



HAL
open science

Développement d'un programme de lutte biologique contre le ravageur du palmier [*Paysandisia archon*] à l'aide de parasitoïdes oophages

Bastien Cabrol, ETTY Colombel, Maurane Buradino, Jean Claude Gaglio, Jean
Claude Martin, Elisabeth Tabone

► To cite this version:

Bastien Cabrol, ETTY Colombel, Maurane Buradino, Jean Claude Gaglio, Jean Claude Martin, et al.. Développement d'un programme de lutte biologique contre le ravageur du palmier [*Paysandisia archon*] à l'aide de parasitoïdes oophages. [Rapport de recherche] auto-saisine. 2014. hal-01182866

HAL Id: hal-01182866

<https://hal.science/hal-01182866>

Submitted on 4 Aug 2015

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Développement d'un programme de Lutte biologique contre le ravageur du palmier *Paysandisia archon* à l'aide de parasitoïdes oophages

B. Cabrol⁽¹⁾, E. Colombel⁽¹⁾, M. Buradino⁽¹⁾, F. Gaglio⁽¹⁾, JC. Martin⁽²⁾, E. Tabone⁽¹⁾

⁽¹⁾ INRA, UEFM Site Villa Thuret, Laboratoire BioContrôle, 90 Chemin Raymond, 06160 Antibes, France

⁽²⁾ INRA, UEFM Domaine Saint Paul, Site Agroparc, 84914 Avignon cedex 9, France

Résumé

Originaire d'Argentine, le papillon palmivore *Paysandisia archon* (Burmeister) poursuit sa progression en région méditerranéenne en entraînant des dégâts considérables sur les palmiers et des pertes économiques importantes. Il est donc urgent de trouver une solution biologique pour contrôler ce ravageur, en respectant l'environnement et la santé humaine. Les Trichogrammes, dont l'efficacité a déjà été prouvée en lutte biologique sur différentes cultures, ont été testés au laboratoire et sur le terrain. Au laboratoire, neuf souches de Trichogrammes ont été mises en présence des œufs du ravageur, selon plusieurs modalités. Parallèlement, des lâchers expérimentaux de ces parasitoïdes ont été effectués en mésocosmes et sur le terrain. Les taux d'avortement et de parasitisme des œufs ainsi obtenus ont été analysés afin d'évaluer l'effet des Trichogrammes. Ces derniers ont un effet significatif sur l'avortement des œufs, supérieur au taux d'avortement naturel. Certains œufs ont été parasités par les Trichogrammes (présence d'embryons à l'intérieur). Les Trichogrammes sont donc prometteurs pour envisager une lutte biologique contre *P. archon*, à terme.

Mots-clés : parasitoïdes oophages, parasitisme, biocontrôle, palmier, *Paysandisia archon*

Abstract

Native of Argentina, the Palm Borer moth, *Paysandisia archon* (Burmeister) continues to progress in Mediterranean region, resulting in more damages on palm trees and economic losses. It is urgent to find a solution of biological control in order to control this pest, respecting the environment and human health. Trichogramma, known as biological control on different crops, were tested in laboratory and in the nature. In laboratory, nine strains of Trichogramma were tested on the eggs of *P. archon* according to several modalities.

In the same time, these parasitoids were released in indoor mesocosms and on palm trees in the nature. Abortion and parasitism rates were analyzed to appreciate Trichogramma effect. They have a significant effect on eggs abortion, superior to the natural abortion rate. Some eggs were parasitized by Trichogramma (embryos inside). So, Trichogramma are hopeful in biological control against *Paysandisia archon*.

Keywords: eggparasitoids, parasitism, biological control, palm trees, *Paysandisia archon*

INTRODUCTION

Depuis le début des années 2000, les palmiers du pourtour méditerranéen subissent la pression de *Paysandisia archon*, le papillon palmivore originaire d'Amérique du sud (photo 1).



