

ESTIMATION DE LA TOXICITÉ DES D'HUILES ESSENTIELLES FORMULÉES DE THYM ET D'EUCALYPTUS ET D'UN PRODUIT DE SYNTHÈSE SUR LE PARASITE DE L'ABEILLE TELLIEUNE VARROA DESTRUCTOR (ARACHNIDA, VARROIDAE)

MOUSSAOUI Kamel⁽¹⁾,
AHMED HEDJALA Okba⁽¹⁾,
ZITOUNI Ghania⁽²⁾
et DJAZOULI Zahr-Eddine^{(1)*}

(1) Université Blida 1,
Faculté des Sciences de la
Nature et de la Vie,
Département de
Biotechnologie, B.P. 270,
Route de Soumaa, Blida
(Algérie).
Tél/Fax : 00213 25 43 80 78.
Email: zahro2002@gmail.com

(2) Institut Technique des
Elevages, Route de Chebli
Baba Ali, BP 03/A.
Birtouta Alger (Algérie).
Tél: 00 (213) 21 30 92 85,
Fax: 00 (213) 21 30 92 84.

Résumé :

Les huiles essentielles constituent un élément majeur dans la lutte biologique contre les ennemis de cheptel apicole, l'application raisonnée de ces huiles permet de minimiser les effets secondaires des produits chimiques sur la santé humaine essentiellement et aussi sur l'environnement. La présente étude propose d'estimer l'effet comparé de la toxicité de deux bioproduits formulés à base d'huiles essentielles de plantes aromatiques (Thym, Eucalyptus) et d'un produit de synthèse homologué (Apivar) sur le parasite de l'abeille tellienne Varroa destructor (Acariens, Dermanyssoidea) dans un rucher de la région de Mitidja centrale. Les résultats de la fluctuation temporelle de la mortalité montrent que le produit de synthèse Apivar présente un effet précoce par rapport aux bioproduit de Thym et d'Eucalyptus, De plus le bioproduit à base d'huile essentielle d'Eucalyptus et l'Apivar se révèlent les plus toxiques par rapport au bioproduit à base d'huile essentielle de Thym.

Mots clés : *Apis mellifera intermissa, Apivar, Eucalyptus, Le thym, Varroa destructor, Huiles essentielles formulées.*

Assessment of toxicity of essential oils formulated Thyme and Eucalyptus and a synthetic product on the bee parasite Varroa destructor

Abstract :

Essential oils are a major element in biological control against the enemies of the bee population, the rational application of these oils helps minimize side effects on human health and also essentially on the environment. This study is designed to estimate the effect compared to the toxicity of two bioformulated with essential oils of herbs (Thyme, Eucalyptus) and a synthetic product approved (Apivar) on the parasite of Tellian bee Varroa destructor (Mites Dermanyssoidea). The results of the temporal variation of mortality show that the synthetic product Apivar this early effect over bioproduct Thyme and Eucalyptus, And the bioproduct based Eucalyptus essential oil and Apivar prove more toxic compared to bioproduct based essential oil of thyme.

Key words: *Apis mellifera intermissa, Apivar, Eucalyptus, Essential oil formulated, Thyme, Varroa destructor.*

INTRODUCTION

L'élevage apicole est une pratique ancestrale en Algérie, ce pays compte 1 400 000 ruches depuis 2005 et 70000 apiculteurs. Dans la ruche, beaucoup d'organismes vivants côtoient l'abeille domestique (*Apis mellifera* L., 1758), bactéries, virus, protozoaires, champignons, acariens et insectes. La plupart d'entre eux peuvent être dommageables à la colonie telle que *Varroa destructor* (Anderson et Trueman, 2000). Mais depuis quelques années la santé des abeilles est devenue inquiétante : leur taux de mortalité atteint 30 à 35% taux anormalement élevé qui atteint dans certains cas 50% de pertes hivernales [1], et 30% à 40% de pertes printanières [2]. Une conjoncture de plusieurs facteurs semble expliquer ce problème, mais l'on pointe en première ligne les aléas climatiques (chute de température, neige, sécheresse) et la maladie parasitose la varroase qui présente un véritable fléau apicole.

Le monde entier s'est intéressé à la *Varroa*, des travaux ont été consacrés aux pathologies apicoles en général et à la varroase en particulier. Notons tout de même les travaux de PALYZOU [3], qui a abordé une étude comparative sur l'effet Action des insecticides organophosphates et carbamates. D'autres travaux se sont orientés vers l'utilisation des plantes médicinales à propriété acaricide dans la lutte contre la varroase [4]. Mais il reste beaucoup à faire, une bonne connaissance du développement de cet acarien sur notre race d'abeille locale *Apis mellifera intermissa* (Buttel-Reepen, 1906) permet d'arriver à une meilleure efficacité dans la lutte contre la varroase.

Les chercheurs MILANI et DELLA-VEDOVA [5], RADEMACHER et HARZ [6] et GREGORC *et al.* [7], ont montré que l'utilisation des acaricides chimiques constitue à l'heure actuelle la

technique la plus adaptée pour lutter contre le varroa à cause de son efficacité et son application rapide et facile, cependant leurs emplois intensifs créent des générations de varroa résistantes à ces produits, et en plus ils peuvent provoquer une pollution des produits des ruches et l'affaiblissement des colonies, ils sont toxiques, non seulement pour les abeilles, mais également pour les produits de la ruche. Dans ce contexte, l'orientation vers la lutte biologique avec des moyens naturels tels que les huiles essentielles des plantes aromatiques offre une solution valide car leur présence est normale dans l'ambiance de la ruche. COLIN [8], a montré que de nombreuses huiles essentielles végétales ont un effet antiparasite, elles agissent sur le comportement et/ou le développement de certains arthropodes et parfois être mortelles.

