) on the isolated strains from Fez city's hemodialysis center]

S. Berrada¹⁻², L. Bennani³, A. Chahbi²⁻⁴, T. Sqalli Houssaini⁵, A. El Ouali Lalami³, G. Benjelloun Touimi²⁻⁶, and F.Z. Sqalli Houssaini¹

¹Laboratoire de Neuroendocrinologie et Environnement Nutritionnel et Climatique, Université Sidi Mohamed ben Abdellah, Faculté des Sciences Dhar Mahraz, Fès, Maroc

²Laboratoire Régional de Diagnostic Epidémiologique et d'Hygiène du Milieu, Direction Régionale de la Santé, Hôpital Al Ghassani, Fès, Maroc

³Institut Supérieur des Professions Infirmières et des Techniques de Santé, Fès, Maroc

⁴Laboratoire de chimie organique appliquée, Université Sidi Mohamed ben Abdellah, FST, Fès, Maroc

⁵Service de néphrologie, CHU Hassan II, Fès, Maroc

⁶Laboratoire de pathologie humaine, biomédecine et environnement, Faculté de Médecine et pharmacie, Fès, Maroc

Copyright © 2016 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: Bacterial resistance to antibiotics is now a major public health problem in the world as well as in Morocco. The situation appears particularly worrying in hospital since it disseminates the micro-organisms to long distance, and insidiously contributes to their transmission to various inert media. Infections favored may be reduced by the mastery of the environment and the establishment of good disinfection strategy, based on natural and powerful molecules.

In this context, we have tested the antibacterial action of two essential oils (*Thymus vulgaris* and *Lavandula officinalis*) on 27 strains collected from the environment of the Al Ghassani hospital's hemodialysis center of Fez city. The determination of the antibacterial power was conducted by the Vincent method. The minimum inhibitory concentrations (MIC) of the various essential oil were determined by the solid medium diffusion method.

The oil of *Thymus vulgaris* showed a strong antimicrobial activity against the strains studied with diameters of inhibitions between 16 to 40 mm. The HE *Lavandula officinalis* presented narrow antibacterial activities, with diameters of inhibition ranging from 8 to 28 mm. The MIC of lavender are more important than those of thyme. This activity could be due to a synergy of their major compounds.

It would be interesting to analyze the chemical composition of these oils, to maximize the impact of the factors that can amplify their efficacy, and to establish disinfection's protocol in order to reduce the spread of multi-resistant germs and to prevent infectious risks particularly in the hospital.

KEYWORDS: Antibacterial activity, hemodialysis center, essential oil, nosocomial infection, Fez, Morocco.

RESUME: La résistance des bactéries aux antibiotiques est aujourd'hui un problème majeur de santé publique aussi bien dans le monde qu'au Maroc. La situation apparaît particulièrement préoccupante en milieu hospitalier puisqu'il dissémine les

micro-organismes à de longue distance, et contribue insidieusement à leur transmission à divers supports inertes. Les infections ainsi favorisées peuvent être réduites par la maîtrise de l'environnement et la mise en place d'une bonne stratégie de désinfection, se basant sur des molécules naturelles puissantes.

Dans ce cadre, nous avons testé l'action antibactérienne de deux huiles essentielles (*Thymus vulgaris* et *Lavandula officinalis*), sur des isolats de 27 souches prélevées de l'environnement du centre d'hémodialyse de l'hôpital Al Ghassani de la ville de Fès. La détermination du pouvoir antibactérien a été réalisée par la méthode de la diffusion sur gélose. Les concentrations minimales inhibitrices (CMI) des différentes huiles essentielles, ont été déterminées par la méthode de diffusion en milieu solide.

L'HE de *Thymus vulgaris* a montré une forte activité antimicrobienne vis-à-vis des souches testées avec des diamètres compris entre 16 à 40 mm. L'HE de *Lavandula officinalis* a présenté des activités antibactériennes étroites, avec des diamètres d'inhibitions allant de 8 à 28 mm. Les CMI de la lavande sont plus importantes que celles du thym. Ceci pourrait être dû à une synergie de leurs composés majoritaires.

