

AFPP – 8^{ème} CONFÉRENCE INTERNATIONALE
SUR LES RAVAGEURS EN AGRICULTURE
MONTPELLIER – 22 ET 23 OCTOBRE 2008

CAPACITE DE DISPERSION VERTICALE CHEZ
TRICHOGRAMMA CACOECIAE MARCHAL (HYM : TRICHOGRAMMATIDAE) DANS LES
PALMERAIES DU SUD TUNISIEN

O. KHOUALDIA ⁽¹⁾, J. PIZZOL ⁽²⁾, A. FERRAN

⁽¹⁾ INRAT Centre de Recherches Phoenicicoles, 2260 Degache, Tunisie

⁽²⁾ INRA–UR 880 URIH, 400, route des Chappes, BP 167, 06 903 Sophia-Antipolis Cedex,
France – e-mail : Jeannine.Pizzol@sophia.inra.fr

RESUMÉ

Une étude de la dispersion de *Trichogramma cacoeciae* Marchal souche oasienne (Hymenoptera : Trichogrammatidae) a été effectuée dans une palmeraie du Centre Régional de Recherches en Agriculture Oasienne à Tozeur (Tunisie) dans l'objectif de mettre au point une méthode de lutte biologique contre *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera : Pyralidae). Les trois variables étudiées : dose de trichogrammes lâchée, hauteur des lâchers et orientation des œufs hôtes à parasiter se sont avérés avoir un impact déterminant. Globalement, le parasitisme augmente en fonction de la dose utilisée et de la proximité du lâcher par rapport au régime de dattes. Les trichogrammes semblent s'orienter préférentiellement vers l'est, probablement à cause de facteurs environnementaux. Les modalités des lâchers et les résultats obtenus ont été discutés pour mettre à la disposition des agriculteurs un procédé facile d'utilisation et économiquement acceptable.

Mots clés : pyrale des dattes, *Ectomyelois ceratoniae*, *Trichogramma cacoeciae*, dispersion, palmier dattier

SUMMARY

VERTICAL DISPERSION OF *TRICHOGRAMMA CACOECIAE* MARCHAL (HYM: TRICHOGRAMMATIDAE) IN PALM GROVES OF SOUTH TUNISIA

A study of the dispersion of *Trichogramma cacoeciae* (Marchal) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) was carried out in a palm plantation in Tunisia (Régional de Recherches en Agriculture Oasienne, Tozeur). The aim of the program was to develop a biological control method against *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). Three variables were studied: dose of *Trichogramma*, height of releases and orientation on the tree of host eggs to be parasitized. Each one had a significant impact. The parasitism increased with dose and with proximity of the bunch of dates. The *Trichogramma* seem to head preferentially for the east, probably because of environmental factors. The method of release and the results obtained were discussed to finalize a process for the farmers, easy to use and economically acceptable.

Keys words : carob moth, *Ectomyelois ceratoniae*, *Trichogramma cacoeciae*, dates, date palm scattering capacity

INTRODUCTION

Le palmier dattier est la composante principale de l'agriculture dans les oasis du sud tunisien, et constitue l'essentiel de l'économie de ces régions. Son importance est d'autant plus grande qu'il sert de protection à un système de culture comprenant des espèces fruitières et maraîchères. Il revêt donc un intérêt particulier dans ce système de production, complexe et fragile, qu'est l'écosystème oasien.

Bien que le secteur phoenicole tunisien soit en pleine expansion, la qualité commerciale de la datté n'a pas enregistré une amélioration appréciable en raison des dégâts occasionnés par les ravageurs, notamment *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lep : Pyralidae) ou pyrale des caroubes, qui est un insecte polyphage. Outre les gousses de caroubes, sa larve se nourrit de fruits très variés tels que coings, grenades, oranges, figues, raisin, noix, nèfles du Japon, châtaignes et notamment les dattes (Biliotti et Daumal, 1969; Balachowsky, 1972 ; Daumal *et al.*, 1975, Jarraya et Vinson, 1980, Daumal, 1987).

