

**AFPP – COLLOQUE MÉDITERRANÉEN SUR LES RAVAGEURS DES PALMIERS
NICE – 16, 17 ET 18 JANVIER 2013**

**PIÉGEAGE DE MASSE DU CHARANÇON ROUGE DANS LE CADRE D'UNE LUTTE
INTÉGRÉE PROTOCOLE ET CAS PRATIQUES EN ESPAGNE**

B. FEMENIA ET J. SANCHO

⁽²⁾ AVDA. ENRIC VALOR, 3 46100 BURJASOT, ESPAGNE
tecnico@sansan.es – jose.sancho@sansan.es

RÉSUMÉ

La difficulté de contrôler le charançon rouge du palmier a eu pour conséquence une forte expansion du ravageur en Espagne et dans l'arc méditerranéen. Le piégeage de masse avec l'usage de pièges spécifiques et de phéromones d'agrégation est une composante de la lutte intégrée destinée à protéger les palmeraies privées, mais aussi ceux des collectivités avec un protocole spécifique. Une collaboration avec l'Université Polytechnique de Valencia (Espagne) a permis la création du piège Palmatrap et la mise au point de diffuseurs de phéromones optimisés. Les essais réalisés au laboratoire, en conditions semi-field et sur le terrain indiquent que ce nouveau système de piège attractant est efficace, simple de mise en oeuvre, demande très peu d'entretien et représente un coût raisonnable.

Mots-clés : piège, phéromone, attractant, lutte intégrée, *Rhynchophorus ferrugineus*.

SUMMARY

The difficulty in the control of the red palm weevil in palm trees has resulted in the wide expansion of this pest into Spain as well as all along the Mediterranean area. The use of the aggregation pheromone in specific trapping systems is can be a complementary technique in an Integrated Pest Management approach to protect the palm trees. A research project conducted in collaboration with the Polytechnic University of Valencia (Spain) has lead to the design of the trap Palmatrap and an optimized pheromone dispenser to improve the performance of this trapping system. Essays carried out under laboratory, semi-field and field conditions showed that this new pheromone based-trapping system works very well, is easy to install, requireres low level of maintenance and it is cost-effective.

Key words: trap, pheromone, attractant, Integrated Pest Management, *Rhynchophorus ferrugineus*.

INTRODUCTION

Le charançon rouge du palmier, *Rhynchophorus ferrugineus* Olivier (Coleoptera: Dryophthoridae), est le principal ravageur des palmiers de l'arc Méditerranéen. Cet insecte est originaire du Sud-est asiatique. Il a été introduit en l'Égypte en 1993 et en 1995 puis a été détecté dans le Sud de l'Espagne où son expansion à d'autres zones du pays ne se réalisa pas avant 2004 (Barranco *et al.*, 2000; Kaaked, 2001; Llácer *et al.*, 2012). Durant les dernières années il s'est étendu à de larges territoires de l'arc méditerranéen. A ce jour, il est considéré comme le ravageur le plus destructif des palmiers au monde (EPPO, 2008).

Pendant son développement, cet insecte passe par plusieurs phases : l'œuf, la larve et la nymphe et le stade adulte. Il cause les dommages lors de sa phase larvaire car les larves s'alimentent des tissus des palmiers jusqu'à causer leur mort.

Le contrôle des larves du charançon est compliqué étant donné que celles-ci se trouvent cachées à l'intérieure des palmiers. La mesure la plus utilisée pour le contrôle est l'application de traitements chimiques, avec des pulvérisations préventives et curatives (Dembilio *et al.*, 2010), une mesure qui, bien souvent, se montre insuffisante. A ce jour, des études ont donné lieu à d'autres stratégies de lutttes alternatives comme le contrôle biologique (utilisation d'ennemis naturels, de nématodes, d'agents entomopathogènes) et de lutte biotechnique comme l'utilisation de systèmes de piégeage olfactif, partie intégrante des stratégies de lutte intégrées.

L'identification en 1994 du ferrugineol, composant principal de la phéromone d'agrégation du charançon rouge (4-Méthil-5-Nonanol), ouvrit la possibilité de développer un système sélectif de piégeage pour cet insecte. Dans ce sens, durant les dernières années, des pièges à charançon rouge ont été conçus (Hallet *et al.* 1999, Soroker *et al.*, 2005) : les matériels utilisés sont peu spécifiques et demandent une optimisation.