Il serait intéressant d'analyser la composition chimique des huiles testées, d'étudier et d'optimiser l'effet des facteurs pouvant amplifier leur action antimicrobienne, et d'établir un protocole de désinfection permettant de réduire la propagation des germes multi-résistants et de prévenir les risques infectieux notamment en milieu hospitalier .

MOTS-CLEFS: Activité antibactérienne, centre d'hémodialyse, huile essentielle, infection nosocomiale, Fès, Maroc.

1 INTRODUCTION

Les infections nosocomiales constituent un problème de santé publique à l'échelle mondiale, avec des conséquences et des répercussions considérables, tant sur le plan individuel que sur le plan économique ([1], [2], [3]). Leur prévalence varie entre 1 et 20 %, et l'incidence globale de 5 à 10%, avec une variation d'un pays à l'autre [4]. A titre d'exemple, 5 à 10% des patients hospitalisés contractent une infection nosocomiale aux États-Unis, 7,9% au Canada, 9 à 12% en Europe [5] et 8,1% au Maroc [6].

Par ailleurs, la prolifération de bactéries résistantes aux antibiotiques, due essentiellement à l'antibiothérapie abusive, est devenue une préoccupation majeure dans le domaine de la santé. Les infections ainsi causées, entraînent souvent une prolongation de l'état pathologique et un accroissement du taux de mortalité. Face à ces résistances, la découverte de nouveaux agents antibactériens est devenue plus qu'indispensable ([7], [8]). L'exploitation de nouveaux médicaments d'origine naturelle constitue un axe important de recherche au niveau mondial. Les traitements à base de plantes médicinales et aromatiques deviennent le centre d'intérêt de nombreuses études ([9], [10]). Les huiles essentielles (HE), extraites de ces plantes, sont des mélanges naturels complexes de molécules volatiles et odorantes [9, 10]. Des travaux antérieurs ont démontré l'activité antimicrobienne de plusieurs HE, notamment celles qui proviennent du genre *Thymus*, *Lavandula*, *Silene*, *Teucrium* et *Pistacia* ([8], [13], [14], [15]).

Ces HE présentent une grande variation dans leur composition chimique, en fonction du stade végétatif, du lieu et du moment de récolte [16, 17]. Face à ces variétés à l'intérieur du même pays, les propriétés biologiques méritent d'être suivies [18].

Les espèces du genre *Thymus* et du genre *Lavandula* ont fait l'objet de nombreuses études ([19], [20], [21], [22]). Toutefois et jusqu'à présent, aucune étude ne s'est intéressée à leur pouvoir antimicrobien sur les germes isolés en milieu hospitalier au niveau de notre région.

La présente étude vise particulièrement l'évaluation du pouvoir antibactérien de deux types d'HE sur des germes multi-résistants aux antibiotiques, isolés au service d'hémodialyse de l'hôpital Al Ghassani de la ville de Fès.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 HUILES ESSENTIELLES

En se basant sur les données bibliographiques, la disponibilité, la fréquence d'apparition, le rendement, l'intérêt thérapeutique probable des plantes aromatiques, les HE choisies dans notre étude sont extraites de la lavande (*Lavandula officinalis*) et de thym (*Thymus vulgaris*). Ces plantes appartiennent au règne des *Plantae*, et au sous-règne des *Tracheobionta*. Elles ont été produites au niveau de la région de Taounate. L'extraction des HE a été réalisée par

entraînement à la vapeur d'eau à l'aide d'un dispositif de type Clevenger pendant deux heures. Les HE extraites ont été récupérées et conservées à 4°C et à l'abri de la lumière.

2.2 SOUCHES BACTÉRIENNES TESTÉES

Les souches bactériennes testées ont été préalablement isolées à partir de l'environnement du centre d'hémodialyse de l'hôpital Al Ghassani. 27 souches appartenant à deux catégories différentes (Cocci Gram positive et Bacilles Gram négative), ont été étudiées. Il s'agit de *Staphylococcus aureus* (St A), *Staphylococcus coagulase négative* (St CN), Bacilles Gram négatif oxydase positive (BGN OP), Bacilles Gram négative oxydase négative fermentaire (BGN ON F), et Bacilles Gram négative oxydase négative non fermentaire (BGN ON NF).

