

Bio-activité des huiles essentielles de l'Armoise blanche *Artemisia herba alba* : effet sur la reproduction et la mortalité des adultes d'un ravageur des denrées stockées *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera)

Amel DELIMI¹, Faiza TAIBI¹, Ahlem FISSAH, Sihem GHERIB, Moufida BOUHKARI et Azzedine CHEFFROUR²

¹Laboratoire de recherche sur la biodiversité et la pollution des écosystèmes, Université d'El Tarf, Algérie

²Département de pharmacie, Faculté de médecine, Université Badji Mokhtar Annaba, Algérie

* Correspondance, courriel : amel.delimi@yahoo.fr

Résumé

Notre travail révèle un effet insecticide de l'huile essentielle extraite de la plante aromatique *Artemisia herba alba*, sur la population d'insectes ravageurs des denrées stockées *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera). Le bio-pesticide agit avec un double mécanisme d'action. Administré chez les adultes, l'huile essentielle provoque un taux de mortalité significatif par rapport aux témoins. Alors que son administration sur les chrysalides, prolonge leur développement nymphal et perturbe la reproduction des adultes, en prolongeant la période de préoviposition et en réduisant la période de dépôt des œufs puisque les femelles fécondées, ne pouvant vivre plus d'un ou deux jours, ce qui réduit le nombre d'œufs déposés.

Abstract

Bio-activity of essential oils of *Artemisia herba alba* : effects on reproduction and adult mortality of a pest of stored *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera)

Our work reveals an insecticidal effect of essential oils extracted from aromatic plant *Artemisia herba alba* on population of insect pests *Ephestia kuehniella*. The biopesticide is dual mechanism of action. Administered in adults, the essential oil causes significant mortality compared with controls. While his administration on pupae, it extending their pupal development and disrupts reproductive adults by extending the preoviposition period and reducing the period for depositing eggs as fertilized females, who can't live more than one or two days, which reduces the number of eggs deposited.

1. Introduction

L'agriculture biologique reste un défi que seul un investissement en recherche pourra relever [1], c'est une source alimentaire pour tous les êtres vivants parmi lesquelles l'Homme, principal élément dans la chaîne alimentaire. L'Homme doit donc maximiser sa production alimentaire afin d'assurer une alimentation adéquate de la population mondiale qui est passée de 2,5 en 1950 à près de 7 milliards de personnes actuellement, qui ont tous besoin de se nourrir et ainsi de stocker des aliments dans de meilleures conditions.

Les denrées stockées constituent le groupe de produits agricoles les plus échangés sur les marchés internationaux. De ce fait, on se trouve dans l'obligation de lutter contre des espèces parasites qui sont en compétition alimentaire avec l'espèce humaine. Les ennemis de stockage regroupent plusieurs espèces, parmi lesquelles on peut citer les insectes ravageurs des denrées stockées, qui ne sont pas dangereux. La famille des Lépidoptères regroupe les pyrales ou teignes telles que la pyrale de tabac et de riz, les teignes du raisin secs, de fruits secs, de semences et la teigne de la farine. Ces insectes causent des pertes importantes en Algérie et génèrent de coûts importants pour l'industrie agroalimentaire [2]. A l'heure actuelle, la lutte chimique et l'utilisation des pesticides est la plus utilisée à grande échelle que ce soit sur les sols de culture ou dans les bâtiments de stockage. Mais plusieurs recherches de toxicologie, révèlent la répercussion de ces produits dangereux sur la santé humaine et sur l'environnement [3]. Ces dangers ont conduits l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) à interdire l'usage de certains insecticides chimiques.

De ce fait, plusieurs autres méthodes de lutte intégrée se sont développées, entre autres, la lutte biologique en utilisant des substances naturelles actives, non polluantes, pour une lutte moins nocive [4]. En théorie, la dénomination « insecticide bio » indique que le produit est utilisable en agriculture biologique soit pour le traitement des plantes soit pour le traitement des bâtiments. De ce fait, les huiles essentielles extraites par hydro-distillation des plantes aromatiques et médicinales sont utilisées à l'heure actuelle, pour leurs effets insecticides et elles sont considérées comme une véritable banque de molécules chimiques agissant comme insecticides. Notre travail vise à évaluer, *in vivo*, l'effet d'un bio-insecticide issu de l'huile essentielle extraite de la plante médicinale l'Armoise blanche, *Artemissia herba alba*, sur la mortalité et la reproduction, d'un insecte ravageur des denrées stockées, *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera, Pyralidae).

