

# ETUDE DU COMPORTEMENT DE PONTE DU CARPOCAPSE (*Cydia pomonella* L.) (LEPIDOPTERA ; TORTRICIDAE) SUR DEUX VARIETES DE POMMIER (*Malus domestica* BORKH.)

I. BRAHIM, N. LOMBARKIA et A. MEDJEDBA

Université de Batna, Institut des Sciences Vétérinaires et des Sciences Agronomiques, Département d'Agronomie, 05000 Batna, Algérie. E-mail : nlombarkia@gmail.com

## RESUME

Le carpocapse, *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera : Tortricidae) figure parmi les principaux ravageurs des pommes et des poires dans la région de Batna (Algérie). Le présent travail montre la première étude, à l'échelle nationale, sur le comportement de ponte de ce ravageur. La souche utilisée a été récupérée d'un verger situé dans la région de Tazoult (Batna). Le choix de deux variétés de pommier (Golden Delicious et Starkrimson), du point de vue de la ponte en conditions naturelles et le choix de la région de Tazoult, réside dans le fait que dans cette région, ces deux variétés sont sensibles au carpocapse. L'observation du comportement de ponte du carpocapse sur arbre, en milieu naturel et en conditions de non-choix dans la région de Limbiridi (Batna), confirme que la variété Golden Delicious est plus sensible à la ponte que la variété Starkrimson. Différentes étapes comportementales sont observées sur les deux variétés étudiées : atterrissage à la surface du pommier, visite des différents sites, examen du site et l'acceptation de ponte. La ponte est accompagnée par l'examen du site par balayage de l'ovipositeur.

**Mots-clés** : Lepidoptera, *Cydia pomonella*, Golden Delicious, Starkrimson, comportement de ponte.

## ABSTRACT

### CODLING MOTH EGG-LAYING BEHAVIOR ON APPLE TREE

The codling moth, *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera : Tortricidae) is the major pest of apples and pears in the region of Batna (Algeria). This work is the first nationally study about codling moth egg-laying behavior. Insects used in the study have been collected from the region of Tazoult (Batna). Counting eggs on the two apple tree varieties (Golden Delicious and Starkrimson) in choice conditions in the region of Tazoult (Batna) showed that both varieties are susceptible to codling moth egg-laying, with a slight preference of Golden Delicious. The observation of egg-laying behavior of codling moth on trees in natural and non-choice conditions in the region of Limbiridi (Batna), confirmed that Golden Delicious variety is more preferred for egg-laying than Starkrimson. Different behavioural steps are observed on both studied varieties : landing on the surface of apple tree, visiting different sites, site examination and acceptance of egg-laying. The egg-laying is accompanied by an examination of the site by scanning of the ovipositor.

**Key words** : Lepidoptera, *Cydia pomonella*, Codling moth, Golden Delicious, Starkrimson, egg-laying behavior.

## INTRODUCTION

Le carpocapse, *Cydia pomonella* L. (*C. pomonella*) (Lepidoptera : Tortricidae) occupe le deuxième rang au sein de l'ensemble des arthropodes ravageurs du pommier après les pucerons en Algérie (D.S.A., 2009). Toutes les zones productrices de la région de Batna (Arris, Ain touta, Foug El-toube, Tazoult,...) sont infestées par *C. pomonella*, avec des pertes de fruits à la récolte de l'ordre de 18,9 % en 2007 (D.S.A., 2008). La résistance du carpocapse des pommes aux insecticides, la limitation de l'efficacité des méthodes de lutte biologique aux populations faibles du ravageur, conduisent à chercher de nouvelles voies de méthode de lutte contre ce Lépidoptère.

La connaissance des mécanismes selon lesquels un insecte va choisir une plante plutôt qu'une autre pour y pondre et se nourrir pourrait permettre de développer des stratégies ; stratégies qui concourent à perturber le ravageur dans ses comportements (trophiques et reproduction) et ainsi protéger les cultures (Foster et Harris, 1997).

L'objectif de ce travail est d'approfondir les connaissances sur le comportement de ponte de *C. pomonella* et, en particulier, de comprendre le déterminisme de la ponte des femelles adultes à pondre sur les différents organes des deux variétés de pommier (Golden

Delicious et Starkrimson). La compréhension des facteurs à l'origine de cette sélection pourrait être utilisée pour compromettre le développement des larves au dépend des pommes, et protéger et ainsi garantir de belles récoltes.

## MATERIEL ET METHODES

### PONTE DE *C. pomonella* SUR DEUX VARIETES DE POMMIER

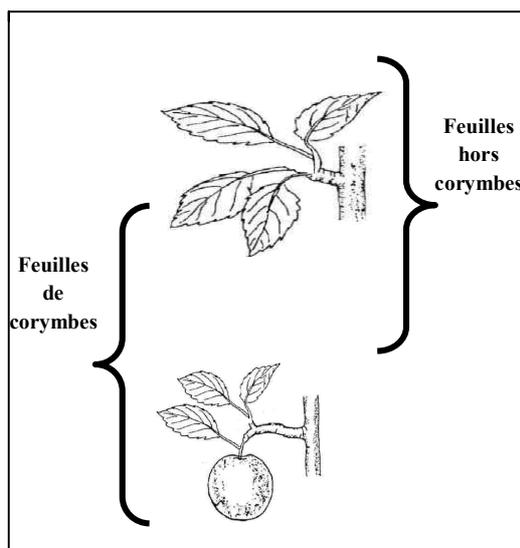
Les dénombrements d'œufs sont effectués à trois dates (Tableau 1) dans le verger de Tazoult qui correspondent aux périodes de maximum de ponte de la 1<sup>ère</sup> (18 - 26 Mai), 2<sup>e</sup> (06 - 14 Juillet) et 3<sup>e</sup> (26 - 31Août) générations de l'insecte dans les régions d'étude (S.R.P.V. Aintouta, 2008). Le dénombrement des œufs s'effectue au laboratoire sous une loupe binoculaire. Les sites ou organes examinés sont les deux faces des feuilles du corymbe (qui entourent le fruit), des feuilles hors du corymbe (loin du fruit), les fruits et les rameaux (Figure 1).

