

ETUDE COMPARÉE DE L'EFFICACITÉ DES HUILES ESSENTIELLES FORMULÉES À BASE DE THYM ET D'ORIGAN SUR DIFFÉRENTS APHIDES

MOUSSAOUI BABA
ASSIA Karima¹,
BELHANI Messaouda¹,
BELKHOUMALI Sarah¹,
MERAH Othmane²,
ZEBIB Bachar² et
DJAZOULI Zahr-Eddine¹

1. Université SAAD
Dahleb, Faculté des
Sciences
Agro-Vétérinaires et
Biologiques, département
des Sciences
Agronomique, BP 270,
route de Soumâa, Blida
(Algérie). Email :
Krimouss67@hotmail.fr /
zahr2002@yahoo.fr

2. Université de
Toulouse, INP-
ENSIACET, LCA
(Laboratoire de Chimie
Agro-Industrielle),
F-31030 Toulouse,
France. Email :
othmane.merah@ensiacet.fr

Résumé

L'utilisation des produits chimiques pour le contrôle des insectes soulève plusieurs inquiétudes liées à l'environnement, à la santé humaine, aux espèces non cibles, et au développement des populations résistantes. Actuellement, les plantes aromatiques possèdent un atout considérable grâce à la découverte progressive des applications de leurs huiles essentielles dans la lutte biologique contre les ravageurs des cultures. La présente étude a porté sur l'évaluation de l'efficacité des huiles essentielles formulées à base de Thym et d'Origan comparée à un produit de synthèse (Methomyl) sur l'abondance de deux pucerons d'agrumes (*Aphis citricola* et *Aphis gossypii*) et du puceron du peuplier noir (*Chaitophorus leucomelas*). Les résultats de cette étude ont montré que toutes les molécules testées ont eu un effet répressif sur les ravageurs ciblés avec une suprématie d'efficacité de l'huile essentielle à base de thymol par rapport aux autres biopesticides appliquées. En revanche le thymol reste moins efficace que le produit chimique qui affiche le plus faible taux d'abondance des populations aphidiennes. Ces mêmes résultats ont permis, de mettre en évidence un effet choc et une toxicité temporelle de toutes les molécules testées. L'estimation de l'efficacité des doses appliquées, a dévoilé que toutes les doses ont eu une répression sur l'abondance des populations des pucerons visés mais les doses complètes (D) se révèlent nettement plus efficaces que les demi-doses (DD).

Mots clés : Abondance, Biopesticides, Carvacrol, Huiles essentielles, Methomyl, Origan, Pucerons, Thymol, Toxicité.

Abstract:

Study of the effectiveness of the essential oils formulated of Thyme and Origan on different Aphids

The use of the chemicals for the control of the insects raises several concerns connected to the environment, human health, the nontarget species, and with the development of the resistant populations. Actuellement, the aromatic plants have a considerable asset thanks to the progressive discovery of the applications of their essential oils in the biological fight against the ravageurs of the cultures. The present study related to the evaluation of the effectiveness of the essential oils formulated containing Thyme and Origan compared with a product of synthesis (Methomyl) on the abundance of two citrus fruits plant louses (*Aphis citricola* and *Aphis gossypii*) and of the plant louse of the black poplar (*Chaitophorus leucomelas*).

The results of this study showed that all the molecules tested had a repressive effect on the ravageurs targeted with a supremacy of effectiveness of essential oil containing thymol compared to the others biopesticides applied. On the other hand the thymol remains less effective than the chemical which posts the weakest rate of abundance of the populations aphidiennes. These same results allowed, to highlight a shock effect and a temporal toxicity of all the molecules tested. The estimate of the effectiveness of the amounts applied, revealed that all the amounts had a repression on the abundance of the populations of the plant louses concerned but the complete amounts (D) appear definitely more effective than half-amounts (DD).

Key words: *Abundance, Biopesticides, Carvacrol, Essential oils, Methomyl, Origan, Thymol, Toxicity.*

INTRODUCTION

Les agrumes représentent le groupe de fruits le plus important du commerce international. L'Algérie participe avec un faible pourcentage par rapport au seuil de la production des autres pays agrumicoles (Boughnou, 1998) où signale une suprématie de production à la Mitidja. Ces faibles rendements sont essentiellement dus aux maladies et ravageurs. En effet, les pucerons causent des dommages importants aux agrumes, qui se traduisent par l'enroulement et la déformation des feuilles ainsi que l'avortement des fleurs durant la période de floraison et la transmission des maladies virales (Leclant, 1982).