2. Matériel et méthodes

2-1. Présentation de l'insecte

Ephestia kuehniella (zeller) est une mite des denrées stockées dont les larves s'attaquent essentiellement à la farine, aux grains de céréale (blé, maïs et riz), à la semoule, au flacon d'avoine, au muesli, aux biscuits, pâte alimentaires et plus exceptionnellement au fruits desséchés (raisins, figues, abricotes)[5].

2-2. Elevage

Les insectes proviennent des moulins Seybousse d'Annaba. L'élevage est conduit au laboratoire dans une étuve sous des conditions optimales de développement, caractérisées par une température de 27°C, une humidité relative voisine à 70% et à l'obscurité [6]. Les adultes sont déposés dans des jarres en verre, recouvertes d'un morceau de tulle maintenu par un élastique, contenant de la farine. Un morceau de coton imbibé d'eau sucrée, est déposé sur chaque jarre pour activer la croissance. Un suivi quotidien de l'élevage permet de sexer et prélever des larves mâles ou femelles dans des boîtes contenant de la farine et du papier plissé permettant aux larves de se nymphoser. La datation des nymphes se fait en jour après l'exuviation nymphale [3].

2-3. Présentation du matériel végétal

L'armoise blanche *Artemissia herba alba* est un arbrisseau méditerranéen de 30 à 60 cm [7] de la famille des Astéracées [8]. C'est une plante herbacée poussant en grandes touffes, à tiges ligneuses et ramifiées, très feuillées [9]. Cette plante septique reste toujours verte, sa croissance végétative a lieu à l'automne où les feuilles sont de grande taille. Dès la fin de l'hiver et au printemps, les feuilles seront plus petites [10].

Ces dernières sont sensibles, pubescentes et ont un aspect argenté [9]. Les axes sont stériles et supportent des feuilles ovales orbiculaires, bipennées, à lobes oblongs, florifères et se terminent par des panicules à rameaux étalés qui agrémentent des têtes menus de 2 à 4 fleurs chacune [7]. Les fleurs sont groupées, le réceptacle floral est nu avec 2 à 5 fleurs jaunâtres par capitule, elles sont toutes hermaphrodites [9].

2-4. Extraction des huiles essentielles

L'extraction des huiles essentielles de l'armoise blanche est effectuée au niveau de notre laboratoire selon les normes AFNOR et ISO. Elle reste la technique d'extraction la plus utilisée et la plus rapide pour l'obtention des meilleurs rendements, sans altération des huiles essentielles fragiles [11,12]. L'appareil utilisé pour l'hydro-distillation est de type Lickens Nickerson. Après séchage de la plante, 100 g de feuilles sont introduits dans le ballon à fond rond avec 700 mL d'eau distillée.

Le ballon avec son contenu sera mis sur une chauffe ballon à une température voisine de 100°C et raccordé avec le reste de l'appareil d'extraction. Adopter ensuite le ballon à l'appareil de condensation. Laisser le mélange en ébullition pendant 2 à 3 heures. Pendant ce temps, la vapeur se dirige vers le col du cygne puis dans le réfrigèrent où elle se condense rapidement et tombe, dans l'ampoule de décantation, sous forme d'huile. La détermination de l'huile essentielle est de 1,4 mL pour 100 g de matière sèche. Elle sera mise dans un flacon hermétiquement fermé et conservé à 4°C à l'abri de la lumière

2-5. Traitement par application topique

L'huile essentielle a été testée par application topique sur la partie abdominale ventrale des chrysalides femelles d'*E. kuehniella* avec les doses 1,3 et 5 µL/mL d'acétone immédiatement après leur exuviation nymphale (0 jour de la vie nymphale). Les témoins ne reçoivent aucun traitement, cinq répétitions sont nécessaires pour le traitement statistique.

