



CoPil PACA Charançon Rouge du Palmier

Etat de la Recherche et Perspectives

Didier Rochat

INRA, UMR 1392, Versailles

didier.rochat@versailles.inra.fr

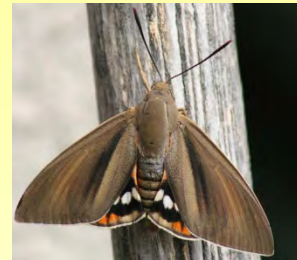


VEES Paris

Gardanne, 10 mars 2016

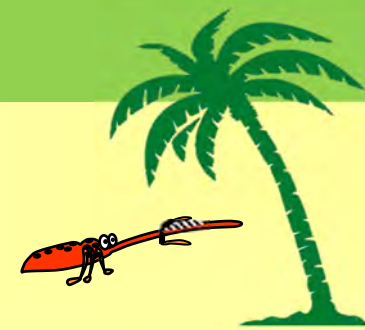


2012-2014 Strategies for the eradication and containment of the invasive pests *Rhynchophorus ferrugineus* Olivier and *Paysandisia archon* Burmeister



This project has received funding from the European Union's Seventh Framework Programme for research, technological development and demonstration under grant agreement no 289566.

<http://www.palmprotect.eu>



➤ Rappels : Pourquoi le CRP est difficile à gérer

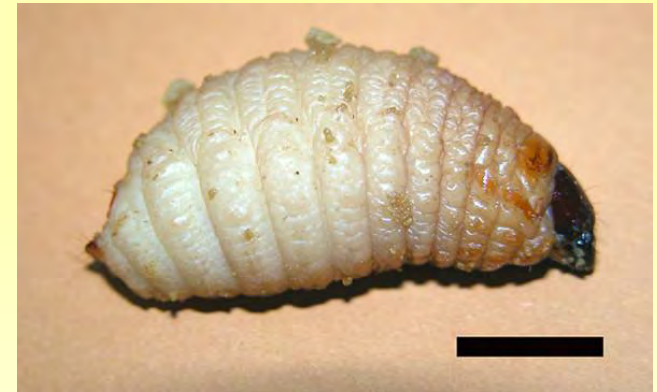
- Connaissance de la Biologie du CRP
- Détection et Evaluation du risque
- Moyens de Lutte préventifs et curatifs
- Perspectives

Rappels : Pourquoi le CRP est difficile à gérer

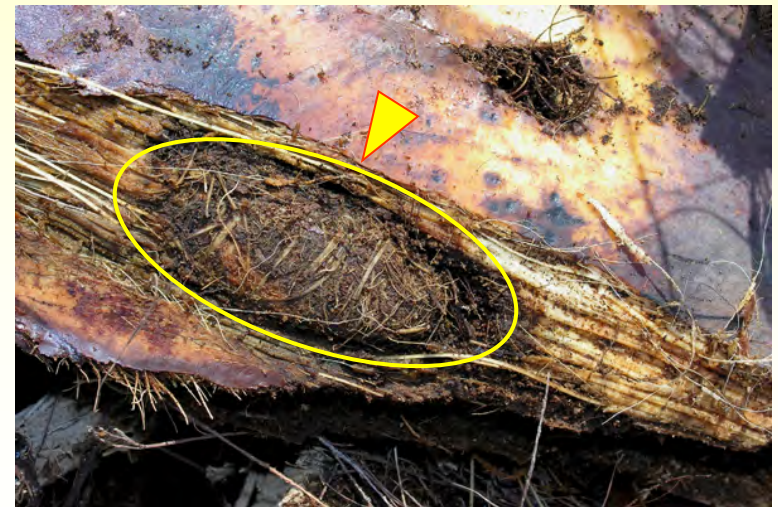


Œuf (1 x 3 mm)
inséré dans
le tissu à la ponte

Larve dans les **tissus vivants**
bases foliaire, stipe...
(13 stades ; maxi : 5 cm - 4 g)



Nymphe (2,5-4 cm) en coque nymphale de fibres en périphérie du palmier



Vie cachée à tous les stades



- **Sur palmier toujours caché :**
 - tous les stades \pm profondément enfouis dans la plante
 - Détection très difficile
 - Protection contre le froid et les ennemis naturels
 - Lutte par insecticides **non** triviale
- **Excellent voilier :**
 - Fort risque de dissémination
- **Fécondité : 200-300 œufs / femelle**
 - Potentiel de multiplication élevé

Symptômes sur palmiers ténus et tardifs avant mort

- AUCUN avant 3 mois parfois 2 à 3 ans.

- Œufs et larves < 20 mm (1,5 mois) impossibles à détecter visuellement sans effort et coût considérable.

- Palmier PAS un arbre : système vasculaire, croissance et morphologie en font un 'colosse au pied d'argile' pour lequel diagnostic CRP sûr et traitement efficace sont extrêmement difficiles et coûteux.

- Infestation possiblement invisible jusqu'à sa mort.

- Multiplication + dissémination cachées du CRP aggravées par le transport humain de palmiers infestés.

Difficulté et coût de la détection et d'une lutte efficace

Tant d'inconnues biologiques

Tant d'affirmations NON démontrées

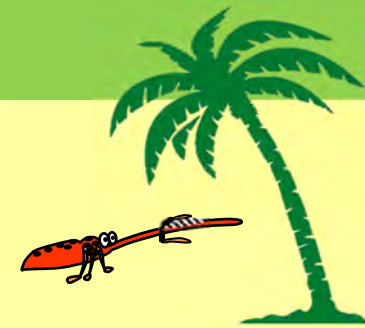




- Rappels : Pourquoi le CRP est difficile à gérer

➤ **Connaissance de la Biologie du CRP**

- Détection et Evaluation du risque
- Moyens de Lutte préventifs et curatifs
- Perspectives



- Impact de l'hiver - Limites de survie et d'activité : remarquable adaptation à la fraîcheur et effet protecteur du palmier
- Capacités de déplacement
- Plantes-hôtes et sensibilité des espèces de palmiers



Effet de l'hiver sur la survie

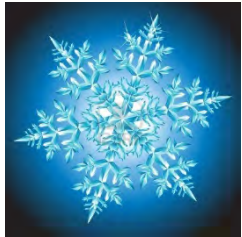


CRP : Espèce d'origine tropicale où il n'y a pas d'hiver.

Or le CRP s'est adapté au climat méditerranéen avec un hiver et on commence à le trouver en zone atlantique...

Le CRP vole surtout en fin d'été et automne au NW de son aire d'invasion (France) et gère la période froide (5-15°C) ?

Comment et jusqu'à quel point ?



Des adultes en groupes mixtes ont été exposés pendant 1 à 8 mois à 10, 12,5 ou 15°C, puis remis à 27°C.

Comportements, survie et fécondité des survivants ont été mesurés.



Effet de l'hiver sur l'individu

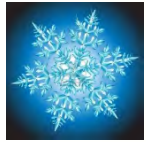
Survie et comportement



15°C

75% femelles vivantes après 4 mois, 60% après 8 mois !

marchent et mangent **sans voler ni s'accoupler ni pondre**



10°C

40% femelles vivantes après 2 mois, **100% mortes après 4 mois**

Marchent **sans voler ni manger ni s'accoupler ni pondre**



27°C

80% vivants après 2 mois, 10% après 4 mois

Volent, marchent, mangent, s'accouplent et pondent !





Effet de l'hiver sur la population

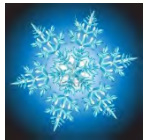
Fécondité et fertilité des survivants (après retour à 27°C)



15°C

**Ils s'accouplent et pondent même après 8 mois de fraîcheur !
Fertilité individuelle proche de celle à 27°C**

Descendance globale réduite de 50-75% due à la mortalité



10°C

Ils s'accouplent et pondent même après 2 mois à 10°C !

