



Type of the Paper (Article)

## Valorisation de l'Huile Essentielle de la Lavande Papillon comme Bioinsecticide

Nacira Amara <sup>1,\*</sup>, Mohamed Nadjib Boukhatem <sup>2</sup>, Omar Laissaoui <sup>1</sup>, and Nacéra Kaibouche <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire de Recherche en Biotechnologie des Productions Végétales, Blida, Algerie.

<sup>2</sup> Laboratoire ethnobotanique et substances naturelles, Ecole Normale Supérieure, Alger, Algerie  
corresponding author: E-Mail: amara\_nacira@live.fr

Received: 22/09/2019

/Accepted: 16/06/2020

**Résumé :** Ce travail s'inscrit, dans le cadre de l'utilisation et la valorisation d'insecticides organiques et naturels, pour la défense et la protection de la production végétale contre les ravageurs. L'activité de l'huile essentielle (HE) de la lavande papillon (*Lavandula stoechas* L.) a été appréciée contre *Aphis spiroecola* du clémentinier et les larves de *Tuta absoluta* de la tomate par la technique de toxicité par contact. Une dose pure et trois concentrations d'HE ont été appliquées localement sur les feuilles infestées. La mortalité des bioagresseurs a été estimée après 1h, 6h, 12h, 24h et 48h. Le pourcentage de mortalité corrigé ainsi que les doses létales de 50% et 90% ont été calculés. L'essai bioinsecticide a montré que l'HE de *Lavandula stoechas* a un effet biocide sur les ravageurs étudiés, surtout lorsqu'elle est appliquée pure, provoquant un taux de mortalité de 100% après 48 heures d'exposition.

**Mots clés :** *Lavandula stoechas* ; l'huile essentielle ; bioagresseurs ; valorisation ; bioinsectide

### I. Introduction

Les huiles essentielles (HEs) jouent un rôle important dans la protection des plantes contre les attaques des insectes [1]. Ces métabolites secondaires sont extraits de nombreuses plantes médicinales et aromatiques. Ces dernières sont généralement situées dans les régions tempérées et très chaudes, où elles font une partie intégrante de la médecine traditionnelle [2]. Les applications de ses HEs sont liées à leurs activités biologiques et sont utilisées comme antibactérien naturel, antifongique, insecticide, antioxydant et anti-inflammatoire [3, 8, 9, 4, 5, 6, 7].

L'agriculture en Algérie est un secteur important pour l'économie nationale. Cependant, les pertes de la production agricole constituent un facteur particulièrement préoccupant, pour les agriculteurs. Pour faire face à la détérioration de la récolte par des agents phytopathogènes, les agriculteurs font recourir à l'utilisation massive de pesticides de synthèse, connus pour leur danger potentiel pour l'homme et l'environnement. Pour toutes ces raisons, les recherches s'orientent vers de nouvelles alternatives pour remédier à ces problèmes.

Effectivement, les pesticides naturels constituent une alternative intéressante face aux insecticides conventionnels. 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 [10].

L'Algérie, pays Nord-Africain, est doté d'une diversité climatique et de terrains fertiles. Il possède une flore très riche et offre des conditions de développement de nouvelles exploitations agricoles, des plantes médicinales et aromatiques [11]. En effet, en Algérie *Lavandula stoechas* est très connue sous le nom « Halhal » et est largement distribuée à travers toute la périphérie nord du pays. Dans la médecine populaire algérienne les parties aériennes, surtout les inflorescences, sont utilisées comme agent antiseptique et stimulant [4].

La présente étude a pour objectif de proposer des solutions alternatives basées sur l'utilisation des produits naturels « bioinsecticide », afin de lutter contre le puceron vert du clémentinier (*Aphis*

*spiroecola* Pach) et les larves de la mineuse de la tomate, (*Tuta absoluta* Meyrick), qui sont considérés comme une menace sérieuse pour la production de la clémentine et de la tomate en Algérie et au monde entier.

