

Novembre 2014 N°678

EXTRAIT DE

# PHYTOMA

La santé des végétaux



Emamectine benzoate  
& micro-injection

**Une protection  
efficace, ciblée  
et pratique**



# Micro-injection sur pin, palmier, chêne et marronnier

Pour la protection de ces arbres, des tests de micro-injection d'emamectine benzoate ont été pratiqués contre des insectes ravageurs invasifs.

PAULE BOURDREZ\*, RUI DELGADO\*\* ET PETER WYSS\*\*\*

L'idée de protéger les arbres par distribution systémique de produits injectés à leur base est ancienne. Mais c'est dans les années 1940 qu'on a vraiment commencé à étudier cette technologie en cherchant à protéger les ormes de la graphiose (maladie hollandaise de l'orme due à *Ophiostoma ulmi*). Le succès limité de la méthode à ce moment-là a ralenti la dynamique des recherches. Elles ont repris récemment.

## Pourquoi réétudier l'injection dans le tronc ?

### Une importance croissante des ravageurs invasifs

En effet, dans le dernier quart du XX<sup>e</sup> siècle, l'expansion des maladies et ravageurs invasifs des arbres a dramatiquement augmenté dans le monde. C'est lié au commerce mondial qui joue le rôle de vecteur, et au changement climatique qui permet à certaines espèces d'élargir leur aire de dispersion. Dans la catégorie des ravageurs favorisés par le commerce mondial, on trouve des espèces qui sont transportées sur de longues distances avant de s'établir dans de nouvelles régions.



Photo : Syngenta - Photo vignette haut de page : Syngenta

1  
^ Un des palmiers support de l'essai réalisé à Athènes. Ce travail a duré un an. Le produit a été injecté en 2011 soit pur, à des doses et profondeurs différentes, soit dilué.

C'est le cas par exemple de l'agrile du frêne *Agrilus planipennis*, d'origine asiatique et arrivée d'abord en Amérique (États-Unis, Canada) puis en Europe, ainsi que des longicornes asiatiques *Anoplophora glabripennis* et *Anoplophora chinensis* arrivés eux aussi en Europe et aux États-Unis. Le nématode du pin *Bursaphelenchus xylophilus*, originaire

d'Amérique du Nord, découvert dans les années 1920 est désormais installé en Asie et Europe (Portugal, Espagne).

Mentionnons également la mineuse du marronnier *Cameraria ohridella*, originaire des Balkans (Europe), qui a gagné toute l'Europe occidentale, et enfin le charançon rouge du palmier *Rhynchophorus ferrugineus*, originaire du sud asiatique et désormais présent tout autour de la Méditerranée : Proche-Orient, Afrique du Nord, sud de l'Europe (Aukema *et al.*, 2010 ; Poland *et al.*, 2006 ; Straw & Tillbury, 2006).

Les espèces favorisées par le réchauffement climatique sont notamment la processionnaire du pin *Thaumetopoea pityocampa* et la processionnaire du chêne *Thaumetopoea processionea*, qui montent vers le nord en Europe.

### Des recherches variées, dont celles sur l'emamectine benzoate

Cette expansion massive de ravageurs invasifs divers, s'attaquant à une variété d'espèces d'arbres et végétaux assimilés<sup>(1)</sup>, a poussé à tester de nombreux insecticides appliqués par des techniques variées.

L'une de ces substances est l'emamectine benzoate, un dérivé de la famille des avermectines qui sont des substances naturelles produites par des bactéries du sol (Dybas & al., 1989). Ces substances, utilisées en phytopharmacie et pharmacie vétérinaire, agissent par contact et ingestion. Elles paralysent les ravageurs par effet agoniste de l'acide gamma aminobutyrique (GABA) et en activant les canaux chlorés du système nerveux des insectes.

Nous avons testé l'emamectine benzoate, en micro-injection dans les troncs ou stipes

## RÉSUMÉ

♦ **CONTEXTE** - Face aux dégâts croissants de ravageurs invasifs sur les arbres urbains, la technique de micro-injection d'insecticide dans le stipe ou tronc de sujets en place connaît un regain d'intérêt.