Le peuplier quant à lui est une essence de production par excellence. Son intérêt est de plus en plus révélé au niveau mondial. En effet, il s'agit d'une essence à croissance rapide, qui peut contribuer à combler le déficit mondial en bois (Breton, 2000), avec une longévité qui est de l'ordre de 400 ans. C'est une espèce caractéristique des ripisylves arborescentes bordant les berges alluvionnaires d'un certain nombre de cours d'eau (Zahraoui, 2010). Les attaques des bioagresseurs peuvent donc être nombreuses et très

dommageables, parmi lesquels nous citons *Chaitophorus leucomelas* (Djazouli *et al.*, 2009). Ce puceron attaque les feuilles, les pétioles et les bourgeons en absorbant des quantités importantes de sève, et en injectant en même temps une salive toxique. Les arbres attaqués présentent une réduction de croissance, se traduit par une production de bois en quantité moindre (Delplanque, 1998).

À l'heure actuelle, les infestations de pucerons sont en grande majorité contrôlées à l'aide d'insecticides de synthèse. Malgré les progrès réalisés, les insecticides restent responsables de nombreux problèmes tant pour l'environnement, que pour la santé humaine. De plus, l'utilisation massive d'insecticides depuis plus d'une trentaine d'années est à la base de la sélection de populations d'insectes résistants (Nauen et Albert, 2003).

Ce constat conduit les scientifiques à rechercher de nouvelles approches de luttés, utilisées seules ou en combinaison avec les méthodes existantes qui permettraient de contrôler efficacement ces ravageurs tout en limitant les impacts négatifs des produits antiparasitaires sur l'environnement et la santé

humaine (Regnault-Roger *et al.*, 2005 ; Vandermoten *et al.*, 2008).

Cependant, les solutions biologiques capables d'apporter une alternative à l'utilisation des insecticides, dans un contexte de grandes cultures, ne permettent pas encore d'assurer des rendements de production à un prix compétitif. Une autre voie actuellement envisagée est la formulation de nouveaux insecticides appelés bio-insecticides à base de molécules bioactives perturbant certaines fonctions biochimiques essentielles à la survie de l'insecte ravageur visé. Ils garantissent un haut niveau de sélectivité et, par conséquent, ne présentent que peu ou pas de risque pour la santé humaine, les espèces non ciblées et l'environnement (Giroux, 1994 ; Roger *et al.*, 1995).

Les huiles essentielles sont potentiellement efficaces en industries agro-alimentaires, également dans le domaine de la phytoprotection à la place des insecticides et fongicides chimiques (Negi *et al.*, 2005). Elles constituent donc une source intéressante de nouveaux composés dans la recherche de molécules bioactives (Sell, 2006).

Notre étude a porté sur l'évaluation de l'efficacité des huiles essentielles formulées à base de Thym et d'Origan sur l'abondance des populations de pucerons des agrumes *Aphis gossypii* et *Aphis citricola* et le puceron du peuplier noir *Chaitophorus leucomelas* en comparaison avec un insecticide de synthèse (Methomyl). Dans ce contexte on a essayé de répondre à certaines questions hypothèses : Quel serait l'impact des applications des huiles essentielles formulées sur les différents modèles biologiques? La formulation des huiles essentielles présentent-elles le même effet toxique? La forte et la faible dilution présentent-elles la même toxicité? Quelle serait la rémanence des molécules bioactives en comparaison avec le produit chimique?

MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. Zonage topographique et climatologie de la région d'étude

L'étude a été réalisée dans la région de Soumâa. Elle est située au piémont de l'Atlas Blidien, à 7 Km de la ville de Blida, à une altitude de 80 à 100 m, une longitude de 2°45'E et une latitude de 36°35'N (Loucif et Bonafonte, 1977). Les principaux paramètres climatiques synthétisés d'après l'Agence National des Ressources Hydrauliques de Soumâa indiquent que les mois les plus froids sont janvier et février avec des températures moyennes minimales respectives de 4,49 °C et 4,48 °C, et une température moyenne maximale de 20,31 °C et 22,56 °C, tandis que les mois les plus chauds sont juillet et août avec des températures moyennes maximales respectives de 37,2°C et 37,00°C et de 20,54°C suivie de 22,01 °C comme températures moyennes minimales. Le diagramme Ombrothermique

établie pour la période (1995 à 2010) se caractérise par deux périodes fondamentales: l'une humide de sept mois s'étalant de janvier à avril puis de octobre à décembre, l'autre sèche d'un intervalle de cinq mois de mai à septembre. Alors que pendant l'année d'étude 2011, on peut constater une période de sécheresse de cinq mois entre mai et septembre et une autre saison froide et humide caractérisée par une pluviosité élevée, s'étalant d'octobre à avril (Tchaker, 2011).