Pour répondre à cet objectif, nous avons évalué la toxicité de l'huile essentielle de *Lavandula stoechas* L. à l'égard des pucerons verts du clémentinier *Aphis spiroecola* et des larves de la mineuse de la tomate *T. absoluta*.

## II. Matériel et Méthodes

### II.1. Matériel végétal

L'huile essentielle de lavande papillon (*Lavandula stoechas* L.) a été fournie par la société «Ziphee.Bio» spécialisée dans la production de HEs, sise à Lakhdaria (Bouira). Lakhdaria est une zone bioclimatique humide continentale située au Nord-Est de l'Algérie, Latitude N : 36° 34' 12" N et Longitude 1° 34' 11" E, Altitude 128 mètres et pluviométrie 660mm.

L'huile essentielle a été extraite à partir de la partie aérienne fraîche de la plante (tige, feuilles et fleurs) au mois de Juin 2015. Le procédé d'extraction utilisé est l'entraînement à la vapeur d'eau conduit à l'échelle industrielle.

Aussi, HE est certifiée « 100% naturelle » car n'ayant été additionnée ou mélangée à aucun solvant organique durant la phase de production. L'huile essentielle a été conservée dans des flacons stériles teints à 4°C à l'abri de l'air et de la lumière, pendant toute la durée de ce travail, pour éviter d'éventuels phénomènes d'oxydation ou de contamination.

### II.2. Matériel animal

Le matériel animal destiné à l'évaluation de l'effet biocide de l'huile essentielle de *Lavandula stoechas*, est prélevé à partir de parcelles, situées à la station expérimentale de l'Institut Nationale de la Protection des Végétaux (INPV) de Boufarik. Ce bio-essai est limité à deux ravageurs de cultures : 60 pucerons verts adultes (*Aphis speraecola* Pach) retranchés à partir des feuilles infestées des arbres du clémentinier (*Citrus reticulata* Blanco) et 60 larves de la mineuse (*Tuta absoluta* Meyrick) prélevées des feuilles des plants de la tomate (*Lycopersicon esculentum*) variété cawa.

### II.3. Etude de la toxicité par contact in vitro

Pour évaluer l'activité bioinsecticide de l'huile essentielle de la lavande papillon in vitro, nous avons adopté la technique décrite par [12]. Une dose pure et trois concentrations (20µl, 40µl et 80µl/ml) sont préparées par dilution de l'HE dans l'eau distillée additionnée au Tween 20 pour assurer la miscibilité. Nous avons utilisé l'acétamépride et l'eau distillée comme témoins positif et négatif, respectivement.

Chaque concentration et la dose pure sont appliquées à 20 pucerons verts et 20 larves de la mineuse et répété trois fois. Les pucerons verts et les larves de la mineuse sont placés sur une feuille de clémentinier ou de tomate à l'intérieur de deux boîtes de Pétri différentes de 9 cm de diamètre. Pour maintenir les feuilles turgescents, les pédoncules des feuilles sont induits d'une mèche de coton imbibée d'eau distillée. Les comptages des pucerons verts adultes et des larves de la mineuse ont été réalisés à l'aide d'une loupe après 1h, 6h, 12h, 24h et 48h d'exposition dans les conditions expérimentales de l'Institut National de la Protection des Végétaux (INPV). Un insecte est considéré comme mort quand il ne réagit plus au contact d'une aiguille légèrement chauffée.

Les mortalités enregistrées ont été exprimées après la correction des résultats du témoin. L'efficacité d'un produit est évaluée par la mortalité. En effet le nombre d'individus dénombrés morts dans une population traitée par un toxique n'est pas le nombre réel d'individus tués. Il existe en fait dans toute population traitée une mortalité naturelle qui vient s'ajouter à la mortalité provoquée. Les pourcentages de mortalité doivent être corrigés par la formule [13].