Photo 1 : *Paysandisia archon*



Photo 2 : Dégâts causés par *P. archon*

Bien qu'il ne soit pas un ravageur dans son aire d'origine (Sarto I Monteys V. & Aguilar L., 2005), il est aujourd'hui responsable de nombreux dégâts sur les palmiers de la côte méditerranéenne. Les larves phytophages sont responsables des dégâts observés sur les palmiers (photo 2) : déformation du tronc, dessèchement anormal des palmiers, feuilles perforées, présence de sciure, développement anormal des bourgeons axillaires et trous de galerie dans le stipe (EPPO, 2008). Devenus plantes d'ornement, les palmiers font partie intégrante du paysage de la Côte d'Azur. De par leur qualité esthétique, ils représentent le littoral méditerranéen. Par l'action de ce ravageur, ce patrimoine est aujourd'hui menacé de disparaître.

En effet, les conséquences environnementales, paysagères et économiques sont désastreuses. Au niveau économique, ce sont déjà 100 millions d'euros (Ferrero E. *et al.*, 2014) qui ont été investis pour lutter contre ce lépidoptère (et contre le charançon rouge du palmier, *Rynchophorus ferrugineus*). Néfaste pour l'environnement et la santé humaine, la lutte chimique est à éviter. Des moyens de lutte alternatifs existent déjà tels que le contrôle mécanique (glue) (Peltier J.-B., 2013) ou la lutte biologique à l'aide de pathogènes. L'utilisation du champignon *Beauveria bassiana* (Millet S. *et al.*, 2007) et du nématode *Steinernema carpocapsae* (Nardi S. *et al.*, 2009) s'est avérée efficace contre le ravageur. Cependant, ces méthodes alternatives sont coûteuses et difficiles à mettre en place.

Le projet européen Palm Protect (2012-2014, 3 millions d'euros) intitulé « Stratégies pour l'éradication et le confinement des ravageurs invasifs des palmiers *Paysandisia archon* et

Rhynchophorus ferrugineus » a pour objectif d'étudier la biologie de ces insectes et de trouver des moyens de contrôle. Dans le cadre de ce projet, nous avons travaillé sur un nouveau moyen de lutte biologique à l'aide de parasitoïdes oophages. C'est une solution respectueuse de l'environnement et donc une excellente alternative aux traitements phytosanitaires habituels. Les parasitoïdes oophages effectuent une partie de leur développement à l'intérieur de l'œuf de l'hôte. Agir à ce niveau du développement permet de tuer l'œuf avant l'apparition des larves et donc des dégâts. Les Trichogrammes (Hymenoptera : Trichogrammatidae) sont fréquemment utilisés en lutte biologique (Tiradon M. *et al.*, 2013) sur diverses cultures contre différents ravageurs. Ils ont déjà donné des premiers résultats satisfaisants en laboratoire (Tabone E. *et al.*, 2013) ; plusieurs souches ayant déjà réussi à parasiter des œufs de *P. archon*. Bien qu'à l'heure actuelle, aucune émergence de la nouvelle génération de parasitoïdes n'ait été observée (Ferrero E. *et al.*, 2014), les œufs parasités sont morts.

Nous avons continué les expérimentations en laboratoire (screening sur œufs de *Paysandisia archon* sur support inerte) et en mésocosmes (sur palmiers en milieu contrôlé) et nous avons conduit des premiers lâchers de Trichogrammes sur le terrain, afin d'estimer la faisabilité en conditions naturelles. En laboratoire, le « screening » constitue la première étape et permet de déterminer l'acceptation de l'œuf de l'hôte par l'étude des taux de parasitisme et d'avortement. Parallèlement, des premiers lâchers de Trichogrammes en mésocosmes ont été effectués avec les souches ayant déjà montré des taux d'efficacité globale (parasitisme et avortement) satisfaisants l'année précédente ; ceci afin d'affiner notre choix et de vérifier leur efficacité sur palmiers.

