

Etude des propriétés insecticides et bactéricides de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* L. dans la lutte contre les ravageurs des semences et denrées stockées

HASSANI A^{1*}, SEHARI N¹, SEHARI M¹, BOUCHENAFI N¹, LABDELLI F¹.
& KOUADRIA M¹

¹Laboratoire d'Agro-biotechnologie et de Nutrition en Zones Semi-arides, Université Ibn Khaldoun, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, BP 78 Zaaroura - Tiaret.

*Auteur correspondant : karim_hassani2002@yahoo.fr

Résumé : Dans le cadre de la valorisation de la flore algérienne, nous nous sommes intéressés à la famille des Lamiacées, plus précisément au genre *Thymus*. En effet, les huiles essentielles et leurs constituants sont reconnus depuis longtemps comme agents antimicrobiens, néanmoins leur utilisation dans la lutte antiparasitaire des semences stockées des céréales a été très peu rapportée. Dans cette optique, le présent travail porte sur l'extraction de l'huile essentielle d'une plante locale *Thymus vulgaris* (Thym) puis l'étude de l'efficacité de cette huile dans la lutte contre les ravageurs des semences et denrées stockées (insectes et bactéries en particulier). Ainsi, l'extraction par hydro distillation a montré que la plante locale testée possède un bon rendement en huile essentielle qui est de 1,8%. Par ailleurs, le test d'efficacité de cette huile a été mené sur le Charançon des céréales (*Sitophilus oryzae*) comme insecticide biologique lors du stockage des semences et comme bactéricide sur *Escherichia Coli* et *Staphylococcus Aureus*. Nos résultats ont été très remarquables pour les deux tests d'efficacité. En effet, l'activité insecticide de l'huile essentielle du Thym a été testée par fumigation sur *Sitophilus oryzae* selon quatre doses à une température de 25°C. Nous avons constaté que l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* entraîne un effet insecticide très prononcé sur *S. oryzae*. De même que cette huile a montré un bon effet bactéricide proportionnel à la concentration appliquée. En conclusion, nous pouvons dire que le rendement en huile essentielle obtenu à partir des feuilles de la plante testée est intéressant et ses effets inhibiteurs indiquent qu'elle est fortement prometteuse dans le domaine de la lutte biologique contre les ravageurs des semences et denrées stockées.

Mots clés : Hydrodistillation, huile essentielle, Thym, lutte, ravageurs, moisissure, insecte, semences stockées.

Abstract: In the context of the valorization of the Algerian flora, we were interested in the *Lamiaceae* family, more precisely in the genus *Thymus*. Indeed, essential oils and their constituents have long been recognized as antimicrobial agents, but their use in pest control of stored seed of cereals has been very limited. So, the present work focuses on the extraction of essential oil from a local plant *Thymus vulgaris* (Thym) and study of the effectiveness of this oil in the control of seed pests and stored foodstuffs (Insects and bacteria in particular). Thus, extraction by hydrodistillation (the official standard method for extracting essential oils for quality control) showed that the local plant tested has a good yield of essential oil which is 1.8%. In addition, the efficacy test of this oil was carried out on cereal weevil (*Sitophilus oryzae*) as a biological insecticide during seed storage and as a bactericide on *E. coli* and *Staphylococcus aureus*. Our results were very remarkable for the two efficacy tests. Indeed, the insecticidal activity of the essential oil of Thym was tested by fumigation on *Sitophilus oryzae* in four doses at a temperature of 25°C. We found that the essential oil of *Thymus vulgaris* produces a very pronounced insecticidal effect on *S. oryzae*. Just as this oil showed a good bactericidal effect proportional to the applied concentration. oil obtained from the leaves of the tested plant is interesting and its inhibiting effects indicate that it is highly promising in the field of biological control of seed pests and stored foodstuffs.

Keywords : Hydrodistillation, essential oil, Thyme, control, pests, mold, insect, stored seed.

Introduction

Les PAM et leurs huiles essentielles ont une longue histoire comme agents antimicrobiens, néanmoins leur utilisation dans la lutte antiparasitaire des semences stockées des céréales a été très peu rapportée. Or, de nombreux agents de détériorations (rongeurs, insectes, bactéries, moisissures,...) sont la cause de la perte d'une grande partie des grains de

céréales pendant leur stockage (Mishra et Dubey, 1994).