Les prélèvements d'œufs sont réalisés à chacune des trois dates entre 8 h et 9 h du matin, ce, sur 17 arbres de chaque variété, soit 34 arbres au total. Lors des prélèvements, 170 rameaux de 30 à 50 cm de long possédant ou pas des fruits, sont examinés.

**Tableau 1** : Dates de prélèvement des rameaux sur les deux variétés de pommier.

*Dates of sampling shoots on both apple varieties.*

Prélèvements	Date
Premier	25 Mai 2008
Deuxième	13 Juillet 2008
Troisième	29 Août 2008



**Figure 1** : Les deux types de feuilles étudiées.

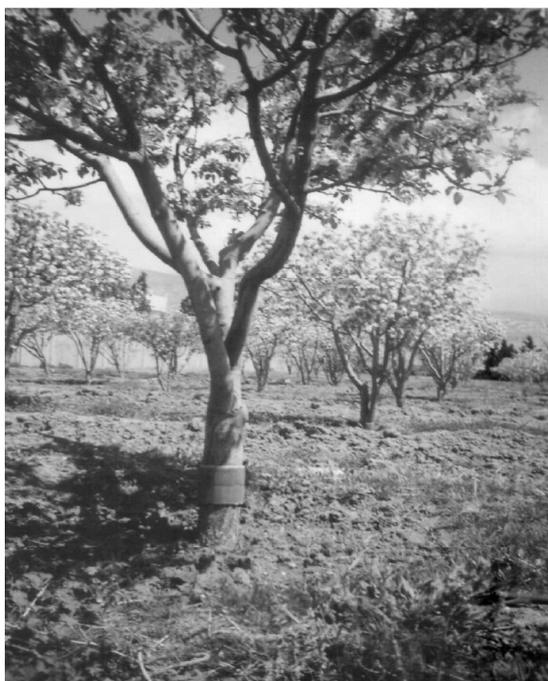
*The two types of studied leaves.*

#### COMPORTEMENT DE PONTE DE *C. pomonella* SUR DEUX VARIETES DE POMMIER

#### **Capture des larves diapausantes de carpocapse dans les bandes pièges**

Cette étude a été réalisée avec une souche sauvage de *C. pomonella*. Pour la récupération des insectes (mâles et femelles) une bande-

piège en carton ondulé (15 cm de largeur et 60 cm de longueur) a été installée sur les arbres de notre base d'échantillon (Figure 2). Les bandes-pièges ont été disposées à la base des troncs, près du sol. Elles ont été mises en place en deux dates à cause des conditions climatiques (chute de pluie) le 06 et 08 mars 2008 dans le verger de Limbiridi et retirées pendant le mois d'octobre 2008.



**Figure 2** : Les bandes-pièges de carton ondulé installées sur les troncs.

*The corrugated cardboard traps fixed on the trunks.*

## Observations du comportement de ponte

Cette étude a été exécutée dans un verger situé à Lambiridi (longitude : 6°4'28" Est ; latitude : 35°30'15" Nord,). Les observations ont été faites durant les trois (3) périodes correspondant à des périodes des vols de l'insecte (Tableau 2). Vingt à quarante (20 - 40) femelles ayant pondus après 48 h dans des petites cages (L : 27 cm ; l : 19 cm ; H : 36 cm) ont été lâchées ensemble sur un arbre placé dans une grande cage (1,5 m x 1,5 m x 3 m) en tulle de 1 mm de maille. Les expériences ont été conduites en condition de non-choix : 1 seul arbre dans la cage.

La durée des observations a été fixée à une heure par jour pendant quatre à sept (04 à 07) jours, temps durant lequel plus de 1/3 (33 %) des femelles pondent sur l'arbre (Lombarkia, 2002). Pour les deux (2) variétés à étudier, les observations ont commencé de 16 h et ont pris fin à 18 h. L'ordre des observations a été inversé le jour après afin d'éviter l'effet du temps.

Un magnétophone (PearlCorder S 928) à microcassettes (TDK, MC-60) a été utilisé pour enregistrer les comportements de la femelle, que dicte l'observateur. Le traitement des données a été réalisé sur un micro-ordinateur. Au cours de ces dictées d'enregistrement de comportement et pour chaque femelle, sept paramètres ont été relevés et enregistrés à l'ordinateur :

- durée de marche sans balayage (en sec) : pendant laquelle la femelle se déplace sur les différents organes du pommier ;

- distance parcourue (en cm) : prend en compte la totalité du chemin emprunté par la femelle sur l'arbre. Elle est mesurée en utilisant une règle ;

- durée de marche avec balayage (en sec) : temps durant lequel la femelle applique son ovipositeur sur le substrat et examine les différents organes de pommier tout en marchant ;

- durée de balayage à l'arrêt (en sec) : examen par l'ovipositeur durant l'arrêt de l'insecte ;

- temps mis pour la ponte (en sec) : laps de temps entre l'atterrissage de la femelle sur un organe et la ponte du premier œuf.

Pour encore mieux cerner la différence, dans le comportement de ponte de l'insecte, entre les deux variétés, il a été également calculé :

- la vitesse de déplacement en marche sans balayage (en cm/sec) et ;

- la vitesse de déplacement lors du balayage en marchant (en cm/sec).

Les observations du comportement de ponte ont été faites en moyenne sur 5 femelles par lâcher et par jour, jusqu'à avoir observé 30 femelles, soit 6 jours d'affilée.