2. Produits phytosanitaires utilisés

Les biopesticides utilisés dans cette étude sont des huiles essentielles formulées élaborées en partenariat avec Dr ZEBIB B. et Dr MERAH O. de l'Université de Toulouse (France). Le premier biopesticide est une formulation à base d'huile essentielle complète d'Origan à 14% du principe actif, le deuxième biopesticide est une formulation à base de deux chémotypes majoritaires du thym (formulation à base de carvacrol à 14%, formulation à base de Thymol à 14% et une formulation en mélange des deux chémotypes Carvacrol 7%/Thymol 7%). L'insecticide de synthèse est le Methomyl 25 % appartenant à la famille des carbamates est une poudre mouillable caractérisé par son large spectre d'action en agissant par contact, ingestion et systémique.

3. Modèles biologiques et applications des traitements biologiques et chimiques

Les essais de la présente étude ont été réalisés au niveau de la station expérimentale de la faculté des Sciences Agro-Vétérinaires et Biologiques de l'Université de Blida. Le dispositif a été conduit sur les fondatrigènes d'*Aphis citricolas* et d'*Aphis gossypii* évoluant sur un

verger d'Oranger (Var. Thomson Navel) âgé de 7 ans et sur les fondatrigènes de *Chaitophorus leucomelas*, évoluant sur des essences d'alignement de *Populus nigra* âgées de 15 ans.

Pour chaque traitement biologique, une dose complète D (1ml/1000ml) et une demi-dose DD (0,5ml/1000ml) ont été préconisées. De même que pour le produit de synthèse qui a été utilisé avec une dose homologuée complète DH (150g./hl) et sa demi dose soit DDH (75g./hl). Les parcelles d'étude sont divisées en cinq blocs au sein de chaque bloc deux transects de 50 mètres de long et distants de 10 mètres ont été arrêté pour l'application des différents traitements. Le bloc témoin a subi une pulvérisation à l'eau courante. L'efficacité des différents produits a été évaluée sur une durée de dix jours après traitements en relation avec la rémanence du Methomyl. Les molécules ont été apportées par application foliaire à l'aide d'un pulvérisateur à main à pression préalable Laser V2 (3 bar max.).

3. Technique de prélèvements et d'évaluation

Par références à la méthodologie d'échantillonnage proposée par Frontier (1983), à un intervalle de 24 heures durant la période d'investigation qui s'est étalée sur une période de 10 jours, 10 feuilles sont prélevés à partir des plants obtenus par les transects végétaux. A partir de chaque parcelle élémentaire le nombre d'individus de différentes formes biologiques de *Chaitophorus leucomelas*, d'*Aphis citricola* et d'*Aphis gossypii* est estimé.

Concernant l'estimation de l'effet des différentes doses sur l'abondance des deux pucerons étudiés, la dose D (1/1000) des différentes huiles formulées a donné une plus grande toxicité et donc une meilleure efficacité par rapport aux demi doses DD (0,5/1000) et au témoin. D'autre part, l'effet de la dose DH (1,5g/1000) et la demi-dose DDH (0,75 g/1000) du produit chimique présente une toxicité similaire. Quant à l'effet temps ; toutes les molécules ont signalé une efficacité progressive à savoir du début à la fin du suivie (Fig. 1).

2. Effets comparés de l'efficacité des traitements biologiques et phytosanitaire sur l'abondance des populations de pucerons d'agrumes

Dans l'esprit d'évaluer la variation temporelle de la structuration de l'abondance des populations de pucerons d'agrumes et de peuplier en fonction des doses des différents traitements biologiques à base d'huiles essentielles utilisées et du traitement chimique (Methomyl), nous avons utilisé l'analyse de la variance type modèle général linéaire (G.L.M.). Ce modèle permet d'étudier l'effet strict et individuel des différents facteurs sans faire intervenir les interactions entre les facteurs. La fiabilité des résultats a été démontrée sur la base des permutations réalisées et qui sont au nombre de 550.

Selon les résultats obtenus par l'analyse de G.L.M., nous constatons que les molécules (F-ratio=14,516, $p=0,000$, $p<1\%$), les

doses (F-ratio=41,081, $p=0,000$, $p<1\%$) et même la période de suivie (F-ratio=21,503, $p=0,000$, $p<1\%$) présentent une différence hautement significative sur l'abondance des populations d'*A. citricola* et *A. gossypii* sur agrumes (Fig. 2a, b et c).

Sur peuplier, les mêmes résultats font ressortir que les molécules (F-ratio=24,307, $p=0,000$, $p<1\%$) et les doses (F-ratio=10,287, $p=0,000$, $p<1\%$) présentent une différence hautement significative sur l'abondance des populations de *C. leucomelas*, par contre la différence pendant la période de suivie (F-ratio=1,481, $p=0,152$, $p>5\%$) est non significative (Fig. 2c, e et f).