Fertilité individuelle réduite comparée à celle à 27°C

Descendance globale réduite de 75-100%



27°C

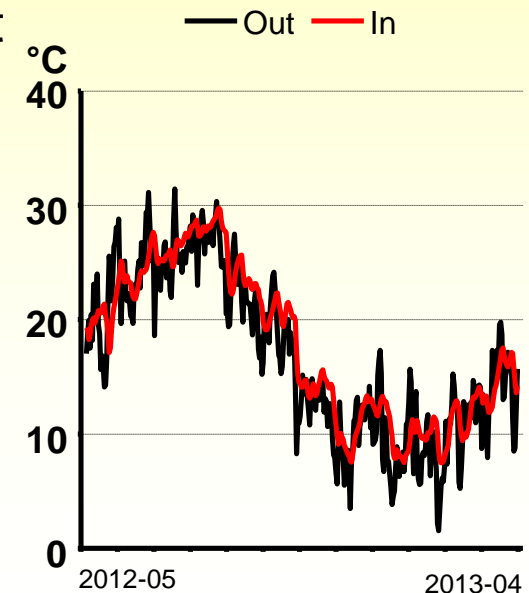
Descendance abondante pendant 2 mois



Température dans les palmiers : effet tampon

- **Sur palmier sain:** le tissu vivant (stipe) se comporte comme un lac : effet retard aux réchauffement et refroidissement, fonction de la profondeur interne et de la teneur en eau.
- Δ journalier moyen de $\approx 0,5^\circ\text{C}$ **In** contre $>25^\circ\text{C}$ **Out**
- T° moyenne (T_m) **In** dépend uniquement ($r^2 > 0.9$) de T_m **Out** des 10 jours d'avant + coeff. d'amortissement
- ✓ Jui-Nov : **In** $>$ **Out** : 1.0 à 2.5°C
- ✓ Déc-Mar : Variable avec **In** \approx **Out** en milieu d'hiver
- ✓ Avr-Jun : **In** \leq **Out** : 2 à 0°C (**In** \approx **Out**)
- ΔT_m **In-Out** maxi 3,5°C à ≈ 25 cm dans le tissu vivant

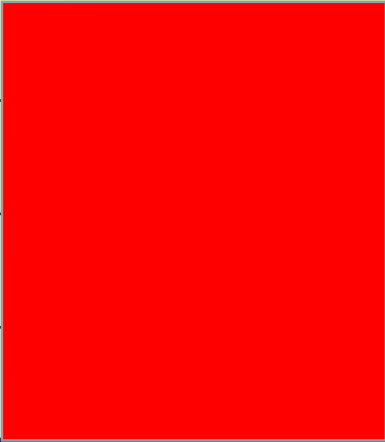
4 p. Canaries > 6-10 m stipe
2 ans **In** + **Out**, Perpignan



Température dans le palmier et effet de l'attaque du CRP

- **Sur palmier** (dattier et des Canaries) **infesté**, attaqué même légèrement (une seule petite larve en plant de pépinière) : la Tm foliaire et du stipe, même à distance des zones infestées, est presque toujours plus élevée que celle d'un palmier sain.
- Stipes infestés de 1 à 4,5°C plus chauds que stipes sains (dattier, Egypte).
- L'amplitude de l'écart, sa variabilité et sa corrélation, à fortiori quantitative, à une attaque CRP restent indéterminées faute de mesures suffisantes dédiées (trop complexe et coûteux).
- La capacité technique à relever cette différence (imagerie thermique) existe mais est très coûteuse et inefficace pour détecter le CRP car divers stress non CRP et l'énorme variabilité due aux facteurs de l'environnement rendent ses mesures inexploitable en l'état.
- P. des Canaries : la Tm dans et près d'une carie (fermentation) peut atteindre 37°C. Cette élévation permet le développement du CRP en hiver, qui serait stoppé par la fraîcheur dans un palmier sain.

Seuils thermiques et durées de développement

Stade	Durée (mois)	T° mini mortelle (°C) [zéro développement]
Œuf	0,1 - 0,25	10 [13]
Larve	1,5 – 4 (9 hiver*)	
Nympe	0,5 - 1	
Œuf à adulte	2,1 – 5 (10 hiver*)	
Adulte	2-3	

* ponte en fin d'été ou à l'automne.

3 seuils critiques (pendant + d'une semaine)

- **<4°C** : tue tous stades ; régulier à l'extérieur ; très rare à 25 cm dans le palmier.
- **<10°C** : tue premiers stades : régulier en périphérie du palmier et parfois à 25 cm dedans : faibles émergences en fin de printemps début d'été en France.
- **<14°C** : fort ralentissement ou arrêt de développement mais peu de mortalité

Seuils thermiques d'activité de l'adulte

Activité	Optimum (°C)	Limites (°C)
Marche	36 - 40	15 - 45
Vol	30 - 34	18 - 38 (corps) 8 - 42 (air)
Accouplement Ponte (fécondité)	27 - 35 (28)	15,5 - <40
Alimentation	~28-32	12 - 44

Synthèse PalmProtect, sous presse

- Vol jusqu'en décembre, notamment depuis des palmier 'chauds' (carie) ; la probabilité d'infestation sur palmier sain est alors très limitée : pas ou peu d'activité sexuelle et mort des premiers stades.
- Optima mobilité et reproduction vers 30°C : Vigilance maxi et traitements absolument nécessaires entre juillet et octobre car l'air est chaud et l'intérieur des palmiers le reste quand la T° externe baisse nettement.
- A 15°C (carie, palmier bien exposés) les adultes survivent à l'hiver et menacent les palmiers sains au printemps : traiter avant maxima journaliers à 25°C (proba. vols contaminants forte).

CRP : Plantes-hôtes en zone méditerranéenne



NON hôtes



Cycas

Gymnosperma, Cycadaceae



Yuccas

Angiosperma, Asparagaceae

CRP : Plantes-hôtes en zone méditerranéenne

NON hôtes



Canne de Provence, *Arundo donax*
Poaceae



Agave, *Agave Americana*
Asparagaceae (Agavaceae)

NON hôtes / hôtes potentiel



Canne à sucre, *Saccharum officinarum*

Poaceae

Développement complet possible au laboratoire



Seuls des palmiers sont des plantes-hôtes

Toutes les espèces de palmiers sont-elles hôtes ?

Non

Mais beaucoup peuvent être tuées,
y compris de grands spécimens à forte valeur
et l'on ne sait pas pour beaucoup d'autres.

Palmier des Canaries, *Phoenix canariensis*

Dattier, *Phoenix dactylifera*

Excellents hôtes / (Très) forte mortalité



CRP : Palmiers-hôtes en zone méditerranéenne



Espèces rarement attaquées et avec faible mortalité

Mécanismes de défense efficaces qui empêchent la ponte et sont défavorables au développement larvaire

-*Chamaerops humilis* (NO Méd., endémique en Europe)

-*Phoenix theophrasti* (NE Méd., endémique en Europe)

-*Trachycarpus fortunei*

-*Washingtonia filifera* (Cangelosi *et al.* 2015 Phytochemistry)

-*Washingtonia robusta*



Washingtonia spp. **NON résistant** et sujet à une mortalité récente accrue peut-être du fait d'attaque par PP et une pression accrue du CRP

CRP : Palmiers-hôtes en zone méditerranéenne



Plusieurs espèces rares sont hôtes et des spécimens ont été tués.

Un suivi particulier est nécessaire pour préciser le degré de sensibilité car ces espèces de jardin botanique ont une forte valeur patrimoniale.

-*Jubaea chilensis*, cocotier du Chili

-*Brahaea edulis*

-*Brahaea armata*

-*Syagrus romanzzofiana*

La plupart des autres espèces ont été attaquées par le CRP et/ou le PP et sont sous leur menace.