Dans ce contexte, SANSAN PRODESING SL a travaillé en collaboration avec le Centre d'Ecologie Chimique Agricole (Université Politechnique de Valencia, Espagne) avec pour objectif de développer un piège spécifique de *R. ferrugineus* ; composé de deux éléments : un diffuseur de phéromone d'agrégation qui libère la molécule de synthèse de façon effective et contrôlée (attrayant) et un dispositif pour la capture de cet insecte (le piège), adapté à sa biologie et comportement (Alfaro *et al.*, 2011). Ce système piège attractant devrait être hautement efficace dans la capture de l'insecte, en plus d'apporter une facilité de montage et d'installation sur le terrain. Dans cet objectif, les essais suivants ont été réalisés :

- Essais pour obtenir les premiers prototypes de pièges.
- Essais pour valider l'efficacité des pièges dans les conditions du terrain.
- Essais pour obtenir et caractériser les diffuseurs de la phéromone.

Les matériels et les méthodes utilisés pour mener ces essais sont décrits ci-dessous, ainsi que les résultats obtenus dans chacune des phases du procédé de développement du système piège-attractant. On expose notamment un cas pratique d'application du nouveau piège à charançon rouge, en combinaison avec le nouvel attractant lors d'une macro action réalisée par l'Administration pour la protection de la « Palmeraie d'Elche » (Espagne) déclaré au Patrimoine mondial par l' UNESCO.

MATERIEL ET METHODE

MATERIEL

- Matériels plastiques pour la fabrication des prototypes de pièges.
- Membranes polymériques poreuse pour la fabrication des diffuseurs.
- Ferrugineol (4-Methyl-5-nonanol), pureté supérieure au 98%.
- Diffuseurs commerciaux de la phéromone du charançon.
- Piège standard de référence (cube avec des entrées trouées dans la partie supérieure).

METHODE

Développement d'un dispositif pour la capture du charançon. Les essais préliminaires pour valider l'efficacité des différents prototypes étudiés se sont réalisés en conditions de laboratoire (insectarium) et de semi-terrain/champs (pépinière), installations situées à l'Université Polytechnique de Valencia. Plusieurs prototypes de pièges avec une forme pyramidale ont été conçus incorporant 3 variables : le degrés de pente, le diamètre d'accès, le degrés de rugosité.

On a réalisé une étude comparative de l'efficacité dans la capture des nouveaux dispositifs face au piège de référence (seau standard), avec une libération contrôlée d'adultes de charançon dans une cage ventilée. Le prototype qui présenta le meilleur comportement a été sélectionné en vue de sa fabrication, aujourd'hui nommé Palmatrap (Picusan en Espagne).

Des essais pour valider l'efficacité du piège Palmatrap dans les champs. Suite aux essais préliminaires, l'efficacité a été validée dans les champs. Une efficacité du piège Palmatrap face au seau de référence. Les essais se sont réalisés dans un terrain à Godella (Valencia, Espagne), où s'installèrent des pièges Palmatrap et seaux tous avec le même attractant. On a comparé le total des captures cumulées dans les deux pièges tout au long de l'essai (total : 6 lectures de pièges, avec rotation des pièges tous les quatre jours).

Développement de diffuseurs de phéromone, essais pour sa caractérisation et valorisation de son efficacité dans les champs. Ces essais se sont réalisés en laboratoire, dans des conditions établies au préalable, constantes et reproductibles (dans une cabine, avec contrôle de température et de flux d'air). Les cinétiques d'émission de phéromone dans les diffuseurs de référence et les nouveaux prototypes se sont caractérisés par mesures gravimétriques dans les mêmes conditions (diffuseurs fabriqués avec différents types de membranes polymériques régulatrices d'émission). Les diffuseurs qui répondaient aux conditions requises et exigées ont été sélectionnés puis fabriqués industriellement (nom commercial: Pherosan® Rhynchophorus).

Pour valider l'efficacité au champ des nouveaux diffuseurs, des essais de captures comparatifs ont été réalisés afin de caractériser les différents niveaux de captures. L'essai se réalisa chez un pépiniériste de palmiers de Manises (Valencia, Espagne). On a placé un total de 32 pièges contenant le nouveau diffuseur en comparaison avec le même nombre de pièges contenant le diffuseur de référence commercial. La durée de l'étude a été de 12 semaines (du 18 Juillet au 10 Novembre 2011).