2.3 ACTIVITÉ ANTIBACTÉRIENNE

2.3.1 EVALUATION QUALITATIVE

L'effet antimicrobien des HE a été déterminé par la méthode de diffusion sur disques stériles ou méthode de Vincent. Celle-ci consiste à utiliser des disques de papiers filtre stériles (bioMérieux) de 6 mm de diamètre et imprégnés d'HE, à raison de 5µl / disque. Ces disques sont déposés à la surface d'un milieu gélosé (Muller-Hinton), ensemencé préalablement à l'aide d'une suspension bactérienne. Deux témoins ont été réalisés : un témoin négatif avec 10 µl d'eau distillée stérile en présence de 10 % de DMSO et un disque d'antibiotique comme témoin positif. Les boîtes sont laissées 15 à 30 min à température ambiante puis retournées et incubées à 37°C pendant 18 à 24 heures [9].

2.3.2 EVALUATION QUANTITATIVE

Pour la détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI), une solution mère de 200 mg/ml de chaque HE a été préparée, puis une série de dilutions a été réalisée au diméthyle sulfoxyde (DMSO). La gamme de concentration finale ainsi obtenue varie de 200 à 0,39 mg/ml.

Les disques de papier ont été imprégnés de 10µl des différentes dilutions, puis ont été déposés à la surface des milieux ensemencés avec les différentes souches bactériennes, l'ensemble a été incubé à 37°C pendant 18 à 24 heures.

3 RÉSULTATS

Les résultats présentés dans le tableau 1, montrent que l'efficacité globale exprimée en % de sensibilité, était maximale pour l'huile de *Thymus vulgaris* et élevée pour l'huile de *Lavandula officinalis* (70,4%).

Tableau 1 : Fréquence de sensibilité des souches vis-à-vis des HE testées

Genre bactérien	Pourcentage de	<i>Thymus vulgaris</i>	<i>Lavandula officinalis</i>
Bacilles Gram négatif oxydase positive (N= 5)	Résistance	0%	0%
	Sensibilité	100%	60%
	Intermédiaire	0%	40%
Bacilles Gram négatif oxydase négative fermentaires (N=5)	Résistance	0%	20%
	Sensibilité	100%	60%
	Intermédiaire	0%	20%
Bacilles Gram négatif oxydase négative non fermentaires (N=5)	Résistance	0%	0%
	Sensibilité	100%	100%
	Intermédiaire	0%	0%
<i>Staphylococcus aureus</i> (N=7)	Résistance	0%	14,3%
	Sensibilité	100%	71,4%
	Intermédiaire	0%	14,3%
<i>Staphylococcus coagulase négative</i> (N=5)	Résistance	0%	20%
	Sensibilité	100%	60%
	Intermédiaire	0%	20%
% de résistance globale		0%	11,1%
% de sensibilité globale		100%	70,4%
% de sensibilité modérée globale		0%	18,5%

Nous avons noté que l'HE du thym a présenté un large spectre d'action aussi bien contre les bactéries à Gram négatif que celles à Gram positif, avec des diamètres d'inhibitions très importants, allant de 16 à 40 mm. L'HE de la lavande a montré des activités antibactériennes étroites, avec des diamètres d'inhibitions nettement inférieurs à ceux produits par l'huile de *Thymus vulgaris*. Ces diamètres ont varié entre 8 et 28 mm.

Comme présenté en tableau 2, Nous avons constaté que les concentrations minimales inhibitrices varient en fonction de l'HE testée et du genre bactérien étudié.

Tableau 2 : Concentration minimale inhibitrice des HE (exprimée en mg/ml)

HE	Souche		BGN OX P	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Staphylococcus coagulase négative</i>	BGN OXN NF	BGN OXN F
	Concentration						
<i>Thymus vulgaris</i>	200		-	-	-	-	-
	100		-	-	-	-	-
	50		-	-	-	-	-
	25		-	-	-	-	-
	12,5		-	-	-	-	-
	6,25		-	-	-	-	-
	3,125		-	+/-	+/-	-	-
	1,56		+/-	+	+	+/-	+/-
	0,78		+	+	+	+	+
	0,39		+	+	+	+	+
<i>Lavandula officinalis</i>	200		-	-	-	-	-
	100		-	-	-	-	-
	50		-	-	-	-	-
	25		-	-	-	-	-
	12,5		+/-	-	-	-	+/-
	6,25		+	+/-	+/-	+/-	+
	3,125		+	+	+	+	+
	1,56		+	+	+	+	+
	0,78		+	+	+	+	+
	0,39		+	+	+	+	+