Dans le monde, entre 5 et 15% du poids total de céréales, et les légumineuses et de plantes oléagineuses sont perdues après la récolte (Hill, 1990). En effet, la production des céréales (blé,

orge...) doit subir le stockage car elle est assurée par une seule récolte annuelle alors que la période de consommation est prolongée tout au long de l'année. Les insectes ravageurs des denrées stockées peuvent causer des pertes importantes en réduisant la qualité et la quantité des produits stockés. De même pour les microorganismes telles que les bactéries et les moisissures qui réduisent aussi la valeur nutritionnelle, modifient l'aspect organoleptique et provoquent des problèmes économiques dus aux coûts de détoxification des grains.

La lutte insecticide et bactéricide, repose principalement sur l'utilisation de pesticides chimiques qui, malheureusement, perdent de leur efficacité face à des ravageurs qui développent de plus en plus de résistance à leur rencontre. Ainsi, cette lutte chimique devient inefficace, onéreuse et dangereuse pour l'homme, pour ses produits agricoles et pour l'environnement. Les problèmes de la résistance et de la nocivité des insecticides synthétiques ont abouti à la nécessité de trouver des alternatives plus efficaces et plus saines. (El Idrissi et al, 2014).

Dans ce contexte, cette étude porte essentiellement sur l'activité insecticide et bactéricide de l'huile essentielle extraite par hydrodistillation, du Thym (espèce végétale aromatique spontanée très utilisée en médecine traditionnelle, originaire d'Afrique du Nord), (Quezel et Santa, 1963). Les huiles essentielles sont par définition des métabolites secondaires produits par les plantes comme moyen de défense contre les ravageurs phytophages (Cseke et Kaufman 1999). Le but est de rechercher de nouveaux produits bioactifs naturels pour remplacer les pesticides chimiques dans la lutte contre les insectes et des souches bactériennes prélevés sur des semences céréalières stockées parasitées.

Matériel et méthodes

1. Présentation de la plante

Le Thym (*Thymus vulgaris*), est un sous arbrisseau, de la Famille des *Lamiaceae*, (Basch et al; 2004). vivace, touffu et très aromatique de 7-30 cm de hauteur de couleur vert grisâtre. A tige ligneuse, feuilles petites blanchâtres sur face inférieure, ovales, à pétiole court. A fleurs roses ou blanches avec floraison en mai-juin. (Bonnier et Douin, 1990).

2. Le Matériel animal

L'étude a porté sur l'insecte de la classe des coléoptères, genre *Sitophylus oryzae*, recueilli et identifié dans des semences stockées de céréales, (Balachowsky, 1963). C'est un ravageur polyphage des semences de blé, de riz, du maïs... ou encore des graines de pois chiche.

Les élevages de masse sont effectués dans des bocaux en verre, remplis de grains (figure 2), dans lesquels sont ajoutés un nombre suffisant d'insectes, de sexe indéterminé. Les bocaux sont ensuite laissés

à la température ambiante. Après une ou deux semaines d'infestation, les adultes sont retirés des grains. Les grains infestés sont laissés en incubation jusqu'à l'apparition des nouveaux adultes qui sont utilisés pour les tests. (Kassimi et al, 2011).



Figure 1. Photo de *Thymus vulgaris*.



Figure 2. Élevage de masse de l'insecte *Sitophyllus*.

3. Extraction de l'huile essentielle

Le matériel végétal fraîchement récolté est lavé et séché au laboratoire à l'ombre.

L'extraction de l'huile essentielle du Thym est réalisée par hydrodistillation (appareil de type Clevenger) (El Ajouri et al, 2008). Deux distillations de trois heures chacune ont été effectuées. Dans un ballon de 2 litres surmonté d'une colonne de 60 cm de longueur reliée à un réfrigérant, on introduit 100 g de matière végétale lavée et séchée avec 900 ml d'eau distillée puis on porte à ébullition. Le rendement en huile est déterminé par rapport à la matière sèche, L'huile est conservée +4°C à l'abri de la lumière et de l'air.

$$\text{Rendement \%} = m_2 \cdot 100 / m_1$$

[masse totale du végétal sec (m_1); masse d'huile essentielle (m_2)]

4. Evaluation de l'activité insecticide de l'huile essentielle du Thym (traitement par inhalation)

Ce test consiste à étudier l'effet des HE sur la mortalité des adultes de *Sitophylus oryzae*. Dans des bocaux en verre d'un litre, du coton imbibé d'une dose d'huile est suspendu à l'aide d'un fil à la face interne du couvercle. Dix couples d'insectes (mâle et

femelle) sont introduits dans chaque bocal bien fermé. Pour l'ensemble des essais, trois répétitions sont réalisées pour chaque dose (5, 10, 15 et 20µl) et chaque temps d'exposition (2, 12, 24 et 48heures) et un lot non-traité a servi comme témoin, (Mueller, 1990).