♦ **TRAVAUX** - Des tests de micro-injections ont été effectués dans cinq pays (en Grèce, en France, au Portugal, en Suisse et au Royaume-Uni) contre cinq ravageurs : charançon rouge du palmier, processionnaire du pin, nématode du pin, mineuse du marronnier et processionnaire du chêne.

♦ **RÉSULTATS** - Sur palmier des Canaries, les tests en milieu urbain ont montré que la quantité de produit atteignant la base des palmes est suffisante (par rapport à la valeur nécessaire établie en milieu confiné) jusqu'à un an après traitement, si la profondeur d'injection est adaptée. Le produit testé, *Revive*, a une AMM sur palmier en France.

Sur pin noir d'Autriche, le produit a été efficace contre la processionnaire durant plus de deux ans. Sur pin maritime, il a protégé du nématode durant deux à quatre ans (selon la dose).

Sur marronnier, il a réduit les populations de 80% pendant trois ans dans les conditions testées. Sur chêne, il est efficace sur les 14 mois de l'essai.

♦ **MOTS-CLÉS** - ZNA (zones non agricoles), bonnes pratiques, micro-injection, emamectine-benzoate, charançon rouge du palmier *Rhynchophorus ferrugineus*, processionnaire du pin *Thaumetopoea pityocampa*, nématode du pin *Bursaphelenchus xylophilus*, mineuse du marronnier *Cameraria ohridella*, processionnaire du chêne *Thaumetopoea processionea*.

(1) On le sait, les palmiers ne sont pas des arbres au sens botanique du terme. Du reste, le palmier a un stipe et pas un tronc, et ses palmes sont des feuilles et non des branches... Mais il joue un rôle d'arbre (d'ornement en France métropolitaine).



des végétaux concernés, sous la forme du produit commercial *Revive*.

Ce produit a récemment été autorisé en France contre le charançon rouge du palmier (AMM n° 2140041). Sa formulation spécifique est adaptée à la fois aux caractéristiques de la substance et aux impératifs de sa technique d'application, le traitement par micro-injection (TMI). Cette technique positionne à l'abri de la lumière la molécule (qui est photosensible), ce qui augmente son activité et permet sa bonne translocation/distribution dans le végétal.

### Ce que la pratique de l'injection a de bon

La pratique de l'injection exige de traiter individuellement chaque végétal à protéger. Cela présente trois types d'avantages en termes de sécurité :

- pour l'entourage et pendant l'application, il n'y a aucun risque de dérive sur les végétaux non traités et les surfaces voisines ni sur un éventuel public, au contraire d'une pulvérisation, d'un poudrage voire d'un apport de granulés ;
- pour l'applicateur, l'injection peut être réalisée à la base du tronc ou du stipe, donc ne nécessite pas de nacelle ou d'autre équipement pour atteindre le houppier ou la couronne des végétaux de grande taille ;
- après le traitement, les risques d'évaporation d'une part et de lessivage par les pluies d'autre part sont très faibles, voire nuls.

### Un travail à l'échelle européenne

#### Cinq ravageurs, cinq pays différents

Nous rapportons ici les résultats d'essais réalisés contre le charançon rouge sur palmier des Canaries à Athènes (Grèce), contre la processionnaire du pin sur pin noir d'Autriche près de Toulouse (France), contre le nématode du pin sur pin maritime à Comporta (Portugal), contre la mineuse du marronnier sur marronnier à Zurich (Suisse), et enfin contre la processionnaire du chêne sur chêne pédonculé à Londres (Royaume-Uni).

#### Mode d'injection

Le produit testé contient 4% d'emamectine-benzoate. Il a été injecté :

- sur palmier, dans des points pratiqués à hauteur d'homme dans les stipes, soit pur soit dilué au 1/8<sup>e</sup> ;
- sur pins, chêne et marronnier au collet à 30 cm du sol maximum, toujours pur. Les trous pratiqués avaient 6,5 mm de diamètre dans les palmiers et 10 mm de diamètre dans les autres végétaux.

