

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

**SYNTHESE DES POSSIBILITES DE LUTTE CHIMIQUE ET BIOLOGIQUE CONTRE LE  
PAPILLON PALMIVORE, *PAYSANDISIA ARCHON* : MODALITES DE MISE EN ŒUVRE  
ET EFFICACITE.**

E. CHAPIN<sup>(1)</sup>, K. PANCHAUD<sup>(2)</sup>, N. ANDRE<sup>(3)</sup>, B. GAUTHIER<sup>(4)</sup> et M. GRANDIN<sup>(5)</sup>

<sup>(1)</sup> COSAVE - 57, grande rue 83790 PIGNANS - FRANCE  
[eric.chapin@cosave.fr](mailto:eric.chapin@cosave.fr)

<sup>(2)</sup> VEGETECH - 33, chemin de la Source 83260 LA CRAU - FRANCE

<sup>(3)</sup> FREDON Languedoc-Roussillon - 8, rue des Cigales 34990 JUVIGNAC - FRANCE

<sup>(4)</sup> BG Consultant - 520, chemin de la Poste 30131 PUJAUT - FRANCE

<sup>(5)</sup> ARNOUST HYGIENE SERVICES - ZA du Grand Pont - 83310 GRIMAUD FRANCE

## **RÉSUMÉ**

Le présent article établit une synthèse sur l'efficacité des insecticides et agents entomopathogènes, les caractéristiques techniques des matériels d'application et les éléments utiles aux décisions pour lutter contre le papillon palmivore (*Paysandisia archon*). Plusieurs expérimentations européennes ont mis en évidence l'efficacité préventive et/ou curative d'insecticides (spinosad, diflubenzuron et phosalone), d'agents entomopathogènes (*Beauveria bassiana*, *Steinernema carpocapsae* et *S. feltiae*) ou de barrière physique (glu). Le choix de la stratégie et des méthodes de lutte s'appuie sur le diagnostic sanitaire et environnemental de la parcelle, ainsi que sur les réglementations en vigueur. Plusieurs matériels permettent d'appliquer les produits phytosanitaires, chacun avec des caractéristiques fixant le cadre de leur utilisation. Sur la base de cette synthèse et de l'expérience acquise lors de la mise en œuvre des luttes contre *P. archon* au sein de jardins, d'espaces verts et de pépinières, les auteurs estiment disposer des outils permettant d'assainir les situations et de contrôler la pression parasitaire à l'échelle d'une parcelle.

Mots-clés : *Paysandisia archon*, Papillon palmivore, lutte, palmier.

## **SUMMARY**

### **REVIEW ABOUT CHEMICAL AND BIOLOGICAL CONTROL AGAINST *PAYSANDISIA ARCHON*: IMPLEMENTATION AND EFFICIENCY.**

This article is a review about the effectiveness of insecticides and entomopathogenic agents, the technical specifications of application equipments and other elements useful to decision making to control the Casniid palm borer moth (*Paysandisia archon*). Several European assays have demonstrated the preventive and/or curative efficiency of insecticides (spinosad, diflubenzuron and phosalone) of entomopathogens organisms (*Beauveria bassiana*, *Steinernema carpocapsae* and *S. feltiae*) or a physical barrier (birdlime). Decision of the strategies and methods of control relies on the sanitary and environmental diagnosis of the field, as well as regulations in force. Several materials make it possible to apply phytosanitary products; each with characteristics establishing the framework for their use. Considering this review and the experience gained during the implementation of the struggles against *P. archon* in gardens, greens spaces and nurseries, the authors think to have the tools to clean situations and controlling parasite pressure at a plot scale.

Key words: *Paysandisia archon*, Casniid palm borer, control, palm.

## INTRODUCTION

Le papillon palmivore (*Paysandisia archon*, Burmeister 1880), est une espèce exotique envahissante établie sur plusieurs territoires d'Europe : la France continentale, l'Espagne continentale, les Baléares, l'Italie continentale, la Sicile, la Grèce et la Crète. Les détections en Grande-Bretagne, en Slovénie (Benko beloglavec *et al.*, 2009), au Danemark (Buhl *et al.*, 2009) témoignent de la dissémination constante du ravageur via les échanges commerciaux de palmiers.

Ce ravageur, inféodé aux palmiers, est de nature à altérer la santé de la plante de manière irrévocable, pouvant localement, altérer considérablement des patrimoines paysagers, historiques et naturels, et engendrer des impacts économiques négatifs.

Au sein de l'Union européenne, *P. archon* est un parasite de quarantaine depuis 2009 pour certains genres de palmier. Ainsi, les palmiers cités dans la norme ne peuvent circuler qu'accompagnés d'un passeport phytosanitaire européen délivré à l'issue de vérifications administratives et techniques des établissements producteurs et/ou revendeurs. Par ailleurs, les végétaux sensibles ne peuvent être introduits sur le territoire européen qu'après avoir satisfait aux exigences administratives et techniques. La garantie sanitaire des lots commerciaux ne peut s'obtenir que si les éléments de la lutte sont suffisamment efficaces et maîtrisés par les conseillers, les gestionnaires et prestataires de services.

Lors de sa détection (2000-01), la communauté scientifique et technique disposait d'aucun élément sur son écologie, sa biologie et ses moyens de lutte. Presque six ans ont été nécessaires pour que les premiers éléments de lutte soient disponibles. A ce jour, plusieurs outils sont à la disposition des propriétaires et professionnels, chacun répondant à une situation épidémiologique, à un contexte économique, réglementaire, environnemental, aux savoir-faire de l'utilisateur... Cependant les informations scientifiques sont trop souvent peu accessibles et finissent par être tronquées ou déformées, ce qui peut conduire à un manque de lisibilité chez les nombreux acteurs de la filière palmier.

Il apparaît nécessaire d'établir une synthèse des résultats expérimentaux, des matériels d'application et des éléments qui conditionnent le choix des méthodes de lutte de façon à intégrer ces éléments dans le cadre de la protection phytosanitaire des palmiers.

## LES MOYENS DE LUTTE CONTRE LE PAPILLON PALMIVORE

Notre synthèse s'appuie sur une étude bibliographique d'ouvrages, d'articles techniques et scientifiques, de communications orales lors de colloques et notre propre expérience d'expérimentateur et d'opérateur.

### Liste des moyens de lutte contre les *Castniidae* d'importance agronomique

Plusieurs *Castniidae* s'attaquent aux productions agricoles (banane, canne à sucre, palmier à huile...) en Amérique du Sud : *Eupalamides cyparissias* Fabricius (= *Castnia dedalus*), *Telchin licus* Drury (= *Castnia licus*).

*E. cyparissias* est un ravageur important sur palmier à huile (*Elais guineensis* Jacq.) et occasionne des dégâts sur les palmiers d'ornement (Guyane) en se développant dans les pédoncules floraux, les rachis et le stipe. La situation épidémique est différente de celle de *P. archon* car le ravageur se développe dans des parcelles agricoles, est autochtone et s'attaque à des palmiers exogènes et sélectionnés pour des critères agronomiques.

Dans le cas européen de *P. archon*, il s'agit d'un ravageur exogène qui se développe sur des plantes, pour la plupart, exogènes issues d'aires très variées (Asie, Afrique, Amérique de Sud...). Par conséquent les moyens de lutte ne sont pas extrapolables même s'ils peuvent constituer des pistes à explorer.

Les moyens de lutte contre les *Castniidae* cités sont :

- La surveillance.
- L'élimination et la destruction des palmes et des régimes de fruits pourris.
- Un parasitoïde d'œuf (*Ooencyrtus* sp.) et des fourmis.
- Les nématodes entomopathogènes, avec des résultats d'efficacité très variables à la fois en condition de laboratoire et de terrain (*Steinernema* (= *Neoaplectana*) *carpocapsea* (Weiser) et *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar). Certaines souches locales sont étudiées et montreraient un intérêt.
- Des champignons entomopathogènes comme *Beauveria bassiana* (Bals.- Criv.) Vuill., et *Metarhizium anisopliae* (Metschn.) Sorokin. *T. licus* est décrit comme étant un hôte d'isolats de *Beauveria brongniartii* (Sacc.) Petch (Humber *et al.*, 2012 et Figueiredo *et al.*, 2002) et d'isolats de *Metarhizium anisopliae* (Figueiredo *et al.*, 2002).
- Les insecticides de synthèse (endrin, monocrotophos, trichlorfon, méthomyl, azinphosméthyl et endosulfan) pulvérisés ou injectés dans le tronc, obtiennent une bonne efficacité, selon la bibliographie, sur des débuts d'infestation. Cependant les résultats sont nettement diminués lorsque l'infestation est étendue et importante.

### Liste des moyens de lutte pour lutter contre *P. archon*

*P. archon* n'est pas un problème agronomique dans son aire d'origine et, de ce fait, n'a pas fait l'objet d'étude spécifique. Cependant *P. archon* n'en demeure pas moins, localement, un ravageur important, notamment en milieu urbain sur *Phoenix. canariensis* Hort. ex Chabaud et *Tachycarpus*.