Les observations concernent la longévité des adultes. Les individus morts sont dénombrés dans chaque boîte de pétri du début de l'essai jusqu'à la mort de la totalité des adultes. (insectes morts retirés et observés à la loupe).

5. Evaluation de l'activité antibactérienne des HE

Le test de susceptibilité est effectué selon la méthode de diffusion des disques décrite par Parekh et Chanda, (2007). Il s'agit d'une méthode en milieu gélosé à l'agar réalisée dans une boîte de Pétri. Le contact se fait grâce à un disque en papier sur lequel on dépose de l'Huile essentielle, Le support microbien isolé au laboratoire de bactériologie de l'hôpital de Tiaret est composé :

- bactérie Gram négatif : *Echerchia coli* (ATCC : 10536)

- bactérie Gram positif : *Staphylococcus aureus* (ATCC : 25922)

a) Préparation des milieux de culture : - gélose Muller-Hinton coulée en boîte de pétri sur une épaisseur de 4mm et pré séchée avant l'emploi

b) Préparation de l'inoculum : A partir d'une culture pure de 18h sur milieu d'isolement, racler quelque colonies identiques puis décharger l'anse dans 10 ml d'eau physiologique stérile à 0.9% et homogénéiser pour une opacité égale à 0.5 Mc Farland ou une DO de 0.10 à 625 nm.

c) Ensemencement : Il doit se faire dans les 15 mn qui suivent la préparation de l'inoculum

A l'aide d'une pince stérile, les disques de papier filtre contenant l'huile à tester sont déposés à la surface de la gélose inoculée au préalable.

d) Préparation des disques : disques de papier Wathman n°1 de 6mm de diamètre, stériles (15 min à 120°C dans autoclave), sont chargés de l'huile essentielle de thym à tester (25, 50 et 100 µl d'HE) et des disques imprégnés d'acétone sont utilisés pour servir de témoin.

L'activité antibactérienne est déterminée en terme de diamètre de la zone d'inhibition produite autour des disques après 24 h d'incubation à 37° C. (Dorman et al., 2000).

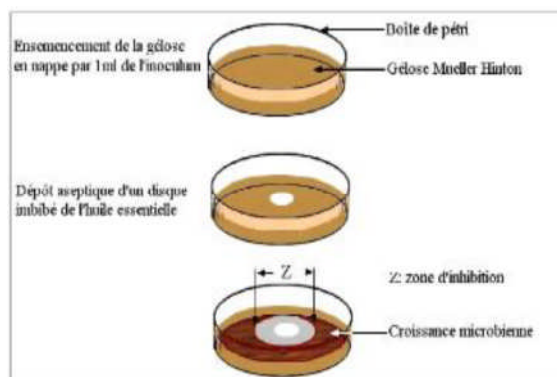


Figure 3. Dispositif expérimental de l'activité antibactérienne (Etapes de l'antibiogramme).

Résultats et discussion

1. Résultats

Le rendement moyen en huile essentielle est calculé en fonction de la matière végétale sèche de la partie aérienne de la plante. Le rendement en huile de la plante étudiée est remarquable. En effet, les résultats démontrent un rendement élevé de 1,18%, Ce paramètre est aussi influencé par le lieu de récolte, la période et le stade physiologique de la plante, (Macheix et Fleuriet, 2005). La teneur moyenne des plantes en HE étant de 1 à 3% excepté pour le clou de Girofle (15%) ou noix de Muscade (8%). Chaque huile essentielle est caractérisée par ses propriétés organoleptiques qui sont à la base du contrôle de son originalité. Ainsi, l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* est d'aspect liquide, jaune orange à odeur piquante.

1. Test insecticide par fumigation (Inhalation).

Tableau 1. Résultats du test insecticide par fumigation (Inhalation).