**Tableau 2** : Dates et nombre de femelles observées sur Golden Delicious et Starkrimson.

*Dates and number of females observed on Golden Delicious and Starkrimson.*

Vol 1		Vol 2		Vol 3	
Du 19/05 au 27/05/2009		Du 30/06 au 05/07/2009		Du 7/09 au 09/09/2009	
GD	St	GD	St	GD	St
20	25	35	35	30	30

GD : Golden Delicious  
St : Starkrimson

## ANALYSES STATISTIQUES

Les comparaisons des moyennes d'œufs par arbre et des durées moyennes de chaque comportement : balayage en marchant, balayage à l'arrêt et le temps mis pour pondre

de chaque femelle sur les deux variétés ont été analysés par le test-t de Student au seuil de 5 %.. Pour l'étude du comportement de ponte de l'insecte, seuls les résultats significatifs ont été mentionnés ici.

## RESULTATS

### PONTE DE *C. pomonella* SUR DEUX VARIETES DE POMMIER

#### Dénombrement des pontes par arbre sur les deux variétés

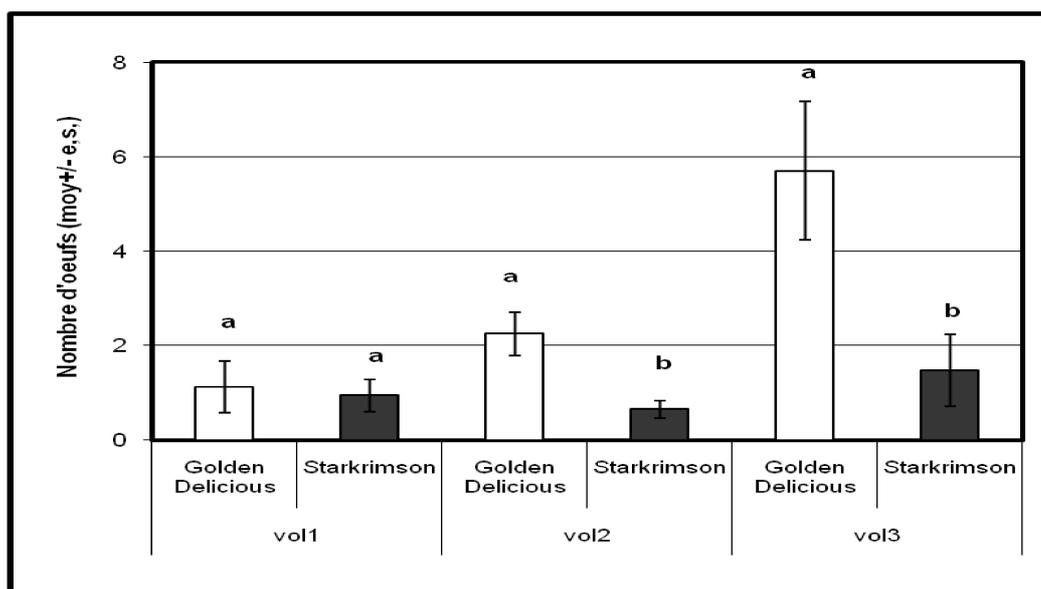
Les résultats enregistrés concernent le nombre moyen d'œufs pondus par arbre et par variété. Ainsi, la Figure 3 indiquent elle que plus d'œufs ont été pondus sur Golden Delicious (2,24 ± 0,46 ; 5,71 ± 1,47) que sur Starkrimson (0,65 ± 0,19 ; 1,47 ± 0,75) et ce, au cours du 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> vol respectivement. Lors du 1<sup>er</sup> vol, le nombre moyen d'œufs pondus par arbre était semblable pour les deux variétés de pommier (1,12 ± 0,54 ; 0,94 ± 0,34 respectivement).

Les observations indiquent également des dégâts larvaires, liés plus ou moins à la quantité d'œufs pondus par variété. En effet, à l'exception du 3<sup>e</sup> vol qui a montré des dégâts sur les fruits

de Golden Delicious (48,63 ± 11,80), neuf fois plus élevés que sur Starkrimson (4,90 ± 4,90), aucune différence significative n'est visible quelque soit le vol et la variété de pommier (Figures 4 et 5).

#### 3-1-2. Répartition des pontes sur les feuilles des pommiers

La plupart des pontes ont été observées sur les feuilles hors corymbes, qui se trouvent majoritairement au voisinage des fruits quelque soit la variété (Figure 4). La différence dans le nombre d'œufs entre les deux types de feuilles est de 3 à 28 fois plus. Avec un nombre moyen des œufs sur les feuilles hors corymbes sur la variété Golden Délicieux et Starkrimson par ordre au 1<sup>er</sup> vol (0,41 ± 0,51 ; 0,35 ± 0,15), 2<sup>e</sup> vol (0,88 ± 0,26 ; 0,41 ± 0,12) et au 3<sup>e</sup> vol (4,35 ± 1,25 ; 1,41 ± 0,72). En ce qui concerne les feuilles de corymbe, le nombre moyen des œufs est (0,76 ± 0,27 ; 0,17 ± 0,09) au 2<sup>e</sup> vol et (1,11 ± 0,54 ; 0,05 ± 0,05) au 3<sup>e</sup> vol sur la Golden Delicious et Starkrimson respectivement, dont il est nul au 1<sup>er</sup> vol sur les deux variétés.