L'objectif de notre travail vise l'estimation de l'effet comparé de la toxicité de deux bioproduits formulés à base d'huiles essentielles de plantes aromatiques (Thym, Eucalyptus) et d'un produit de synthèse homologué (Apivar) sur le parasite de l'abeille tellienne *Varroa destructor*.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

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

Notre étude s'est déroulée dans un rucher expérimental de l'Institut Technique des Elevages (I.T.E.L.V.) placé dans la Station Régionale de Protection des Végétaux (S.R.P.V) située dans la région de Boufarik (wilaya de Blida) (Latitude: 36° 34' 0" N, Longitude: 2° 55' 0" E, Altitude moyenne 63 mètres). Le site est un verger constitué d'Orangers, Citronniers, de Néfliers, de pommiers, d'Amandiers et d'abricotiers. Une végétation spontanée constituée de nombreuses plantes mellifères et

pollinifères, notamment la moutarde des champs, la carotte sauvage, la bourrache et l'oxalis. Le rucher qui a servi à notre étude expérimentale répond à certains critères de choix à savoir : Climat et végétation favorable à une conduite apicole, colonies situées dans un endroit facilement accessible, l'existence du parasite *Varroa destructor* en fin le rucher n'a jamais été traité. L'analyse des températures de la région de Mitidja, fait ressortir que les basses températures sont enregistrées aux mois de janvier et février. Les hautes températures sont notées durant les mois de juillet et août. Durant l'année expérimentale, la température la plus basse a été enregistrée au mois de février (11,51°C) et à partir du mois de février les températures augmentent pour afficher le maximum au mois d'août (30,45°C). Les précipitations cumulées sont de 669,40 mm. Les mois les plus pluvieux sont mai (145,6 mm), janvier (106,5 mm) et février (98,1 mm). Le diagramme Ombrothermique de (2001 à 2012), montre deux périodes fondamentales: l'une humide de huit mois s'étalant de janvier à mai puis d'octobre à décembre, l'autre sèche d'un intervalle de cinq mois de mai à septembre. L'indice d'EMBERGER a permis de classer la région de Boufarik dans l'étage bioclimatique sub-humide à hiver doux pour la période (2001-2012), ainsi que pour l'année 2012-2013.

2. Matériel d'étude

Les expériences sont réalisées avec des abeilles de la race *Apis mellifera intermissa* du rucher de l'I.T.E.L.V. Le rucher est parasité par le varroa. Deux de Types de traitements ont été réalisés à savoir :

- **Produit chimique Apivar[®]** :

Les lanières d'Apivar[®] sont constituées par du polyéthylène chargé 0,5 mg de matière active (Amitraz).

- L'Amitraz est une molécule organique qui a été synthétisée en Grande Bretagne vers 1970. Elle appartient à la famille chimique des formamidines, C'est une des premières molécules chimiques testées dans la lutte contre le *Varroa*. Son mode d'action est neurotoxique, entraînant une paralysie suivie de son détachement de l'hôte et de son élimination. Le mode d'application du traitement Apivar[®] consiste à mettre deux lanières par ruche.

- **Bioproduits formulés** : Les huiles essentielles d'*Eucalyptus camaldulensis* et de *Thymus fantanasi* sont extraites par la méthode d'entraînement à la vapeur. Les huiles essentielles sont séparées de l'eau par décantation. La phase organique est récupérée et conservée dans des tubes opaques en verres à une température de 0°C à 6°C. A partir des huiles essentielles obtenues, nous avons procédé à leur formulation dont la Matière active (HE) a été additionnée à un tensioactif naturel amphiphile et d'un protecteur synergique qui vont assurer que le principe actif atteint sa cible.

3. Méthodologie d'étude

Notre essai est effectué dans un rucher infesté composé de 30 ruches de type LANGSTROTH dont chaque ruche au moins dix cadre sont occupés par les abeilles. Avant l'application des traitements nous avons procédé à la pose des langes. Cette méthode consiste à équiper les plateaux des ruches de planchers grillagés sur lesquels des langes sont glissés. La grille métallique est de mailles assez larges pour faciliter le passage du varroa, mais suffisamment étroites pour empêcher les abeilles d'atteindre les langes pour les nettoyer. Les pièges sont enduits d'un corps gras afin d'éviter que les acariens soient soufflés par un courant d'air ou projetés à terre lors d'une

manipulation maladroite.

3.1. L'application des traitements

- **Apivar (lot I)**, dans ce lot constitué de 3 ruches Apivar est utilisé comme un traitement varroacide Cet essai est fait durant la période estival, les lanières d'Apivar sont placées entre les cadres des ruches pendant une durée de 4 semaines de (J+0 à J+30).

- **Thym, (lot II)**, dans ce lot constitué de 3 ruches, le bioproduit formulé est diluée dans l'eau distillé pour obtenir la forte dose et la faible dose qui sont respectivement (1% et 0,5%). Selon les dilutions obtenues un volume de 20 ml est versé sur une éponge de forme rectangulaire, placé au niveau du plancher de vol de la ruche durant la période estivale pendant une durée de 4 semaines. L'éponge est imbibée chaque semaine durant toute la période d'investigation.

- **Eucalyptus (lot III)**, sur le même nombre de ruches nous avons adopté les mêmes démarches prise pour l'application du bioproduit de Thym.

3.2. Suivi des chutes de Varroa

Le comptage est entamé dès la mise en place des langes, Les varroas morts ont été ramassés et comptés. Après chaque comptage, les langes son nettoyées et enduites par de la graisse. Les comptages de Varroas sont réalisés d'une façon régulière chaque jour durant la période de traitement hivernale, et deux fois par semaine durant la période de traitement estivale. Notant qu'après l'application des traitements biologiques le comptage a été effectué après 24h. d'exposition.