MATERIELS ET METHODES

Approvisionnement en œufs

Les œufs de *Paysandisia archon* ont été expédiés par le CIRAD de Montpellier. Ils ont été conditionnés et expédiés dans des enveloppes spécifiques et maintenus à $24^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ pendant le transport. Dès leur réception, ils ont été conservés à 6°C (afin d'interrompre leur développement) ou utilisés directement pour les expériences.

Elevage des Trichogrammes

Les différentes souches de Trichogrammes ont été élevés dans des tubes miellés (longueur : 7cm, diamètre : 1cm) sur des œufs d'*Ephestia kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera : Pyralidae) préalablement irradiés aux UV. Les Trichogrammes adultes émergent des œufs parasités au

bout de 10 jours (± 1 jour selon les souches, à 25°C). Dès l'émergence des parasitoïdes, une nouvelle plaquette d'œufs d'*E. kuehniella* est introduite dans le tube. L'élevage a été effectué à $25 \pm 1^\circ\text{C}$, avec $75 \pm 10\%$ d'humidité relative et une photopériode 16L:8D (16 heures de jour : 8 heures de nuit). Les souches sont élevées en continu (souchier) au sein du Laboratoire Biocontrôle, UEFM, INRA PACA, à Antibes, France.

Screening des Trichogrammes en tubes

Au total, 9 souches de Trichogrammes ont été testées sur les œufs du ravageur, codées ainsi : A, Ba, Db, Ea, G, H, K, M et P.

Rapidement après réception, les œufs de *P. archon* ont été mis en contact avec les parasitoïdes à l'intérieur de tubes en plexiglass transparent, de 14 cm de long et 3,5 cm de diamètre (un œuf par tube). Plusieurs ratios ont été testés (1, 5, 10 ou 15 femelles trichogramme pour 1 œuf papillon) pendant 24h ou 48h. Pour leur développement, les œufs ont ensuite été transférés dans des tubes plus petits (longueur : 7 cm, diamètre : 1 cm) dans lesquels ils ont été conservés 20 jours. Les œufs ont ensuite été disséqués. Les analyses ont porté essentiellement sur les taux de parasitisme et d'avortement des œufs ainsi que sur l'efficacité globale. L'efficacité globale regroupe le taux d'avortement et le taux de parasitisme (mortalité globale des œufs). Afin de déterminer la part d'avortement due à l'action des Trichogrammes, le taux d'avortement naturel a été comparé à celui observé après screening. Pour déterminer ce taux d'avortement naturel, un tube témoin ne contenant que des œufs du ravageur (sans trichogramme) a été placé en parallèle. L'émergence éventuelle des parasitoïdes a aussi été suivie. Pour chaque souche et pour chaque ratio, l'expérience a été répétée 10 fois. Les expérimentations et observations ont été faites dans les mêmes conditions que l'élevage, soit à une température de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, avec $75 \pm 10\%$ d'humidité relative et une photopériode 16L:8D.

Screening des Trichogrammes en mésocosmes

Des lâchers de Trichogrammes ont été effectués en laboratoire, sur des palmiers en pots. Au total, cinq *Chamaerops humilis* ont été utilisés. Une partie des œufs de *P. archon* reçus a été déposée manuellement sur les palmiers. Puis, les plaquettes contenant les parasitoïdes ont été déposés sur les palmiers suivant plusieurs modalités (1 ou 5 plaquettes par stipe). Chaque plaquette correspond à 1.000 nymphes de trichogramme prêtes à émerger. Le sexe ratio de chaque souche a été pris en compte. Aussi, la position des œufs par rapport à la plaquette a été notée afin d'évaluer la capacité de dispersion des Trichogrammes. Au total, 7 lâchers expérimentaux ont été effectués. Les souches utilisées sont celles qui ont

préalablement montré des taux de parasitisme et d'avortement satisfaisants en laboratoire soit A, Da et G.