$$Mc\% = ((M - Mt) \times 100) / (100 - Mt)$$

Mc : Mortalité Corrigée en pourcentage

M : Pourcentage de morts dans la population traitée

Mt : Pourcentage de morts dans la population témoin non traitée

## II.4. Analyse statistique

Nous avons déterminé les doses létales pour 50% (DL<sub>50</sub>) et pour 90% (DL<sub>90</sub>), dans le but de mieux comprendre la relation qui, existe entre le taux de mortalité des insectes provoquées par les doses appliquées et le temps d'exposition. Les pourcentages de mortalité après correction des résultats du témoin sont transformés en probits. De ce fait, la DL<sub>50</sub> et la DL<sub>90</sub> sont calculés par la méthode des probits de [14]. La détermination de la DL<sub>50</sub> et la DL<sub>90</sub> de l'HE de *Lavandula stoechas* est effectuée par la régression linéaire suivant le modèle Logarithme décimal de la dose en fonction des probits de mortalités à l'aide du logiciel MINITAB (version 17).

Pour l'estimation du taux de mortalité de l'effet bioinsecticide de l'HE de la lavande papillon, une analyse de la variance ANOVA a été effectuée en fonction des concentrations et des durées d'expositions à l'aide du même logiciel. Ainsi les valeurs de  $p \leq 0,05$  sont considérées comme significatives.

## III. Résultats et Discussion

### III.1. Propriétés organoleptiques de l'huile essentielle

Les résultats du contrôle des paramètres organoleptiques de l'huile essentielle de *Lavandula stoechas* sont inclus dans l'article publié dans la revue phytothérapie. Ces paramètres sont en accord avec ceux répertoriés dans les normes AFNOR [15].

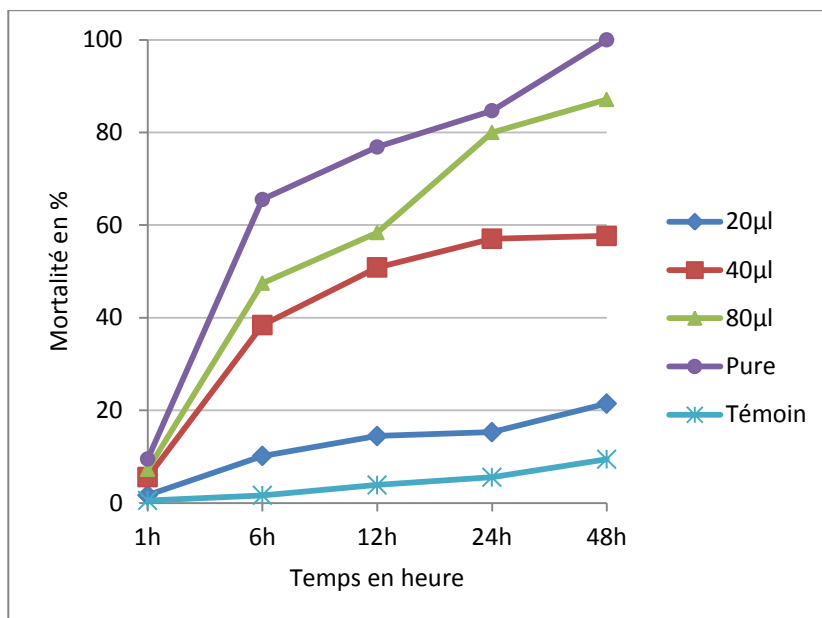
A l'issue de l'extraction par entraînement à la vapeur d'eau, l'HE obtenue est de couleur jaune avec une odeur caractéristique agréable et un aspect liquide, mobile et limpide [16].

La détermination des propriétés organoleptiques est une étape nécessaire de vérification et de contrôle de la qualité, mais demeure insuffisante pour caractériser l'huile essentielle. Il sera primordial de déterminer le profil chromatographique de la fraction aromatique. Ce dernier a fait l'objet d'un article publié dans la revue phytothérapie [16].