(-) : inhibition ; (+) : croissance/développement ; (+/-) : activité intermédiaire

Les bacilles Gram négatif oxydase négatif et non fermentaires (BGN OXN NF), Les bacilles Gram négatif oxydase négatif fermentaires (BGN OXN F) et les bacilles Gram négatif oxydase positive (BGN OX P) ont été inhibés par l'HE de *Thymus vulgaris* à une concentration minimale de 3,125 mg/ml. Les *Staphylococcus* aussi bien coagulase négative que ceux à coagulase positive ont été inactivés par la même huile à une concentration de 6,25 mg/ml.

Les résultats relatifs à l'HE de *Lavandula officinalis*, montrent que la CMI des BGN OXN F, des *Staphylococcus aureus* et des *Staphylococcus sp* est de 12,5 mg/ml. Les BGN OXN F et Les BGN OX P ont été inhibés par la même HE à partir d'une concentration de 25 mg/ml.

4 DISCUSSION

La propagation du phénomène de résistance et le nombre limité d'antibiotiques en cours de développement et notamment en milieu hospitalier, soulignent l'urgence de la recherche de nouvelles substances antimicrobiennes [7, 8, 9, 10]. Dans ce cadre, les chercheurs se sont intéressés à évaluer les propriétés pharmacologiques de plusieurs HE ([19], [22], [23], [24], [25], [26]).

En utilisant la méthode de Vincent, nous avons testé l'activité antibactérienne de deux HE vis à vis de 27 souches bactériennes prélevées à partir de l'environnement d'un centre d'hémodialyse. Nous avons constaté que l'HE de *Thymus*

vulgaris a présenté une efficacité maximale et un large spectre d'action aussi bien sur les bactéries à Gram positif que celles à Gram négatif, avec des diamètres d'inhibitions très importants, allant de 16 à 40 mm.

Nous avons aussi noté une efficacité globale importante pour l'huile de *Lavandula officinalis* (70,4%), avec des diamètres d'inhibition allant 8 à 28 mm. En outre, les souches testées n'ont pas manifesté la même sensibilité vis-à-vis de cette huile. Ainsi, les bacilles Gram négatif oxydase négative non fermentaires ont montré une sensibilité totale, les *Staphylococcus aureus* ont présenté une sensibilité importante (71,4%). Avec *Staphylococcus* coagulase négative, les bacilles Gram négatif oxydase négative fermentaires, les bacilles Gram négatif oxydase positive, nous avons constaté une sensibilité relativement élevée (60%)

Les différences d'efficacité et du pouvoir antibactérien observées pourraient être dues principalement à la composition chimique des huiles essentielles, qui varie d'une part en fonction de la plante, et d'autre part en fonction de la région géographique, de la saison, du stade, de l'organe et de la méthode d'extraction ([16], [17], [27]).

En effet, l'huile de *Thymus vulgaris* contient en grande partie le thymol et le carvacrol, avec des pourcentages qui diffèrent en fonction de la région et de la méthode d'extraction (Kaloustian *et al*, 2008). El Ouali Lalami *et al* (2013), ont montré que les composants majeurs de *Thymus vulgaris* sont le γ -terpinène (22,25 %) et le thymol (41,39%) [20]. Parmi les composés ayant une activité antibactérienne, le thymol et le carvacrol sont reconnus les plus bactéricides [28, 29]. Par ailleurs, le thymol pourrait être impliqué dans l'inhibition des processus de transport des électrons, dans le transport intracellulaire des protéines, dans les étapes de phosphorylation et dans d'autres réactions enzymatiques. Quant au carvacrol, il est aussi considéré comme biocide, avec son précurseur, le p-cymène, un antibactérien faible, il agit probablement en synergie avec le thymol, ce qui entraîne la déstabilisation de la membrane [30].