Les interventions chimiques contre ce ravageur se sont avérées de portée limitée, compte tenu d'une part de l'échelonnement sur une grande période du vol des adultes issus des larves hivernantes, et d'autre part du comportement particulier des chenilles néonates. Celles-ci très actives, se trouvent quelques heures après l'éclosion à l'intérieur des dattes et sont de ce fait à l'abri de tout contact avec un insecticide.

Une souche indigène, de *Trichogramma cacoeciae* Marchal, parasite oophage d'*E. ceratoniae*, a été découverte (Khoualdia *et al* 1995) et identifiée (Pizzol *et al.*, 2005). Une unité d'élevage de ce parasitoïde a été mis en place et des lâchers préliminaires sur palmiers-dattiers ont été effectués dans le cadre d'un programme de lutte intégrée contre ce ravageur. Pour faciliter son utilisation par les agriculteurs, pour éviter, en particulier, les lâchers à proximité des régimes de dattes, nous avons étudié la capacité de dispersion verticale chez ce parasitoïde.

MATERIEL ET METHODES

La parcelle expérimentale

Le travail a été effectué dans la parcelle expérimentale du Centre Régional de Recherches en Agriculture Oasienne de 4 ha située à Tozeur. Cette dernière regroupe une importante collection de pollinisateurs, une collection d'hybrides et 125 palmiers dattiers de la variété Deglet Nour, pour la plus grande partie âgée de 40 ans et plantée en lignes à 8 m de distance les uns des autres.

La multiplication du parasitoïde

La multiplication du parasitoïde a été réalisée à l'aide d'œufs d'*Ephestia kuehniella* Zeller suivant la technique mise au point par Daumal *et al.*, (1975). Des plaquettes de carton (6cm x 0,9cm) portant des œufs d'*E. kuehniella* sains (environ un millier), sont introduites dans les tubes à hémolyse contenant des trichogrammes qui viennent d'émerger. Lorsque les œufs sains sont parasités et par conséquent deviennent noirs, les plaquettes sont découpées en inoculum. Chaque inoculum est placé dans un tube à hémolyse propre qui reçoit une nouvelle plaquette d'œufs sains dès l'émergence des adultes. Ces derniers sont nourris avec du miel pur. Un élevage permanent a été ainsi maintenu à une température de 22°C, et une humidité relative de 70 ± 5 % et une photopériode de L16 : D 8.

Cet élevage a permis d'obtenir, pendant toute l'année et aux dates souhaitées, le nombre de trichogrammes nécessaires à la mise en place de l'essai.

La capacité de dispersion verticale chez *T. cacaoeciae*

Dans cet essai nous avons utilisé trois doses de trichogrammes pour les lâchers 5000, 10000 et 20000 trichogrammes. Pour chaque dose, nous avons utilisé trois hauteurs de lâchers : 1.5m, 2.5m et niveau du régime de dattes en partant du bas du stipe vers le haut. Pour chaque niveau de lâcher et pour chaque dose, quatre plaquettes contenant chacune 500 œufs d'*E. kuehniella* sains ont été placés au niveau du régime à raison d'une plaquette par point cardinal, chaque traitement (dose + niveau de lâcher) a été répété quatre fois.

Après un séjours de 72 heures sur les palmiers, les plaquettes d'œufs hôtes initialement sains sont ramenées au laboratoire et conservées à une température de $25 \pm 2^\circ\text{C}$ et une humidité relative de $70 \pm 5 \%$ jusqu'à leur noircissement (signe de parasitisme) ou à l'éclosion de la chenille d'*E. kuehniella*. Deux paramètres ont été estimés : le taux de découverte qui est le nombre de plaquettes portant des œufs parasités par rapport au nombre total de plaquettes mises en expérience et le parasitisme qui est le nombre total d'œufs parasités parmi les 500 œufs sains de chaque plaquette.

Les résultats ont fait l'objet d'une analyse ANOVA complété par un test T pour le classement des moyennes lorsqu'elles sont significativement différentes.