Les expériences ont été conduites dans 3 pièces confinées, à $25 \pm 2^\circ\text{C}$, avec $75 \pm 10\%$ d'humidité relative et une photopériode 16L:8D. Un tube contenant des œufs de *P. archon* a également servi de témoin pour le taux d'avortement naturel.

Nous avons récupéré les œufs du ravageur 7 jours après les lâchers et avons surveillé le devenir des œufs (émergence de la chenille, parasitisme ou avortement).

Lâchers de Trichogrammes sur le terrain

Parallèlement, des lâchers préliminaires ont été effectués sur des palmiers en milieu naturel. Les espèces de Trichogrammes testées sur le terrain sont les mêmes que celles testées en mésocosmes : A, Da et G.

Nous avons conduit les lâchers sur des palmiers attaqués par *P.a archon*, sur les espèces préférentiellement attaquées par ce lépidoptère ; *Chamaerops humilis*, *Phoenix canariensis* et *Washingtonia robusta*. . Seuls des petits individus ont été sélectionnés afin d'avoir un accès facile à la couronne (sommet) du palmier.

Au total, 10 palmiers remplissant ces conditions ont été choisis. Les plaquettes ont été placées, au nombre de 3 à 5 selon la largeur des stipes, dans les fibres du palmier. Les lâchers ont été effectués plusieurs fois pendant Juillet et Août, par temps calme et clair.

Nous avons récupéré les œufs du ravageur 7 jours après les lâchers, afin de déterminer les taux de parasitisme et les taux d'avortement et de surveiller les émergences éventuelles des parasitoïdes.

Statistiques

L'analyse des données a été réalisée à l'aide des tests de Kruskal-Wallis et de Wilcoxon-Mann-Whitney du logiciel RStudio®.

RESULTATS

Screening des Trichogrammes en tubes

Taux de parasitisme

Cinq souches de Trichogrammes ont parasité des œufs de *P. archon*. Les souches A, Ba, Db, Ea et K ont parasité chacune au moins un œuf du ravageur. Les œufs parasités prennent une couleur gris-noir qui est dû au développement des embryons de Trichogrammes à l'intérieur de l'œuf. Lors de la dissection, on peut observer ces embryons, facilement reconnaissables aux yeux rouges des parasitoïdes (photo 3).

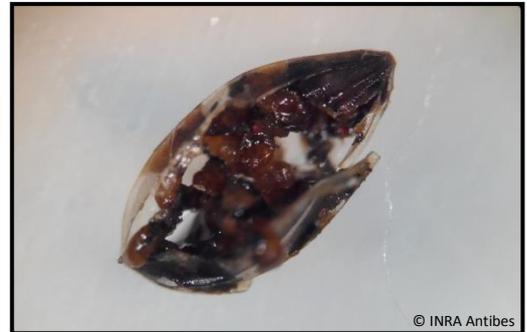


Photo 3 : Embryons de Trichogramme à l'intérieur de l'œuf de *P. archon*

Aucune émergence de Trichogrammes n'a pour l'instant été observée, mais les œufs parasités du ravageur meurent avant l'éclosion des larves.

Taux d'avortement

Les témoins de chaque expérience ont permis de déterminer un taux d'avortement naturel moyen des œufs de *Paysandisia archon*. Sur 78 œufs témoins au total, 32 ont avorté de manière naturelle (41%).

La dissection des œufs avortés (naturellement ou par action des parasitoïdes) a montré une substance liquide jaune-grisâtre.

Le taux d'avortement naturel (41%) a été comparé au taux d'avortement global obtenu après screening. Sur les 224 œufs testés, 133 ont avortés soit 59%. La moyenne des taux d'avortement des œufs après screening est significativement supérieure (p -value=0.002) à la moyenne des taux d'avortement des œufs témoins (au risque $\alpha=5\%$).

Taux d'efficacité globale

Pour la protection des palmiers, c'est l'efficacité globale qui est le plus intéressant (Fig. 1). Cela prend en compte le parasitisme et l'avortement.