Plusieurs paramètres de la reproduction ont été estimés:

- La durée du développement nymphal: est la durée en jours qui sépare l'exuviation nymphale de l'exuviation adulte.
- La période de préoviposition: est la détermination de jours séparant l'émergence adulte et le début de ponte.
- La période d'oviposition: détermine par le nombre de jours de ponte

2-6. Traitement par inhalation

Pour estimer l'effet biopesticide de l'huile essentielle, cette dernière a été administrée par saturation de leur environnement (par inhalation). Ainsi, trois doses ont été testées : 1, 3 et 5 µL/mL d'acétone. Le bio-insecticide a été pulvérisé sur un papier plissé déposé dans cinq tubes contenant chacun 30 g de farine et infestés par 10 adultes (mâles et femelles) nouvellement éxiviés, afin d'estimer:

- L'effet sur la mortalité des adultes: l'huile essentielle a été administrée par saturation de leur environnement (par les substances volatiles). Ainsi, deux doses ont été testées: 1 et 3 µL/mL d'acétone. Le bio-insecticide a été pulvérisé sur un papier plissé déposé dans trois boîtes contenant chacune 30 g de farine et infestée par 10 adultes, afin d'estimer leur taux de mortalité. Le papier plissé des témoins ne reçoit aucun traitement. Trois répétitions pour chaque dose sont nécessaires pour le traitement statistique.

2-7. Traitement statistique

Les valeurs des différents paramètres testés des séries témoins et des séries traitées, sont exprimées par la moyenne \pm écart type. Le test "t" de Student nous permet de comparer les moyennes deux à deux des séries témoins et traitées.

3. Résultats

3-1. Effet de l'huile essentielle sur la mortalité des adultes d'*Ephestia kuehniella*

L'huile essentielle extraite par hydrodistillation des feuilles de la plante aromatique, *Artemissia herba-alba*, cueillie à Tébessa (Algérie), a été testée à différentes doses (1 et 3 μ l/ml d'acétone) sur le ravageur *Ephestia kuehniella*, afin d'estimer son activité insecticide sur la mortalité des adultes (**Tableau 1, Figure 1**).

Tableau 1 : Effet insecticide de l'huile essentielle de l'armoise blanche, administrée par saturation du milieu, sur le taux de mortalité (%) des adultes d'*Ephestia kuehniella* ($m \pm s$, $n = 3$ répétitions, 10 insectes/répétition)

	Témoins	1 μ L	3 μ L
1	0,00 \pm 0,00	2,33 \pm 0,57**	6,66 \pm 1,52***
2	0,00 \pm 0,00	4,00 \pm 1,00**	7,66 \pm 1,15***
3	4,00 \pm 1,00	6,00 \pm 1,00*	8,66 \pm 0,33**
4	6,66 \pm 0,57	8,33 \pm 1,52**	9,33 \pm 0,57**
5	8,66 \pm 0,57	10,00 \pm 0,00	10,00 \pm 0,00

* : différence significative ($p < 0,05$)

** : différence hautement significative ($p = 0,001$).

*** : différence très hautement significative

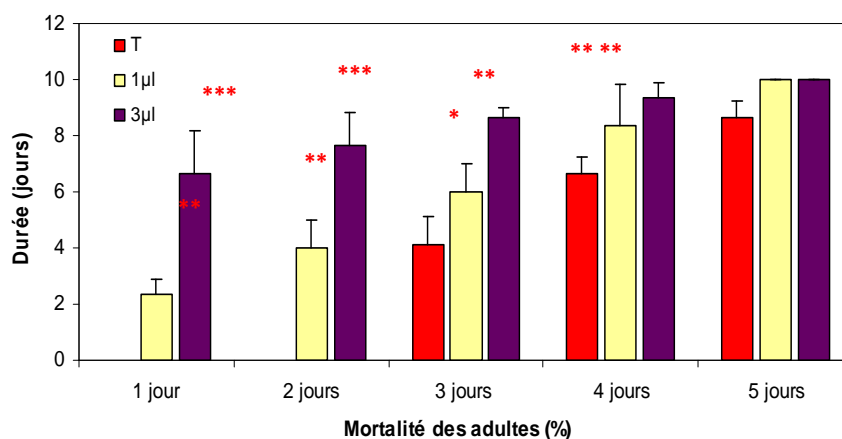


Figure 1 : Effet insecticide de l'huile essentielle de l'armoise blanche, administrée par saturation du milieu, sur le taux de mortalité (%) des adultes d'*Ephestia kuehniella* ($m \pm s$, $n = 3$ répétitions, 10 insectes/répétition).