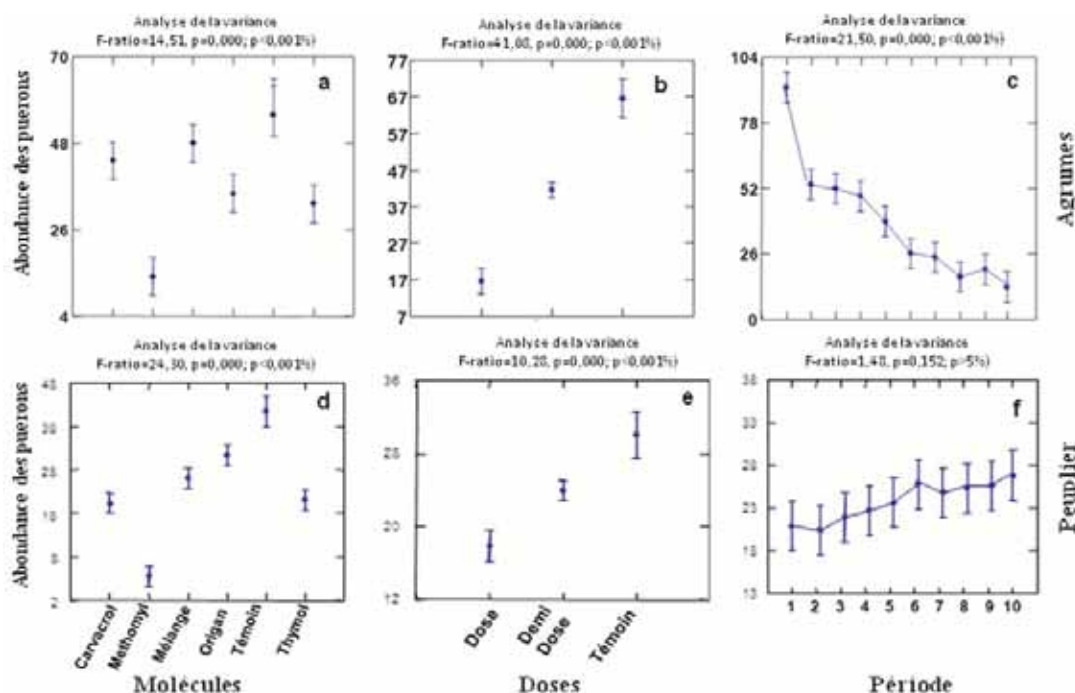


Figure 2: Abondance comparée des populations de pucerons selon la molécule, les doses et la période d'exposition

D'après la figure ci-dessus (fig. 2a) et en comparaison avec l'abondance des populations des pucerons du témoin qui s'est révélée la plus élevée, le produit chimique (Methomyl) s'est montré le plus toxique vis-à-vis des deux espèces étudiées en enregistrant la plus faible abondance de populations des aphides. En revanche, des différentes molécules bioactives des huiles essentielles formulées utilisées, le Thymol a enregistré la plus forte toxicité vis-à-vis des populations des pucerons suivis de celle de l'Origan avec une toxicité moyenne puis du Carvacrol avec une moindre toxicité et en dernier lieu le mélange (Carvacrolb + Thymol) avec une plus faible efficacité. Nous constatons l'installation d'effet dose certain sur l'abondance des populations des deux pucerons *Aphis citricola* et *Aphis gossypii*. La dose complète se révèle la plus toxique par rapport à la demi-dose et cela pour tous les traitements à savoir de nature biologique ou chimique (fig. 2b). Quant à l'effet temporel des différents traitements appliqués, nous remarquons que le temps joue en faveur de la toxicité. Cependant, toutes les molécules présentent un effet toxique progressif dans le temps durant la période du suivie (fig. 2c).

Les graphes spécifiques à l'abondance de *Chaitophorus leucomelas* montrent que les traitements à base d'huiles essentielles formulées présentent une gradation d'efficacité qui va de la molécule bioactive de l'Origan qui présente la plus faible toxicité, puis de celle du mélange et enfin de celles du Thymol et du Carvacrol

qui affichent une efficacité similaire et maximale. La molécule chimique (Methomyl) reste également la plus toxique par rapport à celles des traitements biologiques (fig. 2d). Nous constatons à travers le graphe des doses (fig. 2e), que la dose appliquée exprime toujours un effet très toxique par rapport à la demi dose. Il est à signaler aussi que quelque soit les doses d'applications les molécules bioactives apportées restent très loin en terme d'effet réplicif sur les populations aphidiennes par rapport au témoin. Quant à l'effet temporel des différents traitements appliqués, nous remarquons que l'évolution des abondances ne présente pas de différence du moins durant les jours de suivie (fig. 2f).