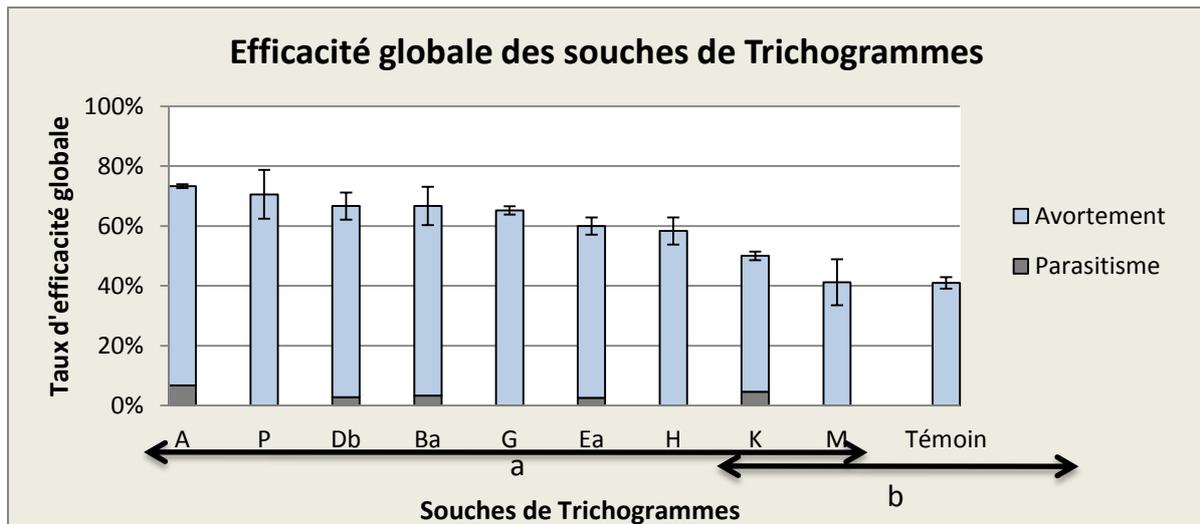


Fig. 1 : Moyennes des taux d'efficacité globale des différentes souches de Trichogrammes testées en tubes, avec les erreurs standards (tous ratios confondus).

Le test de Wilcoxon effectué entre les souches et le témoin a permis de déterminer 2 groupes (a et b). Les souches du groupe « a » présentent des taux d'efficacité globale significativement supérieurs au témoin.

Il n'y a pas de différence significative de taux d'efficacité globale entre les ratios (toutes souches confondues) (p -value=0.27). Par exemple, pour la souche Ba et le ratio 1:10, nous avons obtenu 100% d'efficacité (la totalité des œufs ont été tués) et nous avons obtenu ce même résultat avec la souche P et le ratio 1:1.