Les résultats obtenus montrent clairement les propriétés insecticides de cette huile, puisque le taux de mortalité augmente significativement en fonction des doses testées et de la durée d'exposition, par rapport aux témoins. Selon le facteur dose, l'effet est hautement significatif en administrant la dose 3µL/mL d'acétone avec $p=0,006$. Selon le facteur durée d'exposition, les analyses statistiques ne montrent aucun effet significatif sur la mortalité des adultes au premier jour du traitement ($p=0,3$) alors qu'un effet hautement significatif est enregistré au bout du 3^{ème} jours.

3-2. Effet de l'huile essentielle sur la reproduction des adultes d'*Ephestia kuehniella*

Pour évaluer l'effet de l'huile essentielle sur la reproduction des adultes d'*Ephestia kuehniella*, les chrysalides sont traitées dès leur exuviation nymphale.

3-2-1. Effet de l'huile essentielle sur la période de développement nymphal

Tableau 2 : Effet insecticide de l'huile essentielle de l'armoise blanche, administrée par application topique, sur la période de développement nymphal (jours) chez *Ephestia kuehniella* ($m \pm s$, $n=3$ répétitions, 10 insectes/répétition).

	Témoins	1 µL	3µL
Développement nymphal	7,33 ± 0,57	11,33 ± 1,52**	13,66 ± 0,57***

** : différence hautement significative ($p=0,001$).

*** : différence très hautement significative

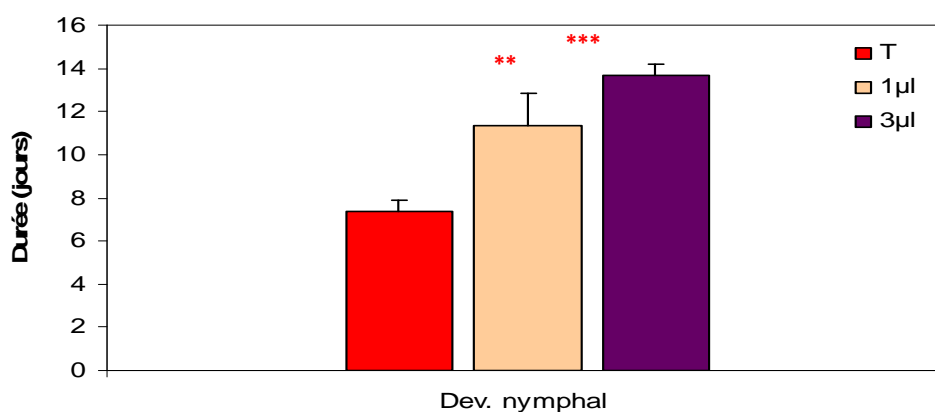


Figure 2 : Effet insecticide de l'huile essentielle de l'armoise blanche, administrée par application topique, sur la période de développement nymphal (jours) chez *Ephestia kuehniella* ($m \pm s$, $n=3$ répétitions, 10 insectes/répétition)

Notre travail montre que l'application de l'huile essentielle sur les chrysalides, prolonge leur durée de développement nymphal par rapport aux témoins. Effectivement, le test "t" de Student révèle un effet significatif avec la dose 1µL/mL d'acétone ($p=0,049$) et un effet hautement significatif avec la dose 3µL/mL d'acétone ($p=0$), où les nymphes ne s'exuvient qu'après $13,66 \pm 0,57$ jours par rapport à $7,33 \pm 0,57$ chez les témoins (**Tableau 2, Figure 2**).

3-2-2. Effet de l'huile essentielle sur la période de préoviposition

Tableau 3 : Effet insecticide de l'huile essentielle de l'armoise blanche, administrée par application topique, sur la période de préoviposition, chez *Ephestia kuehnilla* ($m \pm s$, $n=3$ répétitions, 10 insectes/répétition).