Relations spécifique palmier – foreur :

fréquence des attaques et mortalité

Palmier / Foreur	Freq. abond. palmier	CRP		PP	
		Attaque	Mortalité	Attaque	Mortalité
<i>P. canariensis</i>	+++	+++	+++	++	+ ¹
		+++	++		
<i>Washingtonia</i>	++	+	r ↑	+	+
				+++	++ lent
<i>Chamaerops</i>	++	r	0	+++	++ lent
<i>Divers</i>	*	?	±	?	±

r : rare comparé à la ressource en palmier

- Espèces non en présence

¹ surtout très jeunes palmiers

↑ en augmentation

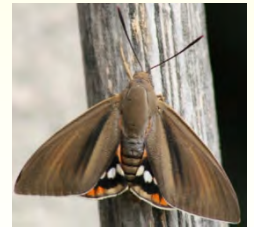
? Absence de données / recul

± variable mais rapportée chez quasi toutes les espèces

Sensibilité des palmiers au CRP : Origine ?



- **Accessibilité à la ponte déterminante :**
 - **Sans blessure** (naturelle ou anthropique) **ponte impossible** dans les bases foliaires à **tissus périphériques très durs** (*Washingtonia*).
 - **Peu de tissus tendres et riches en eau** (*Trachycarpus*, *Chamaerops*) : développement lent, **multiplication faible** (résistant / tolérant)
 - **Emission collante et toxique** (*Washingtonia*, *Trachycarpus*) à la blessure : mortalité jeunes larves ; **attaques sans suite** (résistant / tolérant)
 - ***P. canariensis*** : beaucoup de bases foliaires très tendres et volumineuses ; **ponte favorisée** + large réserve nutritive > **forte multiplication**
 - **Dattier** : **rejets tendres en croissance à la base + coupe** : Attaque niveau des rejets ; **mortalité importante**
- **PP ouvre la porte au CRP** en particulier sur ***P. canariensis* et *Washingtonia***





Capacité de dispersion des adultes



CRP très largement disséminé par transport de palmiers infestés.

Capacité propre de vol très controversée en particulier à l'échelle d'une population car un suivi en conditions naturelles techniquement très difficile.

1- Suivi par puces RFID qui résistent au comportement foreur mais ne permettent pas une détection à des distances > 50 cm est possible : utile en essai confiné pour déterminer la distribution de CRP sur un palmier.

2- Des puces à pile + antenne qui permettent une détection sur 500 et même 1000 m ont permis le suivi de Paysandisia avec succès

en milieu naturel mais pas encore du CRP, qui casse les antennes ou vole mal avec la puce. Du

matériel et une méthodologie ont été acquis pour de nouveaux essais...





Enregistrement automatique des vols, vitesse, durée, périodes, etc.

Le CRP décide de s'envoler ou atterrir et fait un effort pour cela

Israël, cocon, 30°C

D'après Soroker *et al.* En préparation



Capacités de vol à partir de simulateur de vol



- Très forte variabilité entre individus
- Vols à l'âge de 7 à 80 jours (maxi : 10 à 45)
- Vol continu typique : 1 à 5 km
- Vol moyen ~1h30 pour ~10 km
- Jusqu'à 40 km pour 1 seul vol - Jusqu'à 200 km sur toute la vie
- Identiques pour les 2 sexes et vierges ou accouplés

Soroker *et al.* En préparation



La capacité de dispersion propre du CRP est TRES élevée :

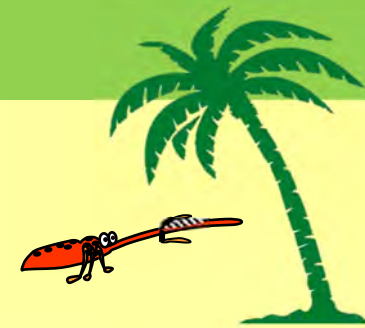
1 à 10 km en 1 seul jour pour la majorité des individus et toute leur vie

Limiter la multiplication est vital par freiner la dispersion

car zones de surveillance sous-dimensionnées...

En accord avec Hoddle *et al.* 2015 J. Econ. Entomol. (RAS, piège à phéromone, 27°C).

Avalos-Maso *et al.* 2014. Bull. Entomol. Res. (Espagne, Cocon, 25 ±°C) donnent une moindre capacité de dispersion mais avec de mesures sous l'optimum thermique



- Rappels : Pourquoi le CRP est difficile à gérer
- Connaissance de la Biologie du CRP
- **Détection et Evaluation du risque**
- Moyens de Lutte préventifs et curatifs
- Perspectives

Détection : course contre la montre et travaux d'Hercule

Paramètre	Visuelle	Acoustique	Olfactive	Imagerie thermique	
Examen individuel	La pratique	Une perspective			
Equipement spécial					
Travail					
Entrainement					
Sensibilité					>80%
Coût					
Application					

La recherche

Soroker et al., 2013 AFPP Nice

Détection du CRP : apport de Palm Protect

Détection palmier par palmier (pépinière et zone surveillée)

- Canine (chiens dressés)
- Acoustique (analyse de son automatisée)
- Détection à plus large échelle
- Protocoles standardisés

Détection à large échelle par Piégeage odorant

- Piège, dose de phéromone optimaux
- Co-attractif synthétique pour se dispenser d'appât naturel
- Distribution optimale des pièges

Evaluation du risque en milieu ouvert

- Symptomatie visuelle de référence (dattier et p. des Canaries)
- Essais d'imagerie thermique et analyse du stress hydrique
- Développement d'un Outil d'Aide à la Décision multimédia spatialisé

Détection canine en pépinière

La méthodologie utilisée à des fins policières et militaires et parfaitement transposée à la détection du CRP (et du PP).
Offre une possibilité nouvelle d'inspecter efficacement des plants de pépinières ou en quarantaine pour une détection très précoce et très efficace.



Sensibilité : Vrai positif (infesté détecté) 85-96% ; Erreurs < 10%

Sensibilité extrême et inégalée : 1 seule petite larve après 5 j seulement.

Inconvénient : disponibilité et coût d'un chien formé et de son maître ; fatigue

Détection acoustique (microphone)

- Signal typique d'une larve parfaitement caractérisé.
- Reconnaissance humaine par technicien expérimenté 100% pour de grosses larves et 50% pour des petites.
- Détection efficace possible de larves de 3 semaines bien avant symptôme visuel.
- Système très efficace sur P. des Canaries de pépinière bien isolé phoniquement ; moins bon en milieu ouvert et médiocre sur dattier en plantation.
- Reconnaissance artificielle par la machine demande de nettes améliorations pour filtrer le bruit en particulier pour extraire le signal des jeunes larves.
- Potentiel pour examen pied à pied en pépinière à l'aide de matériel spécifique et de personnel à solide formation et poursuite de l'effort de recherche pour analyse automatisée.



Volcani Center, Israël

Piégeage : la clé d'une lutte intégrée efficace

▶ **Détecter - surveillance**

outil le plus sensible pour 'voir' les adultes mobiles 'invisibles'

▶ focaliser l'effort de détection visuelle des palmiers infestés

▶ **Éliminer - lutte**

Capture 2 à 3 femelles pour 1 mâle

▶ réduit descendance et dispersion

Pour être efficace

- **BON attractif + BON piège + BONNE pratique**
- **Alors bénéfique très supérieur au risque d'ignorer présence ou d'introduire ssi **respect strict des principes de mise en œuvre****