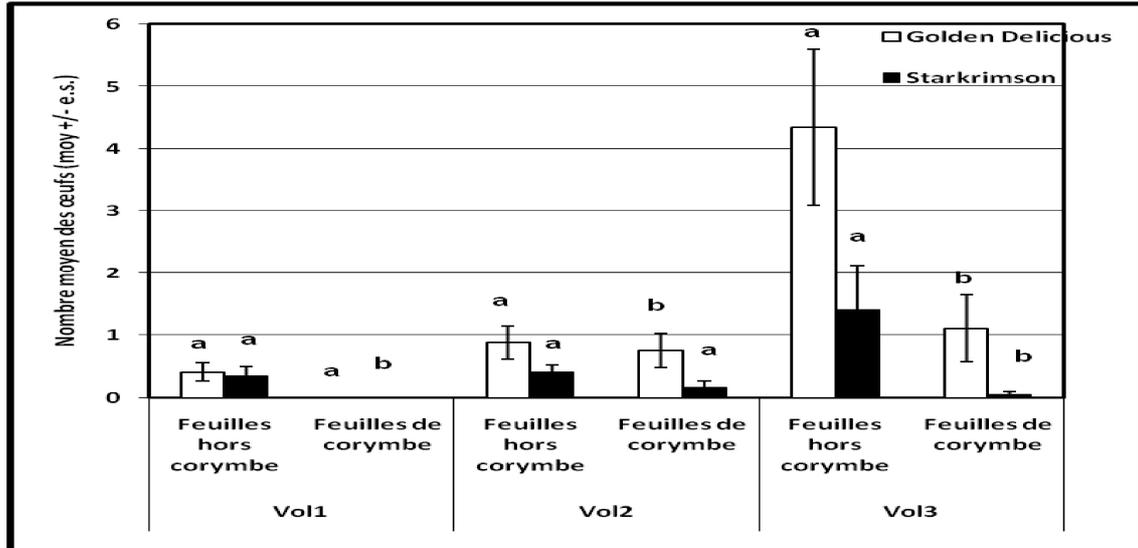
**Figure 3 :** Nombre moyen d'œufs par arbre sur les deux variétés durant les 3 vols.

*Mean number of eggs per tree on two varieties during three moth flights.*

Les valeurs suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes à  $P = 0.05$  ; d'après le test-t de Student). e.s.: Erreur standard ( $e.s. = \frac{\text{ecart type}}{\sqrt{n}}$ ),  $n = 17$  arbres.

*Values followed by same letter are not significantly different at  $P = 0.05$ , Student t-test). e.s. : Standard*

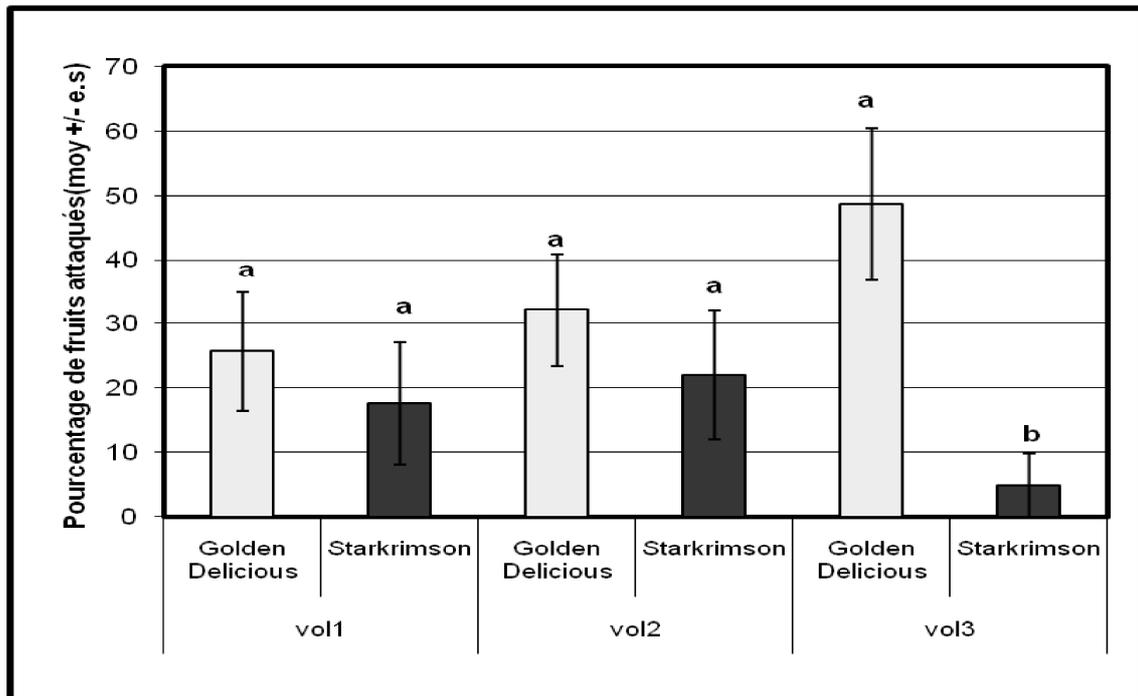
*error ( $e.s. = \frac{\text{error type}}{\sqrt{n}}$ ),  $n = 17$  tree.*



**Figure 4 :** Nombre moyen d'œufs pondus sur les deux types de feuilles de Golden Delicious et Starkrimson durant les trois vols.

*Mean number of eggs on the two types of leaves of Golden Delicious and Starkrimson during the three flights.*

Les valeurs suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes à  $P = 0.05$  ; d'après le test-t de Student.  
 Values followed by same letter are not significantly different at  $P = 0.05$ , Student t-test.



**Figure 5 :** Pourcentage de fruits attaqués par arbre sur les deux variétés durant les trois vols.

*Percentage of fruit damaged by tree on both varieties during the three flights.*

Les valeurs suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes à  $P = 0.05$  ; d'après le test-t de Student).