	Témoins	1 μ L	3 μ L
P. Préoviposition	1,33 \pm 0,33	1,66 \pm 1,15	3,33 \pm 0,57*

*: différence significative ($p < 0,05$)

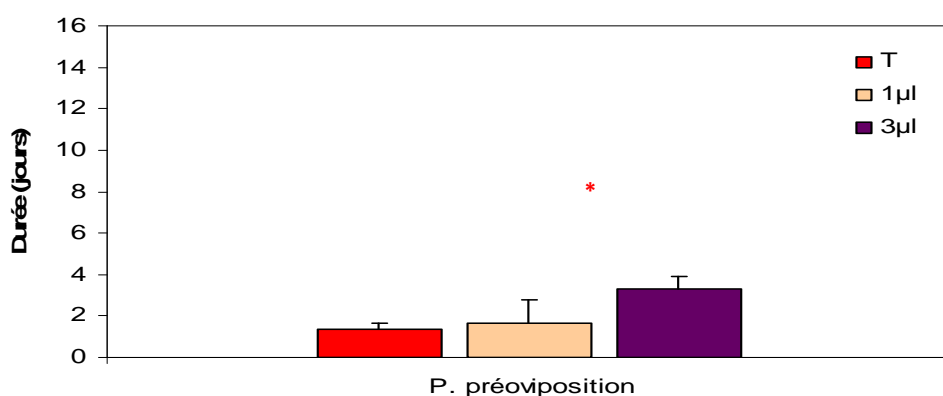


Figure 3 : Effet insecticide de l'huile essentielle de l'armoise blanche, administrée par application topique, sur la période de préoviposition, chez *Ephestia kuehnilla* ($m \pm s$, $n=3$ répétitions, 10 insectes/répétition)

Les résultats obtenus, après l'application topique de l'huile essentielle sur les chrysalides, montrent que l'effet sur la période de préoviposition n'est significatif qu'avec la dose 3 μ L ($p=0,01$) par rapport aux témoins (**Tableau 3, Figure 3**).

3-2-3. Effet de l'huile essentielle sur la période d'oviposition

Tableau 5 : Effet insecticide de l'huile essentielle de l'armoise blanche, administrée par application topique, sur la période d'oviposition (jours), chez *Ephestia kuehnilla* ($m \pm s$, $n=3$ répétitions, 10 insectes/répétition).

	Témoins	1 μ L	3 μ L
P. Oviposition	3,33 \pm 0,57	1,66 \pm 1,15*	1,00 \pm 0,00*

*: différence significative ($p < 0,05$)

Juste après l'accouplement, la femelle témoin commence sa ponte après 1,33 \pm 0,33 jours. Cette ponte dure environ 3,33 \pm 0,57 jours chez les témoins. Notre expérimentation montre qu'en plaçant le papier imbibé

avec la dose 1µL d'huile essentielle, la période d'oviposition passe à $1,66 \pm 1,15$ ($p=0,15$) et à $1,00 \pm 0,00$ ($p= 0,02$), respectivement avec les deux doses administrées (**Tableau 4, Figure 4**).

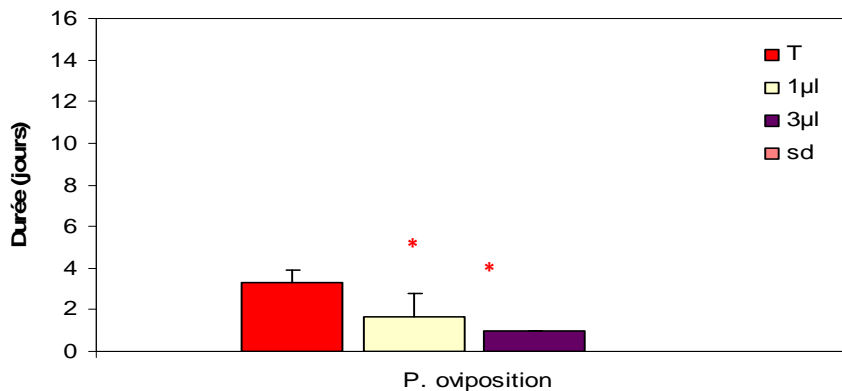


Figure 4 : Effet insecticide de l'huile essentielle de l'armoise blanche, administrée par application topique, sur la période d'oviposition (jours), chez *Ephestia kuehnilla* ($m \pm s$, $n= 3$ répétitions, 10insectes/répétition)

4. Discussion

Les plantes aromatiques médicinales sont considérées, d'après leurs constituants en huiles essentielles, comme un bio insecticide qui permet de lutter contre une variété d'insectes et ravageurs des stocks [13]. Les résultats obtenus, montrent que l'huile essentielle extraite de l'Armoise blanche *Artimessia herba alba* est considérée, comme un insecticide avec double effet. Après une soumission des adultes à différentes doses de cette huile, un taux de mortalité significatif a été enregistré selon la dose et la durée d'exposition. En plus, une perturbation de la reproduction, après application topique de l'huile essentielle sur les chrysalides dès leur exuviation nymphale, est notée. Ainsi, l'effet toxique varie selon la dose utilisée en prolongeant la durée de préoviposition et la durée du développement nymphal et en réduisant, en plus, la période d'oviposition.