	Dose	5	10	15	20
Après 2h	male	33,33	36,66	46,66	56,66
	femelle	13,33	26,66	26,66	43,33
Après 12h	male	63	73,33	80	90
	femelle	60	73,33	73,33	90
Après 24h	male	86,66	90	100	90
	femelle	60	73,33	86,66	100
Après 48h	male	93,33	100	100	100
	femelle	100	100	100	100

Les insectes subissant le traitement à la dose de 5 µl ont montré une petite résistance qui n'a pas duré plus d'une journée puisqu'on a pu atteindre la mortalité totale au bout du deuxième jour soit 48h après le début du test, (Tableau 1). Après 12h du début du test, (figure 04), l'effet de l'huile essentielle du Thym augmente d'efficacité vis à vis de l'insecte testé puisque le taux de mortalité a touché plus de la moitié des insectes à faible dose (5 µl d'HE) et les 3/4 des insectes à forte dose (20µl d'HE). Les insectes restant vivants ont une activité réduite.

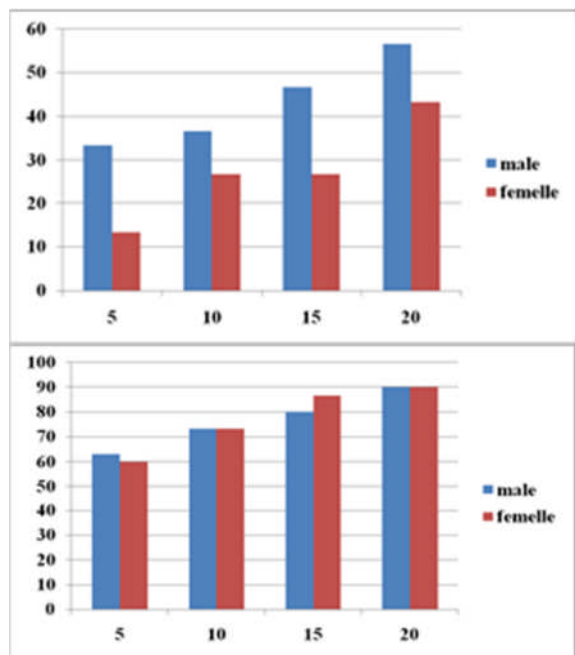


Figure 4. Taux de mortalité chez l'insecte ravageur *Sytophilus Oryzae* par fumigation (Inhalation) d'HE du Thym à doses croissantes (5, 10, 15 et 20µl) après 2h et 12h de traitement.

Les résultats affichés du tableau 1, démontrent que l'huile essentielle du Thym a un effet insecticide remarquable. En effet, après 24h, le taux de mortalité dépasse les 80% (figure 5) pour atteindre les 100% après 48h et cela pour les deux sexes

mâles et femelles. Par ailleurs, l'absence de mortalité au niveau du témoin montre que notre test demeure fiable pour l'étude de l'effet insecticide des huiles essentielles testées. On constate aussi une mortalité tardive et plus faible chez les femelles comparée à celle des mâles.

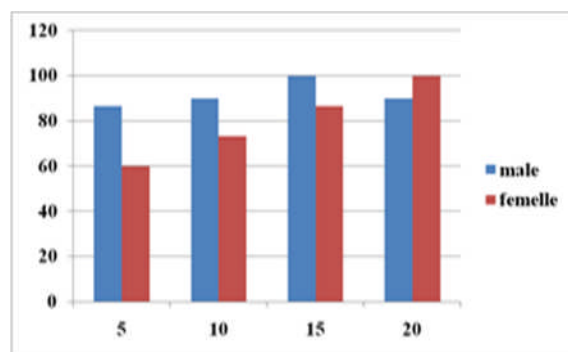


Figure 5. Taux de mortalité chez l'insecte ravageur *Sytophilus Oryzae* par fumigation (Inhalation) d'HE du Thym à doses croissantes (5, 10, 15 et 20µl) après 24h de traitement.

2. Résultats de l'effet bactéricide de l'huile essentielle du Thym.

D'après les résultats du test d'antibiogramme (aromatogramme) (Tableau 2) réalisé en utilisant l'huile essentielle du Thym sur *Escherichia coli* et *Staphylocoques aureus*, on constate un effet bactéricide remarquable.