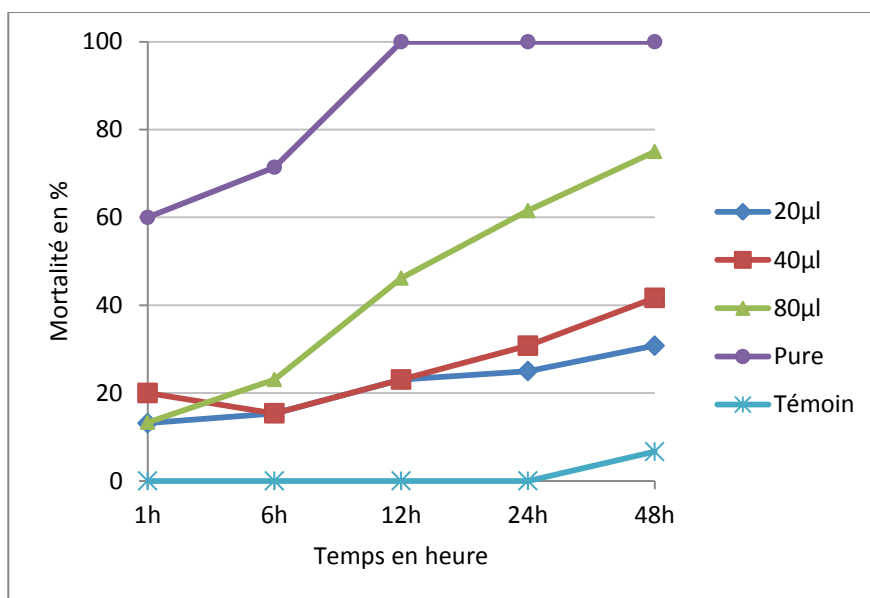
L'analyse de l'HE de la partie aérienne de *Lavandula stoechas*, par Chromatographie Gazeuse couplée à la Spectrométrie de Masse (CG-SM), a permis l'identification de 28 composés volatils où le fenchone a été trouvé comme composé majoritaire avec un taux de 39,2% suivi par le camphre (18%) et le 1,8-cinéole (17,6%) encore appelé eucalyptol. Les autres composés sont présents avec un taux inférieur à 3%. D'un point de vue biochimique, la famille des monoterpènes oxygénés, représentée par les alcools et leurs esters est la plus abondantes, avec un taux supérieur à 70% [16].

### III.2. Activité bioinsecticide de la toxicité par contact

A la lecture des résultats obtenus, il apparaît que le taux de mortalité a augmenté numériquement et significativement, suivant les périodes d'observations (1h, 6h, 12h, 24h et 48h) sur les feuilles infestées des plantes étudiées. Nous avons remarqué que les larves de la mineuse de la tomate du témoin sont restés vivantes au bout de 24 heures. Ainsi le taux de mortalité après 48 heures d'exposition pour ces ravageurs reste négligeable ne dépassant pas les  $6,66 \pm 0,01\%$ . Pour ce qui est des pucerons verts du clémentinier, ce taux est de  $9,44 \pm 0,01\%$ . Par contre les trois concentrations et la dose pure de l'huile essentielle de *Lavandula stoechas*, ont provoqué un taux de mortalité allant de  $30,80 \pm 0,01$  à  $100 \pm 0\%$  pour les pucerons verts adultes et de  $21,50 \pm 0,01$  à  $100 \pm 0\%$  pour les larves de la mineuse de la tomate au bout de 48 heures d'exposition (Figure 1, 2).



