

Etude de l'activité insecticide des huiles essentielles marocaines vis-à-vis de la mouche de Hesse (*Mayetiola destructor* (Say))

[Study of the insecticidal activity of moroccan essential oils against the Hessian fly (*Mayetiola destructor* (Say))]

Rachid Ismaili¹, Sanaa Lanouari², Rachida Othmane², Abdeslam Lamiri¹, and Khadija Moustaid¹

¹Laboratoire de Chimie appliquée et Environnement, Faculté des Sciences et Techniques, Université Hassan 1, Km 3, B.P. 577, Settat, Morocco

²Laboratoire de Biologie, Santé et Environnement, Faculté des Sciences et Techniques, Université Hassan 1, Km 3, B.P. 577, Settat, Morocco

Copyright © 2021 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: Morocco has a large number of aromatic and medicinal plants, but this wealth remains untapped, especially for cosmetic and therapeutic purposes. These plants are used since centuries, allowing the moroccan population of several regions to accumulate expertise in herbal medicine. Among the secondary metabolites extracts of these plants, there are the essential oils which are mixtures of aromatic substances present in the form of tiny droplets in the leaves, peel fruit, resins, branches, and wood. These oils are a very interesting group, who are endowed with insecticidal properties. In order to find alternatives to chemical insecticides of synthesis, it is necessary to find and promote new phytosanitary practices that would have effects on the one hand, obtaining agricultural products of good market value, and on the other hand, respecting socio-ecological concepts of each ecosystem in preserving our environment in the long term. It is in this perspective that this study enrolled to evaluate the insecticidal activity of essential oils of three moroccan aromatic and medicinal plants: *Thymus vulgaris*, *Mentha spicata* and *Citrus limonum*. The results showed that the most important insecticidal activity was obtained for *Thymus vulgaris* essential oil followed by the *Mentha spicata* oil while the lowest activity was observed in *Citrus limonum*.

KEYWORDS: Essential oil, *Thymus vulgaris*, *Mentha. spicata*, *Citrus limonum*, insecticidal activity, Hessian fly.

RESUME: Le Maroc dispose d'un grand nombre de plantes aromatiques et médicinales, mais cette richesse reste peu exploitée, notamment à des fins cosmétiques et thérapeutiques. Ces plantes sont utilisées depuis des siècles, permettant à la population marocaine de plusieurs régions d'accumuler un savoir-faire en phytothérapie. Parmi les métabolites secondaires extraits de ces plantes, on trouve les huiles essentielles qui sont des mélanges de substances aromatiques présentes sous forme de minuscules gouttelettes dans les feuilles, les écorces des fruits, les résines, les branches et le bois. Ces huiles sont dotées de propriétés insecticides très intéressantes. Dans le but de trouver des alternatives aux insecticides chimiques de synthèse, il est nécessaire de rechercher et de promouvoir de nouvelles pratiques phytosanitaires qui auraient pour effets, d'une part, l'obtention de produits agricoles de bonne valeur marchande, et d'autre part, le respect des concepts socio-écologiques de chaque écosystème en préservant ainsi à long terme notre environnement. C'est dans cette perspective que s'inscrit cette étude afin d'évaluer l'activité insecticide des huiles essentielles de trois plantes aromatiques et médicinales marocaines: *Thymus vulgaris*, *Mentha spicata* et *Citrus limonum*. Les résultats obtenus ont montré que la plus importante activité insecticide a été obtenue chez l'huile essentielle du *Thymus vulgaris* suivie de l'huile du *Mentha spicata* tandis que la plus faible activité a été observée chez *Citrus limonum*.

MOTS-CLEFS: Huile essentielle, *Thymus vulgaris*, *Mentha spicata*, *Citrus limonum*, activité insecticide, mouche de Hesse.