Tableau 2. Résultats de l'effet bactéricide de l'HE du Thym sur *E.coli* et *Staphylocoques aureus*.

Dose	Témoin	25 µl d'HE	50 µl d'HE	100 µl d'HE
Traitement	% inhibition	% inhibition	% inhibition	% inhibition
<i>Staph. aureus</i>	0	27,77	54,44	73,33
<i>E.coli</i>	0	32,22	62,22	87,77

En effet les diamètres des zones d'inhibition révèlent qu'*Escherichia coli* apparait plus sensible vis-à-vis de l'huile essentielle du Thym testé et elle développe des zones d'inhibition plus importantes comparées à celles de *Staphylococcus aureus* dont le diamètre des zones d'inhibition varie entre 25 et 66 mm alors que pour *Escherichia coli* les diamètres varient de (29 à 79 mm (figure 6).

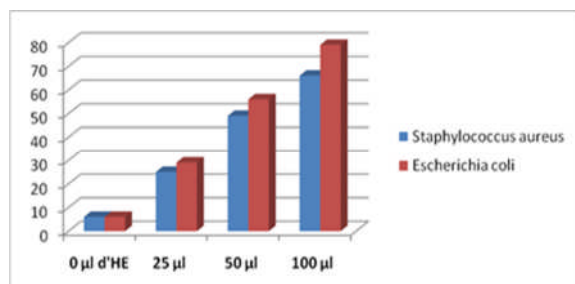
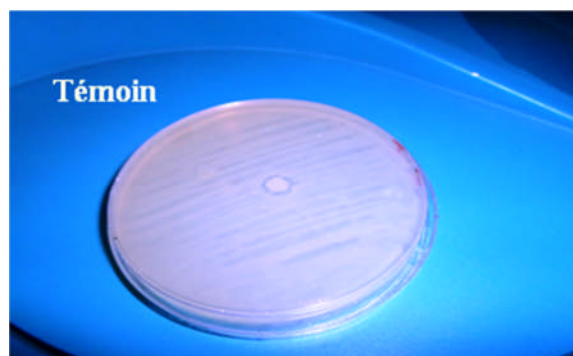
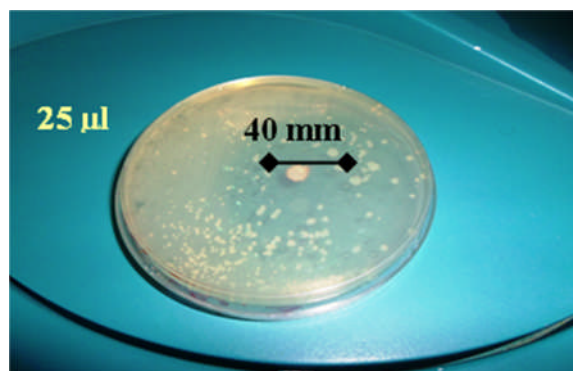


Figure 6. Effet de l'HE du Thym sur *Escherichia coli* et *Staphylococcus aureus* à doses croissantes (25, 50 et 100 µl d'HE).

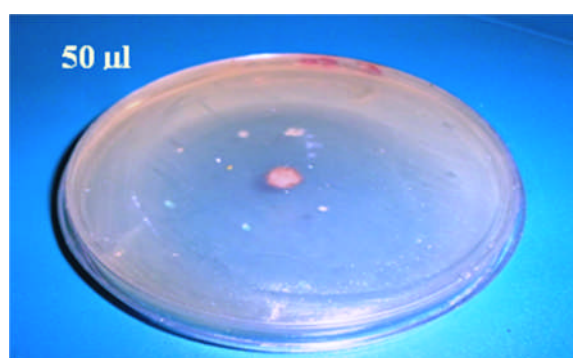
Chez le témoin, (Figure 7a), il n'y a pas de halo, ce qui signifie qu'il n'y a pas d'inhibition car il n'y a pas de substance inhibitrice tel que l'huile de Thym. Cependant, à la dose de 25 µl d'HE. le halo est peu développé (sensibilité faible à moyenne) (Figure 7b), puis à la dose de 50 µl d'HE. le halo est moyennement développé (sensibilité moyenne à forte) (Figure 7c), et enfin à la dose de 100 µl d'HE. le halo est très développé (sensibilité très forte et forte inhibition) (Figure 7d),