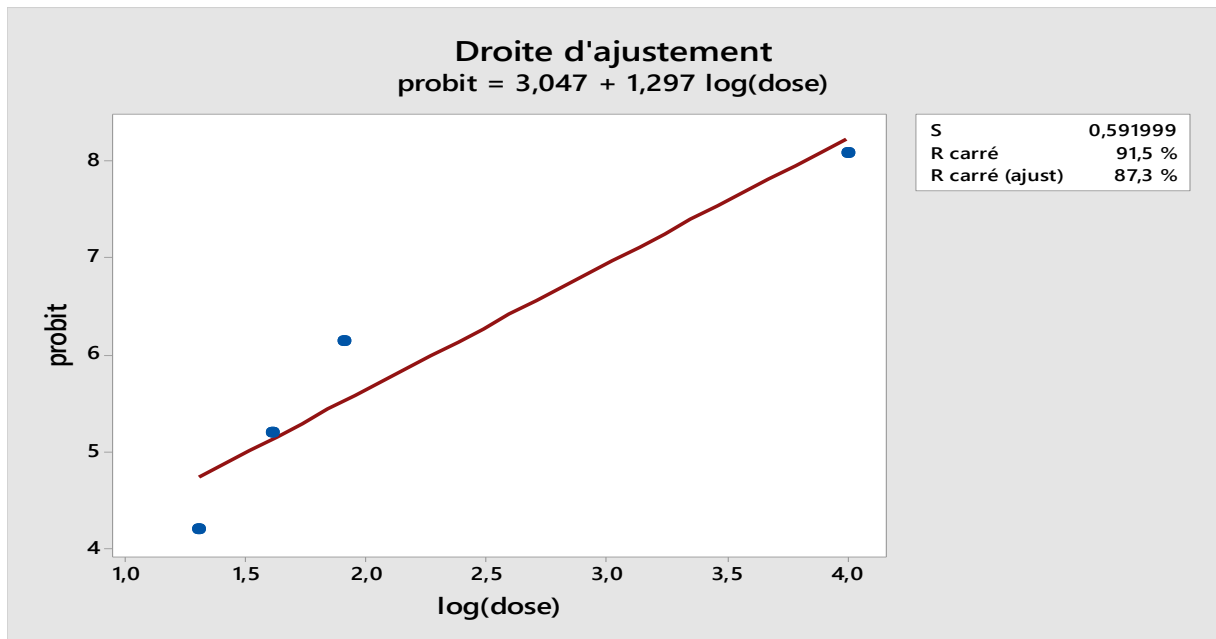
**Figure 1.** Efficacité de l’huile essentielle de *Lavandula stoechas* sur les pucerons verts adultes du clémentinier en fonction du temps.



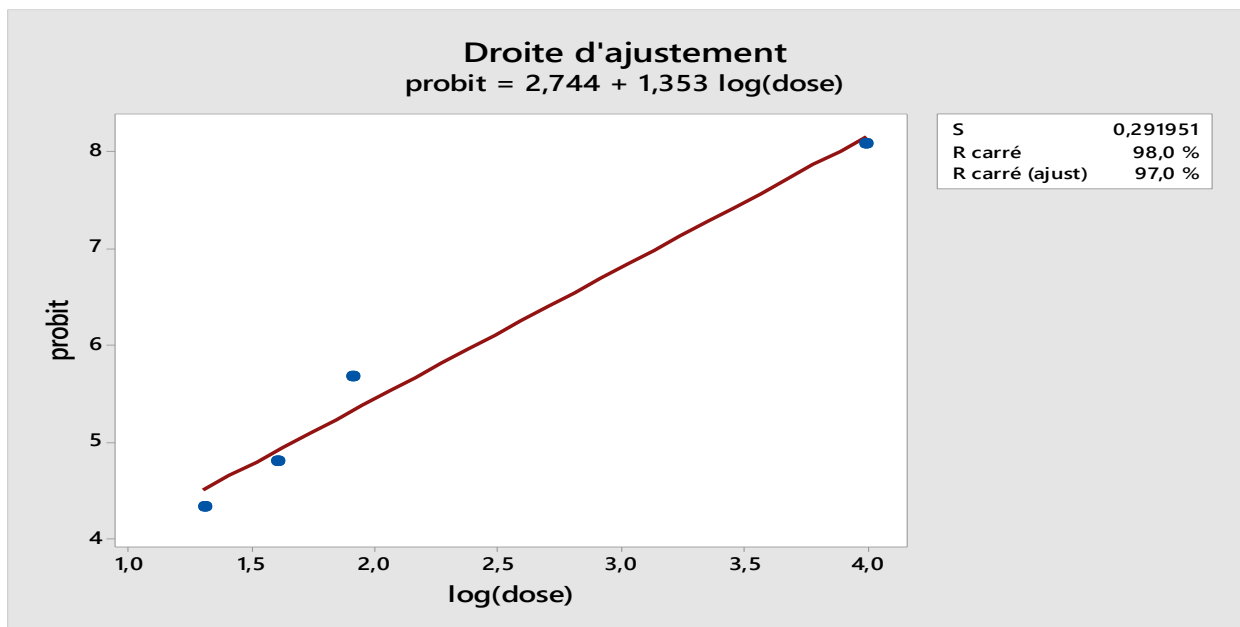
**Figure 2.** Efficacité de l’huile essentielle de *Lavandula stoechas* sur les larves de la mineuse de la tomate en fonction du temps.