1 INTRODUCTION

Les huiles essentielles (HE), sont des mélanges de substances aromatiques produites par de nombreuses plantes et présentes sous forme de minuscules gouttelettes dans les feuilles, la peau des fruits, la résine, les branches et le bois [1]. Ce sont des mélanges de composés lipophiles. Elles se distinguent des huiles végétales fixes par leur volatilité chimique [2]. Cependant, un très grand nombre de plantes aromatiques ont montré des effets biocides contre divers ravageurs des cultures agricoles et même contre les champignons et les bactéries [3]. Cependant, la lutte chimique par des insecticides synthétiques reste, pour des raisons économiques et de facilité de mise en œuvre, la méthode la plus utilisée. Néanmoins, l'application abusive et non raisonnée de ces produits conventionnels a fait apparaître une pollution de l'environnement, des problèmes de la résistance et de la nocivité [4]. Tous ces obstacles ont abouti à la nécessité de trouver des alternatives plus efficaces et plus saines. Le choix de ces molécules, relativement récentes, permet de répondre non seulement aux problèmes liés à la résistance vis-à-vis des insecticides classiques, mais s'accorde aussi aux principes de développement durable, du fait de leur faible impact écotoxicologique [5].

La présente étude a pour objectif de découvrir une solution alternative basée sur l'utilisation des produits bio-insecticides obtenus à partir des plantes aromatiques, afin de lutter contre la cécidomyie du blé causée par la mouche de Hesse (*Mayetiola destructor* (Say)). C'est une maladie reconnue depuis plusieurs années qui menace la production du blé au Maroc [6]. Pour répondre à cet objectif, nous avons évalué l'activité insecticide des HE de trois plantes aromatique marocaines: *Thymus vulgaris* (*T. vulgaris*), *Mentha spicata* (*M. spicata*), et *Citrus limonum* (*C. limonum*) vis-à-vis des adultes et des œufs de la mouche de Hesse.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 MATÉRIEL

2.1.1 MATERIEL VEGETAL

Les échantillons de *T. vulgaris* ont été cueillis dans la province de Tafilelt, *C. limonum* dans la province d'Agadir et *M. spicata* dans la province de Settat. Les cueillettes ont été réalisées pendant le mois d'Avril. Les feuilles du thym, de la menthe ainsi que les fruits du *C. limonum* ont été coupés à la main et mises dans des sacs cartonnés, transportés au laboratoire et stockés à température ambiante jusqu'à leur utilisation.

2.1.2 PREPARATION DES HUILES ESSENTIELLES

Les HE ont été préparées par hydrodistillation, en utilisant un appareil de type Clevenger [7], dans un ballon de 5 litres contenant 2 litres d'eau distillée et surmonté d'une colonne de 60 cm de longueur et 2 cm de diamètre reliée à un réfrigérant.

Les extractions ont été répétées trois fois pour chaque HE afin de récupérer des volumes considérables. Après l'élimination des traces d'eau par du sulfate de sodium anhydre, les HE obtenues ont été stockées dans des petits flacons opaques et mises dans un réfrigérateur à 4°C jusqu'à l'utilisation pour les tests de l'activité insecticide.

2.1.3 MATERIEL BIOLOGIQUE

Afin d'avoir un nombre considérable de mouche pour notre étude, un élevage a été effectué au laboratoire d'entomologie du Centre Régional de la Recherche Agronomique de Settat. Les grains de la variété sensible à la cécidomyie *Nessma* ont été semés dans des plateaux en plastique (54 x 36 x 8 cm) et infestés par la mouche. L'inoculum initial de la mouche a été collecté à la région de Sidi El Aidi (Settat). Lorsque les larves ont atteint le stade pupes, les plantes portant ces pupes sont déterrées, débarrassées de leurs feuilles, enroulées dans du papier journal, et stockées à 5°C. Quinze jours avant l'infestation les plantes stockées sont retirées du réfrigérateur, mises dans des plateaux, arrosées et laissées sous les conditions ambiantes de température du laboratoire pour lever la diapause. Les adultes qui émergent sont collectés à l'aide d'un aspirateur confectionné spécifiquement pour cette opération, et utilisés pour l'infestation.