RESULTATS

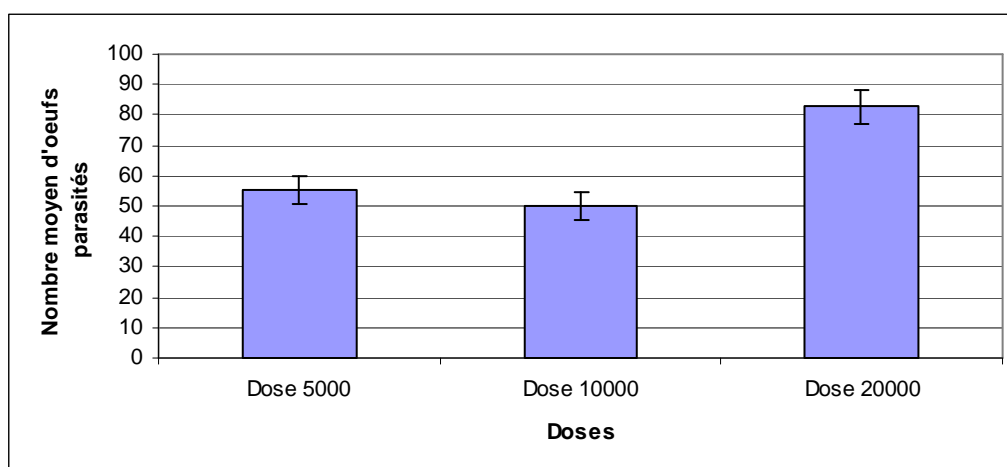
La comparaison du parasitisme des œufs sains de l'hôte de substitution par les trichogrammes lâchés montre des différences très significatives ($F = 4.05$; $p < 0.0001$) en fonction des trois variables considérées (dose des lâchers, hauteur des lâchers et orientation des plaquettes portant les œufs sains d'*E. kuehniella*).

Effet dose

L'analyse montre que la dose de *T. cacaoeciae* a un effet très significatif sur le parasitisme ($F = 11.6$; $p < 0.0001$) quelle que soit la hauteur des lâchers et l'orientation des œufs sains d'*E. kuehniella*.

Figure 1 : Nombre moyen d'œufs parasités en fonction des doses de trichogrammes quelles que soient la hauteur du lâcher et l'orientation des plaquettes d'œufs hôtes sains (avec les erreurs standards)

Mean number of parasitized eggs according to the dose of Trichogramma whatever height of the release and orientation of the host eggs (\pm SE)

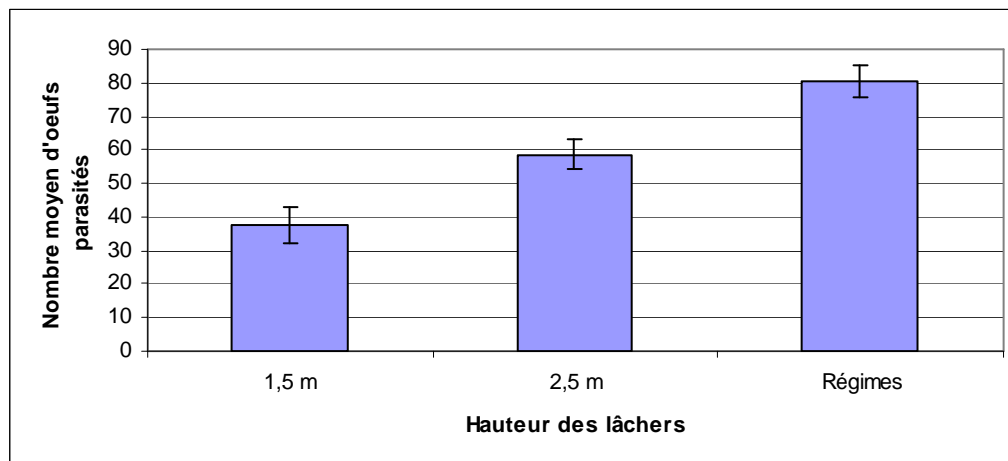


Le test T montre que la dose 20 000 trichogrammes se traduit par un nombre moyen d'œufs sains parasités de 82.7, significativement supérieur au parasitisme obtenu avec les deux autres doses, 5000 trichogrammes (55,3 œufs hôtes parasités) et 10 000 trichogrammes (50,1 œufs hôtes parasités). Pour ces deux dernières doses, il n'y a pas de différence significative.