La profondeur du percement différait selon la catégorie de végétal :

- de 15 à 20 cm ou de 25 à 30 cm dans les palmiers (comparaison d'efficacité) ;
- de 6 à 10 cm dans les pins ;
- de 4 à 5 cm dans les marronniers et chênes.

Les opérateurs réalisaient deux ou quatre trous par palmier. Pour les autres végétaux, le DBH (diameter at breast height, en français : diamètre à hauteur d'homme) du tronc était mesuré, et on réalisait un point d'injection par 5-10 cm de DBH.

Le produit a été injecté à basse pression : deux bars dans les palmiers et les feuillus et quatre bars dans les pins, à l'aide d'une seringue du matériel TMI Syngenta.

Sur les palmiers, l'étanchéité au niveau des trous est assurée en même temps que l'injection grâce à la lance spécialement conçue. Sur les pins et arbres feuillus, on insérait des « plugs », sortes de bouchons biodégradables à usage unique.

#### Mesures effectuées

Les essais ont été évalués par :

- mesures de l'activité biologique/comptage des ravageurs après infestations artificielles ;

- notation de l'état de santé des végétaux ;
- analyse chimique des taux de la substance active dans le végétal sur le site de test.

### Résultats

#### Sur palmiers des Canaries

Sur ces palmiers de 3 à 5 m de haut et de 78 (+/- 12) cm de diamètre de stipe à hauteur d'homme (photo 1), on a comparé l'injection de 25, 50 et 100 ml de produit par sujet, effectuée le 27 octobre 2011.

Le charançon étant organisme de quarantaine, les essais en plein air avec infestation artificielle ne sont pas possibles. L'effet du traitement a donc été évalué en mesurant le taux d'emamectine benzoate dans les jeunes palmes (une feuille analysée par palmier, trois palmiers par modalité), et en le comparant au taux biologiquement actif (déterminé par ailleurs).

Les échantillons de tissus analysés ont été prélevés à la base des palmes dans la partie supérieure de la canopée, et ceci à six dates différentes, de 15 à 360 jours après le traitement.

Tous les palmiers traités contenaient la substance dans leurs palmes à des concentrations biologiquement actives, même 360 jours après le traitement (Figure 1).

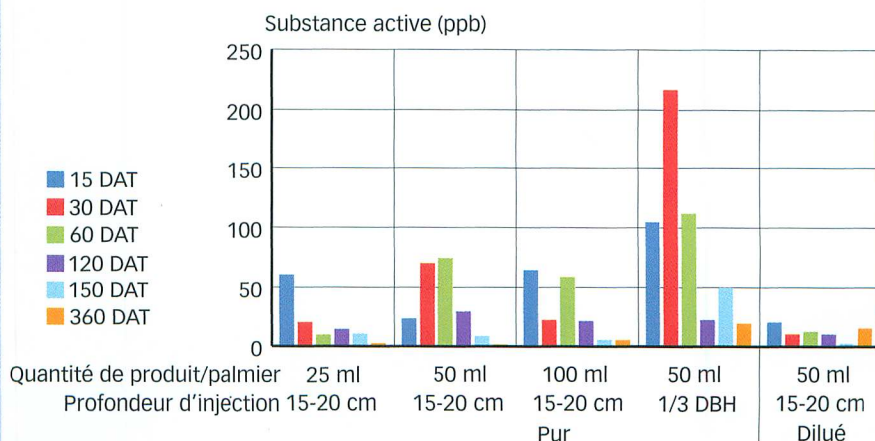
Les concentrations les plus importantes (différence statistiquement significative avec toutes les autres modalités) ont été trouvées dans les palmiers dans lesquels la profondeur des trous d'injection était du tiers du diamètre du stipe (ex. : 27 cm de

La technique de micro-injection positionne le produit à l'abri de la lumière.