Piègeage : modèles de pièges favorables

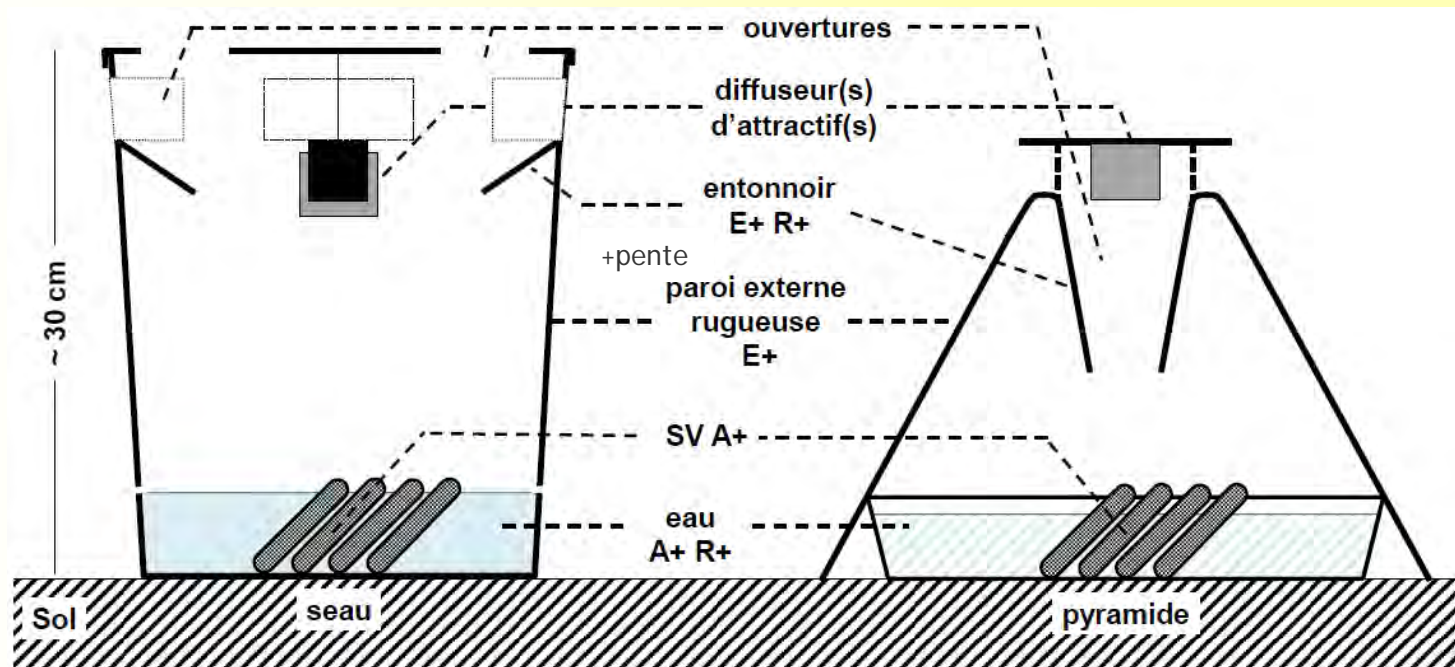


Seau (Rhynchonex)®

Cône inversé (Picosan)®

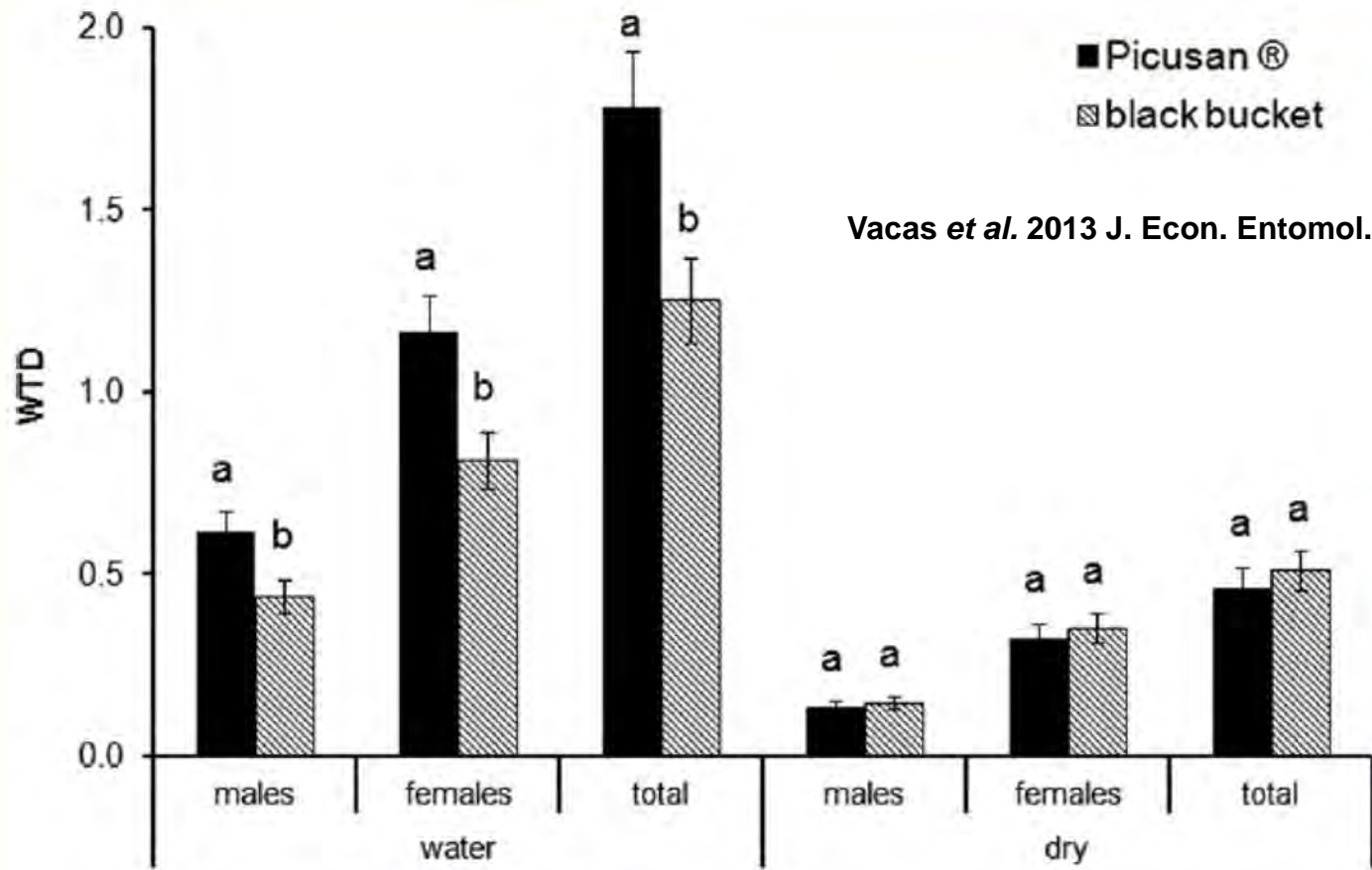
Piègeage : modèles de pièges favorables

Forme et structure comparées du seau et de la pyramide



+ : favorise l'attraction A, l'entrée E ou la rétention R.

Meilleur Piège : Pyramide + eau + appât naturel, dose de phéromone



Vacas *et al.* 2013 J. Econ. Entomol.

5 -10 mg/j de phéromone suffisants - 6 sites Egypte, Espagne, Grèce, Israël, Italie
ni amélioration ni effet négatif à doses supérieures

Vacas *et al.* Bull. Entomol. Res. sous presse

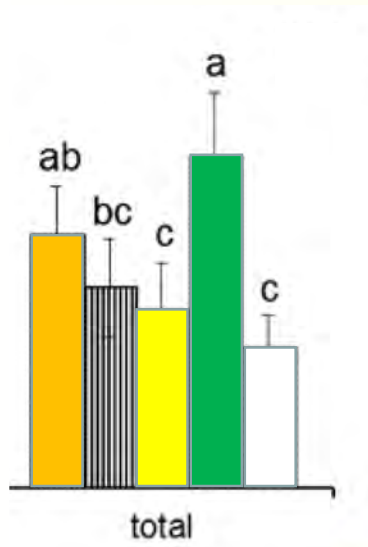
Co-attractif synthétique amélioré pour piéger le CRP