Effet hauteur

La hauteur des lâchers a un effet très significatif sur le parasitisme quelle que soit la dose utilisée et quelle que soit l'orientation des œufs hôtes ($F = 16.02$; $p < 0.0001$). Le parasitisme augmente significativement en fonction de la hauteur 37.4 œufs sains parasités en moyenne lorsque le lâcher est effectué à 1,5 m du sol, 58.6 œufs sains parasités lorsqu'il est fait à 2,5 m et 80.5 œufs sains parasités lorsqu'il est fait au niveau du régime (figure 2).

Figure 2 : Nombre moyen d'œufs parasités en fonction de la hauteur des lâchers de trichogrammes quelles que soient la dose lâchée et l'orientation des plaquettes d'œufs hôtes sains (avec les erreurs standards)
Mean number of parasitized eggs according to the height of the Trichogramma releases whatever dose released and orientation of the host eggs ($\pm SE$)



Effet orientation

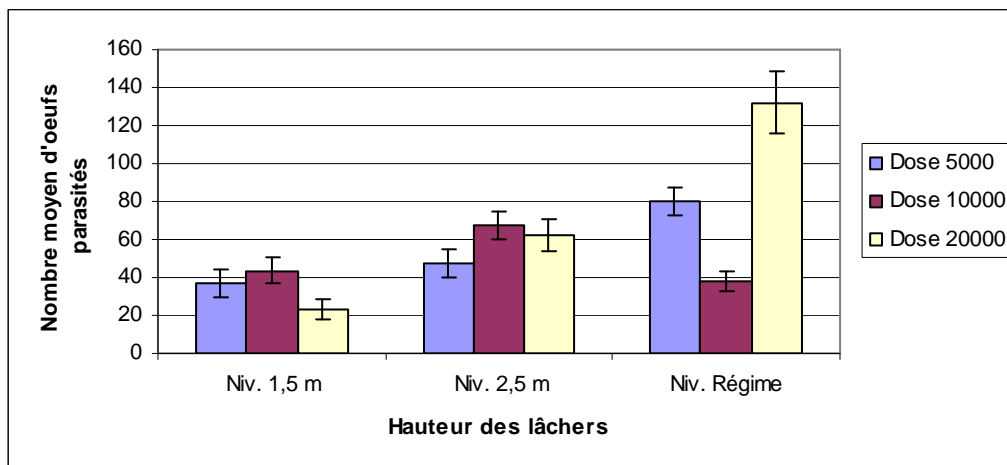
L'analyse statistique met en évidence une différence faiblement significative ($F = 3.05$; $p < 0.03$). Globalement le parasitisme diffère entre l'est (67.9 œufs sains parasités) et le nord (50.3 œufs sains parasités). Les autres orientations sud (65.6 œufs sains parasités) et ouest (57.4 œufs sains parasités) sont intermédiaires et ne sont pas significativement différentes entre-elles.

Interaction dose - hauteur

Le taux de parasitisme augmente en fonction, à la fois, de la dose et de la hauteur des lâchers ($F = 12.92$; $p < 0.0001$) à l'exception de la dose 10 000 trichogrammes placés au niveau du régime où il y a eu une destruction des œufs d'*E. kuehniella* sains par les fourmis. La meilleure combinaison est la dose 20 000 trichogrammes placés dans le régime (figure 3).

Figure 3 : Nombre moyen d'œufs parasités en fonction de la dose et de la hauteur des lâchers de trichogrammes quelle que soit l'orientation des plaquettes d'œufs hôtes sains (avec les erreurs standards)

Mean number of parasitized eggs according to the dose and the height of the Trichogramma releases whatever orientation of the healthy host eggs (\pm SE)



Par rapport aux données brutes, on peut noter que le nombre d'œufs parasités pour la modalité « dose 20 000 - hauteur dans le régime » est trois fois supérieure aux lâchers effectués à 1,5 m quelle que soit la dose et est doublé par rapport aux lâchers effectués à 2,5 m quelle que soit la dose.