En Europe, la nécessité de lutter contre ces populations envahissantes a fait l'objet d'observation, de pratiques professionnelles et d'expérimentations.

#### Ennemis naturels

Les parasitoïdes d'œufs, les insectes prédateurs (carabes, fourmis...), les oiseaux, les agents entomopathogènes primaires (*Beauveria*, *nématodes*, *virus*...) ou secondaires (ex : *Nosema*...) sont susceptibles de jouer un rôle dans la régulation des populations de *Castniidae* dans leur aire d'origine. Cependant aucune observation de terrain n'est rapportée sur *P. archon*.

En Europe, Sarto i Monteys et Aguilar (2005) rapportent l'observation anecdotique d'œufs (1,7% de l'échantillon, n = 168) présentant un trou suggérant l'action d'un hyménoptère parasitoïde mais l'action régulatrice de la faune et des pathogènes autochtones sur les populations de *P. archon* reste méconnue à ce jour.

#### Filet

En France la pose de filet anti-grêle a été recommandée pour éviter la dissémination des papillons notamment les premières années après la détection du ravageur. Les villes de Six-fours-les-Plages et Nîmes par exemple ont mis en œuvre cette technique au sein de leurs espaces verts.

Aucune donnée n'est disponible quant à l'efficacité de cette technique sinon la recommandation de la couleur blanche pour limiter les excès de chaleur, comparé au noir.

Tableau I : Avantages et inconvénients des filets insect-proof  
(Advantages and disadvantages of insect-proof nets)

Intérêts	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permettent de confiner des palmiers douteux et d'éviter la dissémination et la contamination.</li> <li>• Efficacité totale d'un filet hermétique.</li> <li>• Répondent aux exigences de la directive 2000/29/CE pour la protection physique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prise au vent importante.</li> <li>• Nécessité d'une installation minutieuse pour assurer le confinement.</li> <li>• Nécessité des contrôles réguliers.</li> <li>• Nécessité d'ajuster la surface du filet en fonction de la croissance du palmier.</li> <li>• Esthétique et paysage dénaturés.</li> <li>• Inadaptés aux palmiers avec un gros volume de frondaison car le volume de l'enclos peut permettre la reproduction du papillon.</li> </ul>

En conclusion, l'utilisation du filet est à recommander pour la détection au sein d'un environnement supposé sain, en cas de doute sur des lots de palmiers, lors de période de quarantaine ou pour isoler des plantes d'un environnement contaminé. Ces filets peuvent se poser directement sur la plante, sur les ouvrants d'une serre ou tunnel de production ou sur une armature à l'instar d'une ombrière. Ces filets anti-grêle peuvent donc être utilisés pour les besoins expérimentaux, les pépinières et le jardin.

#### Destruction du foyer

La destruction des foyers reste un élément clé de la réussite d'une lutte.

Cette étape nécessite une ou des inspections fines de chaque plante pour les classer à partir d'un diagnostic individuel : absence de symptôme, symptômes naissants, plante douteuse, ou plante ou stipe à détruire. Selon le nombre de plantes à traiter, cette opération peut se révéler coûteuse en main d'œuvre.

Selon le port de la plante, le degré et la zone d'infestation, il est possible : soit d'éliminer la partie infestée sans toucher l'apex, soit de détruire le stipe (cas des plante cespiteuse), soit de détruire la plante dans sa totalité.

Entre le 1<sup>er</sup> mai et le 30 octobre, la destruction est recommandée dans les plus brefs délais. Pendant l'absence des adultes, la destruction des déchets infestés peut être reportée mais doit s'effectuer avant les premières émergences. Par sécurité, le 1<sup>er</sup> avril est une date à retenir car aucun vol n'a jamais été signalé avant le 15 avril sur les côtes méditerranéennes françaises et basques.

La destruction des parties infestées est à réaliser de préférence par un broyage fin plutôt que par incinération. Le broyage des parties infestées est obtenu par un broyeur déchiqueteur. Le broyat peut être recyclé en l'incorporant dans un sol ou un compost ce qui permet une gestion durable des déchets. Bouhaouach *et al.* (2009) fournissent un protocole pour confectionner du compost homogène à base de déchets de dattier ; leurs travaux peuvent constituer une base pour la mise au point d'un compost à base des déchets de palmier. Les derniers stades larvaires ayant la capacité d'achever leur cycle sur les tronçons de stipe (obs. pers.), la destruction complète de ces derniers et toutes autres parties infestées est indispensable pour éliminer tous les risques d'échappement.

Les expériences de terrain permettent de dégager les intérêts et inconvénients suivants.

Tableau II : Avantages et inconvénients de la destruction par broyage fin  
(Advantages and disadvantages of the destruction by fine grinding)

Intérêts	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permet d'éliminer efficacement une source d'infestation.</li> <li>• Gestion durable des déchets possible.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temps de main d'œuvre élevé.</li> <li>• Nécessite un matériel adapté.</li> <li>• Nécessite une aire de destruction ou de compostage.</li> </ul>

En conclusion, cette technique de lutte doit être toujours dans l'esprit de l'opérateur. Il ne s'agit pas de détruire tous les palmiers présentant des symptômes mais de les classer. L'art du diagnostic prend toute sa valeur ; la fiabilité et l'expertise de l'opérateur conditionnent l'efficacité et optimisent la technique, qui ne peut se suffire dans le cas d'une infestation généralisée.

#### Glu (Biopalm)

Peltier *et al.* (2010) rapporte l'intérêt d'utiliser une glu à base d'huiles végétales, de résine de pin, de cire d'abeille et de latex développée pour lutter contre le papillon palmivore. Cette glu est appliquée sur la partie apicale ou toute la surface du stipe pour assurer une barrière physique. Elle s'applique par projection avant l'émergence des papillons. La glu permet d'atteindre deux objectifs : (i) empêcher la ponte et/ou la pénétration des larves néonates ; (ii) et perturber le processus de déploiement des ailes après l'émergence des imagos, dont la plupart ne peuvent plus voler : 90% d'adultes traversant la glu ont des ailes atrophiées et ne peuvent pas voler donc aller se reproduire et pondre ailleurs. Dans le cadre d'essais de valeur pratique, la glu permet de limiter significativement la contamination de palmiers sains, donc de les protéger à hauteur de 90% d'efficacité en une seule application. L'application de glu n'empêche pas la réitération de palmes juvéniles. Sa consistance gluante et peu esthétique reste un frein non négligeable à son application en ville et en production de plantes d'ornement.

Les expériences de terrain permettent de dégager les intérêts et inconvénients suivants.

Tableau III : avantages et inconvénients de la glu  
(Advantages and disadvantages of birdlime)

Intérêts	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bonne efficacité préventive.</li> <li>• Une seule application annuelle.</li> <li>• Compromet la dispersion et la reproduction des papillons.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produit salissant pour la voirie, le public, le matériel.</li> <li>• Adaptateur pour l'application lourd et peu ergonomique.</li> <li>• Ecotoxicité peu renseignée.</li> <li>• Altération de la qualité esthétique des végétaux d'agrément et des plants destinés à la vente</li> </ul>

### Insecticides de synthèse

La bibliographie fait état de travaux expérimentaux espagnols et français.

Sarto *et al.* (2005) rapportent de bons résultats (sans valeur d'efficacité ni conditions d'expérimentation) en pulvérisant la partie apicale et le stipe avec des insecticides de contact ou systémiques de la famille des organophosphorés : le chlorpyrifos 48% à la dose de 500 ml/hl, l'acéphate 75% à la dose de 150g/hl et le diméthoate. L'aldicarbe ne présente pas d'efficacité. Ces insecticides sont appliqués de la fin mai à fin septembre. Dans les situations de forte infestation, les applications sont réalisées une fois par mois et par faible infestation ou dans une stratégie de prévention, deux fois par an : vers la mi-juin et vers la mi-août. Les applications après la pénétration des larves (dite curatives) ne permettent pas d'obtenir de résultats satisfaisants. Par ailleurs, il est rapporté que les cocons sont imperméables ce qui limite l'impact des insecticides sur les chrysalides.

André *et al.* (2009) ont conduit des essais pour définir les efficacités préventive et curative d'insecticides de contact et systémiques selon deux modes d'application (pulvérisation et traitement du sol). Le tableau V synthétise les résultats obtenus. Les auteurs concluent que :

- La larve néonate est sensible à de nombreux insecticides, ce qui en fait un stade sensible à considérer pour la lutte.
- Les applications avant infestation (préventives) présentent de meilleures efficacités que les applications après infestation (curatives).
- Les applications dans un but curatif ne semblent pas être une option à retenir, pour des raisons d'efficacité et de respect de l'environnement.

Les données bibliographiques montrent que les insecticides de synthèse peuvent apporter une réponse dans la lutte contre le papillon palmivore. La larve néonate semble sensible à un large spectre de familles (pyréthrinoides, benzoylurées, organophosphoré et spinosines) agissant sur des cibles physiologiques distinctes ; ce qui est favorable à la gestion des risques d'apparition d'accoutumance ou de résistante.