Cas pratique du piégeage contre le charançon

La Palméraie d'Elche et les Jardins « Huerto del Cura » constituent un ensemble avec plus de 200.000 palmiers, déclarés au Patrimoine mondial par l' UNESCO en 2000. Dans cette zone de protection prioritaire pour la lutte contre le charançon rouge, le Gouvernement Valencien (la Generalitat Valenciana) a placé en 2010, par l'intermédiaire de la société TRAGSA, plus de 4500 pièges Palmatrap équipés avec le nouveau diffuseur de la phéromone. Les pièges ont été placés dans des champs de culture à proximité de la palmeraie (distance de 7 à 10 kms) à une densité comprise entre 1 et 0,25 pièges par hectare (en fonction du risque d'attaque) et dans le but de réaliser un « monitoring ». Tous les pièges sont installés sur le sol au sein de places, d'espaces verts, de rond-points et en

bordure de terrains privés. Tous les quinze jours, la société chargée de la protection de la Palmeraie réalise les suivis des captures par un comptage de 10% des pièges (entre 400 et 450 comptages), afin de suivre les courbes de vol du charançon rouge et de détecter les zones à haut risque de contamination. Le dispositif agit en tant que ceinture extérieure de protection et permet de réduire les insectes qui pourrait s'introduire.

RESULTATS

ESSAI 1. DEVELOPPEMENT D'UN DISPOSITIF POUR LA CAPTURE DE CHARANÇON.

Les essais réalisés en laboratoires et en semi-field dont le but est de sélectionner les prototypes les plus efficaces, ont montré que les meilleurs pièges sont ceux avec une forme pyramidale, une surface rugueuse et une pente de 66%. Une ouverture supérieure de 9 cm pour que les charançons qui accèdent au piège puissent se précipiter à l'intérieur. Le prototype du piège qui présentait les trois requis, a capturé significativement plus que le piège standard (bac troué, placé semi-enterré).

Les informations obtenues à partir d'essais conduits dans une cage de laboratoire ont permis de concevoir une solution industrielle.

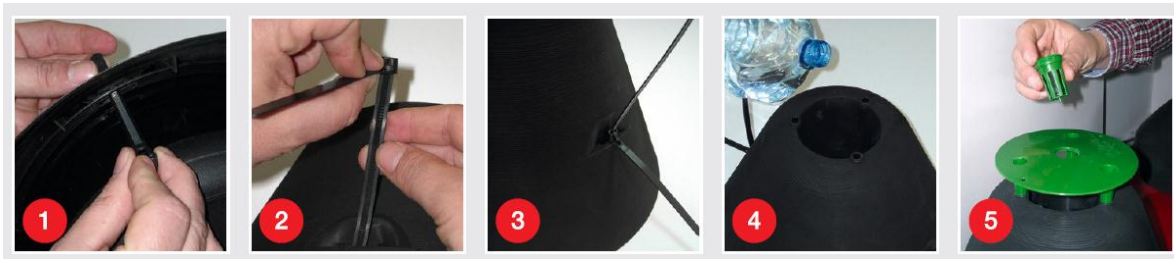
Ce piège (figure 1) compte les éléments suivants :

- Un petit bac inférieur à 25 cm de diamètre et 6 cm d'hauteur (réservoir d'insectes). Cette cuvette permet le remplissage avec de l'eau, pour pouvoir utiliser le piège dans sa version humide (voir paragraphe discussion).
- Un corps pyramidal avec une inclinaison de 66%, une rugosité obtenue avec des lignes concentriques et une invagination intérieure pour éviter que les charançons s'échappent. Le corps doit être uni à la cuvette avec un système de brides réutilisables ou par d'autres moyens (fil de fer...).
- Un couvercle supérieur avec un espace pour accueillir le diffuseur de phéromone. Il protège de l'exposition directe du soleil. Le couvercle est uni au corps pyramidal avec un système de click.

Figure 1 : Piège Palmatrap/ Palmatrap trap.