Il n'y a pas de corrélation entre la dose et l'orientation du parasitisme ($F = 1.6$; $P = 0.15$) et entre la hauteur des lâchers et l'orientation du parasitisme ($F = 0,34$; $p < 0.91$).

Taux de découverte des œufs de l'hôte de substitution *E. kuehniella*

Les résultats obtenus lors de cette expérimentation démontrent clairement que le trichogramme est capable de monter jusqu'au niveau des régimes. En effet, le taux de découverte des œufs hôtes enregistré est de 100 %, indépendamment du niveau de lâcher et de la dose (tableau : 1).

Tableau 1: Nombre de plaquettes découvertes (une plaquette par point cardinal pour chaque dose et niveau de lâcher soit 4 plaquettes par palmier et 4 répétitions = 16 plaquettes)

Number of discovered plates (a small plate by cardinal point for each dose and level of release i.e. 4 small plates per palm tree and 4 replicates = a total of 16 small plates)

Niveau	Dose		
	5000	10000	20000
1,5 m	16	16	16
2,5 m	16	16	16
Niveau Régime	16	16	16

DISCUSSION

Dans une perspective de lutte biologique contre *E. ceratoniae*, il est envisagé d'utiliser un trichogramme indigène *T. cacoeciae*, dont l'élevage industriel est possible avec une proie de substitution *E. kuehniella*. En vue d'optimiser la méthodologie des traitements biologiques, nous avons étudié l'effet de la quantité de trichogrammes lâchés, de la hauteur des lâchers sur le parasitisme d'œufs sains d'*E. kuehniella* collés sur des plaquettes de carton et disposées aux quatre points cardinaux à proximité des régimes de dattes.

L'analyse des résultats met en évidence un effet très significatif de ces variables sur le parasitisme. Le parasitisme augmente avec la dose et avec la hauteur du lâcher. La meilleure efficacité est obtenue lorsque la dose utilisée est de 20 000 trichogrammes et lorsque les trichogrammes sont disposés dans le régime. Il apparaît que le parasitisme des œufs hôtes est plus élevé lorsque les œufs hôtes sains sont disposés côté est. Il y a probablement un facteur écologique qui intervient notamment la lumière (ensoleillement) matinale dans la palmeraie et le rythme biologique des trichogrammes. En effet les trichogrammes éclosent en majorité le matin (Pompanon *et al.*, 1995) et sont alors plus actifs. Kot (1995) signalait une dispersion des trichogrammes la plupart du temps à l'est et au sud sur pommier au printemps alors qu'en été la dispersion était plus uniforme dans toutes les directions. Toutefois, il apparaît que les trichogrammes sont capables de se disperser dans toutes les orientations, même si l'est est privilégié, comme le montre le taux de découverte des œufs hôtes sains (100%). Même lâchés à 1,5m ou 2,5m les trichogrammes sont capables de parasiter les œufs d'*E. kuehniella* placés dans les régimes. Cette dispersion verticale a été vue par Smith (1988) sur *Pinus banksiana* et *Picea glauca* après des lâchers de *Trichogramma minutum*.

Cette espèce de trichogramme existe dans les palmeraies à l'état naturel mais en faible quantité. Si on considère que leur répartition est homogène, les résultats obtenus témoignent de l'impact des populations lâchées.

CONCLUSION

Les résultats sur la dispersion et le parasitisme obtenus avec les lâchers de *T. cacoeciae* sur palmier – dattiers apparaissent très encourageants. Nous avons mis en évidence la capacité de ce trichogramme à se disperser verticalement. En effet, même pour les lâchés effectués à 1,5m au-dessus du sol, les trichogrammes ont pu atteindre les œufs placés au niveau des régimes.

Bien que le parasitisme soit plus important lorsque les lâchers ont été effectués dans les régimes, les lâchers effectués à 2,5m du sol nous ont permis d'obtenir un taux de parasitisme tout à fait acceptable que l'on pourrait peut être améliorer. La solution serait de tester des doses supérieures à 20 000 trichogrammes par palmier, à condition qu'elles soient économiquement acceptables.