La marge de progression paraît importante notamment pour la technique d'application des produits. Si ce domaine est étudié dans le secteur agricole, on ne retrouve aucune étude comparative sur les techniques de pulvérisation sur palmier. Les résultats d'André *et al.* (2009) semblent montrer l'importance de la quantité de bouillie et de sa répartition pour optimiser l'efficacité. La voie des traitements du sol mériterait d'être approfondie pour une application sur les plantes en pots.

Tableau IV : synthèse de l'efficacité d'insecticides de synthèse contre *P. archon* utilisé en France sur *Trachycarpus fortunei* (André et al., 2009).  
 Review about the efficiency of synthetic insecticides against *P. archon* used in France on *Trachycarpus fortunei* (André et al., 2009).

Substance active	Traitement	Application	Dose	Vol bouillie moy.	Année	Infestation contrôlé	Efficacité
Bifenthrine 100 g/l EC	Préventif	1 TPA	40 ml/hl	0,6 l	2006	3 jours post trait.	100%
				0,8 l	2007	2 jours post trait.	39%
				0,8 l	2007	10 jours post trait.	0%
				0,8 l	2007	21 jours post trait.	69%
Diflubenzuron 150 g/l SC	Préventif	1 TPA	66 ml/hl	0,6 l	2006	3 jours post trait.	87%
				0,8 l	2007	2 jours post trait.	92%
				0,8 l	2007	10 jours post trait.	67%
				0,8 l	2007	21 jours post trait.	100%
Spinosad 120 g/l EC	Préventif	1 TPA	75 ml/hl	0,6 l	2006	3 jours post trait.	40%
			300 ml/hl	0,8 l	2007	2 jours post trait.	100%
				0,8 l	2008	7 jours post trait.	95%
				0,8 l	2008	21 jours post trait.	70%
Acétamipride 20% SP	Curatif	2 TPA : 1 et 2 mois après infestation	50g/hl	1 l	2006	Ante trait.	75%
		1 TPA 2 mois après infestation	50g/hl	0,65 l	2007	Ante trait.	0%
		2 TS: 1 et 2 mois après infestation	50g/hl	2,5 l	2006	Ante trait.	25%
		1 TS 2 mois après infestation	50g/hl	1 l	2007	Ante trait.	0%
Imidaclopride 200 g/l SC	Curatif	1 TPA 2 mois après infestation	35 ml/hl	0,65 l	2007	Ante trait.	0%
		1 TS 2 mois après infestation	250 ml/hl	1 l	2007	.Ante trait.	0%
Phosalone 60 g/l L	Curatif	2 TPA: 1 et 2 mois après infestation	1 l/hl	1 l	2006	Ante trait.	100%

TPA : traitement des parties aériennes ; TS : Traitement du sol ; trait. : traitement.

### Agents entomopathogènes

Trois agents sont signalés comme efficaces sur *P. archon* : *B. bassiana*, *S. carpocapsae* et *S. feltiae* (Filipjev).

#### *Nématodes entomopathogènes*

Les nématodes du genre *Steinernema* sont des parasites obligatoires d'insectes. Ils présentent une relation mutualiste avec une bactérie (*Xenorhabdus nematophila* (Poinar & Thomas) Thomas & Poinar pour *S. carpocapsae* et *Xenorhabdus bovienii* (Akhurst) Akhurst & Boemare pour *S. feltiae*) mortelle pour les insectes. La bactérie et le nématode agissent en synergie. Le 3<sup>e</sup> stade juvénile du nématode qui présente le potentiel infectieux le plus important est utilisé en lutte contre les ravageurs des végétaux. Nageant dans l'eau, il pénètre dans le corps de l'insecte, libère la bactérie qu'il contient, qui se multiplie ensuite dans l'hémolymphe, détruit les défenses cellulaires de l'insecte, et provoque sa mort en 24 à 48h, par « septicémie ».

L'humidité relative est un facteur déterminant sur la survie des nématodes juvéniles. Vivant dans le sol, ces nématodes peuvent se rencontrer à bien d'autres endroits dès l'instant que le milieu contient suffisamment d'eau. Sur une feuille, leur survie et leur potentiel infectieux ne dépassent guère 6 à 8 heures entre 80% à 60% d'humidité relative. Cette fragilité conduit à l'emploi d'adjuvant (chitosan) pour accroître l'efficacité dont l'effet n'est pas toujours démontré par la bibliographie. Nous disposons de très peu de données sur le comportement des nématodes sur des palmiers que ce soit dans les galeries des foreurs ou ailleurs sur la plante. Ferry et Gomez (2007) ont réalisé une étude qui permet d'approcher la survie de *S. carpocapsae* sur un dattier dans les conditions climatiques de mai et juin à Elche (Espagne). Ils concluent que la population de nématodes décroît jusqu'à des niveaux très faible à nuls 29 jours après l'application, quelle que soit la partie du palmier. Seuls 33% des nématodes situés sur les tissus externes (exposés aux variations climatiques) survivent après le 1<sup>er</sup> jour qui suit l'application alors que 21 % des nématodes situés sur les tissus internes (certainement protégés des variations climatiques) survivent 21 jours après l'application.

Soto sanchez (2007) a étudié l'efficacité de la spécialité commerciale BIOREND R PALMERA, à base de *S. carpocapsae* et de chitosane. Le chitosane est un dérivé de l'exosquelette des arthropodes (crustacés), de l'endosquelette des céphalopodes (calamars...) ou de la paroi des champignons. Il dispose de propriétés antivirales, antibactériennes, antifongiques et stimule les défenses naturelles des dycotylédones et monocotylédones (El Hadrami *et al.* 2010). Les essais de laboratoire confirment la capacité du *S. carpocapsae* à provoquer la mort des larves de *P. archon* de 3<sup>e</sup> et 5<sup>e</sup> stade larvaire. La quantité de nématode permettrait d'augmenter l'efficacité et la rapidité d'action d'une application. Cependant une quantité faible engendre une mortalité non négligeable. Les essais en conditions semi-naturelles, visant à comparer l'effet de la dose, montrent que 0,3 million et 1 million de nématode par palmier permettent d'obtenir des efficacités curatives respectives de 80 et 100%.

Ricci *et al.* (2009) ont étudié, en conditions de terrain, l'efficacité curative de diverses spécialités commerciales à base de *S. carpocapsae* (NEMASYS C et NEMOPAK SC PALME) et de chitosane, qui est comprise entre 90 et 100 % comparativement au témoin traité à l'eau avec des doses de 8 à 10 millions de nématode par litre de bouillie.

André *et al.* (2011) ont étudié, en conditions semi-naturelles, les efficacités préventives et curatives de spécialités commerciales à base de *S. carpocapsae* (CARPOCAPSAE-SYSTEM) et *S. feltiae* (ENTONEM). Les résultats montrent des efficacités préventives respectives de *S. feltiae* et *S. carpocapsae* de 94 et 100 %, respectivement à la dose de 6 millions de nématodes par litre de bouillie. Les résultats d'efficacité curative confirment ceux de Sanchez (2007) et Ricci *et al.* (2009) : un intérêt certain pour les nématodes

dans la lutte contre *P. archon*. Leurs tests relatifs au calendrier d'application curative, suggèrent de préférer les applications d'automne (chenilles majoritairement jeunes) aux applications de printemps (chenilles majoritairement âgés). Ils observent un effet dose avec *S. feltiae* tandis que *S. carpocapsae* présente les mêmes niveaux d'efficacité à 1, 6 et 10 millions de nématodes par litre de bouillie. L'efficacité de *S. carpocapsae* (83 à 87 %) est plus élevée que celle de *S. feltiae* (43 à 87 %). *Perez et al.* (2010) ont conduit des essais de terrain au sein de jardins et d'espaces verts. Ils observent un effet positif des applications curatives, en particulier d'automne bien que ces seuls traitements ne peuvent suffire au contrôle du ravageur au sein d'un espace restreint. Ils montrent enfin que les traitements curatifs sont satisfaisants sur un faible niveau d'infestation ; c'est-à-dire sur des plantes portant des symptômes (sciure, etc.) récents et discrets.

#### Champignons entomopathogènes

Une seule et unique souche de *B. bassiana* a été testée : la souche Bb 147 de Natural Plant Protection (NPP), isolée à partir de la pyrale du maïs (*Ostrinia nubilalis* Hübner). Une autre souche est en cours d'évaluation (*Besse et al.*, sous presse).

*B. bassiana* provoque chez l'insecte une maladie : la « muscardine blanche ». Les insectes sont infectés par des conidies qui se fixent, germent sur la cuticule de l'hôte puis pénètrent l'intérieur du corps. *B. bassiana* peut aussi infecter l'insecte par la voie orale. Le développement du champignon entraîne la mort de l'hôte. En conditions humides, le champignon sporule abondamment en recouvrant les cadavres d'hyphe mycélien. En plus de son effet létal, *B. bassiana* peut réduire le potentiel reproducteur des adultes et entraîner la perte de fécondité et de fertilité de l'œuf, notamment chez les coléoptères.