La mortalité de 50% des pucerons verts adultes du clémentinier a été engendrée par les doses 20µl et 40µl. À la dose pure, le taux de mortalité a dépassé les 90%. Ces résultats ont été confirmés par le calcul de la DL<sub>50</sub> et DL<sub>90</sub> à partir de la droite de régression linéaire. Elles sont de 31,62µl et 309,02µl de l’huile essentielle de *Lavandula stoechas* respectivement.

Par contre la DL<sub>50</sub> et la DL<sub>90</sub> des larves de la mineuse de la tomate se situent entre 46,45µl et 410,20µl respectivement. La DL<sub>50</sub> est comprise entre 40µl et 80µl, alors que la DL<sub>90</sub> est entre 80µl et la dose pure (Figures 3,4).



**Figure 3.** Droite de régression linéaire pour la détermination de la DL<sub>50</sub> et la DL<sub>90</sub> de l'HE vis-à-vis d'Aphis spireacola.



**Figure 3.** Droite de régression linéaire pour la détermination de la DL<sub>50</sub> et la DL<sub>90</sub> de l'HE vis-à-vis de Tula absoluta

L'analyse de la variance du taux de mortalité pour les deux ravageurs : les pucerons verts adultes du clémentinier et les larves de la mineuse de la tomate à deux facteurs, a montré une différence hautement significative pour le facteur dose ( $p=0 \leq 0,05$  et le coefficient de signification  $F=17,04$ ) et

( $p=0\leq 0,05$  et  $F=52,37$ ) respectivement. Pour le facteur durée d'exposition, ils sont de ( $p=0\leq 0,05$  et  $F=13,62$ ) et ( $p=0,02\leq 0,05$  et  $F=6,36$ ) respectivement.

L'analyse de la composition chimique de l'HE, de la partie aérienne de *Lavandula stoechas* par CG-SM, a révélé la présence de trois composés majoritaires dont le 1,8-Cinéole (17,6%). En plus la famille des monoterpènes oxygénés a représenté un taux supérieur à 70% [16]. En effet, ces derniers sont connus par leurs activités insecticides contre diverses espèces. Cavalcanti et al. [17] ont mentionné que les monoterpénoides, eugénol et 1,8-Cinéole d'*Ocimum gratissimum* ont montré une activité larvicide intéressante contre *Aedes aegypti*. Prates et al. [18] ont également rapporté que les composés monoterpéniques agissent par la toxicité par contact directement sur la cuticule des insectes. Rafael et al. [19] ont constaté que, le 1,8-Cinéole de *Rosmarinus officinalis* et de *Salvia officinalis* faisant partie de la composition chimique de notre HE étudiée, a présenté une action toxique sur les œufs des poux de *Pediculus humanus capitis*. En plus Macedo et al. [20], ont montré que le 1,8-Cinéole de l'HE de *Eucalyptus globulus* a la meilleure action acaricide contre *Boophilus microplus*. Des travaux ont montré que les monoterpènes agissent au niveau des récepteurs de l'acétylcholinestérase des jonctions neuromusculaires. Le 1,8-Cinéole au contact avec les insectes agit en bloquant la synthèse de l'hormone juvénile. Il inhibe l'acétylcholinestérase en occupant le site hydrophobique de cette enzyme qui est très actif. En général, les huiles essentielles de nos jours, sont connues comme neurotoxines [21,22].

Par ailleurs, les tests de l'activité insecticide de deux HEs : *Lavandula stoechas* et *Lavandula pedunculata* ont prouvé que l'HE de *Lavandula stoechas* a présenté une activité insecticide et répulsive importante et supérieure à celle de *Lavandula pedunculata* contre les adultes de *Tribolium castaneum* (Tenebrionidae) pour toute la gamme de concentrations utilisées [23].