2.2 MÉTHODES

2.2.1 TECHNIQUE DE FUMIGATION APPLIQUEE AUX ADULTES DE LA MOUCHE DE HESSE

La méthode utilisée [3] consiste à la fumigation avec les HE du *T. vulgaris*, *M. spicata* et *C. limonum* et a été effectuée dans des bouteilles en plastiques hermétiques et transparentes, de capacité de 1 litre comme chambres d'exposition pour tester la toxicité de ces HE contre les adultes de la mouche. Chaque répétition se compose de dix adultes de la mouche de Hesse. Les tests ont été effectués sous les conditions d'élevage. Les HE ont été étalées sur papier filtre qu'on a mis à l'intérieur de la chambre d'exposition. On a utilisé des volumes progressifs en HE, pour cela cinq volumes ont été appliqués (5 µl, 10 µl, 15 µl, 20 µl et 25 µl) et un lot non-traité a servi de témoin. Le contrôle de la mortalité s'est fait par dénombrement d'insectes morts durant 15, 30, 60, 90 et 120 minutes d'exposition aux HE.

2.2.2 TECHNIQUE DE FUMIGATION APPLIQUEE AUX ŒUFS DE LA MOUCHE DE HESSE

La méthode utilisée est celle de Lamiri et al. (2001) [3]. Les grains de la variété *Nesma* ont été semés dans des pots individuels (11 cm x 9,5 cm) contenant une mixture de la tourbe (2/3) et du sol agricole (1/3). Quand les plantes ont atteints le stade deux feuilles, deux plantes ont été maintenues par pot et chaque pot a été couvert par un cylindre en polyvinyle plastique (6 cm x 17,5 cm) correspondant à un volume de 0,5 litre d'air. Ce cylindre a été couvert par un film en plastique afin d'éviter l'évaporation des HE.

Les plantes ont été infestées par des mouches femelles fécondées à raison de 5 mouches/pot et pour une durée de quatre heures. Lorsque le temps de la ponte a été écoulé, les mouches femelles étaient retirées des pots. L'infestation a été vérifiée sur les plantes et vingt œufs ont été maintenus sur les feuilles. Les plantes infestées ont ensuite été exposées aux différentes HE pendant 24 h. Enfin, l'évaluation des plantes a été faite par observation sous une loupe binoculaire.

2.2.3 ANALYSE STATISTIQUE

Les résultats sont présentés sous forme de moyenne de trois essais \pm SEM (Standard Error of the Mean). La variabilité des paramètres étudiés a été testée selon les différentes concentrations en HE par rapport des taux de mortalité des adultes et des œufs de la mouche de Hesse. Les analyses statistiques ont été faites avec le logiciel *SPSS Statistics version 20* et les résultats obtenus ont été soumis à une analyse de la variance.

3 RESULTATS

3.1 RENDEMENTS DE L'HYDRODISTILLATION EN HUILES ESSENTIELLES

Les rendements de l'hydrodistillation en huiles essentielles des plantes étudiées sont représentés dans le tableau 1.

Tableau 1. Rendements de l'hydrodistillation en huiles essentielles du *T. vulgaris*, *M. spicata* et du *C. limonum*

| Plantes médicinales étudiées | Rendements en huiles essentielles (%) |
|-------------------------------------|--|
| <i>Thymus vulgaris</i> | 0,65 |
| <i>Mentha spicata</i> | 0,72 |
| <i>Citrus limonum</i> | 0,75 |

Les résultats obtenus sont variables par rapport à ceux trouvés par d'autres auteurs, pour le *C. limonum*, le rendement trouvé est de 0,75 %, donc supérieur à celui obtenu par Makuba [8], qui est de 0,5 %. Pour la *M. spicata* notre rendement est de 0,72 % tandis que pour Adjou et Soumanou [9], il est de 0,96 % et enfin pour la *T. vulgaris*, le rendement était de 0,65 % ce qui est inférieur à celui trouvé par Carolina et al. [10], qui est de 1,76 %. Ces variations peuvent être dues à des facteurs abiotiques, tels que le climat spécifique des régions d'origine des échantillons, des facteurs géographiques comme l'altitude, le type de sol et la saison des cueillettes.