Des études réalisées dans plusieurs agrosystèmes en Afrique et particulièrement au Nord du Cameroun, révèlent que les producteurs utilisent des pratiques traditionnelles dont des extraits des plantes à effet insecticide et/ou insectifuge pour la conservation des produits agricoles en particulier le maïs et le niébé [14]. De par leur innocuité et leur faible toxicité pour l'homme [15], ces plantes à utilités alimentaire et médicinale constituent une alternative pour la conservation des denrées stockées. D'après les études faites par Regnault-roger et Hamraoui en 1997 [16], les huiles essentielles extraites de différentes plantes aromatiques ne provoquent pas toutes, une inhibition de la fécondité d'*Acanthoscelides obtectus*. Par contre, les huiles essentielles du *Rosmarinus officinalis* et *thymus vulgaris* perturbent la reproduction d'*Acanthoscelides obtectus* et de *Tineola bisselliella*, en inhibant totalement la fécondité [17].

En plus, selon Kellouche en 2004 [18], les grains de pois chiche et les poudres des feuilles de plantes riches en huiles essentielles (le figuier, l'olivier, le citronnier et le eucalyptus) réduisent la fécondité des femelles de *Callosobruchus maculatus*, alors que les huiles essentielles extraites du girofle inhibent complètement la ponte. Notre travail, signal que les deux méthodes d'administration de l'huile essentielle (par saturation du milieu chez les adultes et par application topique sur des chrysalides), restent efficaces. Ainsi, l'administration du traitement par application topique sur les chrysalides perturbe la reproduction des adultes en réduisant leur vie et ainsi leur période de ponte (période d'oviposition), puisque les femelles meurent un ou deux jours après leur exuviation adulte. Nous pouvons conclure donc, que même si la femelle

arrive à s'accoupler, la fécondité (le nombre d'œufs déposé) sera réduite en fonction de la réduction de la période d'oviposition.

5. Conclusion

L'un des problèmes majeurs que rencontre l'écologie, c'est de trouver un palliatif à l'usage intensif de la lutte chimique contre les ravageurs de cultures et de denrées stockées. Cette lutte chimique présente un inconvénient de taille concernant l'équilibre des écosystèmes et des milieux naturels. En effet, ces produits chimiques présentent des taux de toxicité très élevés induisant la contamination de l'environnement et ayant des répercussions sur la santé des écosystèmes et par là, la santé humaine. Les huiles essentielles extraites de la plante aromatique *Artemissia herba alba* administrée par application topique sur des chrysalides ou par saturation du milieu par les substances volatiles sur des adultes avec deux doses (2 µL/mL d'acétone et 5 µL/mL d'acétone), exprime un effet insecticide sur des ravageurs des denrées stockés, *Ephestia kuehniella*.

En effet, le taux de mortalité des adultes par rapport aux témoins a été significativement affecté durant cinq jours d'exposition. En plus, l'administration de l'huile essentielle à des chrysalides, prolonge leur développement nymphal et perturbe significativement la reproduction des adultes exuviés. Ainsi, Nos résultats montrent une prolongation de la période de préoviposition contre une réduction significative de la période d'oviposition des adultes suite à leur mortalité après un ou deux jours de leur exuviation adulte en réduisant, de ce fait, la fécondité des femelles. L'étude de la reproduction des ennemies des denrées stockées, pourrait constituer une approche alternative complémentaire au traitement classique. Ainsi, selon nos résultats et en perspectives, il serait intéressant d'utiliser l'huile essentielle d'*Artemissia herba alba* dans les entrepôts pour lutter contre les ravageurs des denrées stockées, pendant deux stades de leur cycle de vie. Le traitement pulvérisé sur les mûrs pourrait induire un taux de mortalité élevé des adultes, alors que la pulvérisation sur les chrysalides va perturber la reproduction des femelles exuviées et réduire leur cycle de vie.