En outre l'HE de *Lavandula stoechas* a été efficace contre les larves du 4<sup>ème</sup> stade larvaire d'*orgyia trigotephra* [24].

Cependant, une HE n'exerce pas forcément la même activité aux différents stades du cycle biologique d'un insecte. Il existe donc une grande variation dans la sensibilité des espèces d'insectes pour une même huile essentielle [22].

#### IV. Conclusion

L'essai bioinsecticide, a montré que l'HE de *L. stoechas* a un effet biocide sur les deux ravageurs étudiés : les pucerons verts (*Aphis spiroecola*) du clémentinier et les larves de la mineuse (*Tuta absoluta*) de la tomate. Surtout lorsqu'elle est appliquée pure, provoquant un taux de mortalité de 100% après 48 heures d'exposition.

D'après ces résultats obtenus, l'HE de *L. stoechas*, présente une toxicité potentielle contre les ravageurs testés. Ceci pourrait contribuer au développement de nouveaux agents bioinsecticides et larvicides efficaces contre les bioagresseurs des cultures et sans risque pour l'environnement.

#### V. Références

- [1] Pimentel, D. Pesticides applied for control of invasive species in the United States. Integrated Pest Manag, (2014) 111-123.
- [2] Roel, A.R. Utilizaceo de plantas com propriedades insecticidas: uma contribuic, ao para o Desenvolvimento Rural Sustentavel. Revista internacional do Desenvolvimento Local, 1 (2001) 43-50.
- [3] Góren, A.C., Topçu, G., Bilsel, G., Bilsel, M., Aydogmus, Z., Pezzuto, M. The chemical constituents and biological activity of essential oil *Lavandula stoechas* ssp. *Stoechas*. Zeitschrift fur Naturforschung C- Journal of Biosciences, 57(9-10) (2002) 797-800.
- [4] Benabdelkader, T., Zitouni, A., Guitton, Y., Jullien, F., Maitre, D., Casabianca, H., Legende, L., Kameli, A. Essential oils from wild populations of Algerian *Lavandula stoechas* L. composition, chemical variability, and in vitro biological properties. Chem. Biodivers, 8 (2011) 937-953.
- [5] Kaya, D.A., Inan, M., Giray, E.S., Kirici, S. Diurnal, ontogenetic and morphogenetic variability of *Lavandula stoechas* L. ssp *stoechas* in East Mediterranean Region. Rev. Chim. (Bucharest Rom.), 63 (2012) 749-753.
- [6] Msaada, K., Salem, N., Tammar, S., Hammami, M., Saharkhiz, M.J., Debiche, N., Limam, F., Marzouk, B. Essential oil composition of *Lavandula dentata* L. *stoechas* and *L. multifida* cultivated in Tunisia. J. Essent, Oil-Bear. Plants, 15 (2012) 1030-1039.