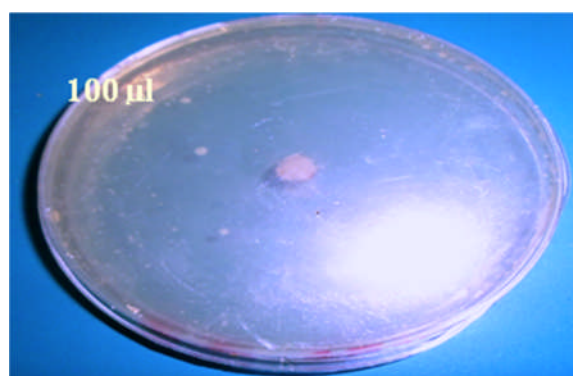
(a)



(b)



(c)



(d)

Figure 7. Photographies originales du Témoin (a) de l'effet de l'HE du Thym sur *Escherichia coli* à doses croissantes (25, 50 et 100 µl d'HE) qui sont respectivement (b), (c) et (d).

2. Discussion

Les extraits de thym ainsi que son huile essentielle sont fortement antimicrobiens. Tous les chimiotypes sont actifs, mais l'activité bactéricide est plus marquée, (Haddouchi et *al.*, 2009). Le rendement en huile essentielle obtenu par méthode d'hydrodistillation est élevé chez *Thymus vulgaris* L avec 1,8%.

Par ailleurs, l'ajout d'échantillons de plantes vertes dans les silos de riz et de grains est une pratique courante des peuples africains pour chasser les insectes et les rongeurs des denrées stockées (Weaver et *al.* 1991).

Concernant l'effet insecticide de l'huile essentielle du thym, on a constaté qu'elle est fortement insecticide et cela quelques heures seulement après le traitement par fumigation. Par ailleurs, d'autres travaux indiquent que les huiles essentielles extraites de plantes odorantes ont une activité insecticide certaine et possèdent une toxicité effective vis-à-vis des ravageurs de stocks tel que vis-à-vis de *Callosobruchus maculatus* F. (Kassimi et *al.*, 2011). Ces huiles essentielles agissent par diffusion. C'est ce qui leur permet d'atteindre toutes les interstices dans la masse de graines stockées. Elles peuvent aussi être utilisées en fumigation et leur emploi est facile. (Mueller, 1990; Kassimi et *al.*, 2011).

De même que les huiles essentielles des plantes des genres *Chenopodium* et *Eucalyptus*, ont témoigné de leur efficacité insecticide et cela sur six ravageurs de denrées stockées dont *sitophilus granarius* et *S. zeamais* avec une concentration de 0,4% qui provoqua entre autre la mortalité de 60% des bruches après deux jours de traitement (Taponjdjou et *al.*, 2002). D'autre part, nos résultats ont démontrés que les femelles sont plus résistantes que les mâles. Ces résultats sont proches de ceux obtenus par Selmi et Sadok, (2008).

Concernant l'effet antibactérien de notre huile utilisée et on comparant les résultats de l'effet de l'HE avec l'antibiogramme réalisé, notre constat est que l'effet antibactérien est aussi remarquable et il est proportionnel à l'augmentation de la concentration en huile essentielle.

L'évaluation de l'effet inhibiteur de l'HE vis-à-vis *E. coli* permet d'obtenir les résultats présentés dans le tableau 2 qui montrent un effet inhibiteur de l'HE sont principalement inhibiteur de la croissance bactérienne. D'autre part, pour Bakkali et *al.*, (2008), l'activité antibactérienne est due à la cytotoxicité des HE qui peuvent endommager la membrane cellulaire des bactéries lorsqu'elles passent à travers leur paroi cellulaire et leur membrane cytoplasmique (déstructuration de la membrane et ses polysaccharides).

Enfin, d'après nos résultats, *E. coli* est plus sensible à l'huile essentielle car le taux d'inhibition est de 32,22 % et 87,77 % alors que celui de *S. aureus*, il

est de 27,77% à 73,33 %. Toutefois, il faut souligner qu'il existe une sensibilité différentielle des deux bactéries Gram+ et Gram- testées. Cette différence d'effet peut être expliquée par la différence de la composition de la paroi cellulaire et le type de Gram. Plusieurs études ont montré que les bactéries Gram- sont plus résistantes que les Gram+ vis-à-vis des HE.