3.2 EFFET DES HUILES ESSENTIELLES SUR LES ADULTES DE LA MOUCHE DE HESSE

3.2.1 CAS DE L'HUILE ESSENTIELLE DU THYMUS VULGARIS

Les résultats présentés sur la figure 1, montrent que l'HE du *T. vulgaris* a provoqué une mortalité par fumigation des adultes de la mouche de Hesse. Le taux de mortalité dépend de la concentration en HE et du temps d'exposition.

Pour les concentrations 15, 20 et 25 $\mu\text{l/l}$, les taux de mortalité enregistrés sont respectivement de 30, 40 et 70 % dès les premières 15 minutes. Tandis que, cette durée d'exposition n'a provoqué aucune mortalité pour les concentrations 5 et 10 $\mu\text{l/l}$. Pour les concentrations 5 et 10 $\mu\text{l/l}$, les taux de mortalité atteints respectivement 70 et 80 % après 120 min d'exposition. Les résultats obtenus montrent aussi que la concentration 25 $\mu\text{l/l}$ a provoqué 100 % de mortalité à partir de 30 min.

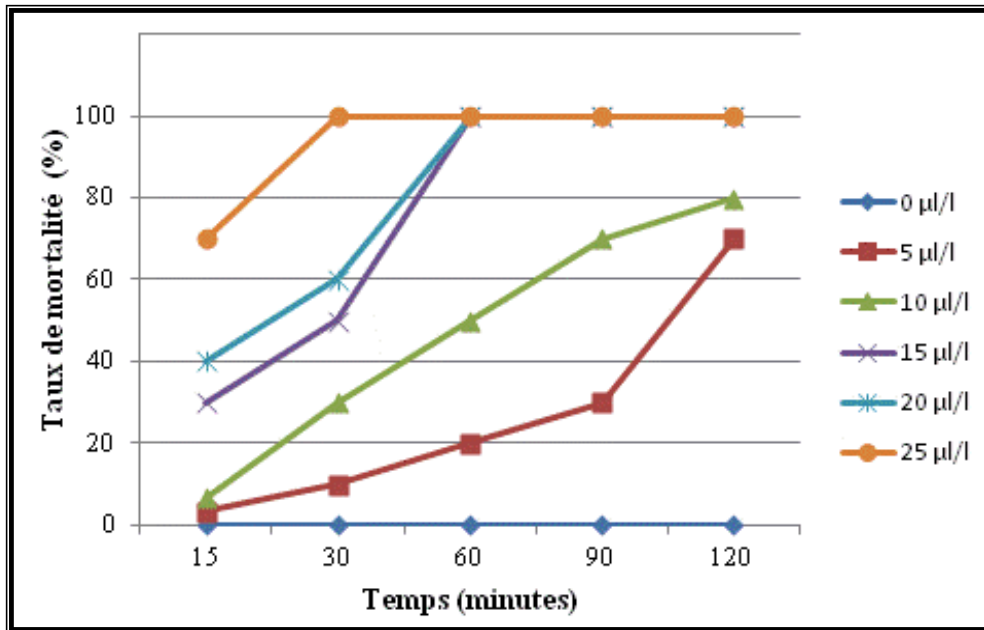


Fig. 1. Effet de l'huile essentielle du *T. vulgaris* sur les adultes de la mouche de Hesse

3.2.2 CAS DE L'HUILE ESSENTIELLE DU MENTHA SPICATA

L'effet de fumigation de l'HE du *M. spicata* sur les adultes de la mouche de Hesse a été représenté graphiquement sur la figure 2. Les taux de mortalité enregistrés ont passé respectivement de 3, 6, 10, 20 et 30 % pendant les premières 15 minutes, pour atteindre 30, 40, 70, 80 et 100 % après 120 min d'exposition à HE. Comme la montre la figure 2, la mortalité totale des adultes n'est atteinte qu'avec une concentration de 25 $\mu\text{l/l}$ et une durée d'exposition de 120 min.