Screening des Trichogrammes en mésocosmes

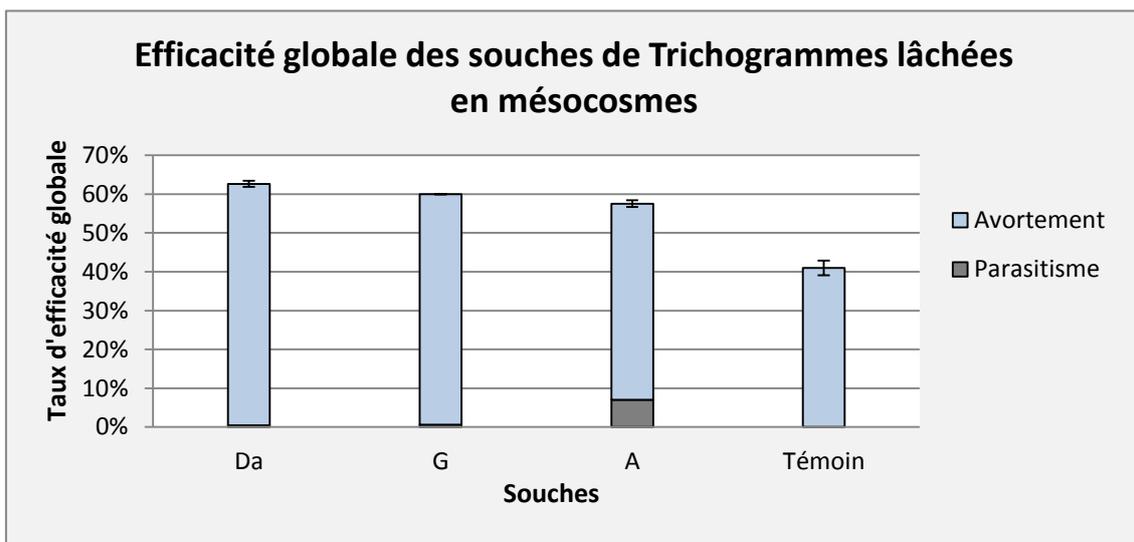


Fig. 2 : Moyennes des taux d'efficacité globale des différentes souches lâchées sur les palmiers en mésocosmes, avec les erreurs standards (tous facteurs confondus).

Le taux d'avortement global obtenu (58%) est significativement supérieur (p -value=0.002) au taux d'avortement naturel (41%). Au niveau du taux d'efficacité globale, nous n'avons pas observé de différence entre les souches A, Da et G et nous avons obtenu jusqu'à 87% d'efficacité selon les répétitions.

La position des œufs n'a pas d'effet sur le taux d'efficacité globale (p -value=0.27).

Enfin, l'augmentation du nombre de Trichogrammes lâchés (de 1.000 à 5.000/stipe) a permis d'obtenir jusqu'à 10 fois plus de parasitisme, pour une même souche.

Lâchers de Trichogrammes sur le terrain

Au total, 6 lâchers de Trichogrammes ont été effectués sur le terrain. Sur 5 œufs récupérés, 2 ont avortés et 3 ont éclos. Au vu de leur date d'éclosion, il s'avère qu'ils ont été pondus une semaine environ après la date de lâcher, donc on ne peut pas en tenir compte (soit les Trichogrammes sont morts avant, soit, ils n'étaient déjà plus présents).

DISCUSSION

Screening des Trichogrammes en tubes

Les Trichogrammes ont un effet sur le taux d'avortement des œufs. En effet, les taux obtenus après screening sont significativement supérieurs, toutes souches confondues, au taux d'avortement naturel des œufs de *P. archon*. Certains œufs avortés peuvent être des œufs consommés « host feeding » par les femelles Trichogrammes (piqûres nutritionnelles) ou des œufs dans lesquels des œufs de Trichogrammes ont été pondus mais dont les larves sont mortes après leur éclosion (Tabone E. *et al.*, 2013). De plus, une tentative de ponte avorté mènera à l'avortement de l'œuf hôte (infection, perte de réserves vitellines...).

Concernant les œufs parasités, le nombre d'embryons présents semble dépendre du ratio (nombres de femelles pour un œuf). Deux embryons ont été trouvés à l'intérieur de l'œuf parasité avec le ratio 1:1 alors que ce nombre augmente à 12 avec le ratio 1:5, 20 et 25 avec le ratio 1:10 et 1:15. Donc globalement, plus le nombre de femelles présentes est important, plus il y a d'embryons à l'intérieur des œufs parasités. Il est à noter que l'œuf parasité par la souche Db (ratio 1:1) a donné 2 embryons et c'est le seul qui soit resté 24h en présence des Trichogrammes (les 3 autres œufs parasités sont restés 48h). On peut alors se demander si la femelle Trichogramme peut revenir pondre plusieurs fois sur le même œuf. D'après Ayvaz A. *et al.* (2008), la fréquence d'oviposition des femelles âgées est supérieure à celle des jeunes

femelles. Ceci pourrait expliquer que plus les femelles restent en présence des œufs (24 à 48h), plus elles sont susceptibles de les parasiter.