**Fig. 1 : Analyse chimique de palmiers : importance d'une pratique d'application, la profondeur d'injection**

Une feuille (palme) analysée par palmier. Moyenne de trois analyses (trois palmiers par traitement). DAT = days after treatment = jours après traitement. Paramètres testés :

- trois doses (25, 50 and 100 ml de produit/palmier) ;
- produit pur ou dilué (même quantité de produit, volume liquide injecté différent) ;
- profondeur d'injection (15-20 cm vs 1/3 du DBH (diamètre à hauteur d'homme, diameter at breast height, du stipe)). Injections effectuées le 27 octobre 2011.





2

▲ Parcelle de l'essai contre la processionnaire du pin sur pin noir d'Autriche (*Pinus nigra*), près de Toulouse.

> Une parcelle de l'essai contre le nématode *Bursaphelenchus xylophilus* sur pin maritime (*Pinus pinaster*), au Portugal. 3



Photos : Syngenta

profondeur pour un diamètre de 81 cm). Ils contenaient une concentration environ 10 fois plus forte que ceux dont les trous d'injection n'étaient que de 15 à 20 cm, même si traités à double dose !

Par ailleurs, l'injection du produit dilué au huitième dans des trous de 15 à 20 cm n'a pas permis d'apporter davantage de substance active jusqu'aux palmes.

### Sur pin noir contre la processionnaire

Nous avons réalisé l'injection d'emamectine benzoate fin 2011 sur des pins noirs âgés de dix ans et présentant un DBH de  $12,7 \pm 2,5$  cm (photo 2). Huit pins ont été traités par modalité, le tout en bloc randomisé, et comparés à des pins témoins non traités. Les premières notations ont été effectuées trois mois après, soit fin février 2012.

Des infestations artificielles ont été réalisées durant les automnes 2012 et 2013 en plaçant quatre nids de processionnaires par arbre. Les notations ont été effectuées, d'abord 14 mois après traitement (MAT) et trois mois après infestation (MAI), enfin 26 mois après traitement et deux mois après la deuxième infestation. Les résultats sont dans le Tableau 1.

On voit que le traitement a contrôlé l'infestation de la processionnaire durant plus de deux ans. En particulier, un peu plus d'un an après le traitement, l'efficacité est de 100%, toutes les larves et tous les nids disparaissant à toutes les doses testées. Par la suite, aucune infestation naturelle ne s'est présentée durant la durée de l'essai. Nous avons donc réalisé des infestations artificielles en octobre en 2012 puis en 2013 par apports de nids prélevés sur des arbres extérieurs au périmètre expérimental. L'efficacité a été de 100% en 2013 et de plus de 80% en 2014, soit plus de deux ans après traitement.

**Tableau 1 : Effet sur la processionnaire constaté sur pin noir**

Pourcentage de mortalité des larves (corrigée/mortalité témoin ; celle-ci était inférieure à 11%). Traitement par injection des pins effectué du 22 au 24 novembre 2011.

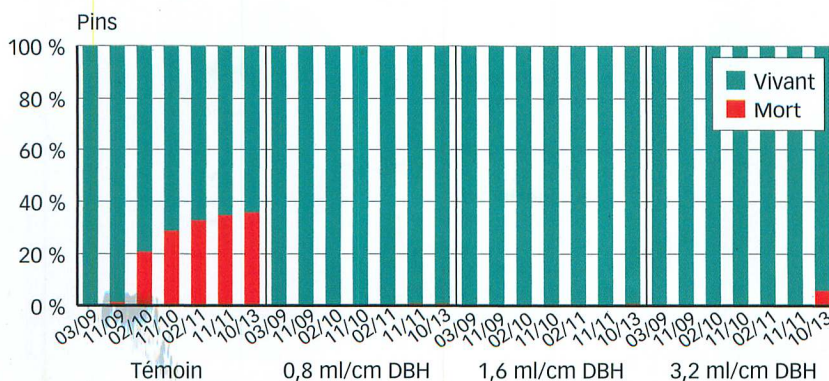
Première notation sur infestation naturelle trois mois après traitement (MAT).

Puis notations 14 et 26 MAT, soit trois et deux mois après infestation artificielle (MAI).