3.3. Estimation de l'efficacité des traitements

- **Estimation la taille d'une colonie**, A fin d'estimer la taille d'une colonie d'abeille, on doit estimer d'abord le nombre d'abeilles dans chaque cadre et

le nombre de cadres occupés par les abeilles. En se référant aux travaux de BERKANI 9, un cadre occupé par les abeilles dans une ruche LAGSTROTH comporte 2070 abeilles. Sachant que 4 cadres de corps Dadant renferment environ 1Kg. d'abeilles donc un cadre renferme ¼ environ 250g. d'abeille soit 2500 abeilles (le poids moyen d'une abeille est estimé à 0,1 g). A cet effet, un cadre Dadant de superficie égale à 98900 mm² contient 250 g. d'abeilles. Ce qui fait qu'un cadre LANGSTROTH renfermerait 207g. d'abeilles soit 2070 abeilles.

- **Méthode d'estimation du nombre de varroa dans la colonie**, est réalisée par le recours à la méthode biologique «pose de langes» durant la période estivale et en présence du couvain. Il est préférable d'utiliser cette méthode entre le mois d'aout et d'octobre, car 68% des varroas meurent en effet à cette période de l'année 10. L'estimation de la mortalité des varroas a été réalisée durant la période hiverno- estivale. Le nombre approximatif de Varroa existants dans la colonie est obtenu par la multiplication du nombre de varroa trouvés sur les langes par 90 (=la durée maximale de vie des femelles Varroa).

- **Méthode d'estimation du taux d'infestation d'une colonie**, Le taux d'infestation initiale ($d^{\circ}I_i$) est obtenu en faisant le rapport:

$$D^{\circ}I_i = C/P$$

C : correspond au nombre de varroa estimé dans une colonie, P : correspond au nombre d'abeilles estimées dans une colonie.

3. Analyse statistique des données

Lorsque le problème est de savoir si la moyenne d'une variable quantitative varie significativement selon les conditions (bioproduits, produit de synthèse, doses d'application et périodes d'exposition), il est préconisé de réaliser une analyse de variance

Dans les conditions paramétriques (ANOVA pour *ANalysis Of VAriance*), la distribution de la variable quantitative doit être normale. Dans certains cas, une transformation logarithmique a été nécessaire afin de normaliser cette distribution. Dans les cas où plusieurs facteurs sont en jeu, il peut arriver que toutes les interactions entre facteurs ne soient pas pertinentes à tester. Nous avons alors utilisé le modèle linéaire global (G.L.M.). Par exemple, si on désire connaître l'effet

des facteurs A, B et C et seulement l'interaction entre A et C, il suffit de sélectionner explicitement ces 4 catégories. Le déroulement des tests a été réalisé par le logiciel SYSTAT vers 7, SPSS 2009

Les deux graphes ci dessous présentent l'évolution temporelle de la mortalité des individus de *Varroa destructor* sous l'effet des bioproduits à base d'huiles essentielles de Thym et d'Eucalyptus par comparaison un produit de synthèse l'Apivar.

RÉSULTATS

1. Evolution temporelle de la mortalité des adultes de *Varroa destructor* sous l'effet des traitements biologiques et chimique

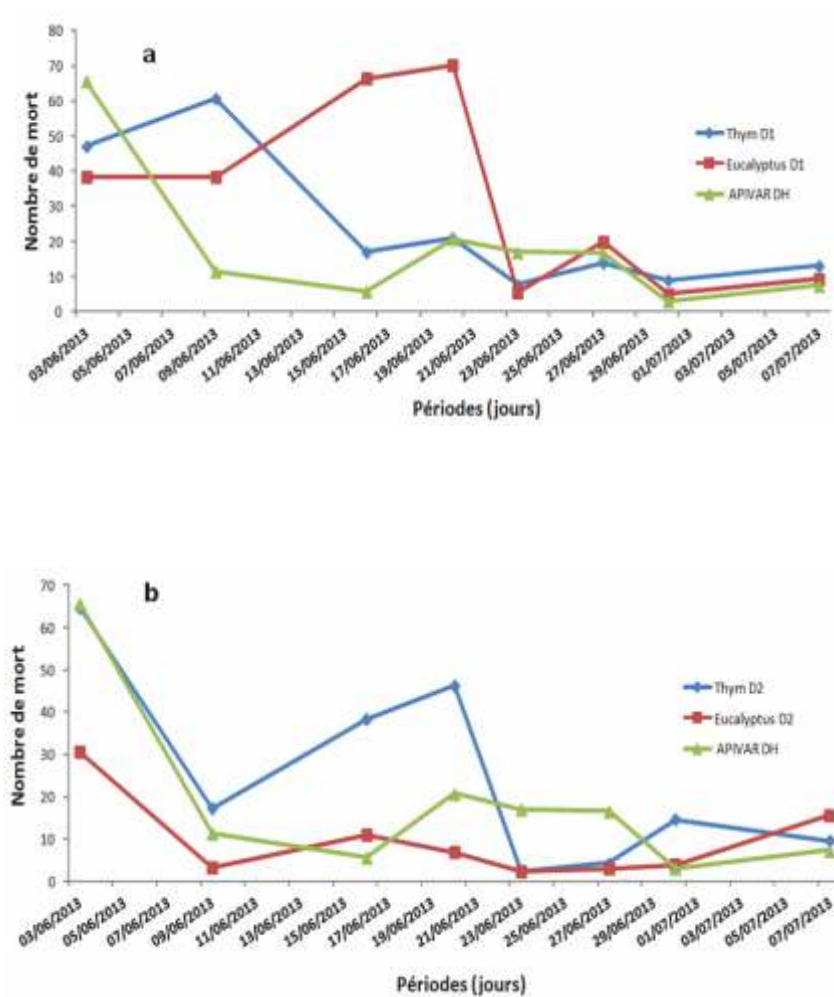


Figure 1: Evolution temporelle de la mortalité des *Varroa destructor* sous l'effet des bioproduits et du produit de synthèse

Les résultats reportés sur le graphique (fig. 1a), montrent que la mortalité des individus de *Varroa destructor* sous l'effet de la faible dose (0,5% H.E.) varie selon la période et la matière active. La fluctuation temporelle de la mortalité montre que le produit de synthèse Apivar présente un effet précoce par rapport aux bioproduits de Thym et d'Eucalyptus. Cette précocité c'est manifestée après six jours d'application où une forte baisse d'effectifs est signalée (17,25%). Cependant les produits biologiques ont manifestés des effets tardifs divergents dont le bioproduit à base de Thym manifeste sa toxicité après 15 jours d'application dont l'effectif a été réduit a plus de (28,01%). En revanche, la

toxicité du bioproduit à base d'Eucalyptus ne se révèle qu'après 20 jours d'application avec une réduction de (94,31%). Au delà du 25^{ème} jours les trois matières active exerce le même effet sur les individus de *Varroa destructor*.