Palm Protect, non publié

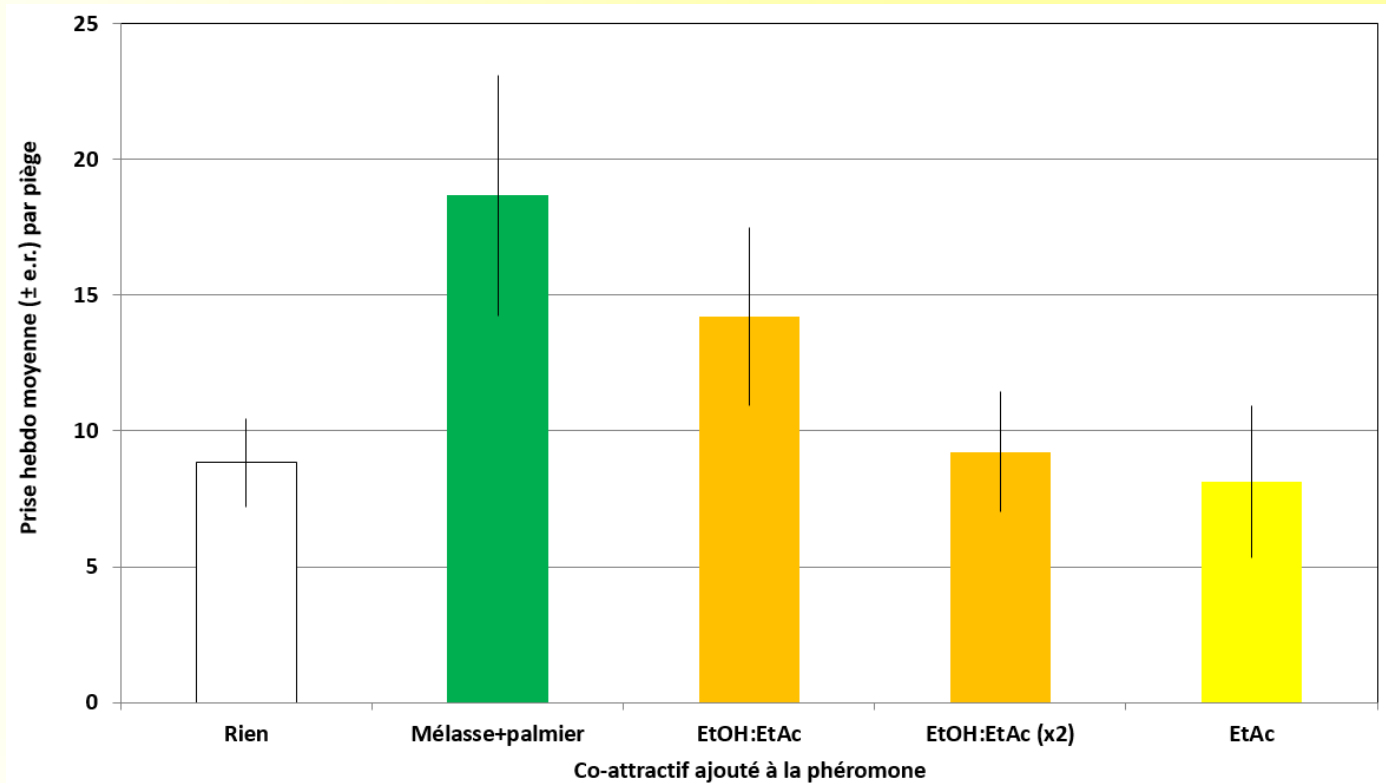
Villa Thuret, INRA, Antibes

5 pièges, 5 semaines Oct 2014, 328 CRP piégés

Espagne
Valencia



EtOH:EtAc 3:1
EtOH:EtAc 1:3



Vacas *et al.* 2014 J. Agric. Food Chem.
+ Bull. Entomol. Res. sous presse

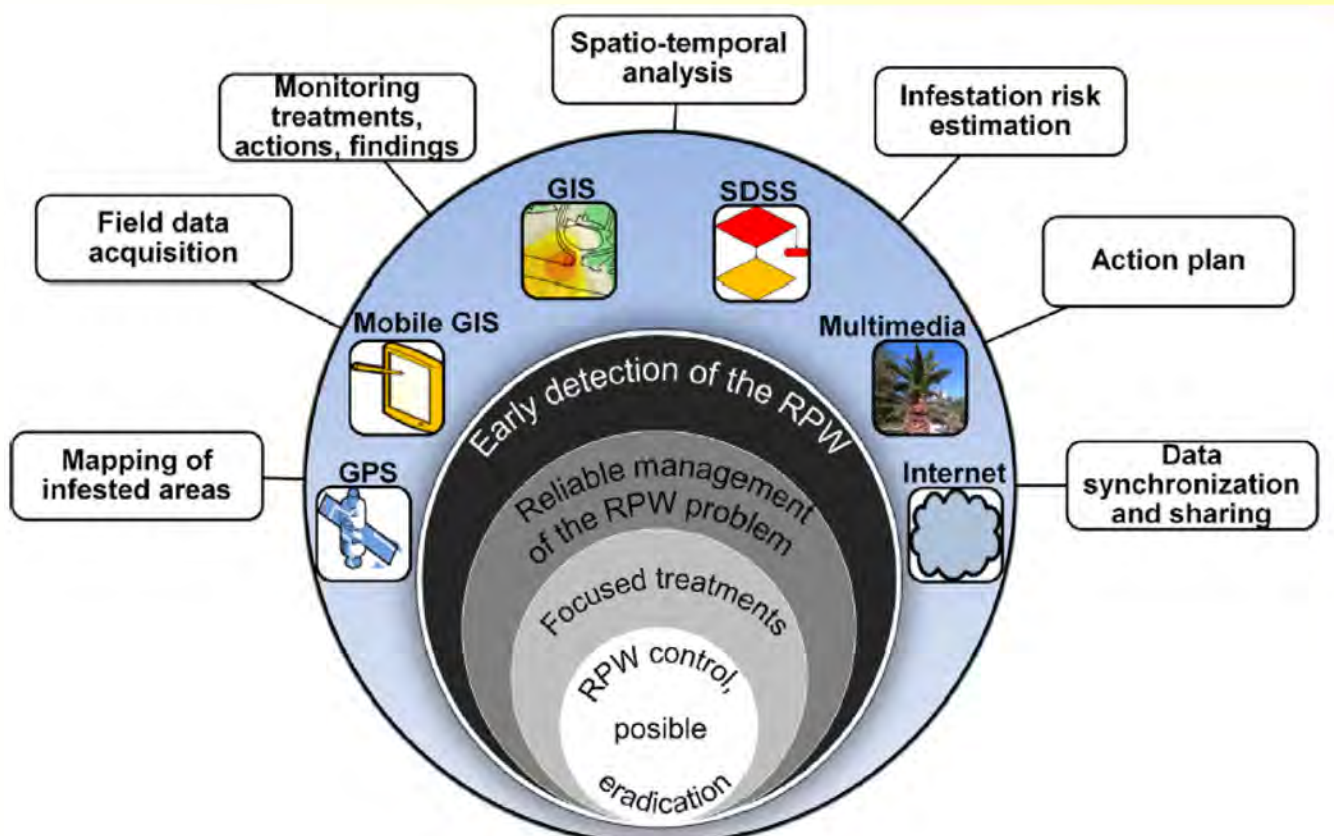
Dans certaines situations le co-attractif synthétique est compétitif avec l'appât naturel

Evaluation du risque : symptôme et imagerie thermique

- Définition de **grille de symptômes affinées** et consensuelles pour le dattier et le palmier des Canaries utilisables sur OAD CPLAS.
- **Imagerie thermique sur feuillage** : potentiel d'examen à distance et à large échelle (télédétection).
- Basé sur l'observation de la perturbation de l'évapotranspiration due au stress -dégât-causé au système vasculaire.
- A partir de palmiers infestés artificiellement : corrélation entre présence de larves de CRP et chaleur du feuillage d'autant plus nette que l'attaque est forte (larves + grosses, nombreuses). Sensibilité inférieure à détection acoustique et canine.
- La mesure nécessite l'ensoleillement direct des palmiers et la chaleur du feuillage dépend beaucoup des conditions hydriques du sol et varie avec l'ensoleillement. Ces sources de variabilités ne sont ni maîtrisables ni modélisées pour permettre d'extraire avec fiabilité la part liée à la présence du CRP. **Recherche importante encore nécessaire pour déterminer le potentiel de cette approche.**
- L'usage d'image satellite est par ailleurs très coûteux...