Six souches présentent des taux compris entre 80 et 100% en termes d'efficacité globale. Il n'y a pas de différence significative entre les souches (tous ratio confondus) et entre les ratios (toutes souches confondus). Dans nos expérimentations, les ratios 1:1, 1:5 et 1:10 sont aussi efficaces. Il suffit alors de seule e femelle parasitoïde pour tuer un œuf de *P. archon* (prédation ou parasitisme). Ceci montre que la lutte biologique à l'aide de Trichogrammes est tout à fait envisageable.



Photo 4 : Femelle Trichogramme en oviposition sur un œuf de *P. archon*

Screening des Trichogrammes en mésocosmes

Les expérimentations sur palmiers entiers sont beaucoup plus représentatives de la réalité que les expériences en tubes. Ce sont de vraies simulations de lâchers.

De la même manière que pour les screening en tube, le taux d'avortement moyen des œufs déposés sur les palmiers (58%) est significativement supérieur au taux d'avortement naturel (41%). Il y a donc eu prédation active par les Trichogrammes.

Lors de ces lâchers expérimentaux, seize œufs ont été parasités. Certaines femelles ont donc bien réussi à parasiter des œufs de *P. archon*, également en conditions semi-naturelles. De plus, l'augmentation du nombre de Trichogrammes lâchés a eu un effet significatif sur le taux de parasitisme. En effet, on a obtenu jusqu'à 10 fois plus de parasitisme en déposant 5 plaquettes au lieu d'une seule. Cette observation est à prendre en compte lors des futurs lâchers à grande échelle.

La position des œufs a été notée afin d'évaluer la capacité de recherche des Trichogrammes. La comparaison des taux d'efficacité globale (avortement + parasitisme) entre les différentes positions des œufs (au-dessus, derrière, etc...) n'a pas montré de différence significative. Cela signifie que les Trichogrammes sont capables d'exploiter la totalité de la surface d'intérêt (infesté). Ils recherchent activement leur hôte sur le stipe du palmier.

Lâchers de Trichogrammes sur le terrain

Malgré le peu de répétitions effectués, ces premiers lâchers expérimentaux en conditions naturelles ont montré que la technique est faisable. Au cours de ces tests préliminaires, peu d'œufs ont été trouvés sur les sites de lâchers. A l'avenir, pour évaluer correctement

l'efficacité des Trichogrammes en milieu naturel, il faudra travailler sur un plus grand nombre d'œufs de *Paysandisia archon* après les lâchers, Ceci nécessitera plus de temps car les femelles du ravageur pondent de façon dispersée sur plusieurs palmiers (Sarto I Monteys V. & Aguilar L., 2005). Les espèces ayant donné de bons résultats en tube seront testées à grande échelle et avec différentes quantités de Trichogrammes, selon la taille des palmiers.

CONCLUSION

Les Trichogrammes sont donc une solution prometteuse pour développer une lutte biologique contre le ravageur du palmier *Paysandisia archon*. Les souches testées en laboratoire ont augmenté le taux d'avortement des œufs de manière significative. Certaines souches ont également parasité des œufs (présence d'embryons à l'intérieur). Les « screening » en tubes semblent efficaces pour sélectionner les espèces d'intérêt dans la lutte contre le ravageur. Ils ont notamment montré qu'une femelle Trichogramme à elle seule peut tuer son hôte. Globalement, nous avons obtenu jusqu'à 100% d'efficacité pour une des souches testées en tube et jusqu'à 87% pour une des souches testées en conditions semi-naturelles. Sur des palmiers, les parasitoïdes ont donc réussi à trouver et prédateur des œufs hôtes. L'absence de différence de taux d'efficacité globale entre les différentes positions des œufs montre que les Trichogrammes sont capables d'exploiter activement la totalité de la surface infestée. De plus, la quantité à lâcher est un facteur important à prendre en compte. Ces résultats sont encourageants pour la suite des recherches.