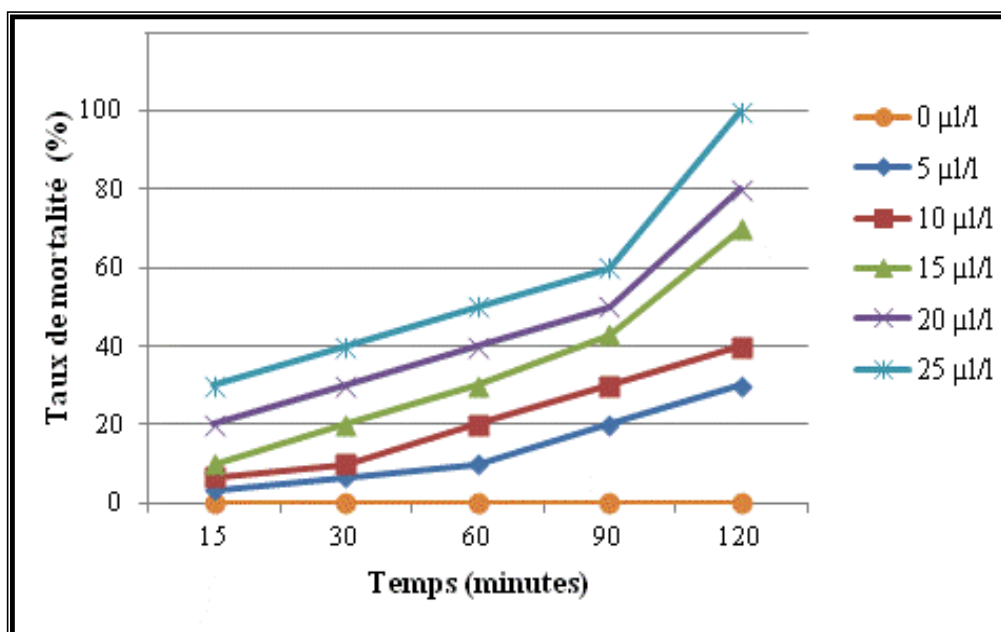


Fig. 2. Effet de l'huile essentielle du *M. spicata* sur les adultes de la mouche de Hesse

3.2.3 CAS DE L'HUILE ESSENTIELLE DU CITRUS LIMONUM

L'activité insecticide par fumigation de l'HE du *C. limonum* sur les adultes de la mouche de Hesse, s'est avéré très faible, vu les résultats obtenus sur la figure 3.

Durant les 15 premières minutes de l'exposition à l'HE, les concentrations 5, 10 et 15 µl/l, n'ont provoquées aucune mortalité, tandis que les concentrations 20 et 25 µl/l ont montré des taux de mortalité qui sont respectivement 7 et 20 %. La concentration maximale (25 µl/l), ne provoque que 60 % comme taux de mortalité au bout de 120 min.