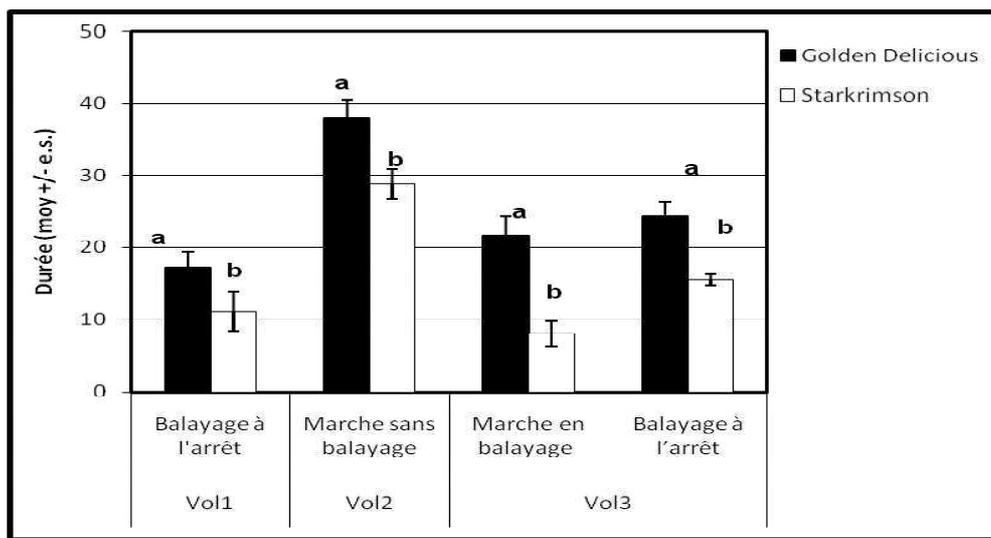
Values followed by same letter are not significantly different at  $P = 0.05$ , Student t-test).

### COMPORTEMENT DE PONTE DE *C. pomonella* SUR DEUX VARIÉTÉS DE POMMIER

De nos observations, nous relevons que, quelque soit la variété et le vol, les femelles qui pondent examinent la surface de l'organe sur lequel elles atterrissent. Cet examen se fait par balayage de l'ovipositeur. De plus, la distance parcourue par les femelles est identique ; toutefois, nous

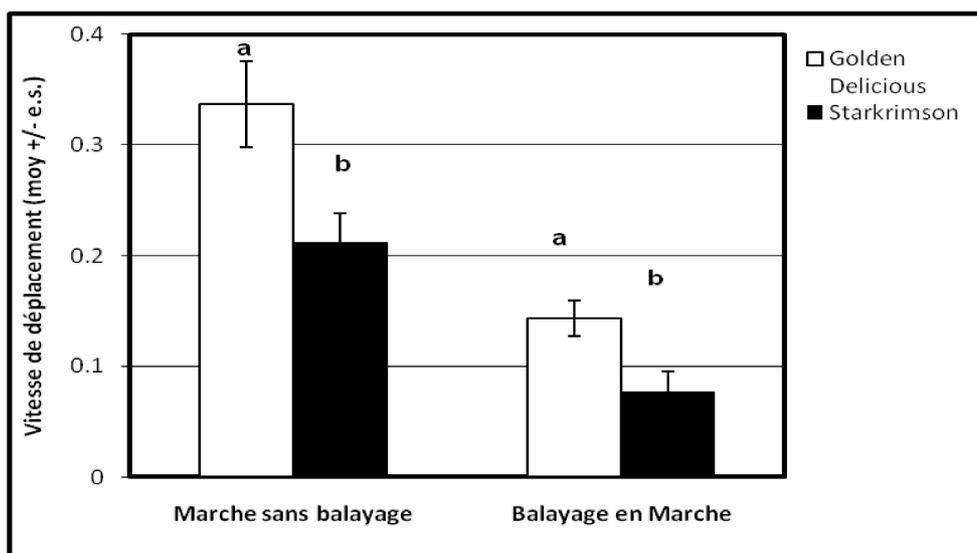
avons observé qu'elles s'arrêtaient beaucoup plus sur Golden Delicious que sur Starkrimson, ce, quelque soit le vol (Figures de 6 à 8).

Le temps mis pour pondre, sur les deux variétés, est identique au cours des deux premiers vols. Alors qu'au 3<sup>e</sup> vol, le temps mis pour pondre est très élevé sur Golden Delicious que sur Starkrimson (Figure 9) ; mais il ne dépasse pas les 3 minutes.



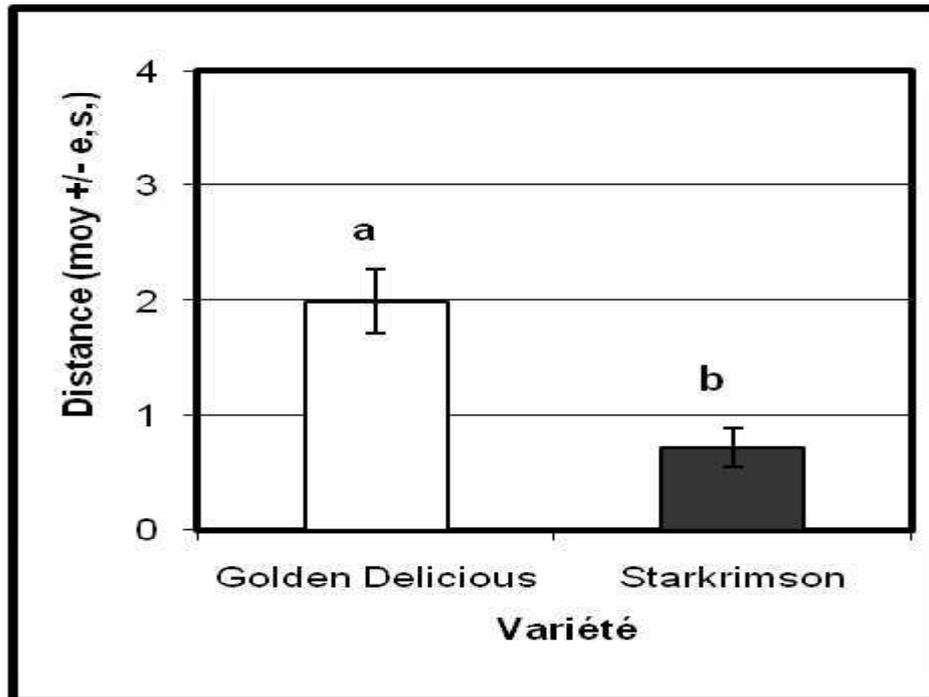
**Figure 6** : Durée (sec) de balayage à l'arrêt (Vol 1 et 3), de marche sans balayage (Vol 2) et marche en balayage (Vol 3) chez les femelles qui ont pondu sur les deux variétés.