Ainsi Haddouchi et al (2009) dont leur étude sur l'activité antimicrobienne de l'HE de *T. fontanesii* extraite par hydrodistillation, ont obtenus une inhibition de 31mm sur une bactérie Gram+ (*S. aureus*) et de 9 mm sur une bactérie Gram- (*P. aeruginosa*). La résistance des bactéries Gram- est expliquée par la présence d'une seconde membrane lipopolysaccharidique jouant un rôle de barrière. On outre, elle est plus riche en protéines que celle de Gram+ ce qui les rend plus hydrophiles empêchant ainsi les composés hydrophobes de pénétrer dans la couche lipidique et exercer leur activité antimicrobienne à l'intérieur de la cellule microbienne (Alvesalo et al., 2008).

Conclusion

Cette étude contribue à la mise en valeur des huiles essentielles des plantes médicinales pouvant être utilisés comme nouvelles ressources susceptibles d'être exploitées dans le domaine phytosanitaire comme composés naturels bioactifs. Depuis l'antiquité, le thym, centre d'intérêt de notre étude, est connue pour ses vertus thérapeutiques.

Notre étude au laboratoire a débuté avec l'extraction de l'huile essentielle par hydro distillation qui est un procédé peu onéreux, pratique, simple et qui permet d'obtenir une huile de bonne qualité. Le résultat en huile obtenu est un rendement moyen de 1,8 % du poids frais.

Par ailleurs, les insectes adultes mâles de *Sitophilus* sont plus sensibles que les femelles qui présentent une résistance temporaire en début de traitement.

L'activité antibactérienne de notre huile du Thym est estimée en terme de diamètre de la zone d'inhibition autour des disques imbibés d'HE à tester vis-à-vis de deux germes pathogènes d'origine hospitalière (*Escherichia coli* et *Staphylococcus aureus*) après 24 heures d'incubation à une température adéquate de 37°C. Les résultats des diamètres des zones d'inhibition révèlent que *Escherichia coli* apparait sensible vis-à-vis de l'HE testée par rapport à *Staphylococcus aureus*. En effet, les diamètres des zones d'inhibition varient entre (25-66) mm pour *Staphylococcus aureus* et de (29-79) mm pour *Escherichia coli*, (Figure 6). L'effet antimicrobien est dû essentiellement aux alcools terpéniques des huiles essentielles qui sont particulièrement actifs contre les cellules microbiennes car solubles dans les milieux aqueux. Ils provoquent d'importants dégâts sur les parois cellulaires des microorganismes (Eberhard et al, 2005). Les alcools possèdent une

activité microbicide plutôt que microbiostatique (Fouché et al, 2000).

Cependant, la composition des huiles essentielles peut varier chez une même plante (notion de chémotype) (Mockuté et al, 2003). Enfin, le patrimoine végétal mondial doit être absolument préservé dans sa diversité et dans son étendue. Or, la destruction sauvage des forêts nous prive d'une source inestimable et non renouvelable de matière première essentielle pour la découverte de nouvelles molécules nécessaires à la mise au point de futurs médicaments pour l'être humain lui-même et pour ses animaux domestiques ainsi que pour la protection et la préservation de ses produits agro-alimentaires.

Par ailleurs, le recours aux plantes médicinales pour la lutte contre les agents de détérioration des céréales nous semble adéquat tant pour l'intérêt économique de l'opération que pour son intérêt écologique. En effet, l'utilisation de formulations volatiles à base de plantes aromatiques et médicinales peut présenter de nombreux avantages par rapport aux produits de synthèses actuels car les huiles essentielles sont faiblement toxiques pour l'environnement et peuvent avoir une activité biocide élevée.