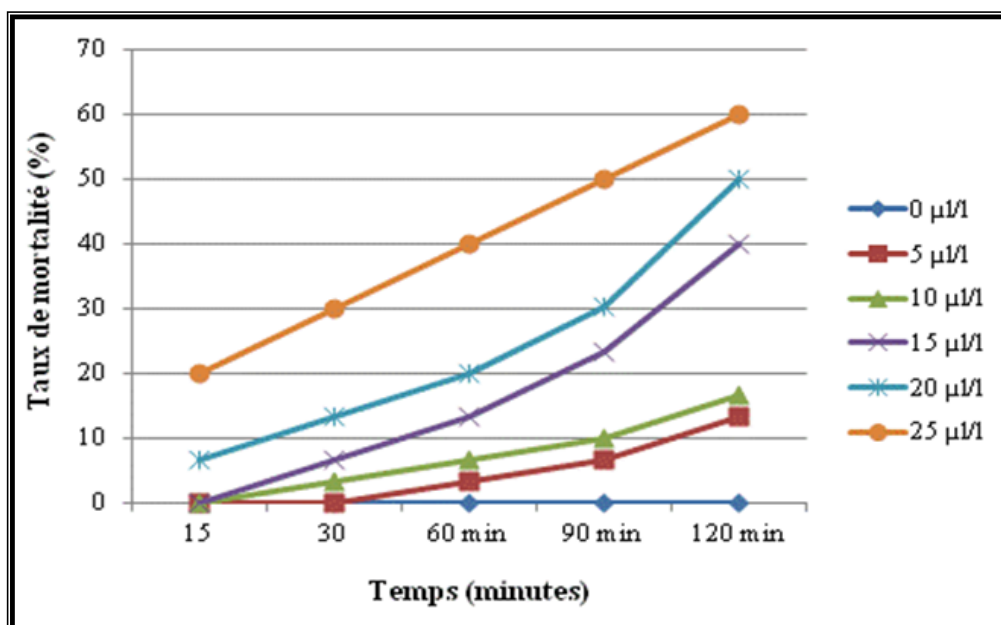


Fig. 3. Effet de l'huile essentielle du *C. limonum* sur les adultes de la mouche de Hesse

3.3 EFFET DES HUILES ESSENTIELLES SUR LES ŒUFS DE LA MOUCHE DE HESSE

L'effet des trois HE sur les œufs de la mouche de Hesse est également étudié pour une durée de 24 heures. Les résultats obtenus dans cette expérimentation sont représentés sur la figure 4. Ils montrent que le taux des œufs morts par fumigation varie en fonction des concentrations en HE.

Pour la plus faible concentration (5 µl/l) de chacune des trois huiles étudiées, on remarque que l'HE du *T. vulgaris* présente un taux de mortalité plus important (43 %) que ceux trouvés pour les HE du *C. limonum* et du *M. spicata* qui sont respectivement 36 % et 39 %. Pour ces trois HE, ce taux de mortalité atteint 100 % à la concentration de 25 µl/l.

L'analyse de la variance des taux de mortalité des œufs associés avec le facteur concentration des différentes huiles étudiées, montre que l'HE du *T. vulgaris* présente des valeurs significatives ($p < 0,01$) pour les concentrations de 5 et 20 µl/l et surtout pour celle de 15 µl/l. Cette différence indique bien l'effet du traitement par fumigation de l'HE du *T. vulgaris* sur les taux de mortalité des œufs par rapport aux autres huiles.