*Duration (sec) of scanning while stopping (Flight 1 and 3), walking without scanning (Flight 2) and walking with scanning (Flight 3) of egg-laying females on both varieties.*



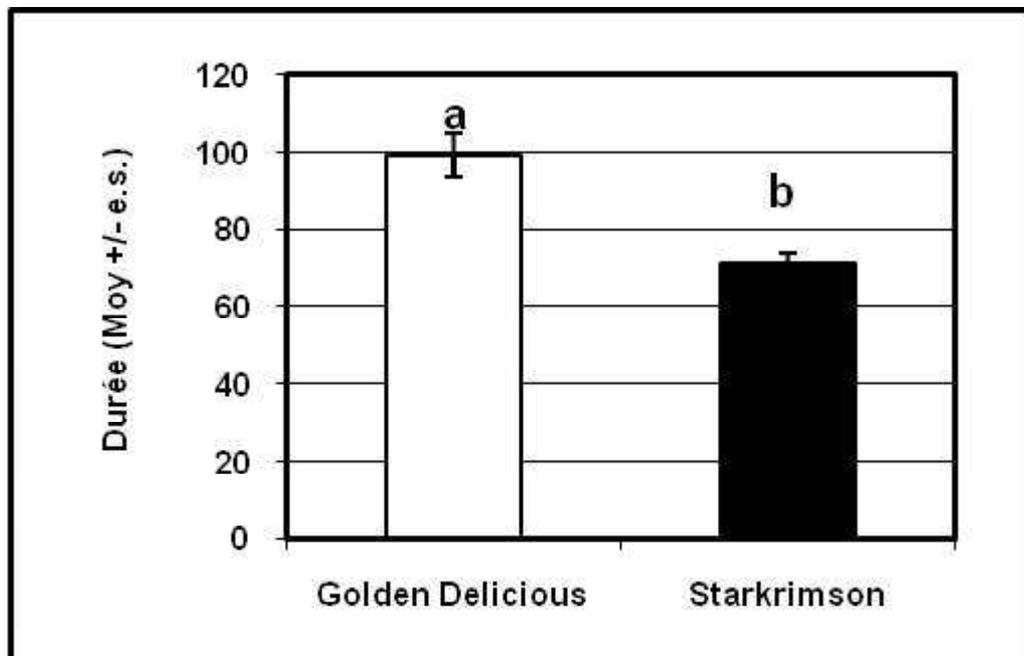
**Figure 7** : Vitesse de déplacement (cm/sec) lors de la marche sans balayage (Vol 2) et du balayage en marche (Vol 3) chez les femelles qui ont pondu sur les deux variétés.

*Speed of locomotion (cm / sec) while walking without scanning (Flight 2) and scanning while walking (Flight 3) of egg-laying females on both varieties.*



**Figure 8** : Distance parcourue (cm) lors du balayage en marche (Vol 3) sur les deux variétés (GD : Golden Delicious, ST : Starkrimson).

*Covered distance (cm) during scanning while walking (Flight 3) on two varieties (GD Golden Delicious, ST: Starkrimson).*



**Figure 9** : Temps (sec) mis pour pondre sur les deux variétés au 3<sup>e</sup> vol.

*Time (sec) set to lay eggs on the two varieties in the third flight.*

Les valeurs suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes à  $P = 0,05$  ; d'après le test de Student.

*Values followed by same letter are not significantly different at  $P = 0,05$ , according to the Student-test.*

## DISCUSSION

### DENOMBREMENT DE PONTE DE *C. pomonella* SUR DEUX VARIETES DE POMMIER

#### Dénombrement des pontes par arbre sur les deux variétés

Au cours des deux derniers vols, le nombre moyen d'œufs déposé élevé par arbre sur Golden Delicious que sur Starkrimson, pourrait s'expliquer par la faible quantité de pommes par corymbe sur Starkrimson que sur Golden Delicious. La présence des fruits serait une condition indispensable pour une ponte normale par l'intervention de l'olfaction ( $\alpha$ -farnesene) chez le carpocapse (Geier, 1963 ; Hern et Dorn, 1999 ; Hern et Dorn, 2001 ; Bengtsson et Witzgall, 1999 ; Coracini *et al.*, 2004 ; Ansebo *et al.*, 2004). Ainsi, le retard enregistré par la fructification de la variété Starkrimson par rapport à la variété Golden Delicious occasionnerait une préférence de la première variété citée par les *C. pomonella*. Les fruits de Golden Delicious montrent plus de dégâts que les fruits de Starkrimson. Généralement, chez les lépidoptères le choix correct de la plante-hôte se fait par la femelle adulte. Cette dernière choisit la source d'alimentation pour sa descendance (Renwick et Chew, 1994). Lombarkia et Derridj (2002), ont montré que le choix chez le carpocapse est influencé par certaines substances solubles (sucres et polyols) dans l'eau présentes à la surface des feuilles et des fruits de pommier.