La mortalité des individus de *Varroa destructor* sous l'effet de la forte dose (1% H.E.) des huiles essentielles formulés par comparaison au produit de synthèse a révélé une précocité similaire des trois matières actives appliquées dès le 6^{ème} jour d'exposition. Le bioproduit à base d'huile essentielle d'Eucalyptus et l'Apivar se révèlent les plus toxiques par rapport au bioproduit à base d'huile essentielle de Thym. Cette différence de toxicité entre les

trois matières actives est réconfortée par le taux faible des adultes de *Varroa destructor* qui s'est maintenues entre 25,38% et 4,56% durant les 25 jours d'exposition (Fig. 1b)

2. Tendence générale de l'efficacité des traitements biologiques et chimique sur les adultes de *Varroa destructor*

La projection des mortalités de *Varroa destructor* sous l'effet des traitements biologiques et chimiques à travers l'analyse en composant principale (A.C.P) est satisfaisante pour l'ensemble des paramètres étudiés dans la mesure où plus de 80% de la variance est exprimée sur les deux axes (Fig. 2).

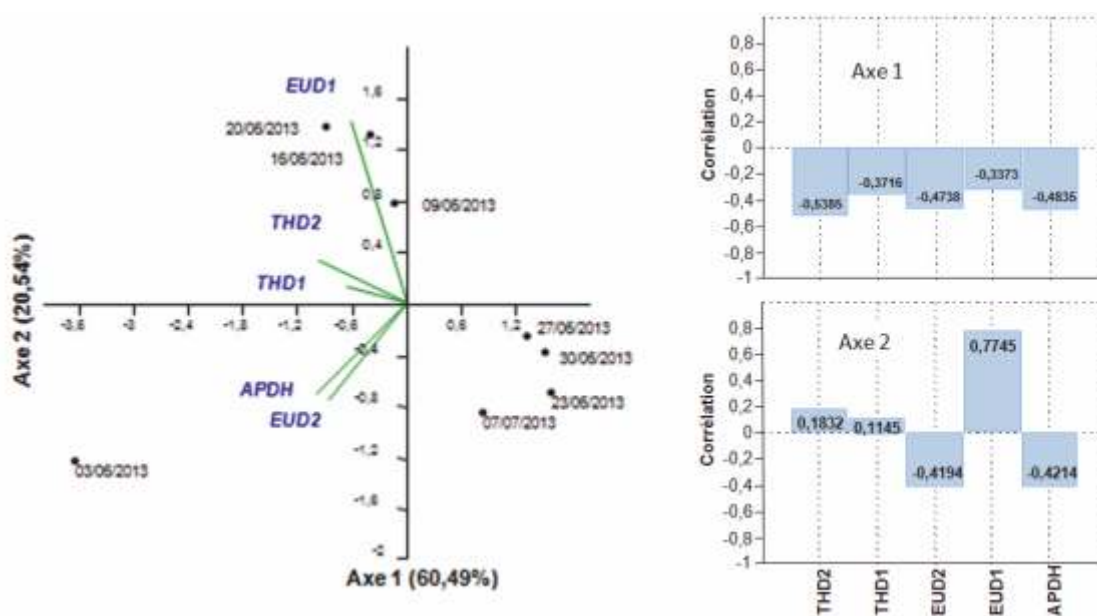


Figure 2: Projection de l'effet des produits biologiques et produit de synthèse sur les deux axes de l'ACP.

TH : Thym, AP : Apivar, EU : Eucalyptus, D1 : Dose à 0,5%, D2 : dose à 1%, DH : Dose homologuée

La projection des vecteurs relatifs à la mortalité des adultes Varroa à travers l'axe 1 (60,49%) montre la présence d'un effet temporelle contrasté entre le

début et la fin de l'investigation. Les projections montrent la présence d'une relation étroite entre les fortes doses et les premières périodes d'exposition (3^{ème}

jrs et 20^{ème} jrs). La relation de précocité signalée est confirmée par les coefficients de corrélation des fortes doses (Fig. 2).

La projection des valeurs de mortalités sur l'axe 2 (20,54%), montre que le produit de synthèse Apivar et le bioproduit à base d'huile essentielle d'Eucalyptus à forte dose (1%) ont un effet précoce similaire par rapport aux autres produits biologiques sous différentes doses appliquées. Les coefficients de corrélation confirment la présence d'une corrélation positive entre l'Apivar et le bioproduit Eucalyptus (Fig. 2).

3. Etude comparée de l'efficacité des traitements biologiques et chimique sur les adultes de *Varroa destructor*

Nous avons utilisé le modèle générale linéaire (G.L.M.) pour estimer la toxicité de deux bioproduits formulés à base d'huiles essentielles de plantes aromatiques (Thym, Eucalyptus) et d'un produit de synthèse homologué (Apivar) sur les adultes *Varroa*. Ce model nous permet d'étudier l'effet strict des différents facteurs sans faire

intervenir les interactions entre eux. Les résultats de l'analyse de la variance montrent que le facteur temps présente une différence très significative. En revanche les facteurs matières actives et doses d'application enregistrent une différence non significative (tableau 1).