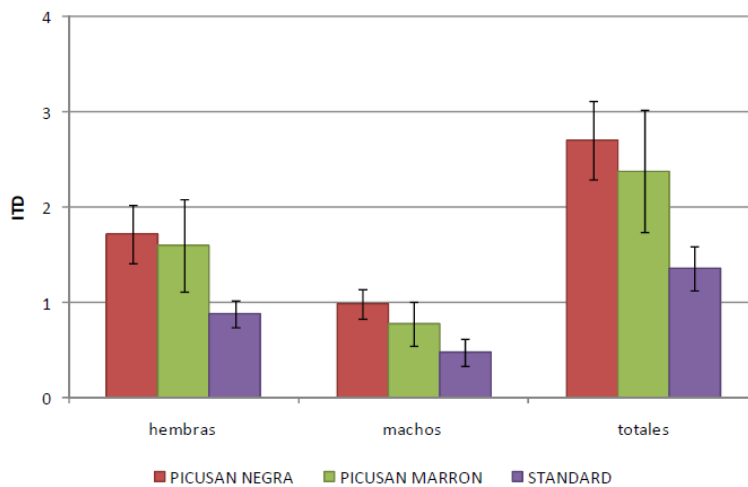
Figure 2 : Les étapes pour l'assemblage des pièges. / Stages in the assembly of the trap.



ESSAI 2. ESSAI POUR VALIDER L'EFFICACITE DU PIEGE PALMATRAP DANS LES CHAMPS.

Au champ les pièges pyramidaux Palmatrap ont capturé statistiquement plus que le piège de référence, équipés tous les modèles avec le même attractant. Cette étude indique aussi que les pièges Palmatrap avec un corps pyramidal de couleur noir capturent plus que ceux avec corps pyramidal marron (figure 3). Même si les différences ne sont pas significatives, pour des raisons de fabrication et design le choix d'adopter la couleur noire fut a été choisie sur la base des résultats d'essais.

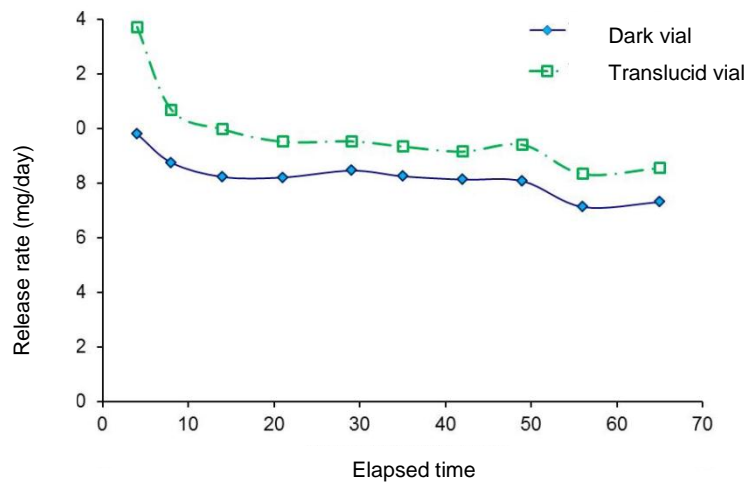
Figure 3 : Charançons capturés par piège et par jour (ITD) pendant l'essai. Red palm weevil caught per trap and day (ITD). A noter que Picusan est le nom équivalent de Palmatrap.



ESSAI 3. DEVELOPPEMENT DE DIFFUSEURS DE PHEROMONE, ESSAIS POUR SA CARACTERISATION ET EVALUATION DE L'EFFICACITE DANS LES CHAMPS.

Dans une première phase on réalise une analyse en laboratoire du comportement des attractants commerciaux. Ainsi, on établit la valeur d'émission et le seuil que devraient avoir les nouveaux diffuseurs pour être aussi efficaces que le produit de référence. Avec ces informations, on a développé une conception de nouveaux prototypes de diffuseurs avec un format type réceptacle fabriqués avec différentes versions de membranes poreuses. Les prototypes se caractérisent ensuite en laboratoire. De tous les échantillons étudiés avec cette série d'essais, les diffuseurs de couleur sombre et translucides avec des caractéristiques rhéologiques données par des polymères connus ont émis la phéromone dans les niveaux attendus (figure 4) avec un taux de libération très constant.

Figure 4: cinétique d'émission du ferrugineol dans le laboratoire des différents diffuseurs analysés (vitesse exprimée en mg par jour).