Evaluation du risque : Détection : OAD multimédia spatialisé

Cartographie des palmiers, des dégâts, des actions de gestion avec interconnexion terminal mobile - base de données sur serveur internet en temps réel pour prévision du risque et gestion globale à large échelle :
Système CPLAS



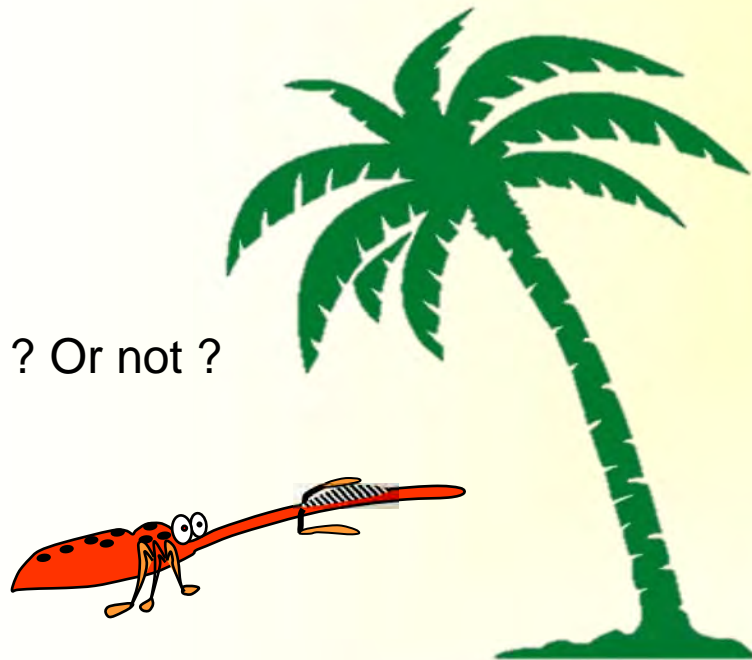
Pontikakos *et al.*

Computers, Environment and Urban Systems 50 (2015) 74–88

Evaluation du risque : Détection : OAD multimédia spatialisé

A location aware system for integrated management of *Rhynchophorus ferrugineus* in urban systems

Costas M. Pontikakos^{a,*}, Dimitris C. Kontodimas^b, Theodore Tsiligiridis^a

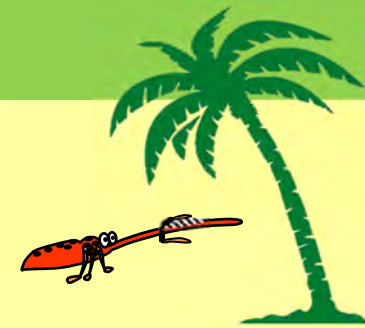


ID	SPECIES	LAB	NOTI	RISK	DATE
14	Phoenix	14	7	21/11	
26	Phoenix	26	9	21/11	
89	Phoenix	90	18	23/11	
99	Phoenix	91	3	5/12	
111	Phoenix	112	8	14/11	
115	Phoenix	117	7	5/11	
127	Phoenix	129	10	23/11	
143	Phoenix	146	8	15/11	
162	Phoenix	167	5	21/11	
163	Phoenix	168	10	23/11	
169	Phoenix	174	10	21/11	

START

Is the palm tree dead?

YES CANCEL NO
OK



- Rappels : Pourquoi le CRP est difficile à gérer
- Connaissance de la Biologie du CRP
- Détection et Evaluation du risque
- **Moyens de Lutte préventifs et curatifs**
- Perspectives



- Synthèses bibliographiques
- Méthode d'assainissement de plants de pépinières par fumigation
- Migration et efficacité d'insecticide systémique injectés
- Optimisation du piégeage de masse
- Essais d'entomopathogènes et de nouveaux agents insecticides

Synthèses bibliographiques

- Tous moyens de lutte



Version actualisée 2015 à paraître le 'Palm Borer pests Handbook'

Review of control methods against the palm borers

Rhynchophorus ferrugineus (Olivier) (Coleoptera: Curculionidae) and *Paysandisia archon* (Burmeister) (Lepidoptera: Castniidae)

Sep 2012

This review was written with support from the European Community's Seventh Framework Programme under grant agreement No. FP7 KBBE 2011-5-289566 (PALM PROTECT): Eradication and containment strategies and tools for the implementation of EU legislation against the red palm weevil *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier) and *Paysandisia archon* (Burmeister).



- Moyens biologiques

Biological Control 77 (2014) 83–92

Contents lists available at ScienceDirect

Biological Control

journal homepage: www.elsevier.com/locate/ybcon

Review

An overview on the natural enemies of *Rhynchophorus* palm weevils, with focus on *R. ferrugineus*

Giuseppe Mazza^{a,*}, Valeria Francardi^a, Sauro Simoni^a, Claudia Benvenuti^a, Rita Cervo^b, Jose Romero Faleiro^c, Elena Ulácer^d, Santi Longo^e, Roberto Nannelli^a, Eustachio Tarasco^f, Pio Federico Roversi^a

^a Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura, Research Centre for Agrobiology and Pedology, Cascine del Riccio, via di Lanciola 12/a, 50125 Firenze, Italy
^b Dipartimento di Biologia, Università degli Studi di Firenze, via Romana 17, 50125 Firenze, Italy
^c FAO of the UN, Date Palm Research Centre, PO Box 43, Al-Hassa 31982, Saudi Arabia
^d Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IIVIA), Unidad Asociada de Entomología Agrícola UJI-IIVIA, Centro de Protección Vegetal y Biotecnología, Carretera Moncada-Náquera km 4.5, E-46113 Moncada, Spain
^e Dipartimento di Gestione dei Sistemi Agroalimentari e Ambientali, Università di Catania, via S. Sofia 100, 95123 Catania, Italy
^f Dipartimento di Scienze del Suolo della Pianta e degli Alimenti, Università degli Studi di Bari "A. Moro", via Amendola 165/b, 70126 Bari, Italy

HIGHLIGHTS

- Rhynchophorus* species are polyphagous and some are pests of several palm species.
- We reviewed their natural enemies in both their native and introduced regions.
- More than 50 natural enemies have been reported to attack *Rhynchophorus* species.
- Fungi are the most promising ones for biological control.

GRAPHICAL ABSTRACT

ARTICLE INFO

Article history:
Received 22 December 2013
Accepted 27 June 2014
Available online 5 July 2014

Keywords:
Rhynchophorus
Palm weevils
Palm pests
Rhynchophorus ferrugineus
Natural enemies
Biological control

ABSTRACT

Rhynchophorus palm weevils are large insects belonging to the family Dryophthoridae. All *Rhynchophorus* species are polyphagous and have a similar life history but some are major pests because of the serious economic damage they cause, in particular to several species of the family Arecaceae. Here we review the natural enemies of *Rhynchophorus* species in both their native and introduced regions of the world, to assess the possibility of biological control of this taxon. Moreover, particular attention is paid to the well-studied and harmful species *Rhynchophorus ferrugineus*, about which more information is available, and to its natural enemies in the Mediterranean region, because the impact of this pest in this recently colonized area is particularly remarkable and also the recent trend in species management is looking for indigenous natural enemies.

More than 50 natural enemies have been reported to attack *Rhynchophorus* species, even if most of them are associated to *R. ferrugineus* (Olivier), highlighting the lack of information on the other species of the genus. Pros and cons of all the biological control agents are then discussed: among the considered organisms, fungi are noteworthy to be considered for inclusion in integrated pest management programs.

Jul 2014

Assainissement de plants de pépinières par fumigation

- 48 h à 1,14 g/m³ de phosphore d'aluminium en container
- 100% de mortalité tous stades sans phytotoxicité observée 1 an après traitement > Procédure possible pour Garantir matériel sain à la vente.



Dembilio & Jaques 2015. Spanish J. Agric. Res.

Endothérapie : imidaclopride / Ynject selon protocole MAAP 2012

BILAN FINAL

CONTROLE ET SUIVI DU DISPOSITIF EXPERIMENTAL
D'INJECTION DANS LE CADRE DE LA LUTTE CONTRE LE
CHARANÇON ROUGE DU PALMIER

PROVENCE ALPES COTE D'AZUR

Résultat décevant après 3 ans :
≈32% des traités (24/75) attaqués et 17%
(13) abattus.