*Gomez-Vidal et al.* (2009) ont étudié l'interaction entre les champignons entomopathogènes (*B. bassiana*, *Lecanicillium dimorphum* (J. D. Chen) Zare & W. Gams (forme asexuée = *Verticillium lecanii* (Zimm.) Viégas) et *L. psalliotae* (Treschew) Zare & W. Gams) et le dattier en utilisant des techniques de protéomique. Ils ont identifié des protéines qui pourraient être impliquées dans la défense des plantes aux stress biotiques et abiotiques. Ceci suggère que la colonisation endophyte des tissus du dattier par les champignons entomopathogènes induit des réponses de défense des plantes sans faire obstacle au développement des champignons.

*Besse et al.* (2007 et 2009) ont conduit des essais en laboratoire, en conditions semi-naturelles et en condition de terrain. Au laboratoire, ils montrent une forte efficacité de la souche Bb 147 (micro-granulés) et que sa virulence ne semble pas fonction de la taille de la chenille. Les essais visent à simuler les infestations estivales et consistent à protéger les palmiers par 3 applications des micro-granulés. En conditions semi-naturelles, les efficacités préventives sont comprises entre 86 % et 100 %. Les essais conduits pendant deux années au sein d'une pépinière infestée ont permis de réduire significativement les taux d'attaques avec des efficacités comprises entre 83 et 87 %. *Besse et al.* (2009) évoquent un potentiel curatif de la souche Bb 147, qui reste à démontrer par expérimentation.

En conclusion des essais de laboratoire, en conditions semi-naturelles et des essais de valeur pratique, les entomopathogènes présentent de bonnes efficacités préventives et/ou curatives. Toutefois, il est indispensable d'accroître la connaissance sur la biologie de ces entomopathogènes afin de mieux comprendre les interactions entre la plante, le bioagresseur et les agents entomopathogènes pour optimiser les techniques et les stratégies.

Tableau V : synthèse des efficacités d'agents entomopathogènes contre *P. archon*.  
(Review of the efficiencies of entomopathogenic agents against *P. archon*)

Agent entomopathogène	Pays	Traitement	Application	Période d'application	Palmier	Dose	Vol moy. bouillie (l)	Année	Infestation	Efficacité
<i>Beauveria bassiana</i> Bb 147 MG	Fr <sup>1</sup>	Préventif	3 TPA	août	<i>Phoenix canariensis</i>	56 g/palmier	/	2007	7 infestations contrôlées post trait.	96%
					<i>Washingtonia filifera</i>	3 g/palme	/	2008	7 infestations contrôlées post trait.	100%
					<i>Trachycarpus fortunei</i>	35g/m de stipe	/	2008	7 infestations contrôlées post trait.	86%
<i>Steinernema carpocapsae</i>	Fr <sup>2</sup>	Curatif	1 TPA 1,5 mois après infest.	sept.-oct.	<i>Trachycarpus fortunei</i>	5,8 millions/l	1,2	2008	contrôlée ante trait.	75%
			1 TPA 1,5 mois après infest.	sept.-oct.		1 million/l	1	2009	contrôlée ante trait.	83%
			1 TPA 1,5 mois après infest.	sept.-oct.		10 millions/l	1	2009	contrôlée ante trait.	87%
			1 TPA 1,5 mois après infest.	sept.-oct.		6 millions/l	1	2009	contrôlée ante trait.	83%
	1 TPA 9 mois après infest.	avril-mai	6 millions/l	1	2010	contrôlée ante trait.	0%			
	It <sup>3</sup>	Curatif	1 TPA	octobre	<i>Trachycarpus fortunei</i>	8 millions/plt	0,8	2008	naturelle	91%
<i>Steinernema carpocapsae</i> + chitosane (=N-acétyl-D-glucosamine)	Es <sup>4</sup>	Curatif	1 TPA	août	<i>Chamaerops humilis</i>	3,5 millions/l + 5 ml/l	0,5	2007	contrôlée ante trait.	91%
						1 million/l + 5 ml/l	0,5	2007	contrôlée ante trait.	100%
						0,3 million/l + 5 ml/l	0,5	2007	contrôlée ante trait.	80%
						1 TPA 1,5 mois après infest.	sept.-oct.	1 million/l	1	2009
<i>Steinernema feltiae</i>	Fr <sup>3</sup>	Curatif	1 TPA 1,5 mois après infest.	sept.-oct.	<i>Trachycarpus fortunei</i>	10 millions/l	1	2009	contrôlée ante trait.	87%
			1 TPA 1,5 mois après infest.	Juil.-août		6 millions/l	1	2009	contrôlée ante trait.	74%
			1 TPA 9 mois après infest.	avril-mai		6 millions/l	1	2010	contrôlée ante trait.	0%
	Fr <sup>3</sup>	Préventif	3 TPA	Juil.-août	<i>Trachycarpus fortunei</i>	6 millions/l	1	2009	4 infestations contrôlées 2 à 7 jours post trait.	94%

TPA : traitement des parties aériennes ; Moy. : moyen ; Trait. : traitement

<sup>1</sup> Besse *et al.* 2009

<sup>2</sup> Andre *et al.* 2011

<sup>3</sup> Ricci *et al.* 2009

<sup>4</sup> Soto sanchez 2007

### Compatibilité des spécialités phytosanitaire entre-elles.

Dans un contexte où la pression parasitaire des bioagresseurs de palmiers augmente (par le nombre et le niveau croissant des populations) au sein des territoires, il est indispensable de raisonner les stratégies en fonction du ou des risque(s) phytosanitaire(s) des plantations de palmiers concernées. Par ailleurs, les politiques phytosanitaires européennes et françaises fixant des objectifs de réduction de l'utilisation des produits de synthèse et de prendre davantage en considération le risque de santé publique et environnemental, conduisent à favoriser les méthodes de biocontrôle. S'ajoutent les bonnes pratiques phytosanitaires qui visent à réduire l'apparition de souches résistantes ou accoutumées aux insecticides. Cela implique, entre autre, de répondre aux questions de comptabilité des spécialités commerciales. La bibliographie et la base nationale des effets non intentionnels des produits phytopharmaceutiques (ECOACS, <http://e-phy.agriculture.gouv.fr/>) permettent d'approcher cette notion.

### Nématode/produits phytopharmaceutiques

Dans une étude sur la compatibilité de nématodes entomopathogènes avec des pesticides chimiques, la réponse de *S. carpocapsae* et *S. feltiae* à 75 pesticides commerciaux a été évaluée. Les juvéniles infectieux des deux espèces tolèrent (sauf exception) la plupart des produits testés. La réponse des deux espèces à différents pesticides semble très similaire. La dodine pour les fongicides et l'alachlore, l'acétochlore, le 2,4-d (sel d'amine), l'oxyfluorène et le paraquat pour les herbicides impactent gravement les stades juvéniles. Par contre, une plus grande proportion de formulations dans le groupe insecticide, acaricide et nématicide seraient toxiques. Parmi ceux-ci, le parathion, l'aldicarbe, le méthomyl, flubenzimine, le métam-sodium, et fénamiphos sont les plus toxiques. Dans l'ensemble, les résultats indiquent la possibilité d'une utilisation intégrée de ces espèces de nématodes et des insecticides et fongicides.

### Beauveria bassiana/produits phytopharmaceutiques

Plusieurs études abordent la question des effets non-intentionnels des substances actives sur le champignon. Dans l'ensemble, *B. bassiana* est peu sensible aux insecticides et acaricides excepté le cyhexatin, le fipronil, et le chlorpyrifos-éthyl. A l'inverse, il se trouve sensible aux fongicides comme le thiophanate-méthyl, le mancozèbe, la carbendazine. L'utilisation de cuivre est compatible avec l'application de *B. bassiana*.

### Nématode/Beauveria bassiana

Le nématode *S. feltiae* et le champignon *B. bassiana* possèdent de larges gammes d'hôtes communes. Barberchek et Kaya (1990) ont étudié l'impact de *B. bassiana* sur la période d'accueil de l'infection létale des nématodes et la production de fructifications du champignon dans un seul hôte (*Galleria mellonella* (Linnaeus 1758)). L'action des nématodes est plus rapide que celle de *B. bassiana* appliqué seuls ou simultanément. Les travaux mettent en évidence, chez les insectes hôtes doublement infectés, l'absence de progéniture (chez les nématodes) ou de fructification (pour le champignon) des agents entomopathogènes. La bactérie mutualiste associée aux nématodes, *Xenorhabdus*, entraverait la croissance de *B. bassiana* dans l'insecte lorsque les nématodes sont appliqués dans les 24 heures après application de *B. bassiana*. A l'inverse *B. bassiana* serait préjudiciable au développement de *S. feltiae* lorsqu'il est appliqué 48 heures avant les nématodes.