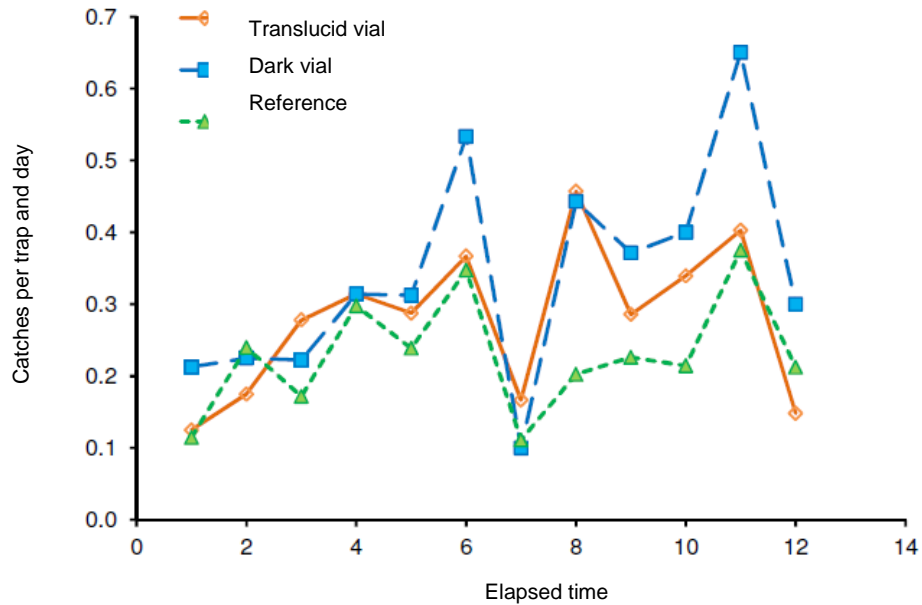
Ces matériaux caractérisés donnent lieu à des solutions industrielles, en forme de diffuseur type réceptacle contenant la phéromone (2cm de diamètre et 3,3 cm d'hauteur), avec deux variables : couleur transparente et couleur sombre (figure 5). Après le remplissage de la phéromone le diffuseur est fermé par une couverture étanche imperméable. De cette manière toute l'émission se produit de façon contrôlée et exclusive à travers la membrane.

Figure 5 : De gauche à droite, diffuseur de la phéromone et séquence de montage pour son installation dans le piège Palmatrap. From left to right, pheromone dispenser and steps to install it on Palmatrap



Pour confirmer l'efficacité au champ, les pièges Palmatrap furent installés avec les nouveaux diffuseurs (de couleur transparente ou sombre) et avec des diffuseurs de référence.

Figure 6 : Evolution des captures de charançon par piège pour chacun des diffuseurs de phéromone de ferrugineol. Red palm weevils flights registered per trap with the different ferrugineol dispensers.



L'analyse du nombre total des captures cumulées selon la catégorie du diffuseur utilisé indique qu'il existe une différence significative entre le fonctionnement des différents diffuseurs essayés, notamment le nouveau diffuseur de Sansan bleu est celui qui capture le plus d'insectes d'une façon considérable ($F=8,96; gl=2,35; P<0,01$).

CAS PRATIQUE. PROTOCOLE D'ACTUATION ET CAS PRATIQUE D'UTILISATION DE PIEGES EN ESPAGNE.

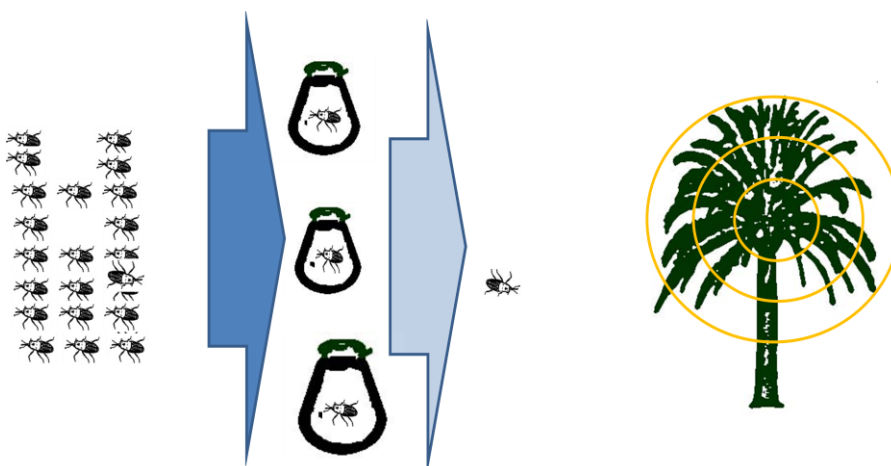
L'intervention la plus représentative d'utilisation de pièges est sans doute la réalisation pour la protection de la Palmeraie d'Elche et Orihuela (Espagne) (figure 7).