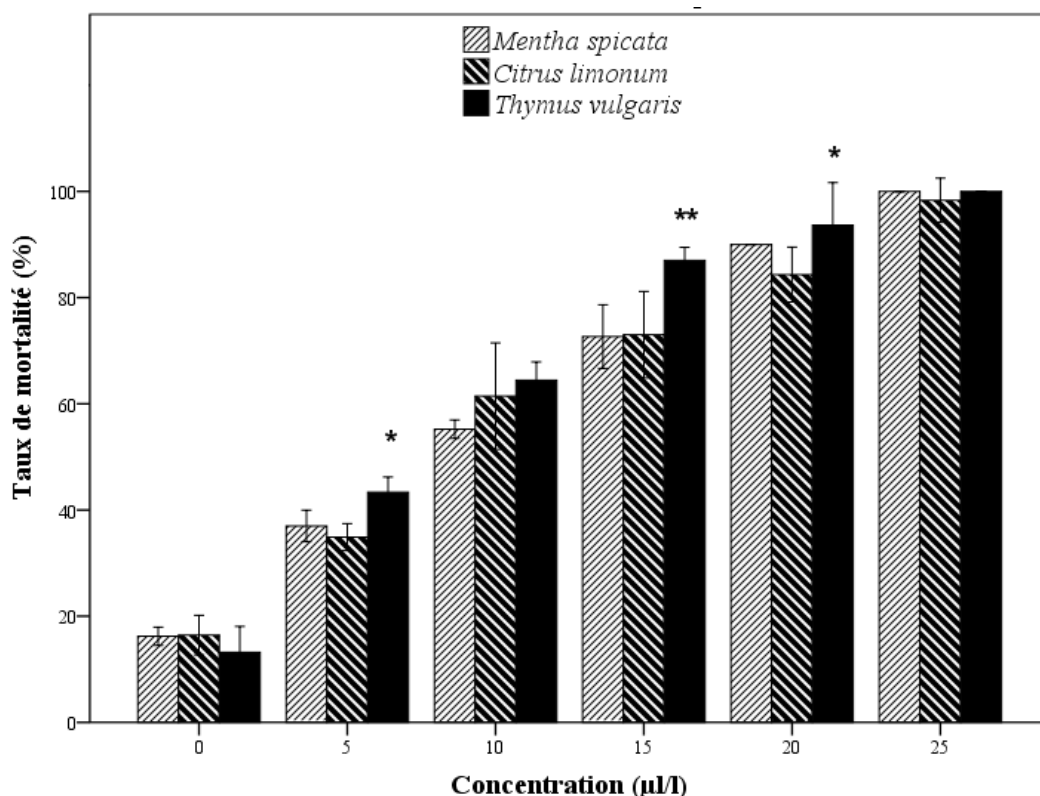


Fig. 4. Effet des huiles essentielles sur les œufs de la mouche de Hesse

L'HE du *T. vulgaris* a montré un effet insecticide plus important que celui des HE du *C. limonum* et du *M. spicata*, sur les adultes et les œufs de la mouche de Hesse. Ce résultat permet de valoriser d'avantage les HE en mettant l'accent sur leur effet toxique sur la mouche de Hesse. L'HE du *T. vulgaris*, est le meilleur exemple. Les principaux composés chimiques de l'HE du *T. vulgaris* d'après Ismaili et al. (2014), sont le thymol (42 %), le p-cymène (23,7 %) et le γ -terpinène (15,5 %). Cette huile a été déjà étudiée en aromathérapie anti-infectieuse par Boukhatem et al. (2014). Il serait intéressant de projeter l'utilisation de la fraction aromatique du thym, comme principe actif, dans des préparations galéniques à visée antiseptique ou pour lutter contre les infections microbiennes aéroportées.

L'activité insecticide d'une HE peut être due soit à son composé majeur ou de la synergie et/ou des effets antagonistes de tous ses composants (Lamiri et al., 2001). Krishnarajah et al. (1985), ont démontré que l'association du p-cymène et du β -pinène entraîne une toxicité plus élevée chez *Sitotroga cerealella* que celle des composants utilisés séparément. D'autre part, la composition chimique d'une HE peut varier en fonction de certains paramètres tels que la zone géographique, la saison des cueillettes, la technique d'extraction, la partie de la plante utilisée et la présence de chémotypes dans les mêmes espèces (Benjlali et al., 1984), et *T. vulgaris* (Granget et Passet, 1973). Les essences végétales les plus efficaces sont celles qui ont un

large spectre d'activité pendant les différentes étapes de développement de l'agent nuisible (mouche de Hesse), cela a été le cas du *T. vulgaris*, qui dans notre étude a provoqué un taux de mortalité de 100 % chez les adultes et les œufs de la mouche de Hesse.

L'évolution des insecticides naturels ou biologiques contribuera à diminuer les conséquences néfastes causées par les insecticides chimiques. Ces bio-insecticides efficaces, sélectifs, biodégradables, et non toxiques pour l'environnement, contribuent à l'amélioration de la production agricole marocaine.

4 CONCLUSION

Les trois huiles essentielles ont montrés une efficacité contre les différents stades de développement de la mouche de Hesse qui représente une grande menace pour l'agriculture du blé au Maroc. Les résultats obtenus ont montrés que l'HE du *Thymus vulgaris* possède une efficacité plus importante par rapport aux deux autres huiles contre les œufs, les larves et les adultes de la mouche de Hesse.

Comme perspective à cette étude, l'utilisation de ces HE comme bio-insecticide pour la lutte contre la mouche de Hesse peut être envisagée.