Tableau 1 : Test GLM appliqué à la mortalité de *Varroa destructor* sous l'effet des traitements biologiques et chimique

Facteurs	Somme des écarts	DDL	Moyenne des Ecarts	F-ratio	Probabilité
Temps	23874.72	7	3410.67	3.66	0.001**
Matières actives	304.59	1	304.59	0.32	0.568 ^{NS}
Doses	2941.11	2	1470.55	1.58	0.211 ^{NS}
Var. Intra	101456.16	109	930.79	-	-

* :p<5% ; *** :p<0,1% ; NS :p>5%

La présentation graphique de la fluctuation temporelle de la mortalité des adultes *Varroa* désigne que les fortes mortalités sont enregistrées dès la quatrième période d'évaluation

S4 (=6 jrs d'exposition). Bien que les probabilités ne montre pas de différence significative mais on estime que la toxicité des matières actives et des doses appliquées montrent que le

bioproduit Eucalyptus et le produit de synthèse Apivar sont plus efficace que le bioproduit Thym., et que les fortes doses sont plus toxiques que les faibles doses (Fig. 3).

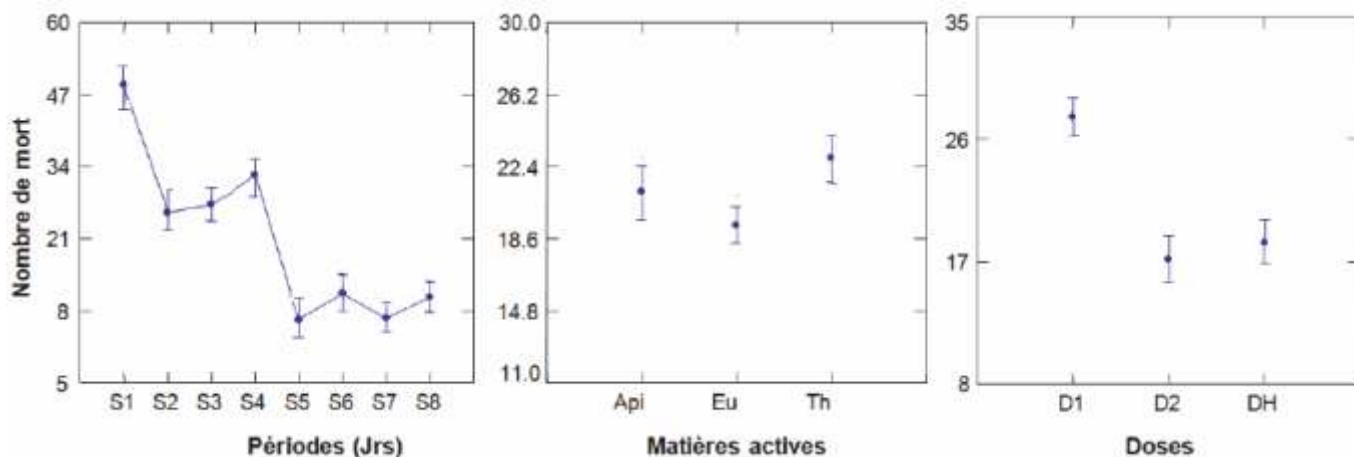


Figure 3: Variation de la mortalité des adultes *Varroa* en fonction de la période d'exposition, des matières actives et de la dose

Dans le but de visualiser la fluctuation temporelle de la mortalité des adultes *Varroa* sous l'effet conjugué des matières actives et des doses d'application, nous avons eu recours à l'analyse de la variance type ANOVA. Le test ANOVA permet d'estimer

l'affinité existante dans l'interaction de plusieurs facteurs. Les résultats de l'analyse montrent que l'interaction temps \times doses et temps \times matières actives ne présente pas de différence significative (tableau 2).

On dépités des probabilités non significatives dans les interactions des facteurs, les présentations graphiques nous permettent de signaler l'installation de la toxicité chez les différentes doses appliquées.

Tableau 2: Test ANOVA appliqué à la mortalité temporelle de *Varroa destructor* sous l'effet des matières actives et des doses

Facteurs	Somme des écarts	DDL	Moyenne des Ecarts	F-ratio	Probabilité
Temps	21984.82	7	3140.69	3.25	0.004
Doses	2941.11	2	1470.55	1.52	0.223
Matières actives	610.196	2	305.098	0.302	0.740
Temps \times doses	9114.25	14	651.01	0.67	0.794 ^{NS}
Temps \times matières actives	7188.83	14	513.48	0.50	0.923 ^{NS}
Var. Intra	92646.50	96	965.06	-	-

* : $p < 5\%$; *** : $p < 0,1\%$; NS : $p > 5\%$

Concernant les bioproduits formulés nous constatons que sous faible dose (D1=0,5% H.E) la toxicité maximal est enregistrés dès le S5 (=11jrs

d'exposition). A la forte dose (D2=1% H.E) la toxicité maximale est enregistrée graduellement entre S2 et S5 (=6jrs et 13 jrs d'exposition). Enfin

pour l'Apivar est sous dose homologuée, la toxicité maximale est enregistrée dès S2 et S3 (=6jrs et 9 jrs d'exposition) (Fig. 4);