Figure 7. Image du Palmeral d'Elche, déclaré Patrimoine de l'Humanité par l'UNESCO. View of the «Palmeral de Elche». UNESCO World Heritage Center.



L'installation des pièges a eu lieu dans les proximités du centre de la palmeraie, en forme de ceinture autour de la zone à protéger. L'utilisation des pièges a comme mission de diminuer les attaques potentielles en agissant comme zone de diminution de la population d'adultes de charançon. Il s'agit de réduire la population de charançons dans les alentours de la palmeraie, spécialement dans les zones conflictuels avec présence de palmiers mal contrôlés, soit par difficulté d'accès, soit parce qu'il s'agit de terrains privés (figure 8). Cette réduction de la population permet d'agir avec une double fonction : en premier lieu, elle réduit l'attaque et en second lieu, en réduisant l'attaque, elle améliore l'efficacité des autres techniques comme les traitements chimiques.

Figure 8. Schéma du mode de fonctionnement des pièges Palmatrap. Mode of action of Palmatrap.



DISCUSSION

Avec ces essais on a pu vérifier que l'efficacité de n'importe quel système de piégeage dépend fondamentalement de deux facteurs : le design du piège en lui-même et l'efficacité, aussi bien que la bonne synthèse de la matière active comme d'une diffusion bien contrôlée dans le temps. Avec les essais réalisés en conditions de laboratoires et semi-terrain on a déterminé les variables avec lesquelles doit compter un piège pour maximiser les captures, ce qui a permis de développer le piège pyramidal Palmatrap. Ce piège présente une grande efficacité à capturer les adultes mais aussi apporte des éléments importants à considérer lors d'un piégeage de masse. En effet, il n'a pas besoin d'être enterré et présente une manipulation simple. Le piège Palmatrap peut être utilisé comme piège sec (sans besoin d'introduire de l'eau) ou piège « humide ». Dans ce dernier cas, un remplissage avec 2l d'eau et des morceaux de palmiers apporte une amélioration des captures. D'après quelques études (Alfaro, données non publiées), ces matériaux incorporés à l'eau dégagent des volatils à caractère alimentaire qui améliorent l'efficacité dans la capture, la contre partie est un entretien moins simple.

Un autre point d'intérêt est l'addition du composant synergique Acétate d'Ethyle (substance avec caractère de kairomone) dans les pièges sous forme de diffuseur n'a pas amélioré significativement l'efficacité des captures par rapport à l'utilisation des pièges uniquement assemblées avec le diffuseur de phéromone (Alfaro *et al.*, 2011). Devant ce manque d'efficacité, Sansano concentra ses recherches dans la régulation de la diffusion du ferrugineol, composant principal de la phéromone d'agrégation du charançon. Différents types de membrane ont été étudiées pour sélectionner les matériaux capables de réguler l'émission de phéromone. Le matériel qui présentait une émission performante (similaire aux 9mg/jour) a été retenu pour garantir une efficacité maximale dans les captures.

Lors des essais sur terrain on a pu vérifier que les diffuseurs de couleur sombre ont été plus efficaces que les attractants commerciaux de référence, donc on a adopté ce format. Ce type de diffuseur garanti une émission contrôlée de la phéromone.

Ces résultats favorables ont motivé la commercialisation des nouveaux pièges pyramidaux (Palmatrap), ainsi que du diffuseur de phéromone (Pherosan Rhynchophorus). Parmi les utilisateurs de ce système de piégeage, figurent des particuliers et les administrations publiques (mairies, gouvernements locaux), qui utilisent les pièges avec un double objectif : (i) avec un but de suivi des populations de l'insecte (monitoring) qui leur permet d'établir le meilleur moment pour positionner les traitements chimiques (ii) et avec des objectifs de lutte (piégeage massif). Cette dernière utilisation est conseillée car la réduction des niveaux de population permet d'augmenter l'efficacité des autres systèmes de contrôle, notamment de la lutte chimique (Sansano *et al.*, 2008)

La mise au point d'un piège efficace et d'un diffuseur de libération contrôlé destiné à la capture de l'adulte ouvre des portes à d'autres techniques intéressantes comme la possibilité de concevoir des dispositifs de « pièges infectieux » équipés avec des organismes entomopathogènes (Dembilio *et al.*, 2010b ; Güerri *et al.* 2011). L'idée de capturer un adulte, pour qu'il puisse être inoculé par le champignon et le libérer afin qu'il devienne à son tour un porteur et transmetteur de la l'agent pathogène est très intéressante. De cette manière, l'insecte peut transmettre la maladie aux colonies des palmiers difficilement accessibles. Il s'agit d'une voie d'investigation à haut potentiel qui est aujourd'hui en étude.