L'importance de l'activité antibactérienne du *Thymus vulgaris* a été démontrée par des travaux antérieurs ([13], [19], [20], [21]).

L'huile de *Lavandula officinalis* a révélé une prédominance des composés mono-terpéniques dans la plupart des travaux réalisés, mais avec des teneurs différentes. Au Maroc, l'analyse effectuée par Chahboun *et al* (2015), a montré que les composés majoritaires de la lavande sont : 3-Benzylsulfonyl-2, 6,6-trimethylbicyclo (3.1.1) heptane (23,61%), Linalyl phenyl acetat (15,98%), Campholen aldehyd (9,17%), Bornéol (9,3%), Eucalyptol (7,77%) et gamma Caldinen (11,64%) [22]. La variation de la sensibilité des microorganismes étudiés face à cette huile, a été aussi notée par d'autres auteurs ([13], [22]).

En outre, la comparaison du pouvoir antibactérien du *Thymus vulgaris* et celui de *Lavandula officinalis*, a montré des auréoles d'inhibitions plus importantes révélées par le thym. Les CMI de la lavande étaient plus grandes que celles du thym.

Kaloustian *et al* (2008), avaient constaté des CMI moindres à celles que nous avons trouvées. *E.coli* et *Staphylococcus aureus*, étaient inhibés par l'huile de *Thymus vulgaris* à des concentrations respectives de 1mg/ml et de 2 mg/ml. D'autre part, et en comparant l'efficacité et l'activité des huiles testées de lavande et de thym, ces auteurs avaient signalé que seuls le *Thymus vulgaris* et l'*Origanum vulgare*, riches en carvacrol et en thymol, qui présentaient la meilleure activité antibactérienne vis-à-vis des bactéries Gram négatif et celles à Gram positif. Ces résultats confirment que ce sont les phénols (thymol et carvacrol) qui donnent à l'huile essentielle le caractère antibactérien [13].

5 CONCLUSION

Les HE testées ont présenté d'intéressantes propriétés antimicrobiennes. L'huile de thymus a montré une activité antibactérienne plus prononcée contre tous les micro-organismes étudiés. Les résultats obtenus ne constituent qu'une première étape de recherche de produits naturels à effet antibactérien. Ils devraient être poursuivis par de nouvelles études visant à isoler et à identifier les principes actifs responsables de cet effet inhibiteur. Des essais complémentaires devraient être menés pour pouvoir confirmer les performances mises en évidence, ce qui pourrait permettre leur utilisation à des fins antiseptiques et de désinfection. Et ceci afin de réduire la propagation des germes multi-résistants et de prévenir les risques infectieux notamment en milieu hospitalier.

CONFLITS D'INTÉRÊT

Les auteurs déclarent qu'il n'y a eu aucun conflit d'intérêt (financier ou non financier).

REMERCIEMENTS

A toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de cette étude.