Références

- [1] - B. JOSEE and E. BERNAR, *Lutte contre les insectes nuisibles en agriculture biologique: Inventaire en harmonie face à la complexité. Phytoprotection*, 82 (2006) 83-90.
- [2] - M. HAMI, F. TAIBI, G. SMAGGHE and N. SOLTANI-MAZOUNI, *Comparative toxicity of three ecdysone agonist insecticides against the Mediterranean flour moth*. Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent (2005).
- [3] - F. TAIBI, G. SMAGGHE, L. AMRANI and SOLTANI-MAZOUNI N. *Effect of ecdysone agonist RH-0345 on reproduction of mealworm, Tenebrio molitor. Comparative biochemistry and Physiology Part*, 135 (2003) 257-267
- [4] - N. BENAYAD. *Les huiles essentielles extraites des plantes médicinales marocaines. Moyen efficace contre les ravageurs des denrées alimentaires stockées*. Projet de recherche, faculté des sciences de Rebat (2008).
- [5] - B. DOUMANDJI-MITICHI. *Etude d'un ravageur des denrées stockées E. Kuehiella, Am.El Harrach* (1997).
- [6] - F. TAIBI. *Etude comparée du développement et de la reproduction chez deux ravageurs des denrées stockées Ephestia Kuehniella et Tenebrio molitor. Aspect endocrinien en rapport avec l'impact d'un mimétique de l'hormone de mue, le RH-0345*. Thèse de Doctorat. Université d'Annaba. Algérie (2007).

- [7] - B. BOULLARD. *Dictionnaire des plantes médicinales du monde (réalité et croyance)*. ESTEM. Paris. (2001) 59-131.
- [8] - A. JAVIER, I. HOUARD and A. MAIBACH. *Dermatology Botany*. (2001) 46.
- [9] - POTTIER. *Artemisia herba halba*. Flore de la Tunisie, angiosperme dicotylédone gamopétale. *Ed Dunod. France*. (1981) 1012.
- [10] - Le FLOC'HE. Contribution à une étude ethnobotanique de la flore tunisienne. *Edition ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique*. Tunisie (1983) 193.
- [11] - M. PARIS and M. HURABIELLE. Abrégé de matière médicale pharmaco. *Tom 1. Masson*. Paris (1981) 339 p.
- [12] - S. KHEBIZI and S. KHOCHEMAN. Etude ethnobotanique de l'armoise blanche et intérêt de ses huiles essentielles. Thèse de pharmacien d'état (2011). Université Badji Mokhtar Annaba. Algérie.
- [13] - G. K. KETHO, I. A. GLITHO and KOUMAGLO. Activité insecticide comparée des huiles essentielles de trois espèces de genre *Cympobogongenus* (poaceae). *J. Soc. Ouest. Afr. Chim*, 18 (2004) 21-34.
- [14] - T.L.S. NGAMO, M.B. NGASSOUM, L. JIROVERTZ, A. OUSMAN, E. NUKENINI. and O.E. MOUKALA. Protection of stored Maize against *Sitophilus zeamais* (Motsch.) by use of essential oils of spices from Cameroon. *Medical faculty Landbouww University of Gent*, 66 (1981) 473-478.
- [15] - ISMAN. *Etude des possibilités d'utilisations des formulations à base de fruits secs de Xylopiiæaethiopica Dunal (Annonaceae) pour la protection des stocks de niebe contre Callosobruchus maculatus Fabricius (Coleoptera: Bruchidae)*. Mémoire online, Faculté des Sciences Agronomiques de Gembloux Belgique.
- [16] - S. REGNAULT—ROGER and A. HAMRAOUI. Lutte contre les insectes phytophages par les plantes aromatiques et leurs molécules allélochimiques. *Ed Acta Bot. Gallica* 144 (1997):401-412.
- [17] - S. REGNAULT—ROGER and A. HAMRAOUI. Lutte contre les insectes phytophages par les plantes aromatiques et leurs molécules allélochimiques. *Ed Acta Bot. Gallica* 144 (1997):401-412.
- [18] - A. KELLOUCH and N. SOLTANI. *Activité biologique des poudres de cinq plantes des huiles essentielles, d'une d'entre elle sur callosbruchus maculatus (F)*. *Internationale journal of tropicale insect science* 24 (2004) 184-191.