لقد تمت دراسة مدى قابلية الإنتشار العمودي لطفيلي التريكوجرام المستخدم في مكافحة الحيووية لدودة التمور وذلك بضيعة التجارب التابعة للمركز الجهوي للبحوث في الفلاحة الواحية بتوزر- الجمهورية التونسية، قصد تسهيل عملية إستخدام هذا الطفيلي من قبل المزارعين. أظهرت النتائج المسجلة أن المعاملات الثلاثة المستخدمة في هذه التجربة (عدد الطفيل المطلق، مستوى الأطلاق وإتجاه وضع بيض العائل) كانت لها تأثيرات هامة وبصورة عامة فإن نسبة التطفل تتناسب طردا مع عدد الطفيلي المطلق وعكسيا مع موقع الأطلاق بالنسبة الى مستوى العرجون.

<يتضح أيضا من هذه الدراسة ان الشرق هو الإتجاه المفضل لإنتشار طفيل التريكوجرام ويمكن ان يعزى ذلك لعدد من العوامل البيئية.

تمت مناقشة طرق أطلاق الطفيل والنتائج الحاصلة من عملية إطلاقه في إطار البحث عن طريقة مجدية وسهلة الإستعمال في مكافحة دودة التمور

كلمات مفتاحية: دودة التمور، طفيلي التريكوجرام، الإنتشار العمودي، نخيل التمر

REFERENCES

- Balachowski A.-S., 1972 - *Entomologie appliquée à l'agriculture*, Paris Tome II. Masson et Cie Editeur. Paris.
- Biliotti E. et Daumal J., 1969 - Biologie de *Phaneretoma flavitestaciae* Fischer (Hym : Braconidae. Mise au point d'un élevage permanent en vue de lutter contre *E.ceratoniae* Zeller. *Ann. Zool.Eco. anim.*, 1,4, 379-394.
- Daumal J., Voegelé J. et Brun P., 1975 - Les Trichogrammes II. Unité de production massive et quotidienne d'un hôte de substitution *Ephestia Kuehniella* Zeller. *Ann. Zool. Ecol. Anim.*, 7, 45-59.
- Daumal J., 1987 - Contribution à l'étude de la biologie d'*Ephestia kuehniella* Zeller (Lep. : Pyralidae. Application aux élevages intensifs. *Diplôme d'Etudes Doctorales, Aix, France*, 93 p.
- Jarraya A., Vinson G., 1980 - Contribution à l'étude de l'entomofaune du pistachier. IV. Observation biologique et écologique sur *E.ceratoniae* Zeller (Lep : Pyralidae). *Ann. de l'Inst. Nat. De la Rech. Agron. De Tunisie*, 53,1, 1-42.
- Koualdhia O., Rhouma A., Jarraya A., Marro J.P., et Brun J., 1995 - Un trichogramme, nouveau parasite d' *E.ceratoniae* Zeller (Lep : Pyralidae). en Tunisie. *Ann. de l'Inst. Nat. de la Rech. Agron. De Tunisie*, 68, 145-151.
- Kot J., 1995 - Distribution of *Trichogramma embryophagum* (HTG.) (Hymenoptera, Chalcidoidea) in apple tree crowns. *Polish Ecological Studies*, 21, 1, 25-35.

- Pizzol J., Khoualdia O., Ferran A., Chavigny P., Vanlerberghe- Massuti F., 2005 - A single molecular marker to distinguish between strains of *Trichogramma cacoeciae*. *Biocontrol Science and Technology*, 15, 5, 527-531.
- Pompanon F., Fouillet P. & Bouletrau M., 1995 - Emergence rhythms and protandry in relation to daily patterns of locomotor activity in *Trichogramma* species. *Evolutionary Ecology*, 9, 467-477.
- Smith S.-M., 1988 - Pattern of attack on spruce budworm egg masses by *Trichogramma minutum* (Hymenoptera : Trichogrammatidae) released in forest stands. *Environmental Entomology*, 17,6, 1009-1015.