REFERENCES

- [1] R.W. Haley, D.H. Culver, J.W. White, "The efficacy of infection surveillance and control programs in preventing nosocomial infections in US hospitals", *American journal of epidemiology*, vol. 12, pp. 182-205, 1985.
- [2] D. Pittet, E. Safran, S. Harbarth, "Prevalence and risk factors for nosocomial infections in four university hospitals in Switzerland", *Infection control and hospital epidemiology*, vol. 20, pp. 37-42, 1999.
- [3] K. El Rhazi, S. El Fakir, M. Berraho, N. Tachfouti, Z Serhier., C. Kanjaa, C. Nejari, "Prévalence et facteurs de risque des infections nosocomiales au CHU Hassan II de Fès (Maroc) ", *La Revue de Santé de la Méditerranée orientale*, vol. 13, no 1, pp. 56-63, 2007.
- [4] N. Saouide El Ayne, A. Echchelh, A. Chaouch, N. Auajjar, S. Hamama, Soulaymani A. Rôle de l'environnement hospitalier dans la prévention des infections nosocomiales : Surveillance de la flore des surfaces à l'hôpital EL Idrissi de Kénitra-Maroc. *European Scientific Journal*. 2014, 10(9): 238-247.
- [5] Belhaj, Surcoût de l'infection nosocomiale en réanimation médicale. CHU Ibn Rochd, Thèse de doctorat en médecine, Faculté de médecine et pharmacie, Fès. 2010.
- [6] Amrani, Résultats de l'enquête de prévalence des infections nosocomiales au niveau de 24 hôpitaux. Ministère de la Santé, Rabat, 1994.
- [7] A. Zhiri, L. Mayaud, S. Bouhdid, D. Baudoux, J. Abrini, G. Aubert, "Evaluation de l'activité bactéricide et bactériostatique des huiles essentielles vis- à-vis des souches d'origine clinique résistantes aux antibiotiques". Congrès Francophone de Phytothérapie : Place de la phytothérapie dans les systèmes de Santé. Liban. Juin 2010.
- [8] J. El Amri, K. El badaoui, T. Zair, Bouharb H., Chakir S., Alaoui L. Étude de l'activité antibactérienne des huiles essentielles de *Teucrium capitatum* L et l'extrait de *Silene vulgaris* sur différentes souches testées. *Journal of Applied Biosciences*, vol. 82, pp. 7481-7492, 2014.
- [9] Guinoiseau, Molécules antibactériennes issues d'huiles essentielles : séparation, identification et mode d'action. Thèse de Doctorat. Université De Corse-Pasquale Paoli, Ecole Doctorale Environnement Et Société UMR, CNRS. 2010.
- [10] Hamimed, Caractérisation chimique des principes à effet antidermatophyte des racines d'*Adnacyclus pyrethrum* L. Mémoire du Diplôme de Magister en Chimie organique. Université Mentouri Constantine, Faculté des Sciences Exactes, Algérie, 2009.
- [11] P. Duquenois, "L'utilisation des huiles essentielles en pharmacie, leur normalisation et l'Europe du médicament", *Parf Cosm Sov*, vol.11, pp. 414-418, 1968.
- [12] Sell, *The Chemistry of Fragrance From performer to Consumer*. Royal Society of Chemistry. Cambridge. 2nd Edition, pp. 1-363, 2015,
- [13] J. Kaloustian, J. Chevalier, C. Mikail, M. Martino, L. Abou, M-F Vergnes, "Etude de six huiles essentielles: composition chimique et activité antibactérienne". *Pharmacognosie*, vol. 6, pp. 160-164, 2008.
- [14] M. Benabderrahmane, M. Benali, H. Aouissat, M.-J. Jordan Bueso, "Activité antimicrobienne des huiles essentielles de *Pistacia atlantica* Desf. De l'Algérie", *Phytothérapie*, vol. 7, pp. 304-308, 2009.
- [15] Y. Ez zoubi, F. EL-Akhal, S. Berrada., S. Maniar, H. Bekkari, A. El Ouali Lalami, "Struggle against Bacterial Diseases: Chemical Composition and Antimicrobial activity of the Essential Oil of *Lavandula stoechas* L. From Morocco", *Int. J. Pharm. Sci. Rev. Res.*, vol. 36, no. 2, pp. 99-104, 2016.
- [16] S. Cosentino, C.I. Tuberoso, B. Pisano, M. Satta, V. Mascia, E. Arzedi, F. Palmas, "In-vitro antimicrobial activity and chemical composition of *Sardinian Thymus* essential oils", *Lett Appl Microbiol*, vol. 29, no. 2, pp. 103-105, 1999.
- [17] Laib, Etude des activités antioxydante et antifongique de l'huile essentielle des fleurs sèches de *Lavandula officinalis* sur les moisissures des légumes secs. Magister en Sciences Alimentaires, Université Mentouri Constantine, Institut de la nutrition, de l'alimentation et des technologies argo-alimentaires, Algérie, pp.24, 2011.
- [18] E. Yayi-Ladekan, D.S. Kpoviessi. F. Gbaguidi, B.G. Kpadonou-Kpoviessi, J. Gbenou, C. Jolival, M. Moudachirou, G.C. Accrombessi, et J. Quetin-Leclercq, "Variation diurne de la composition chimique et influence sur les propriétés antimicrobiennes de l'huile essentielle de *Ocimum canum* Sims cultivé au Béni", *Int. J. Biol. Chem. Sci*, vol. 5, no. 4, pp. 1462-1475, 2011.
- [19] M., Cheurfa, R. Allem, R. Sebahia, Belhireche S. "Effet de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* sur les bactéries pathogènes responsables de gastroentérites. *Phytothérapie*, vo. 11, no. 3, pp. 154-160, 2013.
- [20] A. El Ouali Lalami., F. El-Akhal, W. Ouedhiri, F., Ouazzani C., R. Guemmouh, H. Greech, "Composition chimique et activité antibactérienne des huiles essentielles de deux plantes aromatiques du centre nord marocain : *Thymus vulagrif* et *Thymus satureioidis* ", *Les technologies de laboratoire*, vol 8, no. 31, pp. 27-33, 2013
- [21] L. Sidali, M. Brada, M-L. Fauconnier., G. Lognay, "Composition chimique et activité antimicrobienne de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* du Nord d'Algérie", *PhytoChem & BioSub Journal*, vol. 8, no. 3, pp. 156-161.