4/6 non traités attaqués et 3 abattus.

Aucun effet statistique tiré relativement au
témoin par nb. insuffisant de témoins.

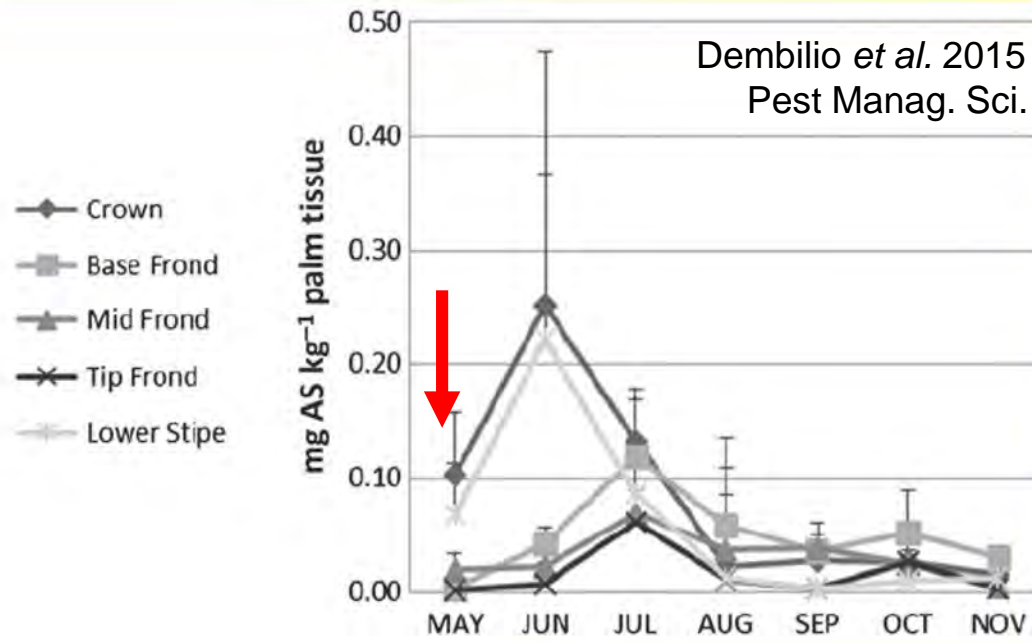


Le défaut de protection forte apportée pourrait résulter de :
mauvaise injection, doses trop faibles, défaut de migration dans le palmier,
rémanence insuffisante couplée à une synchronisation inadéquate des injections
avec la dynamique de vol du CRP (calendrier préétabli) sans qu'on puisse trancher.

Le mode d'injection et l'absence d'emploi d'un adjuvant favorisant la diffusion et
limitant la précipitation de la s.a. sont pointés par d'autres opérateurs.

Ce résultat corrobore de nombreux dire et des études de migrations de la s.a.

Endothérapie : imidaclopride vs. abamectine (Palm Protect)



Confidor 20 LS - Vermitec1.8 ES

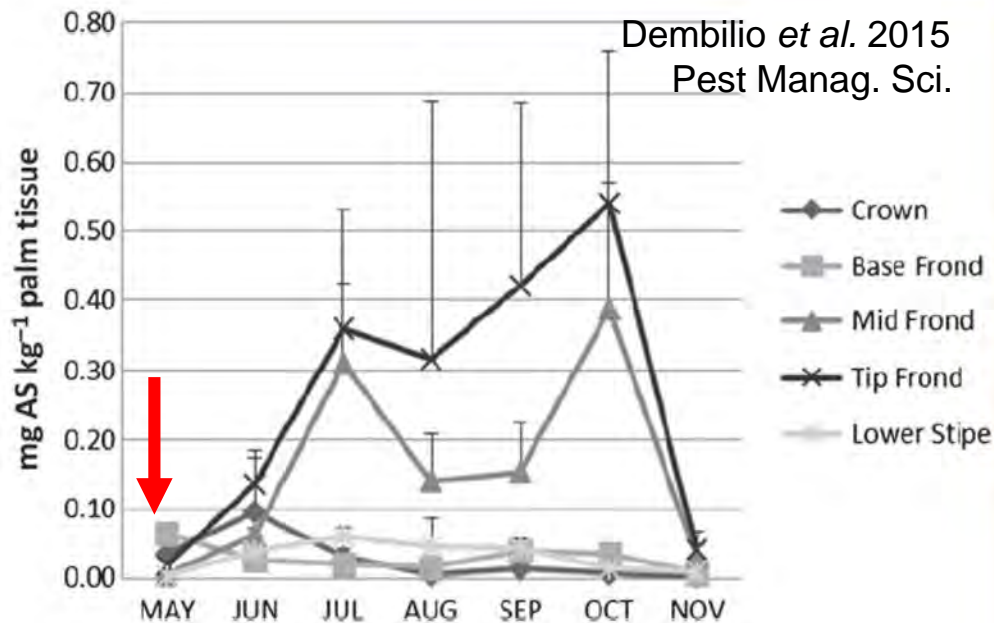
LC50 et LC90 déterminées au labo à 5 et 10 j sur des jeunes (440 mg) et grosses larves (2,7g) à partir de produit mélangé à du milieu nutritif.

Résidus dans 5 zones sur p. des Canaries de 17 ans mesurés 24 h , 1, 2, etc., 6 mois après unique injection (méthode Endoterapia Vegetal) dans la base des frondes, ou le stipe et par aspersion de la couronne (Confidor seul)

L'imidaclopride (**inj. stipe**) retrouvé **pdt 2-3** mois partout à une concentration induisant potentiellement 90% de mortalité sur les jeune larves et plus de 50% sur les âgées. Après les concentrations retrouvées ne garantissent pas une mortalité à 50%.

Par les autres modes d'application une protection moindre est pointée (mortalité attendu le plus souvent <50%.

Endothérapie : imidaclopride vs. abamectine (Palm Protect)



Remarque :

L'abamectine n'est pas autorisée en France sur CRP mais un produit de même mode d'action : l'émamectine benzoate.

Son efficacité contre le CRP n'est guère documentée aujourd'hui par des études scientifiques publiques.

L'abamectine (**inj. stipe**) est très fortement concentrée dans les frondes les plus centrales entre les 3^e et 6^e mois post-injection. Ces valeurs ont un potentiel de mortalité de 90% de mortalité sur les jeune larves et plus de 50% sur les âgées.

Ailleurs dans le palmiers en particulier dans la couronne et aux autres moments les concentrations ne garantissent pas une mortalité à 50% des larves sinon brièvement pour les plus jeunes.

La localisation de la s.a. et sa rémanence dans les zone les plus exposées au CRP sont globalement inadéquates pour une protection satisfaisante.

Lutte bio : piégeage de masse et stratégie 'attire & infecte'

> 20 souches de champignons entomopathogènes ont été collectées à partir du CRP et du PP dans le bassin méditerranéen et caractérisées du point de vue moléculaire.

Leur adaptation au climat méditerranéen a été établie et leur pouvoir pathogène évalué ; les entomotoxines produites partiellement caractérisées.

L'une, de *B. bassiana*, a montré des propriétés très prometteuses pour une lutte par lâcher inondatif et été l'objet d'essais poussés et de formulations pour divers usages.