Tableau VI : synthèse des effets non intentionnels des substances actives et autres substances pouvant être utilisées dans le cadre de la protection phytosanitaire des plantations de palmiers. Données collectés à partir de la base ECOACS, <http://e-phy.agriculture.gouv.fr/> (MAAPR/e-phy17/10/2012)

Review of the non-intentional effects of active ingredient and others substances authorized for plant protection of palm tree plantations Information from the ECOACS database, <http://e-phy.agriculture.gouv.fr/> (MAAPR/e-phy17/10/2012)

Substance / agent	Groupe*	Famille chimique	Principe actif	<i>Steinernema carpocapsae</i>	<i>Steinernema feltiae</i>	<i>Beauveria bassiana</i>	
Agents entomopathogènes			<i>Beauveria bassiana</i>	-	?	-	
			<i>Steinernema carpocapsae</i>	-	-	-	
			<i>Xenorhabdus nematophilus</i> (bact symb de <i>S. carpocapsae</i> )	-	-	Peu tox.	
			<i>Stenernema feltiae</i>	-	-	-	
			<i>Xenorhabdus bovienii</i> (bact. symb de <i>S. feltiae</i> )	-	-	Neutre	
Fongicides	B1	Benzimidazoles	Bénomyl	-	Toxique	-	
			Carbendazime	-	-	Toxique	
			Thiophanates	Thiophanate-méthyl	-	-	Très toxique
	M1	Inorganique	Hydroxyde de cuivre	-	-	Neutre	
	M3	Dithio-carbamate	Mancozèbe	-	-	Très toxique	
Insecticides	1A	Carbamates	Aldicarbe	-	Peu toxique	-	
			Carbofuran	-	-	Neutre	
			Chlorpyriphos-éthyl	Neutre	Peu toxique	Toxique	
				Diazinon	-	Peu toxique	Neutre
	1B	Organophosphorés	Diméthoate	-	Peu toxique	Moyennement toxique	
			Phosalone	-	-	-	
			Trichlorfon	?	-	-	
			Acéphate	-	-	Peu toxique	
	2A	Organochlorés	Endosulfan	-	Neutre	Toxique	
	3A	Pyréthroïdes	Bifenthrine	-	-	?	
			Perméthrine	Neutre	-	-	
	4	Néonicotinoïdes	Acétamipride	-	-	-	
			Imidaclopride	Neutre	Peu toxique	Neutre	
Thiamethoxam			-	-	Neutre		
5	Spinosynes	Spinosad	-	?	-		
6	Avermectines	Emamectin benzoate	-	-	-		
15	Benzoylurées	Diflubenzuron	-	-	?		
16	Buprofézine	Buprofézine	-	Neutre	-		
?	Azadirachtine	Azadirachtine	-	-	?		
Autre			Chitosane	-	-	-	
			Glu (huiles végétales, résine de pin, cire d'abeille et latex)	-	-	-	

\* Données issues de l'IRAC (Insecticide Resistant Action Committee) et de la FRAC (Fongicide Resistant Action Committee)

L'analyse des données de la base Ecoacs montre qu'il n'est nullement envisageable de globaliser les effets non intentionnels à l'échelle d'une famille chimique de biocide et qu'il est, par conséquent, important de disposer de données propre à chaque agent pathogène et substance active, dès lors que ces derniers sont susceptibles d'être appliqués simultanément ou de façon rapprochée.

## MISE EN ŒUVRE DES MOYENS DE LUTTE

La mise en œuvre d'une lutte fait appel à des compétences et des savoir-faire très variés : le diagnostic, la connaissance des bioagresseurs, la maîtrise des techniques de lutte, l'analyse des risques environnementaux et sanitaires, l'organisation du chantier, la technique d'application, etc. Il n'existe pas de stratégie universelle mais de nombreuses méthodes (ci-avant) qui, combinées et organisées, permettront d'atteindre le point d'acceptabilité ou de respecter les exigences réglementaires.

Pour décider d'une stratégie ou d'un traitement plusieurs facteurs sont à prendre en compte. Nous nous contenterons de transmettre ici les éléments utiles à la réflexion qui conduira à un choix stratégique puis à la décision d'intervenir.

Figure 1 : éléments à prendre en considération dans le choix des techniques et matériels de lutte. (Elements to consider in the choice of techniques and materials for control)



### Importance du diagnostic : facteurs à prendre en compte

La démarche diagnostic comporte quatre grandes étapes : l'investigation, les hypothèses, l'identification et l'analyse des résultats. Quel que soit le problème – simple ou complexe – la démarche reste la même. Il est important de prendre de la hauteur sur le sujet traité, de se poser le maximum de questions et d'y apporter, dans la mesure du possible, une réponse ou une explication. Elle exige de nombreuses connaissances scientifiques : botanique, physiologie végétale, écologie, pédologie, phytopathologie...

Le diagnostic est l'étape préalable, indispensable à toutes décisions correctives ; de sa précision dépendra la pertinence de la ou des méthode(s) de lutte à mettre en œuvre.

Dans le cadre de la lutte contre *P. archon*, les points importants sont de vérifier l'infestation et l'identité du ou des bioagresseur(s) et d'évaluer les niveaux d'infestation en fonction de la sensibilité des palmiers.

### Evaluation sanitaire du site

Avant toute décision, il convient d'établir un bilan sur le nombre de palmiers attaqués, d'établir la liste des espèces concernées et le niveau d'infestation. Ces éléments permettront de dresser une situation de départ indispensable à l'évaluation de la stratégie de lutte adoptée et la cartographie qui permettra de localiser les zones prioritaires, informations indispensables pour établir le plan de lutte.

Tableau VII : exemple de deux situations sanitaires opposées sur deux parcelles limitrophes. Le diagnostic détermine la stratégie de lutte intégrée.

(Example of two opposite situations in two neighbouring fields. The diagnostic determines the IPM strategy)

Espèces	Site 1 Espace paysager privé (Var, France) parcelle limitrophe du site 2			Site 2 Espace paysager privé (Var, France) parcelle limitrophe du site 1		
	Nb. palmiers	Nb. d'infestés	%	Nb. palmiers	Nb. d'infestés	%
<i>Brahea armata</i>	-	-	-	1	-	0%
<i>Brahea edulis</i>	-	-	-	3	-	0%
<i>Butia</i> spp.	7	-	0%	-	-	-
<i>Chamaerops humilis</i>	84	45	54%	22	-	0%
<i>Phoenix canariensis</i>	58	-	0%	146	-	0%
<i>Phoenix dactylifera</i>	-	-	-	1	-	0%
<i>Phoenix roebelenii</i>	-	-	-	1	-	0%
<i>Trachycarpus fortunei</i>	14	2	14%	6	-	0%
<i>Washingtonia filifera</i>	16	-	0%	-	-	-
<i>Washingtonia robusta</i>	716	25	3%	468	1	0%
<b>TOTAL</b>	<b>895</b>	<b>72</b>	<b>8%</b>	<b>648</b>	<b>1</b>	<b>0%</b>

L'évaluation du niveau d'infestation n'est pas chose facile à cause du mode de vie cachée des larves et pour certains palmiers de l'inaccessibilité des symptômes discriminants. Pour les *Chamaerops* et *Trachycarpus*, les travaux de Perez *et al.* (2010) constituent une base d'outil d'aide à la décision, au moins dans le cadre d'une lutte avec les nématodes entomopathogènes. Pour les *Phoenix*, l'exercice est plus délicat voire impossible visuellement car les symptômes sont moins expressifs. L'évaluation pourrait passer par un comptage des exuvies mais impossible dans le cadre d'une activité économique.

Tableau VIII : classes d'infestation pour *Trachycarpus* et *Chamaerops* selon Perez *et al.* (2010)  
(Infestation classes for *Trachycarpus* and *Chamaerops* according to Perez *et al.* (2010))

Classe	État de la plante	Symptômes
0	Aspect sain Signes de croissance	Aucun symptôme
1	Aspect sain Signes de croissance	Absence de symptôme récent Exuvies et agglomérats anciens
2	Etat général d'aspect sain Signes de croissance	Symptômes récents discrets Exuvies et sciure récentes
3	Plante affaiblie Signes de croissance Palmes juvéniles développées	Symptômes faciles à repérer Nombreuses exuvies, sciure fraîche
4	Plante très affaiblie	Symptômes fréquents faciles à repérer Nombreuses exuvies, sciure fraîche, début de dessèchement des palmes juvéniles, nanisme, déséquilibre de la frondaison
5	Aucun signe de croissance	Symptômes évidents sur tout le palmier Nombreuses exuvies, sciure fraîche, dessèchement des palmes juvéniles, nanisme, déséquilibre de la frondaison, dégradation du stipe
6	Palmier mort	

La sensibilité du palmier (espèce et taille) est un facteur à prendre en compte car il définira l'échelle de temps et le caractère urgent. Certains palmiers peuvent véritablement se présenter en porteur sain comme le *Thrinax campestris*.

Une observation de la morphologie d'un *Thrinax campestris* et la localisation des galeries permettent de comprendre que ce palmier, originaire de l'aire géographique du *P. archon*, n'a pas beaucoup à craindre du ravageur. En effet ce palmier dispose d'une large couche protectrice (composée d'au moins 8 base de rachis superposées, photos ci-contre) dans laquelle les chenilles se développent. Ceci n'écarte pas sa vulnérabilité en cas d'attaque (hasardeuse) au niveau de la zone apicale.



Figure 2 : coupe transversale d'un stipe de *Thrinax campestris*. En rouge, partie vasculaire. Flèches bleues, localisation des galeries.