Références bibliographiques

- Alvesalo J., Vuorela H., Tammela P., Leinonen M., Saikku P., Vuorela P. 2006.** Inhibitory effect of dietary phenolic compounds on *Chlamydia pneumoniae* in cell cultures; *Biochem Pharmacol* 71:735-741.
- Bakkali F., Averbeck S., Averbeck D., Idaomar M. 2008.** Biological effects of essential oils - A review. *Food and Chemical Toxicology*. 46, 446-475.
- Balachowsky A.S., 1963.** Entomologie appliquée à l'agriculture. *Traité, T I, Coléoptères*. Ed. Masson et Cie. Paris. 874-1236.
- Basch E, Foppa I, Liewitz R. 2004.** Lavender (*Lavandula angustifolia* Mill). *J Herb Pharma*.4 (2): 63-78.
- Bonnier G et Doin R., 1990.** La grande Flore en Couleurs de Gaston Bonnier, Éd Belin, réédition de la Flore Complète Illustrée en Couleurs de France, Suisse et Belgique .PP 112;
- Dorman H.J.D. & Deans S.G., 2000.** Antimicrobial agents from plants: antimicrobial activity of plant volatile oils. *J. Appl. Microbiol.*, 88, 308-316.
- Eberhard T; Anton R et Lobstein, A. 2005.** Plantes aromatiques, épices, aromates, condiments et huiles essentielles, Ed. lavoisier, 235pages.
- El Ajouri M, Satrani B, Ghanmi M, Rahouti M, Amarti F et Aberchane M, 2008.** Activité antifongique des huiles essentielles de *Thymus bleicherianus* P. et *Thymus capitatus* (L.) Hoffm. contre les champignons de pourriture du bois

d'œuvre. Biotechnol. Agron. Soc. Environ. vol.12, N°4:345-351.

El Idrissi M, Elhourri M, Amechrouq A, Boughdad A, 2014. Étude de l'activité insecticide de l'huile essentielle de *Dysphania ambrosioides* (Chenopodiaceae) sur *Sitophilus oryzae* (Coleoptera) [Study of the insecticidal activity of the essential oil of *Dysphania ambrosioides* L. (Chenopodiaceae) on *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae)]; J. Mater. Environ. Sci. 5 (4) pp 989-994 ; ISSN : 2028-2508.

Fouché J.G., Marquet A., Hambuckers A., 2000. Les plantes médicinales : de la plante au médicament; Observatoire du Monde des Plantes; Sart-Tilman, B77. B-4000 Liège.

Haddouchi F., 2009. Etude physicochimique et microbiologique de l'huile essentielle de *Thymus fontanesii* Boiss. Revue Afrique SCIENCE 05 (2) ; pp 246 – 259.

Hill D.S., 1990. Pests of stored products and their control 274 p. CRC Press, Boca Ratón, Florida, USA.

Kassimi A., El watik L et Oumni M., 2011. Action insecticide de certaines huiles essentielles et végétales : Afrique SCIENCE 07(2) pp 85-93.

Macheix J.J, Fleuriet A, 2005. Les composés phénoliques des végétaux, un exemple de métabolites secondaires d'importance économique, presses polytechniques et universitaires romandes, pp 1-67-162.

Mishra A., Dubey N.K., 1994. Evaluation of Some Essential Oils for Their Toxicity against Fungi Causing Deterioration of Stored Food Commodities. Applied and Environmental Microbiology 60(4), pp 1101-1105.

Mockuté D., Beritiene G. et Judzentiene A., 2003. The β -ocimene chemotype of essential oils of the inflorescences and the leaves with stems from *Origanum vulgare* ssp. vulgare growing wild in Lithuania. Biochemical systematics and ecology 31:3, pp 269-278.

Mueller D., 1990. Fumigation, Handbook of Pest Control, Foster Co., Cleveland, Ohio. pp: 901-939.

Parekh J. et Chanda S.V., 2007. In vitro antimicrobial activity and phytochemical analysis of some Indian medicinal plant. Turkish journal of biology, 31 : 53-58.

Quezel P. et Santa S., 1963. Nouvelle flore d'Algérie et des régions désertiques méridionales. (T.2).

Selmi S. et Sadok S., 2008. The effect of natural antioxidant (*Thymus vulgaris* L) on flesh quality of tuna (*Thymus Linnaeus*) during chilled storage. Pan-American Journal of aquatic sciences, 3 (1):36-45.

Tapondjou L.A., Adler C., Bouda H. and Fontem D.A., 2002. Efficacy of powder and essential oil from *Chenopodium ambrosioides* leaves as postharvest grain protectants against six-stored product beetles. Journal of stored products research, vol.38, issue N° 4, pp. 395-402.

Weaver D.K., Dunkel F.V., Ntezurubanza L., Jackson L.L. et Stock D.T., 1991. The efficacy of linalool, a major component of freshly-milled *Ocimum canum* Sims (Lamiaceae), for protection against post-harvest damage by certain stored product *Coleoptera*. J. Stored Prod. Res. 27 : 213-230.