Dose Revive (ml/cm DBH)	28/02/2012 (3 MAT, infestation naturelle)	10/01/2013 (14 MAT, 3 MAI)	06/01/2014 (26 MAT, 2 MAI)
1	0	100	87
2	49	100	81
4	42	100	85

**Fig. 2 : Effet antinématode sur pin constaté sur plus de quatre ans**

**Traitement contre le nématode** du pin sur pin maritime. Application : mars 2009. Comparaison de trois doses (ml de produit/cm DBH, diamètre à hauteur d'homme) et d'un témoin non traité (n = 75 arbres par modalité). La distribution des pins traités est randomisée et distribuée de façon homogène sur quatre parcelles, toutes incluant également des arbres non traités. Notation : mortalité due au nématode.



### Sur pin maritime contre le nématode

L'essai sur le nématode du pin a été réalisé au Portugal sur un peuplement de pins maritimes (photo 3) soumis à une forte pression du ravageur. L'injection a été réalisée en mars 2009. On a comparé trois doses entre elles et avec un témoin non traité, chaque modalité comprenant 75 sujets. Les arbres ont été suivis jusqu'en octobre 2013. Les résultats sont présentés Figure 2.

Le traitement par injection a offert une bonne protection face à une réelle pression du nématode.

En effet, 25% des arbres témoins non traités ont été tués par le ravageur un an après le traitement. Après deux ans, la mortalité atteignait 32% dans les témoins. Durant la même période, aucun arbre traité n'est mort. À la dose la plus faible, le premier arbre est mort deux ans et demi après l'application. Aux doses plus élevées, les premiers arbres sont morts quatre ans et demi après l'application. Et il étaient très peu nombreux.

**Tableau 2 : Sur marronnier, 80 % d'efficacité contre la mineuse**

Traitement des marronniers effectués en juin 2007. Arbres de 40 à 60 ans. Dose : 2 ml de produit/cm de DBH (diamètre à hauteur d'homme). Quatre arbres par modalité. Notations fin août : pourcentage d'infestation (= pourcentage de surface foliaire minée, moyenne de dix feuilles par arbres). C = témoin (control), TMI = arbres traités.

	2007		2008		2009		2010	
	C	TMI	C	TMI	C	TMI	C	TMI
Infestation %	35	2,3	48	9	44	5	42	11
Efficacité %		93		80		89		74

**Tableau 3 : Sur chêne pédonculé, 100 % d'effet contre la processionnaire du chêne**

Traitement par injection (quatre arbres/modalité) réalisé le 25 avril 2012.

Doses comparées : 0,5, 1, 2 et 4 ml de produit/cm DBH.

Notation 1<sup>re</sup> année, fin juin, en infestation naturelle. Notation 2<sup>e</sup> année, fin juin, après infestation artificielle en avril par transfert de nids. MAT = mois après traitement.

Traitement	Année 1, 2 MAT		Année 2, 14 MAT	
	Nombre de nids/arbres	Mortalité larvaire %	Nombre de nids/arbres	Mortalité larvaire %
Témoin (pas d'injection)	0,5 b	0	6,0	0
Eau injectée	1,0 c	0	6,8	0
0,5 ml produit/cm DBH	0,0 a	–	0,0 a	–
1 ml produit/cm DBH	0,0 a	–	0,0 a	–
2 ml produit/cm DBH	0,0 a	–	0,0 a	–
4 ml produit/cm DBH	0,0 a	–	0,0 a	–

### Sur marronnier contre la mineuse

Contre la mineuse du marronnier, des arbres d'alignement de 40 à 60 ans traités en juin 2007 ont été comparés à des arbres non traités (photo 4). Les notations ont été réalisées tous les ans, fin août, jusqu'en 2010 inclus. Les résultats sont reportés Tableau 2.

Le traitement a réduit l'infestation par la mineuse d'environ 80 % durant trois ans. À noter : les feuilles infestées des arbres traités ont été trouvées sur certaines branches, alors que d'autres branches étaient absolument indemnes d'infestation.