(Cross section of a stipe of *Thrinax campestris*. In red, the vascular zone. Blue arrows, gallery location.)

Aucune donnée publiée ne permet d'établir la sensibilité des espèces de palmier. Cependant notre expérience et expertise nous conduisent à penser que les *Chamaerops*, les *Trachycarpus*, les *Phoenix canariensis* sont, actuellement, les espèces majoritairement attaquées. Ceci, ne signifie nullement que les autres espèces sont résistantes à *P. archon*.

Un diagnostic de chaque palmier constitue une première phase de lutte car il permet de trier les plantes trop infestées pour être soignées, des plantes douteuses et des plantes saines. En pépinière cette opération est indispensable dans les situations d'urgence et de forte infestation ou encore d'introduction de nouveaux lots.

### Choisir les spécialités et définir les stratégies de lutte

*P. archon* est une espèce monovoltine (une seule génération annuelle). Ceci aide la lutte et son organisation : il y a une période à risque de contamination et une période d'accalmie qui peut être mise à profit pour contrôler l'état sanitaire, engager la lutte physique ou organiser les différentes opérations.

La période à risque de contamination va de mi-juin à fin septembre avec un pic de vol, suivi d'un pic de pontes, respectivement entre fin juin et début juillet et mi-juillet à mi-août. Perez *et al.* (2010) met clairement en évidence la nécessité de protéger les palmiers de la pénétration de la larve de 1<sup>er</sup> stade par des traitements préventifs qui peuvent avoir une action curative. A ce jour, aucun outil (modèle, piège olfactif...) n'est disponible pour déterminer la période de risque. Cette évaluation passe obligatoirement par des observations régulières consistant à dénombrer ou estimer (par classe) le nombre d'exuvies (signe de papillons émergés) à partir desquels il sera possible d'approcher la période à risque.

Le positionnement, la combinaison des méthodes et le nombre de traitements dépendent du risque phytosanitaire et environnemental, des enjeux économiques, des obligations réglementaires, de l'importance affective de la plante, de sa place dans le patrimoine et le paysage, des propriétés et performances des spécialités commerciales etc. autant de facteurs que le conseiller et le maître d'œuvre doivent avoir à l'esprit et qui ne permettent pas d'établir une recette unique et ubiquiste. Toutefois les grands principes sont les suivants :

- Contrôler régulièrement les palmiers pour détecter le plus précocement une infestation.
- Eliminer toutes plantes fortement contaminées et qui ne peuvent être soignées par aucune technique.
- Confiner les plantes douteuses situées dans une aire indemne ou qui doit être indemne (pépinière et lieux de vente).
- Protéger les palmiers de la pénétration des larves juvéniles.
- Possibilité de faire des traitements de rattrapage en fin d'été-début d'automne.
- Alternier les spécialités dès lors que le mode d'action présente un risque d'apparition de résistance.

Figure 3 : a) Palmier sous filet anti-grêle ; b) symptôme récent et discret ; c) galerie d'une chenille d) 1<sup>er</sup> stade larvaire ; e) exuvie de chrysalide. Photos : Eric Chapin.

(a) Palm under insect-proof net; b) recent and discreet symptoms; c) gallery of a caterpillar; d) First larvae stage; e) pupal exuviae.)

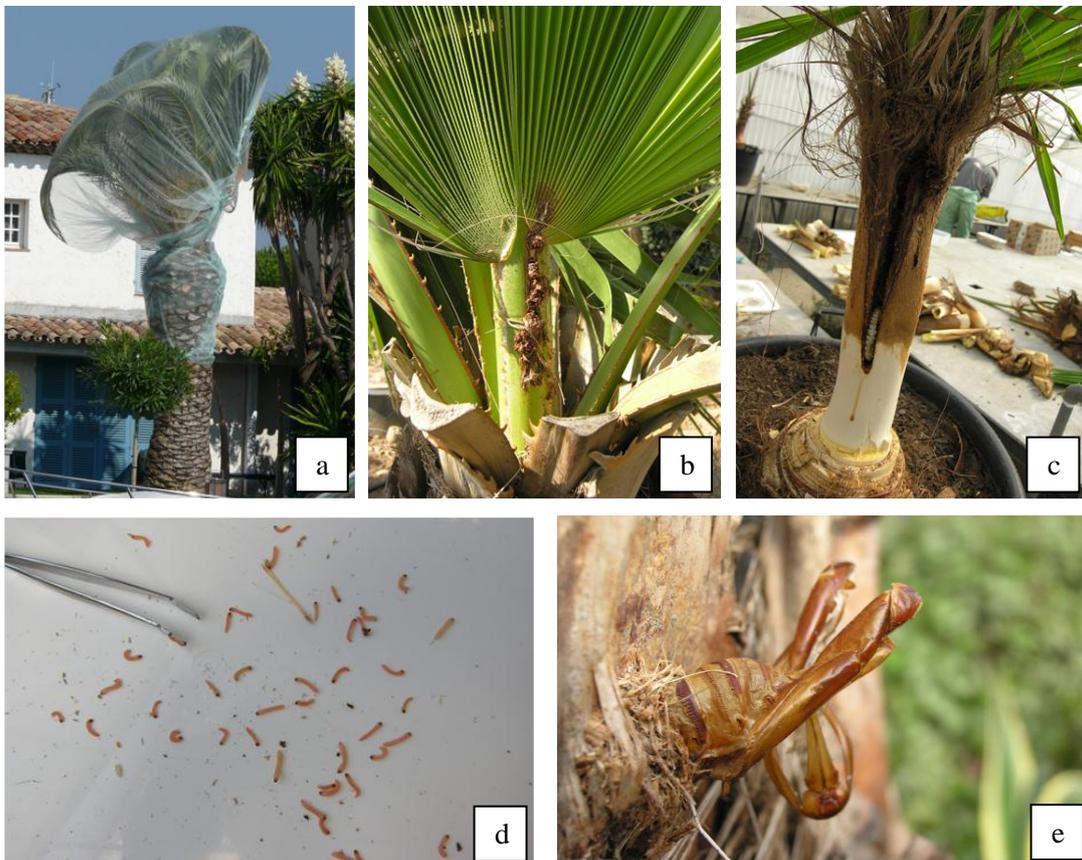
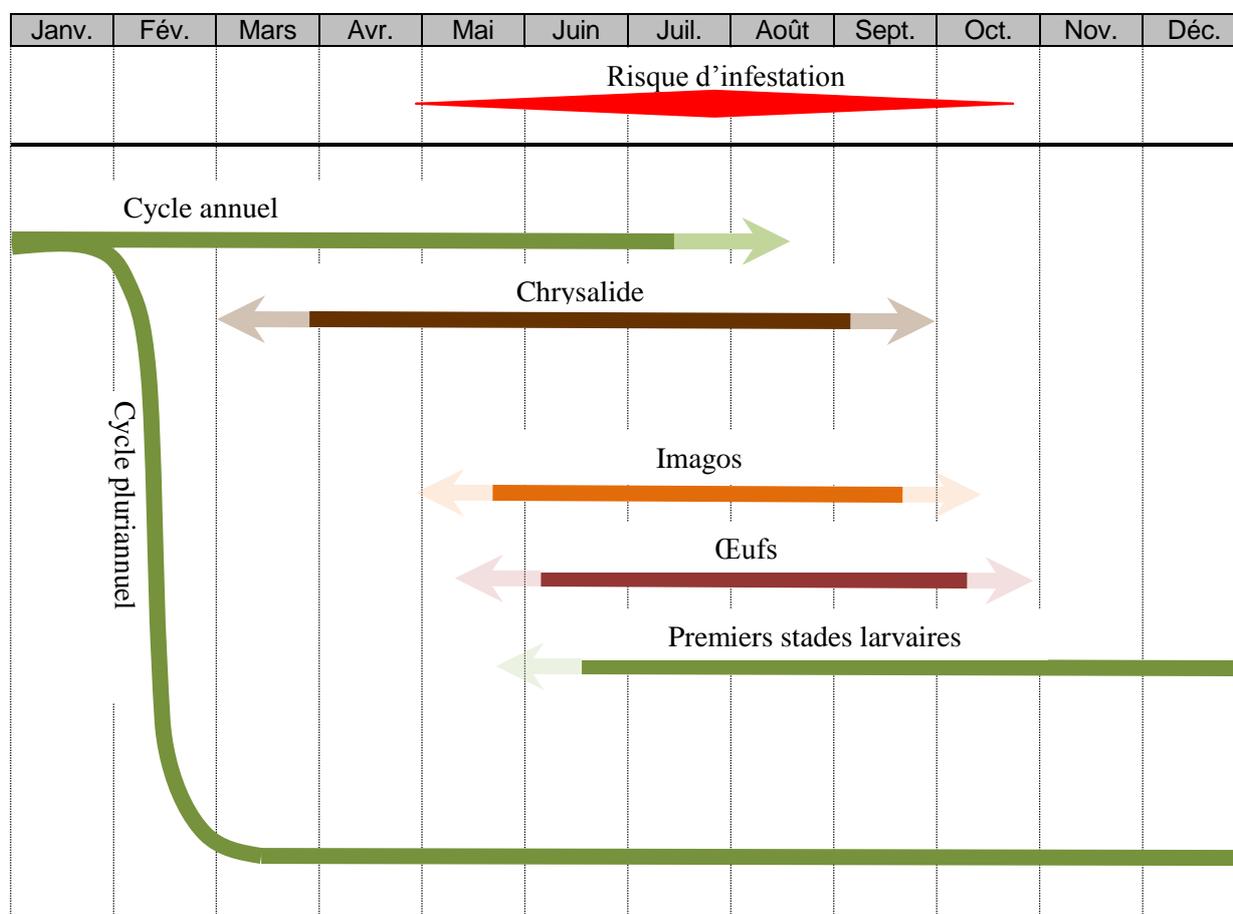


Figure 4 : cycle biologique de *P. archon* en méditerranée occidentale et période à risque d'infestation.