REFERENCES

- [1] F. Padrini, M.T. Lucheroni, " Le grand livre des huiles essentielles-guide pratique pour retrouver vitalité, bien-être et beauté avec les essences et l'aromassage" Ed. De Vecchi, Paris, p. 11, 15, 61 et 111, 1996.
- [2] C. Regnault-Roger, C. Vincent, J.T. Arnason, "Essential Oils in Insect Control: Low-Risk Products in a High-Stakes World" *Ann. Rev. Entomol.* 57, 405-424, 2012.
- [3] A. Lamiri, S. Lhaloui, B. Benjilali, Berrada M, "Insecticidal effects of essential oils against Hessian fly, *Mayetiola Destructor* (Say)" *Field Crops Res.*, 71, p. 9-15, 2001.
- [4] M.L. Yang, J.Z. Zhang, K.Y. Zhu, T. Xuan, X.J. Liu, Y.P. Guo, E.B. Ma, "Mechanisms of organophosphate resistance in a field population of oriental migratory locust, *Locusta migratoria manilensis* (Meyen)" *Arch. Insect Biochem. Physiol.* 71: 3-15, 2009.
- [5] M. Chaabane, S. Benchaabane, S. Kilani-Morakchi, N. Aribi, "Physiotoxicité du spinosad, évaluée sur deux générations, chez une espèce invasive, *tuta absoluta* (Lepidoptera), et chez un modèle de référence" *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 137, 61-72, 2012.
- [6] DROSOPHILA MELANOGASTER (DIPTERA).
- [7] S. Lhaloui, M. El Bouhssini, N. Naserlhaq, A. Amri, M. Nachit, J. El Haddoury, M. Jlibene, "Les cécidomyies des céréales au Maroc: Biologie, Dégâts et Moyens de lutte" Publication INRA, Rabat, p. 8-26, 2005.
- [8] R. Ismaili, A. Lamiri, K. Moustaid, "Study of Antibacterial Activity of Essential Oils of Three Aromatic and Medicinal Plants" *Int. J. Eng. Res. Tech.* 3, 1247-1251, 2014.
- [9] T.S. Makuba, "Contribution a la désinfection de l'eau par photosensibilisation avec des extraits de plantes" Thèse de Doctorat. Faculté des Sciences de l'ULG. Université de Liège, 160 p, 2012.
- [10] E.S. Adjou, M.M. Soumanou, "Efficacité des extraits de plantes contre les moisissures toxigènes isolées de l'arachide" *J. Appl. Biosci.*, p. 5555-5566, 2013.
- [11] F. Carolina, F. Chini-Queiroz, R. Kummer, C. Fernanda Estevao-Silva, M. Dalva de Barros Carvalho, J. Maria Cunha, R. Grespan, C. Aparecida, B. Amado, R. Kenji Nakamura, "Effects of Thymol and Carvacrol, Constituents of *Thymus vulgaris* L. Essential Oil, on the Inflammatory Response" *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, p. 2, 2012.
- [12] R. Ismaili, A. Lamiri, K. Moustaid, "Etude de l'activité antifongique des huiles essentielles de trois plantes aromatiques marocaines" *Int. J. Inn. Sci. Res.* 12, 499-505, 2014.
- [13] M.N. Boukhatem, M.A. Ferhat, A. Kameli, F. Saidi, H. Taibi, J. Djamel, "Valorisation de l'essence aromatique du Thym (*Thymus vulgaris*) en aromathérapie anti-infectieuse" *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 8 (4), p. 1418-1431, 2014.
- [14] S.R. Krishnarajah, V.K. Ganesalingam, U.M. Senanayake, "Repellency and toxicity of some plants oils and their terpene components to *Sitotroga cerealella* (olivier) (Lepidoptera, Gelechiidae)" *Trop. Sci.*, 25 (4), p. 249-252, 1985.
- [15] B. Benjilali, A. Tantaoui-Elaraki, M. Hilal, "Method to study antimicrobial effect of essential oils. Application to the antifungal activity of six moroccan essences" *J. Food Protect.*, 47 (10), p. 748-752, 1984.
- [16] R. Granget, J. Passet, "Chemical composition and antibacterial activity of *Thymus vulgaris* L." *Phytochemistry* 12, 1683-1691, 1973.