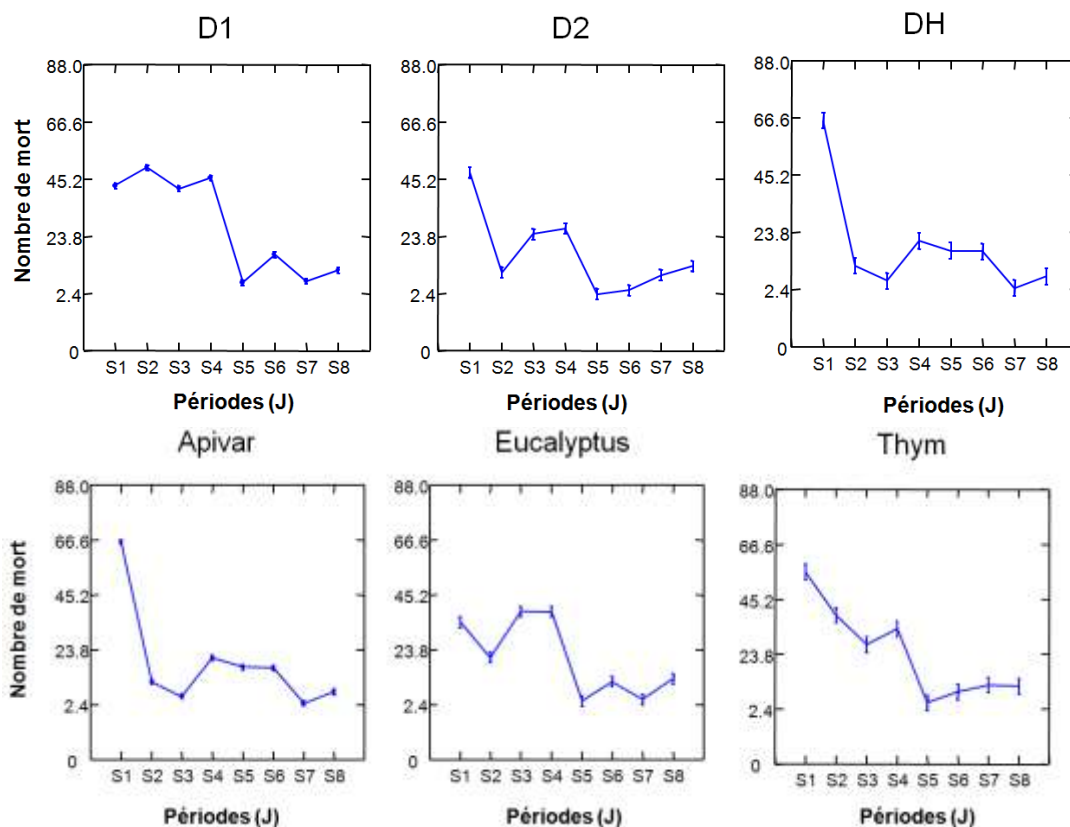


Figure 4: estimation de la mortalité des adultes *Varroa* sous l'effet conjugué des matières actives et de doses appliquées

DISCUSSION

La varroase est un problème majoritaire et inquiétant des ruchers grâce à sa capacité prolifératrice provoquant ainsi l'anéantissement des colonies d'abeilles. Pour combattre cet ennemi de l'abeille les apiculteurs se sont orientés vers une pharmacopée non raisonnée à base de varroacides donnant naissance à des cas de résistance accentuée par des quantités de résidus qui ont bouleversé les produits de la ruche et la santé humaine. L'orientation vers des moyens naturels tels que les huiles essentielles des plantes aromatiques offre une solution valide car leur présence est acceptable dans l'ambiance de la ruche. Dans cette optique la présente étude s'est intéressée à l'estimation de l'effet comparé de la toxicité de deux bioproduits formulés à base d'huiles essentielles de plantes aromatiques (Thym, Eucalyptus) et d'un produit de synthèse homologué (Apivar) sur le parasite de l'abeille tellienne *Varroa destructor*; nous présentons ci-après les hypothèses aux quelles nous avons abouti.

Les résultats de la fluctuation temporelle de la mortalité montrent que le produit de synthèse Apivar présente un effet précoce par rapport aux bioproduits de Thym et d'Eucalyptus. Cette précocité c'est manifestée après six jours d'application où une forte baisse d'effectifs est signalée (17,25%). Cependant les produits biologiques ont manifestés un effet tardif divergent dont le bioproduit à base de Thym qui manifeste sa toxicité après 15 jours d'application dont l'effectif a été réduit à plus de (28,01%). En revanche, la toxicité du bioproduit à base d'Eucalyptus ne se révèle qu'après 20 jours d'application avec une réduction de (94,31%). Au delà du 25^{ème} jours les trois matières active exerce le même effet sur les individus de *Varroa destructo*. De plus, le bioproduit à base

d'huile essentielle d'Eucalyptus et l'Apivar se révèlent les plus toxiques par rapport au bioproduit à base d'huile essentielle de Thym. Cette différence de toxicité entre les trois matières actives est réconfortée par le taux faible des adultes de *Varroa destructor* qui s'est maintenues entre 25,38% et 4,56% durant les 25 jours d'exposition. Les résultats montrent que sous faible dose (D1=0,5% H.E.) des bioproduits formulés la toxicité maximale est enregistrée dès le 11^{ème} jrs d'exposition. A la forte dose (D2=1% H.E.) la toxicité maximale est enregistrée graduellement entre le 6^{ème} et le 13^{ème} jrs d'exposition. En revanche, la toxicité maximale de l'Apivar sous dose homologuée est enregistrée dès entre le 6^{ème} et le 9^{ème} jrs d'exposition.

Les résultats avancés corroborent les résultats de copieuses études qui se sont intéressées à l'effet acaricide et/ou insecticide des extraits de plantes et des huiles essentielles dans la gestion sanitaire des ruchers entre autre la maîtrise de la Varroase. Depuis plusieurs années, des huiles essentielles ont été utilisées dans la lutte contre *Varroa destructor*. Depuis 1996, des produits commerciaux à base de Thymol, Eucalyptol, Camphre ou de Menthol sont disponibles dans d'autres pays. L'application de Thymol seul s'est avéré l'une des huiles essentielles des plus efficaces [11]. Les produits biologiques à base de Thymol sont réconfortés par des propriétés antiseptiques et antiparasitaires, d'où son utilisation en tant qu'agent thérapeutique efficace contre le *Varroa destructor* qui est assez bien toléré par les abeilles malgré une certaine perturbation du comportement qui s'installe au début du traitement [12]. GILLES [13], estime l'efficacité du Thymol entre 60%-70% par comparaison aux produits de synthèse ApiLiVar et Apiguard dont l'efficacité globale varie entre 80%-95%.