- [22] N. Chahboun, A. Esmail, H. Abed, M. Barrahi, R. Amiyare, M. Berrabeh, H. Oudda, M. Ouhssine, "Évaluation de l'activité bactériostatique d'huile essentielle de la *Lavandula Officinalis* vis-à-vis des souches d'origine clinique résistantes aux antibiotiques", *J Mater Environ Sci*, vol. 6, no. 4, pp. 1186-1191, 2015.
- [23] J. Pellecier, J.L. Roussel, C. Andary, "Propriétés antifongiques comparatives des essences de trois Labiées méditerranéennes : romarin, sarriette et thym", *Travaux de la Société de pharmacie de Montpellier*, no. 3, pp. 584, 1973.
- [24] C. Hilan, R. Sfeir, D. Jawish, S. Aitour, "Huiles essentielles de certaines plantes médicinales libanaises de la famille des Lamiaceae", *Lebanese Science Journal*, vol.7, no.2, pp.13-22, 2006.
- [25] M. Kempf, M. Eveillard, F. Kowalczyk, E. Rossines, G. Panhelleux, M. L. Joly-Guillo, "Etude de la sensibilité de 224 bactéries isolés d'infections hospitalières vis à vis des composés JCA 250 et JCA 251 à base d'huiles essentielles issus de la recherche Aroma Technologies", *Pathologie Biologie*, vol. 59, pp. 39-43, 2011,
- [26] N. Mansouri, B. Satrani, M. Ghanmi, L. El Ghadraoui, A. Aafi, A. Farah, "Valorisation des huiles essentielles de *Juniperus thurifera* et de *Juniperus oxycedrus* du Maroc". *Phytothérapie*, vol. 8, pp. 166-170, 2010.
- [27] A.C. Aprotosoia, A.D. Spac, M. Hancianu, A. Miron, V.F. Tanasescu, V. Dorneanu, U. Stanescu, "The chemical profile of essential oils obtained from fennel fruits (*Foeniculum vulgare* Mill.)". *FARMACIA*, vol. 58, no. 1, pp. 46-54, 2010.
- [28] M. Zohary, P.H. Davis, "In vitro antimicrobial and antioxidant activities of the essential oils and various Extracts of *Thymus eigi*", *J Agric Food Chem*, vol. 52, pp. 1132-1137, 2004.
- [29] N. Zayyad, A. Farah, J. Bahhou, "Analyse chimique et activité antibactérienne des huiles essentielles des trois espèces de Thymus : *Thymus zygis*, *T. algeriensis* et *T. bleicherianus* Chemical analysis and antibacterial activity of essential oils from three species of Thymus : *Thymus zygis*, *T. algeriensis*, and *T. bleicherianus*". *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*, vol. 83, pp. 118-132, 2014.
- [30] A.C. Jamali, A. Kasratia, K. Bekkouchea, L. Hassanib, H. Wohlmuthc, D. Leachc, A. Abbada "Phenological changes to the chemical composition and biological activity of the essential oil from Moroccan endemic thyme (*Thymus maroccanus* Ball) ". *Industrial Crops and Products*, vol. 49, pp. 366 – 372, 2013.