Les lâchers de Trichogrammes sont envisageables *in situ*. Le peu de répétitions à déjà montré que la méthodologie mise au point est exploitable. Ces expérimentations sont donc à réitérer, afin de choisir les souches les plus efficaces et, à terme, mettre au point la stratégie de lâcher.

Utiliser des gros parasitoïdes oophages tels qu'*Ooencyrtus sp.* est également une piste intéressante à explorer, cet auxiliaire ayant déjà donné de bons résultats dans la lutte contre le ravageur du palmier à huile (Aldana R.C. & Calvache H., 2002), un lépidoptère de la même famille que *P. archon* (Castniidae).

Le développement d'une lutte biologique à grande échelle sera envisagée en intégrant les autres techniques de lutte actuellement disponible, afin d'obtenir les meilleurs résultats. En effet, chaque méthode contribue à limiter le ravageur à des stades de développement différents.

L'objectif final est de proposer aux particuliers et aux professionnels une méthode de lutte efficace, respectueuse de l'environnement et de la santé, et économiquement abordable afin de limiter la population et la progression de *Paysandisia archon*.

Remerciements : Nous remercions Laurence Ollivier (CIRAD Montpellier) pour la fourniture des œufs de *P. archon* nécessaires à l'étude et Didier Rochat pour la coordination scientifique du programme Palm Protect.

Ce projet de recherche a été financé par le 7^e programme-cadre de la Communauté Européenne dans le programme No. FP7 KBBE 2011-5-289566 (PALM PROTECT).

BIBLIOGRAPHIE

Aldana R.C. & Calvache H. (2002) Biología, hábitos y manejo de *Cyprissius daedalus* Cramer. Barrenador gigante de la palma. *Cenipalma, Boletín Técnico*, 15:0-38.

EPPO/OEPP (2008) Data sheets on quarantine pests *Paysandisia archon*. *OEPP/EPPO*, 38:163-166.

Ferrero E., Fourcade A., Colombel E., Buradino M., Martin J.-C. & Tabone E. (2014) Un parasitoïde oophage pour contrôler *Paysandisia archon* : Le Trichogramme. Premier succès en laboratoire. (En soumission)

Millet S., Bonhomme A., & Panchaud K. (2007) Vers un moyen de lutte contre *Paysandisia archon* ? Un champignon au secours des palmiers. *Phytoma*, 604:38-42.

Nardi S., Ricci E., Lozzi R., Marozzi F., Ladurner E., Chiabrando F., & al. (2009) Use of entomopathogenic nematodes for the control of *Paysandisia*. *Insect Pathogens and Insect Parasitic Nematodes*, 45:375-378.

Peltier J.-B. (2013) Utilisation de la glu contre *Paysandisia archon*. *Colloque méditerranéen sur les ravageurs des palmiers, AFPP, Nice, France*, 131:140.

Sarto I Montey V. & Aguilar L. (2005) The Castniid Palm borer, *Paysandisia archon* (Burmeister, 1880), in Europe: Comparative biology, pest status and possible control methods (Lepidoptera: Castniidae). *Nachr. entomol.*, 26:61-94.

Tabone E., Buradino M., Colombel E., Salignon M., Fourcade A., Ganivet J. & Martin J.-C. (2013) Un parasitoïde oophage pour contrôler *Paysandisia archon* (Burmeister): Le Trichogramme. *3^e conférence sur l'entretien des espaces verts, jardins, gazons, forêts, zones aquatiques et autres zones non agricoles, AFPP, Toulouse, France, 235-244.*

Tiradon M., Bonnet A., Do Thi Khanh H., Colombel E., Buradino M. & Tabone E. (2013) Evaluation of a new biological pest control method against the palm borer, *Paysandisia archon* using oophagus parasitoids. *Colloque méditerranéen sur les ravageurs des palmiers, AFPP, Nice, France, 457:462.*