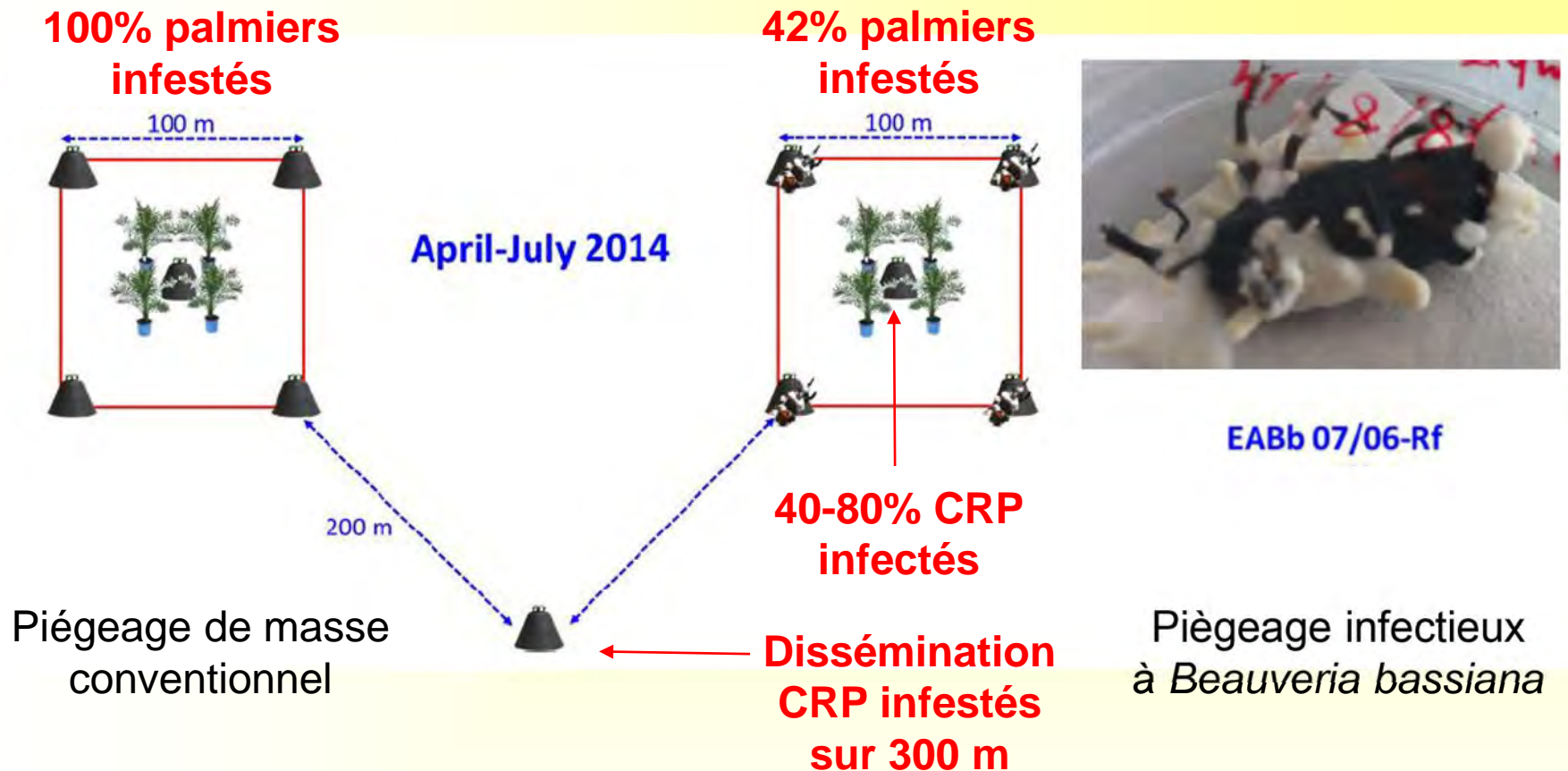
Des protéines de fusion (toxines nerveuses naturelles couplées à un vecteur pour action par ingestion) ont aussi été l'objet d'essai préliminaire et montré leur efficacité *in vitro*. Les essais par injection dans les palmiers n'ont pas abouti mais demandent poursuite.

Univ. de Córdoba
Univ. Jaume I

Univ. Politècnica de València, en préparation



Lutte bio : piégeage de masse et stratégie 'attire & infecte'



Les résultats soutiennent le potentiel au long cours pour réduire les populations de CRP par lâcher inoculatif de spores de *Bb* via pièges infectieux avec attractifs ET réduire l'infestation des palmiers.

Univ. de Córdoba, Univ Jaume I, Univ. Politècnica de València, en préparation



- Rappels : Pourquoi le CRP est difficile à gérer
- Connaissance de la Biologie du CRP
- Méthodes de Détection et Evaluation du risque
- Moyens de Lutte en préventifs et curatifs

➤ Perspectives

Conclusion : Raisons et leçons d'un échec

Retard à l'allumage certain ; future recherche incertaine

- La spécificité du ravageur et de sa relation au palmier sous-estimées comme la valeur économique indirecte des palmiers (paysages)...
- L'investissement en recherche pointue a été très tardif...
- La communauté scientifiques des pays les plus avancés s'intéresse aujourd'hui bien plus au CRP qu'il y a 10 ans mais le ratio coût/enjeux reste mauvais dans un contexte agricole et économique morose !

Situation de terrain catastrophique

- Point de non retour franchi et les pertes vont s'amplifier rendant le coût d'une gestion globale insupportable d'autant que la solution miracle est peu probable à court terme.
- La disparition de l'essentiel des palmiers non patrimoniaux est vraisemblable entraînant un équilibre nouveaux difficile à prévoir.
- Aujourd'hui il me semble plus raisonnable d'investir dans des alternatives horticoles et paysagères au palmier que dans les palmiers (aucun palmier en PACA avant 1840 hormis le *Chamaerops*).

Perspective immédiate : Publication fin 2016 d'une synthèse critique unique des connaissances scientifiques et pratiques validées au niveau international sur la situation du CRP -et du PP- en zone méditerranéenne

Handbook of Rhynchophorus ferrugineus and Paysandisia archon: Biology and management,
~500 p., V. Soroker & S. Colazza (coordinateurs)
chez Blackwell-Wiley Ed.



Connaissances biologiques

- Seuls les mécanismes de sensibilité/tolérance des palmiers au CRP restent méconnus et leur caractérisation (base génétique) pourraient permettre de proposer des palmiers qui survivent au CRP.

Détection

- Récepteurs olfactifs caractérisés : fort potentiel inédit pour bloquer l'olfaction du CRP qui détermine sa capacité à localiser les palmiers et ses congénères.
- Intégrer les dernières connaissances pour optimiser le piégeage qui est la seule approche à large échelle qui a montré sa capacité à contribuer positivement à la gestion du CRP à long terme en ZNA et en verger et qui est parfaitement compatible Zéro Phyto.
- Améliorer les techniques de détection palmier à palmier est souhaitable mais sans portée réelle dans le contexte catastrophique actuel du fait d'un coût global irréaliste pour un suivi suffisant des palmiers.

Lutte

- Atteindre le CRP dans le palmier reste un défi pour l'emploi d'insecticide conventionnel. Les essais empiriques sans comprendre les mécanismes de migration risquent de continuer à porter leur lot de désillusion. Une recherche d'excellence sur ces mécanismes paraît indispensable pour une avancée significative.
- L'arrivée sur le marché de nouvelles s.a. systémiques circulant mieux et plus rémanentes reste le seul espoir pour une solution rapide (le temps d'une AMM) pour sauver les spécimens patrimoniaux.
- L'efficacité de la stratégie 'Attire & Infecte' demandera de nombreuses années pour être validée à grande échelle.
- L'espoir d'une efficacité curative par seule application palmier par palmier de champignons et nématodes entomopathogènes me paraît faible car ces agents ne circulent pas dans les tissus sains des palmiers et n'atteignent donc pas les cibles qui s'y trouvent.

Lutte et au-delà

- La recherche fondamentale et appliquée sur les nouveaux insecticides d'origine biologique : entomopathogènes circulants dans les plantes, toxines entomospécifiques, protéines de fusion... doit être renforcée car le cas CRP n'est qu'un exemple parmi d'autres qui montre toutes les limites des approches conventionnelles.
- Le statut d'organisme de quarantaine du CRP dans l'UE risque de disparaître et il me semblerait judicieux d'anticiper cette possibilité.
- Tout comme la raréfaction des palmiers dans nos paysages urbains doit s'accompagner de politiques d'informations volontaristes et de choix durables.



Merci de votre attention

et aux photographes dont les clichés m'ont permis d'illustrer cet exposé.