DISCUSSION

Ces dernières années, l'utilisation des produits chimiques de synthèse pour le contrôle des insectes et des arthropodes soulève plusieurs inquiétudes liées à l'environnement, à la santé humaine, aux espèces non cibles, et au développement des populations résistantes, ce qui a conduit à rechercher de nouvelles méthodes de lutte, entre autres la formulation de nouveaux bio-insecticides issus de plantes ciblant et perturbant les fonctions biochimiques de l'insecte.

Actuellement, le recours aux huiles essentielles s'avère être un choix pertinent face à un risque de contamination précis ou à la nécessité de réduire ou remplacer les agents de conservation chimiques ou synthétiques. Pour cela, plusieurs huiles essentielles de différentes plantes ont été intensivement étudiées pour évaluer leurs propriétés répulsives comme

ressource naturelle valable (Isman, 2006).

L'objectif lié à la présente étude est la valorisation de l'efficacité des huiles essentielles à base de Thym et d'Origan sur deux types d'Homoptères de deux différentes cultures en comparaison avec un insecticide de synthèse (Methomyl) afin de mettre au point des méthodes de lutte intégrée, efficaces et aisément utilisables par les agriculteurs.

Les résultats de cette étude semblent être intéressants et confirment leur pouvoir insecticide vis-à-vis des bio-agresseurs ciblés. Toutefois, ils dénotent les aspects suivants ;

Les résultats relatifs aux traitements biologiques par le biais de la formulation à base des huiles essentielles de thym et d'origan et le Methomyl ont présenté un effet répressif sur l'abondance des populations des différents pucerons. Les applications réalisées ont enregistré un effet choc signalé à travers le taux d'abondance des populations de pucerons à partir des premières 24 heures. Cette toxicité s'est étendue pendant une durée de 4 jours pour les pucerons d'agrumes *Aphis gossypii* et *Aphis citricolaet* de 5 jours pour le puceron du peuplier noir *Chaitophorus leucomelas*.

Les mêmes résultats nous ont permis de signaler une gradation de toxicité croissante des molécules biologiques allant respectivement de celle de l'huile essentielle d'origan, puis du mélange (Carvacrol + Thymol) et enfin de celles du Carvacrol et du thymol qui ont montré la plus forte toxicité pour le puceron du peuplier noir.

En revanche, les deux pucerons des agrumes étudiés révèlent la même sensibilité par rapport à l'huile essentielle à base de thymol qui affiche la plus faible abondance, suivie de l'huile d'origan et du Carvacrol présentant un effet similaire et en dernier lieu le mélange.

Les résultats de cette étude ont

montré que durant tout le suivi, le Methomyl reste le plus toxique et le plus efficace par rapport aux produits biologiques appliqués sur les différents pucerons.

Concernant l'effet des doses sur l'abondance des populations des différents pucerons ciblés, les doses complètes (D) se révèlent plus efficaces que les demi-doses

(DD).

Globalement, les résultats de l'étude ont permis, de mettre en évidence les liens forts établis entre les molécules testées et l'abondance des populations aphidiennes ciblées. La Figure 3, expose les grands traits de l'efficacité comparée des différents traitements appliqués.