CONCLUSION

Un système complet de piégeage formé par un attractant sélectif du charançon rouge du palmier (ferrugineol, phéromone d'agrégation du charançon) et un piège spécifique (Palmatrap) a été mis au point afin de garantir les meilleurs niveaux de capture et une homogénéité tout au long de la période de vie du diffuseur. Ce système permet une installation de pièges pour complémentaires aux autres techniques de lutte intégrée ; c'est le cas des mise en place de

barrières olfactives pour protéger des zones spécifiques et diminuer les populations. Ce système de piège mis au point ouvre la porte à d'autres futures utilisations comme les techniques de piégeage infectieux ou des systèmes de contrôle et de suivi des populations.

REMERCIEMENTS

Remerciement aux équipes de l'université polytechnique de Valencia, spécialement au « Centro de Ecología Química Agraria », à la station Phoenix pour les essais menés courant 2010, à Tragsa pour les informations partagées, à Koppert, entreprise collaboratrice pour leur support et feed back des expériences dans différentes régions.

BIBLIOGRAPHIE

Alfaro C., Vacas S., Navarro-Llopis V., Primo, J., 2011- Aplicación de los semioquímicos en el manejo de *Rhynchophorus ferrugineus*. Diseño y desarrollo de una nueva trampa para la captura de adultos. *Phytoma Bull.* 226, 24-28.

Barranco P., de la Pena J.-A., Martín M.-M., Cabello T., 2000- Host rank for *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier, 1790) (Coleoptera: Curculionidae) and host diameter. *Bol. San. Veg. Plagas*, 26,73–78

Dembilio O., Llácer E., Martínez de Altube M.-M., Jacas J., 2010 - Field efficacy and *Steinermata* carpocapse in a chitosin formulation against the red palm weevil *Rhynchophorus ferrugineus* (Coleoptera : Curculionidae) in Phoenix Canariensis. *Pest Manag. Sci.*, 66, 365-370.

Dembilio O., Quesada-Moraga E., Santiago-Álvarez C., Jacas J.-A., 2010- Potential of an indigenous strain of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* as a biological control agent against the Red Palm Weevil, *Rhynchophorus ferrugineus*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 104, 3, 214-21.

(EPPO) European and Mediterranean plant protection organization, 2008- Data sheets on quarantine pests *Rhynchophorus ferrugineus*. *EPPO Bull.* 38, 55-89.

Hallet R.-H, Gries G., Gries R., Borden J.-H., 1999 – Pheromone trapping protocols for the asian palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* (Coleoptera : Curculionidae). *Int. J. Pest Manag.*, 45, 231-237.

Kaakeh W., El-Ezaby F., Aboul-Nour M.-M., Khamis A., 2001- Management of the red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* Olivier by a pheromone /food based trapping system. *Proceedings of the second international conference on date palms. AIA* in, UAE, March 2001. Edition UAE University pp. 325-343.

Llácer E., Dembilio O., Jacas J., 2010- Evaluation of the efficacy of an insecticidal paint based on shorlpyrifos and pyriproxifen in a microencapsulated formulation against *Rhynchophorus ferrugineus* (Coleoptera : Curculionidae). *J. Econ. Entomol.* 103, 402-408.

Sansano M.-P., Gómez-Vives S., Ferry M., Díaz-Espejo G., 2008- Ensayos de campo para la mejora de la eficacia de las trampas de captura de *Rhynchophorus ferrugineus* Olivier (Coleoptera : Curculionidae), picudo rojo de la palmera. *Bol. San. Veg. Plagas*, 34,135-145.

Soroker V., Blumberg D., Haberman A., Hamburger-Rishard M., Reneh S., Talebaev S., Anshelevich L., Harari A.-R., 2005- Current status of red palm weevil infestation in date palm plantations in Israel. *Phytoparasitica*, 33, 97-106.