- [7] Zuzarte, M., Goncalves, M.J., Cavaleiro, C., Cruz, M.T., Benzarti, A., Marongiu, B., Maxia, A., Piras, A., Salgueiro, L. Antifungal and anti-inflammatory potential of *Lavandula stoechas* and *Thymus herba-barona* essential oils. *Ind. Crops Prod*, 44 (2013) 97-103.
- [8] Kirmizibekmez, H., Demirci, B., Yesilada, E., Baser, K.H.C., Demirci, F. Chemical composition and antimicrobial activity of essential oils of *Lavandula stoechas* L. ssp. *Stoechas* growing wild in Turkey. *Nat. Prod. Commun*, 4 (2009) 1001-1006.
- [9] Matos, F., Miguel, M.G., Duarte, J., Venancio, F., Moiteiro, C., Correia, A.I.D., Figueiredo, A.C., Barroso, J.G., Pedro, L.G. Antioxidant capacity of the essential oils from *Lavandula luisieri* L. *stoechas* subsp. *luisitanica*, *L. stoechas lusitanica* x *L. luisieri* and *L. viridis* grown in Algave (Portugal). *J. Essent. Oil Res.* 21 (2009) 327-336.
- [10] Chaabane, M., Benchaabane, S., Kilani-Morakchi, S., Aribi, N. Physiotoxicité spinosad, évaluée sur deux générations, chez une espèce invasive, *Tuta absoluta* (Lepidoptera), et chez un modèle de référence, *Drosophila melanogaster* (diptera). *Bull. Soc. Zool. Fr*, 137 (1-4) (2012) 61-72.
- [11] Beloued, A. Plantes médicinales d'Algérie. (OPU) Ben-Aknoun Alger (2005) 286p.
- [12] Harmouzi, A., Boughdad, A., El-Ammari, Y., Chaouch, A. Chemical composition and toxicity of Moroccan *Tetraclinis articulate* and *Juniperus phoenicea* essential oils against *Aphis citricola* Goot. (Homoptera, Aphididae). *Res Chem Intermed*, 5 (2016) 1-13.
- [13] Abbott, W.S. A method of computing the effectiveness of insecticide. *J. Econ. Entomol*, 18 (1925) 265-267.
- [14] Finney, D.J. Statistical methods in biological assays (Mathematics in medicine serie). Arnold 3<sup>rd</sup> edition, (1978) 505p.
- [15] AFNOR "Receuil de normes" les huiles essentielles. Tome 2. Monographies relatives aux huiles essentielles, AFNOR, Paris (2000) 661-663.
- [16] Amara, N., Boukhatem, M.N., Ferhat, M.A., Kaibouche, N., Laissaoui, O., Boufridi, A. Applications potentielles de l'huile essentielle de lavande papillon (*Lavandula stoechas* L.) comme conservateur alimentaire naturel. *Phytothérapie*, (2017) 1-9.
- [17] Cavalcanti, E.S.B., De-Morais, S.M., Lima, M.A.A., Santama, E.W.P. Larvicidal activity of essential oils from Brazilian plants against *Aedes saegypti* L. *Mem Inst Oswaldo Cruz*, 99 (2004) 541-544.
- [18] Prates, H.T., Santos, J.P., Waquil, J.M., Fabris, J.D., Oliveira, A.B., Foster, J.E. Insecticidal activity of monoterpenes against *Ryzopertha dominica* (F.) and *Tribolium castaneum* (Herbst) *J. Stored Products Res* 34 (1998) 243-249.
- [19] Rafael, L., Israel, M., Miguel, G., Isabel, G., Pedro, P.B., Rafael, B. Effects of *Rosmarinus officinalis* and *Selvia officinalis* essential oils on *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Industrial Crops Products* 48 (2013) 106-110.
- [20] Macedo, N. Atividade oricida e larvicida in vitro do óleo essencial de *Eucalyptus globulus* sobre *Haemonchus antortus*. *Rev Bras parasitol vet* 18(3) (2009) 62-66.
- [21] Obeng-Ofori, D., Reichmuth, C.H., Bekele, J., Hassanali, A. Biological activity of 1,8-Cineol, a major component of essential oil of *Ocimum suave* (Wild) against stored. *Journal of Applied Entomology* 121 (1-5) (1997) 237-243.
- [22] Ngamo, L.S.T., Hance, T.H. Diversité des ravageurs des denrées et méthodes alternatives de lutte en milieu tropical. *Tropicicultura*, 25(4) (2007) 201-220.
- [23] Bachiri, L., Bouchelta, Y., Bouiamrine, E.H., Echchegadda, G., Ibjbijen, J., Nassiri, L. Valorization as bioinsecticide of the essential oils of two indigenous lavender species in Morocco: *Lavandula stoechas* and *Lavandula pedunculata*. *International Journal of Herbal Medicine* 6(2) (2018) 86-90.
- [24] Ben Slimane, B., Ezzine, O., Dhahri, S., Chograni, H., BenJamaa, M.L. Chemical composition of *Rosmarinus* and *Lavandula* essential oils their insecticidal effect on *Orygia trigotephras* (Lepidoptera, Lymantriidae). *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine* (2015) 98-103.