Ces résultats montrent que quelque soit le vol de l'insecte, les variétés choisies sont sensibles au carpocapse, avec une légère préférence pour la ponte sur Golden Delicious ; ce qui pourrait être expliqué entre autre par sa richesse en sucres et polyols (quantité et/ou ratio) (Lombarkia, 2002).

#### Répartition des pontes sur les feuilles des pommiers

La majorité des œufs ont été déposés sur les feuilles hors corymbe. Cependant, ces feuilles étaient au voisinage des corymbes donc des pommes. Selon Wildbolz (1958), Coutin (1960) et Jackson (1979), les femelles de carpocapse déposent leurs œufs sur les feuilles au voisinage des fruits en liaison avec l'odeur spécifique émise par les pommes et des stimuli physiques

(trichomes). Les pontes seraient donc étroitement liées à la présence des pommes sur l'arbre, pommes qui dégageraient des odeurs qui attirent les carpocapses et stimulent leur ponte près de ces fruits.

### COMPORTEMENT DE PONTE DE *C. pomonella* (L.) SUR DEUX VARIETES DE POMMIER

Quatre étapes comportementales principales ont été observées lors de cette étude : 1. atterrissage à la surface du pommier, 2. visite des différents sites, 3. examen du site et 4. acceptation ou refus de ponte. Des observations détaillées du comportement de ponte ont été faites chez certains lépidoptères tels que : *Acrolepiosis assectella* (Plutellidae) (Thibout et Auger, 1996) ; *Etiella zinckenella* (Pyrilidae) (Hattori, 1988), *Ostrinia nubilalis* (Pyrilidae) (Foster et Howard, 1998), *Epiphyas postvittana* (Tortricidae) (Udayagiri et Masson, 1995), *Piries brassicae* (Pieridae) (Romeis et Wäckers, 2002) et chez le carpocapse *Cydia pomonella* (L.) (Tortricidae) (Lombarkia, 2002). Les différences observées entre les deux variétés étudiées pourraient s'expliquer par la variation des informations physiques et chimiques (facteurs visuels et/ou olfactifs) à la surface des pommiers. Ces informations pourraient être perçus par les femelles et les guideraient par la suite vers les feuilles, les fruits et les rameaux (Schoonhoven *et al.*, 1998 ; Ramaswamy, 1988).

Cette étude nous montre que quelque soit la variété, le balayage des organes du pommier avec l'ovipositeur est nécessaire pour la ponte. En outre, le nombre élevé des arrêts enregistrés sur la variété Golden Delicious pourrait être due à certains facteurs physiques de contact. En effet, une fois l'insecte à localiser et toucher la plante, il entre dans une phase d'évaluation pour déterminer si le site est acceptable pour l'oviposition (Schoonhoven *et al.*, 1998). Immédiatement après l'atterrissage, les stimuli tactiles pourraient être la première information perçue et évaluée par la femelle (Ramaswamy, 1988), peut être lors du balayage avec l'ovipositeur et lors de la visite du site par marche (Lombarkia, 2002). Il a été montré pour de nombreux insectes et en particulier chez les papillons nocturnes hétérocères que l'ovipositeur est impliqué avec d'autres organes comme les pattes et les antennes dans l'évaluation du site de ponte (Jackson, 1979 ; Ramaswamy, 1988).

En ce qui concerne, le temps mis pour pondre sur les deux variétés, il est identique, très court et ne dépasse pas les 3 minutes. Selon Coutin (1960), le temps mis pour la ponte chez *C. pomonella* est de l'ordre d'une à deux minutes. Derridj et Lombarkia (2002), signale que la décision de ponte ou pas, peut prendre environ 3 minutes. Les stimuli chimiques de la plante peuvent avoir une influence négative sur la ponte de *C. pomonella*. Comme elles peuvent avoir un effet incitant sur la ponte. Ce comportement, en conditions naturelles, est corrélé à la discrimination par les métabolites primaires (sucres comme le glucose, saccharose et le fructose ainsi que des polyols citons par exemple le sorbitol) (Lombarkia et Derridj, 2002). Leur action sur la ponte de la pyrale du maïs, *Ostrinia nubilalis* a été démontrée (Derridj et Wu, 1995), ainsi que pour la chrysomèle de maïs, *Diabrotica virgifera virgifera* (Derridj et al., 2001).

## CONCLUSION

L'étude du comportement de ponte chez *C. pomonella* en conditions naturelles est peu étudiée à l'échelle internationale. Notre travail apporte de nouveaux éléments permettant de mieux décrire les différentes séquences comportementales qui amènent la femelle à pondre sur deux variétés de pommiers sensibles vis-à-vis de l'insecte. D'après cette étude, nous pouvons dire que les deux variétés étudiées sont sensibles au carpocapse, avec une légère préférence pour la ponte sur Golden Delicious.

Quatre étapes comportementales ont été observées sur les deux variétés étudiées en conditions naturelles et en non-choix : 1. atterrissage à la surface du pommier, 2. visite des différents sites, 3. examen du site, 4. acceptation ou refus de ponte.

La ponte est précédée par l'examen du site par balayage de l'ovipositeur ; probablement il existe une relation entre les stimuli présents à la surface des organes de pommier, le comportement de balayage chez les femelles et la décision de ponte.

Tous ces résultats ouvrent de nouvelles voies de lutte qui pourraient être utilisées pour perturber le comportement de ponte de l'insecte. Cependant, ces méthodes de protection du

pommier doivent s'inscrire dans le cadre d'une protection intégrée.