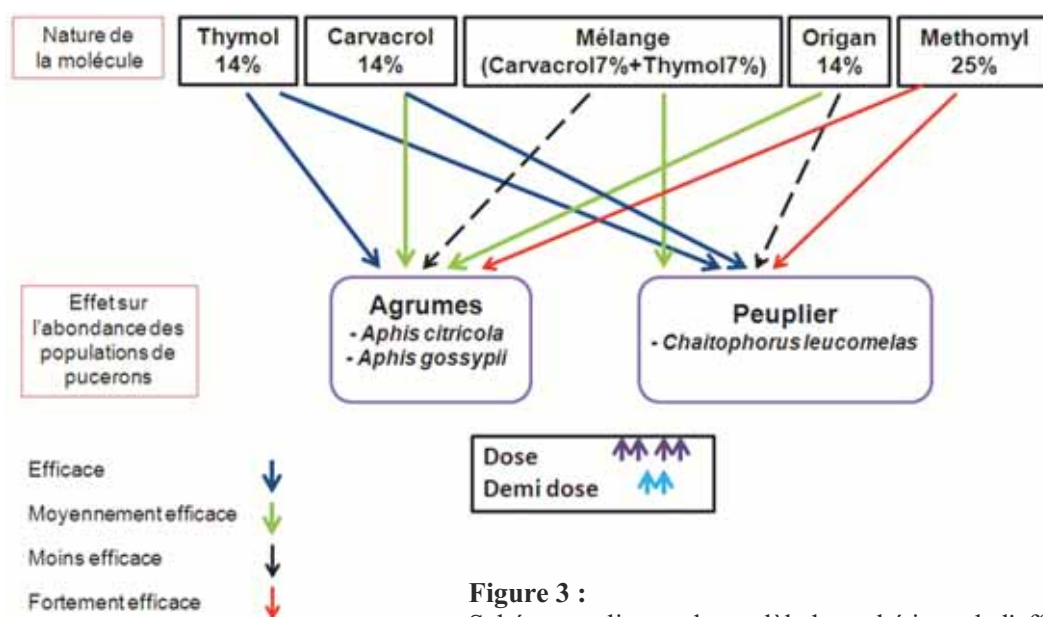


Figure 3 : Schéma expliquant le modèle hypothétique de l'efficacité comparée des traitements biologiques et chimiques

Cet état de fait nous amène à suggérer deux hypothèses.

- L'effet répressif des molécules testées est alloué principalement au type et à la structure moléculaire des composants actifs présents dans la formulation des huiles essentielles. Il est à signaler que l'écart d'efficacité des huiles essentielles pures (Thymol) et les huiles essentielles complètes (Origan) et en mélange (Thymol + Carvacrol) peut être attribué à la synergie entre les principes actifs

- Le degré de sensibilité des espèces aphidiennes serait lié à des contraintes physiologiques du végétal, notamment l'aspect du feuillage tel que son enroulement.

L'effet répressif des huiles essentielles formulées ainsi que la suprématie de la formulation à base de thymol rejoint les nombreuses études qui ont fait un état des lieux sur la qualité des composantes et la synergie entre celles-ci. French (1985), souligne que ce sont les propriétés comme la volatilité, la nature éphémère et la biodégradation qui constituent les

avantages d'une utilisation des H.E. comme pesticides. Ainsi, l'Origan, le thym, la sauge, le romarin et le clou de girofle sont autant de plantes aromatiques fréquemment utilisés comme ingrédients alimentaires. Les huiles essentielles de ces plantes ont toutes une particularité commune: elles sont riches en composés phénoliques monoterpène comme l'eugénol, le thymol et le Carvacrol. Ces composés possèdent une forte activité antibactérienne et antifongique (Sivropoulou *et al.*, 1995 ; Trombetta et Sciarretta, 2002

Satrani *et al.*, 2007), le thymol possède le plus large spectre d'activité contre 25 genres de bactéries testées (Dorman et Deans, 2000), il a présenté aussi une activité répulsive contre les moustiques (Mohan et Ramaswamy, 2007).

Il a été démontré que les huiles essentielles agissent directement sur la cuticule des insectes et acariens à corps mou. Isman (1999) émet cette hypothèse car plusieurs huiles essentielles semblent plus efficaces sur les arthropodes à corps mou. C'est le cas du FACIN qui exerce une répression satisfaisante sur les thrips, les pucerons, les aleurodes et certains acariens et qui s'est avéré moins efficace avec des insectes à carapace dure tels que des coléoptères et hyménoptères adultes et certains acariens prédateurs. Il reste à déterminer le mécanisme par lequel les huiles essentielles dégradent l'enveloppe externe de certains insectes et acariens.

Le produit appliqué sur le corps des larves traverse la cuticule au travers des canalicules cireux et la distribution s'effectue directement dans l'organisme, plus particulièrement dans les zones les plus lipophiles. L'hémolymphe véhicule la molécule dans tout le corps de l'insecte (Mohan et Ramaswamy, 2007)

Selon Lahlou (2004), les huiles essentielles ont prouvé leur pouvoir insecticide, antiparasitaire et antimicrobien. Cependant elles agissent selon le rythme de séparation et libération des molécules

Viñas *et al.*, (2006), ont prouvé que plus les teneurs en phénols

(carvacrol et thymol) sont élevées plus les huiles essentielles sont efficaces, et ils ont un large spectre d'activité sur les moisissures, les champignons filamenteux et les insectes. La synergie entre ces deux phénols a été constatée dans plusieurs études (Deferera *et al.*, 2000). Selon l'étude établie par El Ajjouri *et al.*, (2008) sur deux espèces de Thym *T. capitatus* et *T. bleicherianus*, il s'est avéré que leur pouvoir antifongique peut être attribuée seulement au Thymol et au Carvacrol, comme il peut être le résultat de synergies entre les différents constituants de ces huiles. L'espèce *Thymus vulgaris* est sans conteste celle qui a fait l'objet du plus grand nombre d'études. Les feuilles de *Thymus* contiennent 0,3 à 3,4% d'essences dont 70% sont constitués de thymol mélangé à du Carvacrol, au cinéol et au pinène (Nobert, 1983).