(Life cycle of *P. archon* in occidental Mediterranean and risk period for infestation)



#### Caractéristiques réglementaires (spécificités sur territoire français)

Le conseil, la distribution et l'application de spécialités phytopharmaceutiques au sens du règlement (CE) n° 1107/2009 doivent être établis dans le cadre réglementaire fixés par les règlements européens et nationaux. Le présent article ne saurait faire la synthèse des réglementations des Etats membres en vigueur.

Nous tenons à souligner (compte tenu du lieu de la conférence) les éléments réglementaires à prendre en compte sur le territoire français.

- Les autorisations de mise sur le marché des spécialités phytopharmaceutiques pour l'usage phytosanitaire requis ou d'entrée sur le territoire et d'introduction dans l'environnement de macro-organismes non indigènes utiles aux végétaux.
- Les restrictions d'usage liées aux conditions climatiques, au délai de rentrée sur la parcelle traitée, au traitement durant la période de floraison et/ou d'exsudat en dehors de la présence d'abeilles, la fréquentation du public, la proximité des établissements de soin ou espaces accueillant les enfants, les proximité des cours d'eau.
- Les obligations du conseiller, du distributeur et de l'opérateur en matière d'information et de traçabilité des opérations propres à chaque métier.
- Le caractère de lutte obligatoire pour l'espace à traiter ; *P. archon* étant un organisme dont l'introduction et la dissémination est interdite ce qui signifie que les établissements revendeurs et producteur de palmiers doivent être indemnes de signe du ravageur.



## Le matériel d'application

L'application des spécialités commerciales est un élément important dans la lutte car elle conditionne l'efficacité. Plusieurs matériels sont adaptés au traitement du palmier, tous disposant d'avantages et d'inconvénients spécifiques à une situation. Leur choix est motivé par la formulation de la spécialité commerciale (micro-granulés, liquide...), l'accessibilité du site et du palmier, le coût, les risques environnementaux, le nombre de palmiers, etc. Il n'existe pas de matériel prédéfini et normalisé pour les traitements des arbres et arbustes d'ornement ou des palmiers.

Le matériel propice au traitement phytosanitaire des palmiers est le suivant :

- Les pulvérisateurs manuels à pression préalable.
- Les pulvérisateurs motorisés à pression entretenue.
- Les poudreuses à main.
- Les atomiseurs portables ou autoportés.
- Les pulvérisateurs à jet porté ou projeté.
- Les nébulisateurs pneumatiques permettant un traitement en ultra bas volume (UBV).

A chacun de ces matériels est associé un élément permettant de moduler le type de pulvérisation souhaitée : forme du jet, de taille des gouttelettes, de diffusion... Chaque matériel optionnel dispose d'avantages et d'inconvénients ; à charge à l'opérateur d'un choix final



Figure 5 : Application de la glu avec une perche.  
Photo : Bruno Gauthier  
(Birdlime (glue) application using a pole)

adapté. Il ne s'agit pas de dresser ici les avantages et les inconvénients exhaustifs de chaque matériel et type d'application. Le tableau X synthétise les matériels disponibles, leurs atouts dans un traitement phytosanitaire du palmier. Les informations sont issues de notre expertise et savoir-faire collectifs, qu'elles soient issues du domaine expérimental ou appliqué et pratique.

Pour les grands palmiers, la plupart des matériels nécessitent d'utiliser une nacelle élévatrice (qui augmente les temps de travaux et par conséquent la facture) pour réaliser un traitement au cœur de la frondaison ou obligent (pour de meilleurs rendements et facilité d'organisation) d'intervenir depuis le sol.

Dans ce dernier cas de figure, la perte de bouillie peut-être importante à cause de l'angle de pulvérisation opposé à la disposition des palmes et de la distance entre l'opérateur et la zone à traiter. Les contraintes économiques et d'accessibilité aux végétaux au sein d'un jardin ou d'un espace vert imposent d'utiliser les seules techniques disponibles qui sont un compromis entre les risques environnementaux, sanitaires et économiques et la nécessité de lutter.

Parmi les techniques d'application, l'utilisation de perche est à souligner. Le principe de cette perche est de diriger l'application dans la partie apicale, zone où se développent préférentiellement *P archon* et *Rhynchophorus ferrugineus* Olivier. Ce matériel d'application permet de mieux maîtriser la dérive et de mieux localiser les insecticides et entomopathogènes ou autres spécialités. L'inconvénient majeur réside dans l'ergonomie du poste de travail, en particulier sur les charges cumulées journalières.

Tableau X : synthèse sur les matériels de pulvérisation adapté au traitement des palmiers  
(Review of spraying materials suitable for palm treatments)

Matériels		Capacité				Formulation de la spécialité			
Type de matériel	caractéristiques	Pression (bar)	Matériel d'appli.	Taille des palmiers (m)	Temps appli./ Palmier (min)	Type de traitement	Granulé	Liquide	Glu
pulvérisateurs manuels à pression préalable	- Peu encombrant - Léger - Facile d'utilisation - Cuve de faible volume	1 à 4	lance	0,5 à 2	0,5 à 1	localisés et occasionnels	-	oui	-
Poudreurs manuels	- Peu encombrant - Léger - Dosage difficile - Cuve de faible volume	-	-	0,5 à 2		localisés et occasionnels	oui	-	-
Pulvérisateurs motorisés autoportés à pression entretenue	- Peu encombrant - Léger - Facile d'utilisation - Cuve de faible volume	1 à 30	lance		0,5 à 1	localisés et occasionnels	-	oui	-
			mitrailleuse	0,5 à 7	0,5 à 1	localisés et occasionnels	-	oui	-
Pulvérisateur (atomiseurs) portables à pression entretenue	- Peu encombrant - Léger - Facile d'utilisation - Cuve de faible volume	-	lance	0,5 à 9	0,5 à 1	localisés et occasionnels	oui	oui	-
			mitrailleuse		0,5 à 1	localisés et occasionnels	oui	oui	-
Pulvérisateurs à grande capacité	- Puissant - Cuve de grand volume (500 à 2000 l) - Sur support : remorque, camion... - Peut permettre l'UBV avec un canon	5 à 50	lance	0,5 à 16	0,5 à 1	réguliers	-	oui	oui
			mitrailleuse	0,5 à 16	0,5 à 1	réguliers	-	oui	oui
			perche	4 et 11	7 à 10	localisés et occasionnels	oui	oui	oui
			Canon	4 à 25	-	réguliers	non	oui	-
Nébulisateurs pneumatiques	- Faible volume - léger - Permet l'UBV	3 à 20	-	4 à 25	-	réguliers	non	non	-

appli.: application

### **Les volumes de bouillies (cas des applications de solutions aqueuses)**

Les volumes de bouillie à appliquer diffèrent selon l'opérateur, le type de palmier et le matériel de pulvérisation. Les données expérimentales montrent que des résultats satisfaisants ont été obtenus avec des volumes de bouillies conformes aux bonnes pratiques phytosanitaires. Sur la base des données expérimentales les volumes nécessaires sont compris entre 1 et 1,2 l / m linéaire de stipe pour les *Trachycarpus*, *Chamaerops* et autres palmiers similaires et entre 5 et 10 l pour les *P. canariensis* et autres espèces similaires.

### **Quelle efficacité attendre de la lutte intégrée ?**

Au delà des résultats expérimentaux qui établissent des niveaux d'efficacité de spécialités utilisées dans les conditions optimales, il est très délicat d'établir une synthèse sur les efficacités obtenues dans les situations parcellaires et dans les différentes les combinaisons de méthodes de lutte effectuées. Cependant les éléments recueillis à partir d'observations indépendantes de la vente et de l'application de produits phytosanitaires mettent en évidence qu'une approche intégrée permet de réduire le niveau d'infestation, d'assainir les situations puis de maîtriser les populations du ravageur au sein d'une parcelle.