Les formulations à chémotypes fortement odorantes perturbent les colonies, accusent des effets secondaires comme le remplacement de reines, le déplacement du couvain et des réserves vers le bas de la ruche voir parfois l'abandon de la ruche. COSENTINOS *et al.* [14], montrent que les essences du Thym et de la Menthe verte exercent des actions acaricides vis-à-vis de la *Varroa jacobsoni*. Selon ADONY [15], des essais biologiques ont été menés pour évaluer l'activité antiparasitaire de l'huile et de l'extrait de Neem contre la varroase. Les extraits du Neem riche ont été 10 fois plus puissants que l'huile de Neem brut (huile de Neem) contre les individus de *Varroa jacobsoni* (Ouduemans) et *Acarapis woodi* (Rennie). Les abeilles ont également été dissuadés de se nourrir de sirop de saccharose contenant > 0,01 mg / ml de l'extrait de Neem. Cependant, l'application topique de l'huile de Neem sur les abeilles infestées dans le laboratoire s'est avérée très efficace contre les deux espèces d'acariens. Une mortalité d'environ de 50% à 90% de *V. jacobsoni* a été observée 48 h après le traitement avec une mortalité d'abeilles associée inférieur à 10%. A signaler que l'huile de Neem topique n'a pas entraîné directement la mortalité d'*A. woodi*, mais il a offert une protection significative des abeilles contre l'infestation par *A. woodi*. Bien que les huiles ne soient pas aussi sélectives, ils restent néanmoins prometteurs pour la gestion simultanée de plusieurs parasites des abeilles mellifères. Les informations concernant le mode d'action des huiles essentielles sont peu documentées dans le cas de la varroase mais les suggestions s'orientent vert une action touchant le système nerveux par évaporation. La concentration à laquelle le Thymol passe à l'état vapeur varie en fonction de la température.

Les vapeurs du Thymol se concentrent dans la ruche par volatilisation. Les varroas sont plus vulnérables au Thymol que les abeilles et les vapeurs de Thymol s'accumulent à une concentration suffisante pour être toxique pour les varroas, mais pas assez pour nuire aux abeilles. Le Thymol n'est pas efficace contre les varroas qui se trouvent dans les alvéoles; par conséquent, la durée du traitement doit être suffisamment longue pour que les imagos, dans les alvéoles operculées au début du traitement, aient le temps d'émerger [13].

Dans les travaux de MAGGI [16], la composition chimique, les propriétés physico-chimiques et la bioactivité des deux huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis* extrait de matériel végétal avec différents traitements de séchage contre *Apis mellifera* et *Varroa destructor* ont été évalués. La concentration létale moyenne (CL_{50}) pour les acariens et les abeilles a été estimée à l'aide d'un test complet de la méthode d'exposition. La méthode de microdilution a été suivie afin de déterminer les concentrations minimales inhibitrices (CMI) des huiles essentielles. Les propriétés physico-chimiques ont été similaires dans les deux huiles essentielles, mais le pourcentage de composants a montré certaines différences en fonction de leur traitement de séchage. β - myrcène et le 1,8- cinéole sont les principaux constituants des huiles.

La CL_{50} pour la méthode d'exposition complète à 24, 48 et 72 h était mineur pour les acariens exposés à l'huile essentielle de *R. officinalis* séché dans les conditions du four. CMI étaient respectivement de 700-800 mg ml⁻¹ et 1200 mg ml⁻¹ pour *R. officinalis* séché dans des conditions de four et de l'air. Les résultats présentés dans cette étude montrent que la toxicité du pétrole contre *V. destructor* variait selon le traitement de séchage de la matière

végétale avant la distillation de l'huile essentielle.

Nous estimons que malgré l'état des connaissances capitalisées dans le cadre de la formulation des chémotypes des huiles essentielles de Thym, il est temps de valoriser d'autres plantes notamment l'Eucalyptus du faite de son activité acaricide démontrée dans la présente étude. Il s'avère que le recours à la formulation des huiles essentielles complète non chymotypées offrent des perspectives encourageantes dans la gestion des varroas. Cette tendance de formulation des huiles essentielles complète se justifie par l'effet thermique sur les caractéristiques des huiles essentielles qui confirme une large interpénétration des chémotypes par comparaison à une formulation à base d'un chémotype individualisé. Cette différence d'activité biocide signalée pour une même formulation sous différents régimes thermique (variations thermiques dans le rucher) nous permet d'estimer que la dégradation de certains composés chémotypiques de l'huile essentielle est à l'origine de cette diminution d'efficacité qui s'accroît avec l'évolution des températures. Peu de travaux ce sont consacrés à l'étude de la stabilité des formulations des huiles essentielles, mais en revanche nous éditons ci-dessous les résultats de recherche de NGUEMTCHOUIN MBOUGA [17], qui c'est intéressée à la formulation d'insecticides en poudre par adsorption des huiles essentielles de *Xylopiya aethiopica* et de *Ocimum gratissimum* sur des argiles camerounaises modifiées. L'étude c'est consacrée à l'évaluation de la composition qualitative de l'huile essentielle après conservation à 25°C, 40°C et 100°C entre la 1^{ère} et la 8^{ème} semaine. Il ressort de cette étude que l'huile essentielle, conservée pendant 8 semaines à 25°C ne subit pas de modification dans sa composition.

Cependant, à 40°C on observe déjà la dégradation de certains composés terpéniques après la 4^{ème} semaine tels que : α -pinène, carvacrol et δ -cardinène, ce qui indique une instabilité de ces composés terpéniques.