Dès les années 60, Granger *et al.* (1973) ont suggéré qu'il existait une diversité dans l'H.E. de cette espèce, hypothèse rapidement démontrée, avec la mise en évidence d'un polymorphisme chimique qualitatif intra-spécifique reposant principalement sur 6 composés (des monoterpènes) présents en proportions variables dans l'H.E. Ce polymorphisme chimique existe aussi pour bien d'autres espèces d'*Origanum vulgare* conditionné par la variabilité constitutive d'une plante à l'autre (Mockute *et al.*, 2001). D'après Dorman et Deans (2000), le principal facteur modifiant l'activité insecticide des HE est le type et la structure moléculaire des composants actifs présents. Cependant, ce constat ne doit pas amener à penser que la toxicité d'une plante est obligatoirement liée à la nature du

composé dominant. La présence de composés synergiques peut renforcer l'activité du principe actif (Nuto, 1995).

Le degré de sensibilité des espèces aphidiennes devrait être relaté à l'aspect physiologique des feuilles, dont les pucerons d'agrumes se trouvent à la face inférieure des feuilles et causent l'enroulement et la crispation des jeunes pousses ce qui leur permet d'être abrités. Des applications foliaires des molécules. En effet, les attributs de nature physique peuvent aussi favoriser et/ou minimiser l'efficacité des applications phytosanitaires. Vincent et Coderre (1992) et Sundaramurthy (2002), reconnaissent l'importance de l'aspect physique dans la relation plante hôte-insectes en favorisant l'attaque, ils estiment que l'épiderme agit comme un réflecteur solaire et concentre la chaleur du soleil ce qui augmente localement la température qui constituerait un facteur limitatif pour l'infiltration des molécules actives.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Boughnou N., 1998- Etude des pucerons et leurs ennemis naturels dans un verger d'orange dans la région de Oued Aïsi (Tizi Ouzou)", Thèse. Ing. Sciences agronomiques. Univ. Tizi-Ouzou, Algérie, 86p.

Breton V., 2000- *Évolution de la populi-culture - période 1996-1999*. Rapport national de la France. Commission Internationale du Peuplier (FAO) XIX^e session, Portland, Oregon, sept. 2000.

- Deferera D.J., Ziogas B.N. and Polissiou M.G., 2000- GCMS Analysis of essential oil from some Greek aromatic plants and their fungi toxicity on *Penicillium digitatum*. *J. Agric. Food Chem.*, 48(6):2576-2581.
- Delplanque A., 1998. *Les insectes associés aux peupliers*. Memor Eds. Bruxelles, 350p.
- Nauen R. et Elbert A., 2003- European monitoring of resistance to insecticides in *Myzus persicae* and *Aphisgossypii* (Hemiptera: Aphididae) with special reference to imidacloprid. *Bull. Entomol. Res.*, 93,47-54.
- Djazouli Z.E., Doumandji-Mitiche B. et Petit D., 2009- Spatio-temporal variations of functional groups in a *Populus nigra* L. entomocenosis in the Mitidja plain (Algeria). *C. R. Biologies*, 332: 848-860.
- Dorman H.J. and Deans S.G., 2000- Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plants volatile oils. *J. Appl. Microbiol.*, 88(2):308-316.
- El Ajjouri M., Satrani B., Ghanmi M., Aafi A., Farah A., Rahouti M., Amarti F. et Aberchane M., 2008. Activité antifongique des huiles essentielles de *Thymus bleicherianus* Pomel et *Thymus capitatus* (L.) Hoffm. & Link contre les champignons de pourriture du bois d'œuvre. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 12(4): 345-351.
- French R. C., 1985- The bioregulatory action of flavour compounds on fungal spores and other propagules. *Annu. Rev. Phytopathol.*, 23: 175-199.
- Frontier S., 1983- *Stratégie d'échantillonnage en écologie*. Ed. Masson, Paris et Les Presses de l'Université de Laval, Québec, 494 p.
- Giroux S., Côté J.C., Vincent C., Martel P. et Coderre D., 1994- Bacteriological insecticide m-one effects on the mortality and the predation efficiency of adult spotted lady beetle *coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae). *J. Econ. Entomol.*, 87: 39-43.
- Granger R. et Passet J., 1973- *Thymu vulgaris* spontané de France: R a c e s c h i m i q u e s e t chemotaxonomie. *Phytochemistry*, 12: 1683-1691.
- Hammer O., Harper D.A.T. and Ryan P.D., 2001- PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis, *Palaeont. Electron.* 4 (1): 9, http://palaeoelectronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm.
- Isman M., 1999- Pesticides based on plant essential oils. *Pesticide outlook*, 106: 68-72.
- Isman M.B., 2006- The role of botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annual Review of Entomology*, 51: 45-66.
- Lahlou M., 2004- Methods to study the phytochemistry and bioactivity of essential oils. *Phytotherapy Research*, 18(6):435-448
- Leclant F., 1982- *Les effets nuisibles des pucerons sur les cultures*. Jour. D'information et études sur les pucerons des cultures. Ed. A.C.T.A., Paris, 37-56.
- Loucif Z. et Bonafonte P., 1977- Observation des populations du pou de San José dans la Mitidja. *Revue Fruits*, 32(4): 253-261.
- Mockute D., Bernotiene G. and Judzentiene A., 2001- The essential oil of *Origanum vulgare* L. ssp. *vulgare* growing wild in Vilnius district (Lithuania). *Phytochemistry*, 57: 65-69.
- Mohan D. and Ramaswamy M., 2007- Evaluation of larvicidal activity of the leaf extract of a weed plant, *Ageratina adenophora*, against two important species of mosquitoes, *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus*. *African Journal of Biotechnology*, 6(5):631-638.
- Negi P.S., Chauhan A.S., Sadia G.A., Rohinishree Y.S. and Rameteke R.S., 2005- Antioxidant and antimicrobial activity of various seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides*) seed extracts. *Food. Chem.*, 92: 119-124.
- Nobert J., 1983- *Guide point vers, épices et plantes aromatiques description, culture, soin, propriétés et emplois de 50 aromates culinaires*. Andre Frey Edit, Paris 123p.
- Nuto, Y. 1995- Synergistic action of co-occurring toxin in they Root Bark of *Zanthoxylum zanthoxyloïdes* (Rutaceae) against the cowpea beetle *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae). Thesis of PHD. D.S.U.N.Y Syracuse, NEW York, 107p.
- Regnault-Roger C., Philogene B.J.R. et Fabres G., 2005- Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement. Lavoisier Tec et Doc. Paris, 1013 p