## REFERENCES

- Ansebo L., M. D. A. Coracini, M. Bengtsson, I. Liblikas, M. Ramirez, A. K. Borg-Karlson, M. Tasin and P. Witzgall. 2004. Antennal and behavioural response of codling moth *Cydia pomonella* to plant volatiles. *Journal of Applied Entomology*, 128: 488 - 493.
- Coracini M. D. A., M. Bengtsson, L. Cichón and P. Witzgall. 2004. Attraction of codling moth males *Cydia pomonella* to apple volatiles», *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 100 : 1 - 10.
- Coutin R. 1960. Le carpocapse des pommes et des poires (*Laspeyresia pomonella* L.), A.C.T.A., Paris, 48 p.
- Direction des statistiques agricoles (D.S.A.). 2008. Le pommier, wilaya de Batna.
- Direction des statistiques agricoles (D.S.A.). 2009. Le pommier, wilaya de Batna.
- Derridj S. and N. Lombarkia. 2001. Apple tree surface metabolites and codling moth, *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera, Tortricidae) egg laying behaviour. The Eleventh International Symposium on Insect-Plant Relationships. Denmark.
- Derridj S. and B. R. Wu. 1995. Informations biochimiques présentes à la surface des feuilles. Implications dans la sélection de la plante hôte par un insecte. In P.-A. Calatayud et B. Vercambre. Interactions insectes-plantes. (Eds.). Actes des 5<sup>e</sup> journées du groupe de travail relations insectes-plantes. 26 - 27 oct 1995, Montpellier, France, 43 - 51.
- Derridj S., I. Cabanat, E. Cochet, P. Couzi, N. Lombarkia et B. R. Wu. 1999. Incidence des métabolites présents à la surface des organes du pommier sur le comportement de *Cydia pomonella* (Lepidoptera, Tortricidae). A.N.P.P. 5<sup>e</sup> conférence internationale sur les ravageurs en agriculture. Montpellier, 7 - 8 - 9 décembre, II : 279 - 286.
- Derridj S., I. Arnault and F. Muller. 2001. Influence of biochemicals present on maize leaf surface on *Diabrotica virgifera virgifera* egg-laying. Proceedings XXI IWGO Conference, Oct. 2001, 5 p.

- Foster S. P. and M. O. Harris. 1997. Behavioral manipulation methods for insect pest-management. *Annual Review of Entomology*. 42 : 123 - 146.
- Foster S. P. and A. J. Haward. 1998. Adult female and neonate larval plant preferences of the generalist herbivore, *Epiphyas postvittana*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 92 : 53 - 62.
- Geier P. W. 1963. The life history of codling moth, *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera : Tortricidae), in the Australian Capital Territory. *Australian Journal of Zoology*. 11 : 323 - 367.
- Hattori M. 1988. Host plant factors responsible for oviposition behaviour in the limabean pod borer *Etiella zinkenella* Treitschke. *Journal of Insect Physiology*. 34 : 191 - 196.
- Hern A. and S. Dorn. 1999. Sexual dimorphism in the olfactory orientation of adult *Cydia pomonella* in response to  $\alpha$ -farnesene. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 92 : 63 - 72.
- Hern A. and S. Dorn. 2001. Incidence emissions of apple fruit volatiles by codling moth: changing patterns with different time periods after infestation and different larval instars. *Photochemistry*. 57 : 409 - 416.
- Jakson M. 1979. Codling moth egg distribution on unmanaged apple trees. *Annals Entomological Society of America*. 72 : 361 - 368.
- Lombarkia N. 2002. Influence de métabolites présents à la surface des organes du pommier sur la ponte du carpocapse : *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera : Tortricidae). Application à l'étude de la résistance du pommier au ravageur», Thèse doctorat, Université Rennes 1, France, 131 p.
- Lombarkia N. and S. Derridj. 2002. Incidence of apple fruit and leaf surface metabolites on *Cydia pomonella* oviposition. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 104 : 79 - 87.
- Maher N. 2002. Sélection du site de ponte chez *Lobesia botrana* (Lepidoptera, Tortricidae) : Influence de l'information chimique non-volatile présente sur les feuilles de plantes hôtes. Thèse Doctorat Sciences biologiques et médicales. Université Bordeaux 2, France, 124 p.
- Ramaswamy S. B. 1988. Host finding and feeding in adult phytophagous insects. *Journal of Insect Physiology*. 34 : 151 - 268.
- Renwick J. A. A. and F. S. Chew. 1994. Oviposition behavior in Lepidoptera. *Annual Review of Entomology*. 39 : 377 - 400.
- Riba G. et C. Silvy. 1989. Combattre les ravageurs des cultures : Enjeux et perspectives. Ed. INRA, Paris.
- Romeis J. and F. L. Wäckers. 2002. Nutritional suitability of individual carbohydrates and amino acids for adult *Pieris brassicae*. *Physiological Entomology*, 27 : 148 - 156.
- Schoonhoven L. M., T. Jermy and J. J. A. Van Loon. 1998. Host-plant selection : When to accept a plant. *In* : *Insect-plant Biology. From physiology to evolution*. Ed. Chapman & Hall, 156 - 193.
- Station Régionale de la Protection des Végétaux (S.R.P.V.) d'Ain-touta. 2008. Vols du carpocapse.
- Thibout E. and J. Auger. 1996. Oviposition stimulants from the leek for the specialist moth *Acrolepiosis assectella*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 80 : 101 - 104.
- Udayagiri S. and C. E. Masson. 1995. Host-plant constituents as oviposition stimulants for a generalist herbivore : European corn borer. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 76 : 59 - 65.
- Wildbolz T. 1958. Über die Orientierung des Apfelwicklers bei der Eiablage. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft*, 31 : 25 - 34.
- Yan F., M. Bengtsson and P. Witzgall. 1999. Behavioral response of female Codling moths, *Cydia pomonella*, to apple volatiles. *Journal of Chemical Ecology*, 15 (6) : 1343 - 1351.