## **DISCUSSIONS ET PERSPECTIVES**

Cette synthèse met en évidence que plusieurs outils de lutte sont à la disposition de la collectivité, des professionnels et des particuliers pour maîtriser les populations de papillon palmivore au sein d'un espace restreint tel que la parcelle de production, le jardin et l'espace vert. Il n'existe pas de méthode universelle mais c'est à partir du diagnostic, des données techniques et des contraintes parcellaires que le conseiller et l'opérateur définiront une stratégie de lutte et les mesures de lutte intégrée (donc intégrantes) associées. Cependant les techniques actuelles ne permettent pas d'éradiquer ou de stabiliser cette espèce exotique envahissante.

Il apparaît néanmoins nécessaire de poursuivre les études visant à parfaire les connaissances sur la bioécologie de *P. archon*, sur les interactions *Paysandisia* / palmier et entomopathogène / *Paysandisia*, et entre bioagresseurs du palmier, sur les techniques d'application, sur les stratégies de lutte, sur les méthodes de détection ou encore sur les outils d'aide à la décision tel qu'un modèle prévisionnel (ex : période et niveaux de ponte = risque).

La mise au point d'une méthodologie harmonisée (au niveau européen) pour la conduite d'expérimentations paraît à ce jour indispensable pour évaluer les spécialités commerciales de lutte contre *P. archon*.

Compte tenu des problèmes parasitaires majeurs (*R. ferrugineus*, *Pistosia dactylifera* Maulik ...) et des risques d'introduction (*Metamasius hemipterus* L.) qui se sont multipliés sur les palmiers cette dernière décennie (Chapin & Germain, 2005), il convient de prendre en compte la protection phytosanitaire des palmiers dans un ensemble qui pourrait passer par la rédaction d'un itinéraire technique ou d'un guide.

## **BIBLIOGRAPHIE**

Andre N., Chapin E. et Villa C., 2011. Lutte biologique contre le papillon palmivore : synthèse de 3 années d'expérimentation. 4<sup>ème</sup> conférence internationale sur les méthodes alternatives en protection des cultures (AFPP), 525-534.

Andre N., Chapin E., Villa C., 2009. *Paysandisia archon* : synthèse de 3 années d'expérimentation phytosanitaire. 2<sup>ème</sup> conférence internationale sur l'entretien des espaces verts, gazons, forêts, zones aquatiques et autres zones non agricoles (AFPP), 62-72.

Barberchek M. E., Kaya H. K., 1990. Interactions between *Beauveria bassiana* and the entomogenous nematodes, *Steinernema feltiae* and *Heterorhabditis heliothidis*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 55, 2, 225–234.

Benko Beloglavec A., Ličen R., Seljak G., Snajder Kosi K., Grando Z., Lešnik M., Pavlič Nikolič M., 2009. Ugotovljeni novi škodljivi organizmi v letu 2008 pri premeščanju rastlin iz držav članic evropske unije ali med pridelavo v sloveniji. Zbornik predavanj in referatov 9. Slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo Nova Gorica, 483-487.

Besse S., Bonhomme A., Panchaud K., 2009. Des solutions biologiques contre les ravageurs des palmiers. 2<sup>ème</sup> conférence internationale sur l'entretien des espaces verts, gazons, forêts, zones aquatiques et autres zones non agricoles (AFPP), 52-61.

Bouhaouach H., Culot M., Kouki K., 2009. Compostage et valorisation des déchets oasiens pour l'amélioration des sols et de la productivité, Symposium International AGDUMED 2009, Rabat, 235-240.

Buhl O., Falck P., Karsholt O., Larsen K., Vilhelmsen F., 2009. Records of Microlepidoptera from Denmark in 2008 (Lepidoptera). *Entomologiske Meddelelser* 2009, 77, 2, 65-81.

Chapin E. & Germain J.F., 2005. Des ravageurs de palmiers : espèces établies, introduites et interceptées. 7<sup>ème</sup> conférence internationale sur les ravageurs en agriculture (AFPP).

Décret n° 2012-140 du 30 janvier 2012 relatif aux conditions d'autorisation d'entrée sur le territoire et d'introduction dans l'environnement de macro-organismes non indigènes utiles aux végétaux, notamment dans le cadre de la lutte biologique.

Directive 2009/7/CE de la Commission du 10 février 2009 modifiant les annexes I, II, IV et V de la directive 2000/29/CE du Conseil concernant les mesures de protection contre l'introduction dans la Communauté d'organismes nuisibles aux végétaux ou aux produits végétaux et contre leur propagation à l'intérieur de la Communauté.

Drescher J., & Jaubert R., 2003. *Paysandisia archon* continue sa progression. *PHM Revue Horticole*, 445, 49–51.

El Hadrami A., Adam L. R., Al Hadrami I., Daayf F., 2010. Chitosan in plant protection. *Mar. Drugs* 8, 968-987.

Feng M. G., Poprawski T. J., Khachatourians G. G., 1994. Production, formulation and application of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* for insect control: current status. *Biocontrol Science and Technology*, 4, 3-34.

Figueirêdo M. de F de S., Marques E. J., Lima R.O.R. de, Oliveira J. V. de, 2002. Seleção de Isolados de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. e *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. Contra a Broca Gigante da Cana-de-Açúcar *Castnia licus* (Drury) (Lepidoptera: Castniidae). *Neotrop. Entomol.*, 31, 3, 397- 403.

Hallsworth J. E., Magan N., 1999. Water and temperature relations of growth of the entomogenous Fungi *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, and *Paecilomyces farinosus*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 74, 3, 261–266.

Huguenot R., Vera J., 1981. Description and control of *Castnia daedalus* Cr. (Lep. Castniidae), oil palm pest in South America. *Oleagineux*, 36, 11, 543-548.

humber, R.A., Hansen K. S., Wheeler M.M., 2012. ARSEF Entomopathogenic Fungal Cultures: catalog of species, USDA-ARS Biological Integrated Pest Management Research 516 P. disponible à <http://www.ars.usda.gov/Main/docs.htm?docid=12125&page=2>

Korytkowski G., Ruiz A., 1980. The oil palm borer, *Castnia daedalus* (Cramer), Lepidopt.: *Castniidae*, in the Tocache plantation Peru. *Revista Peruana de Entomologia*, 22, 1, 49-62.

Lepesme P., (1947). Les insectes des palmiers. Edition P. Lechevalier, Paris, 903 p.

- Martens E. C., Heungens K., Goodrich-blair H., 2003. Early colonization events in the mutualistic association between *Steinernema carpocapsae* Nematodes and *Xenorhabdus nematophila* bacteria. *J Bacteriol*, 185, 10, 3147– 3154.
- Millet S., Bonhomme A., Panchaud K., 2007. Vers un moyen de lutte biologique contre *Paysandisia archon* ? Un champignon au secours des palmiers. *Phytoma*, 604, 38-42.
- Peltier J.B., Huguin M., Gaborit P., 2010. Palmier, efficacité préventive d'une glu contre le papillon *Paysandisia archon*, résultats en ville de l'application une fois par an de cette barrière physique. *Phytoma*, 637, 18-21.
- Rai B. K., 1973. *Brassolis sophorae* and *Castnia daedalus*: chemical control of these major pests of coconut in Guyana. *Journal of Economic Entomology*, 66,1, 177-180.
- Ricci E., Nardi S., Lozzi R., Marozzi F., Ladurner E., Chiabrando F., Isidoro N. et Riolo P., 2009. Impiego di nematodi entomopatogeni per il controllo di *Paysandisia archon* nelle Marche. XXII Congresso Nazionale Italiano di Entomologia, Ancona, 15-18 Giugno 2009, 331 P.
- Rovesti L., Deseö K.V., 1990. Compatibility of chemical pesticides with the entomopathogenic nematodes, *Steinernema Carpopcapsae* Weiser and *S. Feltiae* Filipjev (Nematoda: Steinernematidae). *Nematologica*, 36, 237-245.
- Sarto i Monteys 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. Ver. Apollo*, N. F. 26 (1/2), 61–94.
- Schuiling M., Van dinther J. B. M., 1980. Ecology and control of *Castnia dedalus*, a major pest of oilpalm in Brazil. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, 90, 161–174.
- Segeren- V. D., Oever H. A., Sanchit-Bekker M. L., Sauers-Muller Van A., 1984. Biological control of *Castnia dedalus* with insect parasitic nematodes. *Surinaamse Landbouw*, 32, 2, 45-50.
- Soto Sanchez A., 2007. Ensayos de eficacia del producto "Biorend R palmeras" a base de *Steinernema carpocapsae* (Rhabditidae: Sternematidae) y quitosano sobre *Paysandisia archon* (Burmeister, 1880) (Lepidoptera, Castiniidae). Compte rendu d'essai de l'Institut Agroforestal Méditerranéen E.T.S.I.A., Universidad Politécnica de Valencia.
- Vilas Boas A.M., Alves S.B., 1988. Patogenicidade de *Beauveria* spp. e seu efeito associado ao inseticida monocrotofós sobre *Castnia licus* (Drury, 1770) (Lepidoptera: Castniidae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 17, 305-332.
- Vilas Boas A.M., Marques, E.J.; Ribeiro, S.M.A. 1983. Patogenicidade do fungo *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill., sobre larvas de *Castnia licus* (Drury) (Lepidoptera: Castniidae), broca gigante da cana-de-açúcar. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 12, 295-298.