- Roger C., Vincent C. et Coderre D., 1995- Mortality and predation efficiency of *coleomegilla maculata lengi* timberlake (Coccinellidae) following application of neem extracts (*Azadirachta indica* a. juss., Meliaceae). *J. Appl. Entomol.*, 119: 439-443.
- Satrani B., Ghanmi M., Farah A., Aafi A., Fougrach H., Bourkhiss B., Boustia D et Talbi. 2007- Composition chimique et activité antimicrobienne de l'huile essentielle de *Cladanthus mixtus*. *Bulletin de la société de pharmacie de Bordeaux*, 146:85-96.
- Sell C.S., 2006- *The Chemistry of Fragrance. From Perfumer to Consumer*. 2nd Edition. The Royal Society of Chemistry. Cambridge. 329p.
- Sivropoulou A., Kokkini S., Lanaras T. and Arsenakis M., 1995.- Antimicrobial activity of mint essential oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43(9):2384-2388
- Sundaramurthy V.T., 2002- The integrated insect management system and its effects on the environment and productivity of cotton. *Outlook on Agriculture*. 31 (2): 95-105
- Tchaker F.Z., 2011- Evaluation des effets des extraits aqueux d'*Inula viscosa* en combinaison avec un bio-adjuvant sur la qualité phytochimique, la densité des sexupares de *Chaitophorus leucomelas* (Homoptera: Aphididae) et sur la reprise biocenotique. Thèse. Magist. Sciences agronomiques, Univ. Blida, Algérie, 225 p.
- Trematerra P. and Sciarretta, A., 2002- Activity of chilli, *Capsicum annum* L. var. *acuminatum*, on stored product insects *Oryzaephilus surinamensis* (L.), *Sitophilus oryzae* (L.) and *Tribolium castaneum* (Herbst). *IOBC/wprs Bull.* 25 (3):177-182.
- Vandermoten S., Cusson M., Francis F. et Haubruge E., 2008. La biosynthèse des isoprénoïdes chez les pucerons : une cible potentielle de nouveaux bio-insecticides ?. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 12(4), 451-460.
- Viñas P., Soler-Romera M.J. and Hernández-Córdoba M., 2006- Liquid chromatographic determination of phenol, thymol and carvacrol in honey using fluorimetric detection. *Talanta*, 69: 1063-1067.
- Vincent C. et Coderre D., 1992- La lutte biologique, Gaëtan Morin Editeur (Montréal) et Lavoisier Tech Doc, Paris, 671 p.
- Zahraoui M.A., 2010- Effet des Variations Biogéographiques sur les Réponses Métaboliques et la Structuration Populationnelle de *Chaitophorus leucomelas* (KOCH, 1854) (Homoptera : Aphididae), sur le Peuplier noir (*Populus nigra*), Dans La Région De Médéa (Atlas Tellien) et Zéralda (Littoral), Thèse. Ing. Sciences agronomiques, Univ. Blida, Algérie, 76 p.