Néanmoins, à la même température, les composés terpéniques reconnus pour leurs propriétés insecticides parmi lesquels le β - pinène, le thymol restent encore présents dans l'huile essentielle jusqu'à la 8^{ème} semaine 18. Cependant, en s'appuyant sur les résultats obtenus par NOUDJOU *et al.* 19, qui ont montré que la propriété insecticide des huiles essentielles est dû à l'effet de synergie des composés terpéniques les constituants, nous pouvons penser que ces huiles essentielles malgré la dénaturation de l'un des composés bien que majoritaire et à fort pouvoir insecticide garderont encore leur propriété insecticide. A 100°C par contre la dénaturation est largement observée et ce dès la première semaine car seuls quelques composés majoritaires et certains sesquiterpènes sont encore présents. Par l'étude qualitative des chromatogrammes, il est apparu clairement à ce stade que la dégradation de l'huile essentielle sous l'effet thermique a conduit à la formation de nouveaux produits qui ne sont pas identifiés dans ce travail. Ces résultats montrent néanmoins que les composés terpéniques ne résistent pas à une élévation de température. Cette instabilité thermique varie d'un groupe de composés à un 74 autre, elle est beaucoup plus marquée sur les monoterpènes que sur les sesquiterpènes ; jusqu'à 100°C, les huiles essentielles sont majoritairement dotés des sesquiterpènes (composé moins volatils que les monoterpènes).

L'abeille est un excellent indicateur biologique. Elle signale l'état de santé de l'environnement dans lequel elle vit.

Elle détecte la présence de substances phytosanitaires, des agents polluants comme les métaux lourds et les radionucléides. Elle assure en outre, la biodiversité grâce à son rôle de pollinisateurs. L'abeille mérite donc d'être protégée !

CONCLUSION

Au terme de nos travaux qui ont visé l'évaluation de l'efficacité de deux formulations biologiques d'huiles essentielles du Thym et d'Eucalyptus par comparaison à un produit de synthèse contre le principal bioagresseur de l'abeille tellienne, nous pouvons signaler que les résultats montrent que le produit de synthèse Apivar présente un effet précoce par rapport aux bioproduits de Thym et d'Eucalyptus. En revanche, la toxicité du bioproduit à base d'Eucalyptus ne se révèle qu'après 20 jours. Au delà du 25^{ème} jours les trois matières actives exercent le même effet sur les individus de *Varroa destructor*. De plus le bioproduit à base d'huile essentielle d'Eucalyptus à forte dose et l'Apivar se révèlent les plus toxiques par rapport au bioproduit à base d'huile essentielle de Thym.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1 Guillet B, 2008- Etude du cycle de reproduction de *Varroa destructor* dans le couvain d'abeilles (*Apis mellifera*). Mémoire de stage pour l'obtention du diplôme d'ingénieur agronome, 2008, Maître de stage : COLIN ME, AgroParistech, Montpellier, 27p.

2 Boucher C., 2010-Réseau d'Alerte et d'information Zoosanitaire (RAIZO), no 75, aout.

3 Polyzou A, 2000- Action des insecticides organophosphates et carbamates sur l'abeille *Apis mellifera*. Aspects toxicologiques et pharmacologiques. Thèse Doctorat, Univ. Aix-Marseille-3. 156 p.

4 Adjlane N., 2003- contribution à l'étude de quelques facteurs intervenant dans la lutte alternative contre *varroa destructor*. Thèse. Magister, Inst. Nati, agro. El Harrach. 227p.

5 Milani N; Della-vedova G., 2002- Decline in the proportion of mites resistant to Fluralinate in a population of *Varroa destructor* not treated with pyrethrinoids. *Apidologie* 33: 417-422 pp

6 Rademacher E, Harz M, 2006-Oxalic acid for the control of varroosis in honey bee colonies – a review. *Apidologie* 37: 98-120

7 Gregorc A, Smodiš Škerl Mi, 2007- Combating *Varroa destructor* in honeybee colonies using flumethrin or fluralinate. *Acta Vet Brno* 76: 309-314

8 Colin, M.e , 1994 - A method for characterizing the biological activity of Essential oils against *Varroa jacobsoni*. In *New perspectives on Varroa* A Matheson (Ed) IBRA, CARDIFF UK, 190-114p.

9 Berkani Ml, 1985- Comparaison de deux types de ruches : Dadant et Langstroth dans les littoral Est et Algérois. Thèse de magister, INA El-Harrach Alger. 146p.

10 Ritter W, 1988- Medications registered in Western Europe for Varroa control. *Apidologie* 19, 113-116

11 Dubreuil P, 2004 - Projets de recherche sur la lutte intégrée contre le parasite *Varroa destructor* dans les ruchers du Québec, présenté à INSA et MAPAQ, Québec, 61p.

12 Shahrouzi R, 2008- Natural and chemical control of *Varroa destructor* and *Tropilaelaps mercedesae* in Afghanistan (www.beekeeping.com/articles/us/natural_chemical_control_%20of_varroa.pdf).

17 Nguemtchouin Mbougua M.g., 2012- Formulation d'insecticides en poudre par adsorption des huiles essentielles de *Xylopiya aethiopica* et de *Ocimum gratissimum* sur des argiles camerounaises modifiées. Thèse Doct. Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Montpellier. 269 p.

18 Kouninki H., Hance T.f.a. Noudjou F.a., Lognay G., Malaisse F., Ngassoum M.b., Mapongmetsem P.m., Ngamo T.l.s. & Haubruge E., 2007- Toxicity of some terpenoids of essential oils of *Xylopiya aethiopica* from Cameroon against *Sitophilus zeamais* Motschulsky. *Journal of Applied Entomology*, 131 (4) : 269-274.

19 Noudjou F., Kouninki H., Hance T., Haubruge E., Ngamo T.l.s., Mapongmetsem P.m., Ngassoum M.b., Malaisse F., Marlier M. & Lognay G. , 2007- Composition of *Xylopiya aethiopica* (Dunal) A. Rich essential oils from Cameroon and identification of a minor diterpene: ent-13-epi manoyl oxide. *Biotechnology Agronomic Society Environment*, 11 (3) : 193-199