### Sur chêne contre sa processionnaire

L'expérimentation contre la processionnaire du chêne sur chêne pédonculé a démarré en avril 2012. Quatre doses ont été comparées entre elles, avec un témoin traité eau (injection d'eau sans emamectine) et un témoin non traité, chaque modalité comprenant quatre arbres (photo 5). Le travail s'est déroulé en infestation naturelle la première année et en infestation artificielle l'année suivante. Les résultats sont reportés Tableau 3. Durant la première année, en infestation naturelle, on a pu constater un effet

de l'injection de la substance puisque les chênes traités étaient totalement indemnes de chenilles deux mois après le traitement. La seconde année, aucune infestation naturelle ne s'annonçant, des infestations artificielles par transfert de nids (chenilles aux stades L1 et L2) ont été réalisées, à raison de six nids par arbre. Deux mois plus tard, les colonies s'étaient établies sur les arbres témoins et aucune larve ne survivait sur ceux traités, quelle que soit la dose injectée.

### Que conclure de tout cela ?

#### Palmier : vers un traitement annuel

Sur palmier, nous avons montré que la plus haute concentration d'emamectine dans les palmes après traitement était obtenue après injection du produit pur dans des trous d'une profondeur égale au tiers du diamètre du stipe. Dans ces palmes, les concentrations étaient suffisantes pour prévenir de nouvelles infestations durant un an après le traitement.

Cette grande persistance a été confirmée par des essais réalisés en Espagne (Llorens *et al.*, 2014). Parmi divers produits testés, l'emamectine benzoate a fourni la meilleure efficacité et la meilleure persistance. Les auteurs de l'étude concluent qu'un traitement annuel suffit pour protéger les palmiers de l'attaque du charançon rouge. En France, le produit *Revive* est autorisé pour cela.

#### Pin, marronnier, chêne : des résultats prometteurs

Les autres usages sont en cours d'évaluation dans l'objectif d'une demande d'autorisation de mise sur le marché (AMM) en France. Les résultats sont prometteurs. Certaines pistes d'amélioration sont à noter :

– sur pin, une injection par temps froid (novembre) ralentit la distribution du produit dans l'arbre, donc l'expression de son effet sur la processionnaire durant les premiers mois suivants ; cela suggère fortement l'in-



< Essai sur marronnier (*Aesculus hippocastanum*) contre *Cameraeria ohridella* à Zürich (Suisse). État la seconde année après injection (2 ml du produit/cm DBH) sur l'arbre de droite. L'arbre de gauche est un témoin non traité.

> Essai contre la processionnaire du chêne (*Thaumetopoea processionea*) sur chêne pédonculé (*Quercus robur*), à Londres. Les arbres (4 par modalité) ont été traités le 25 avril 2012 à 4 doses (0,5, 1, 2 et 4 ml produit/cm DBH).



térêt de traiter suffisamment tôt en saison ;  
 – sur marronnier, la présence de feuilles minées sur certaines branches des arbres traitées mais pas d'autres suggère une distribution inégale dans l'arbre. Des essais ont montré qu'il faut un minimum de points d'injection pour assurer une distribution homogène du produit ; la distance entre deux points d'injection ne doit pas excéder 30 cm.

Les résultats semblent très encourageants contre la processionnaire du chêne et le nématode du pin (non présent en France à notre connaissance) avec en plus un effet secondaire sur *Monochamus galloprovincialis*, coléoptère vecteur du nématode : réduction de l'activité (l'insecte mange moins) et de la longévité (Sousa *et al.*, 2013).

Soulignons que, dans tous nos essais, nous avons réalisé une inspection annuelle des arbres pour déceler les dommages potentiels des injections d'émamectine benzoate. Aucun effet nuisible n'a été observé.

Le produit *Revive*, spécifiquement formulé pour la micro-injection, peut, grâce à sa longue persistance d'action, être appliqué une seule fois par an sur palmier. Sur les autres arbres testés, l'application pourrait être encore moins fréquente.

Par ailleurs, prêt à l'emploi et injecté à l'intérieur des stipes ou des troncs, il est donc appliqué en système clos, ce qui est une sécurité pour l'environnement et le voisinage. Cela peut faire de son utilisation une pratique durable en boisements urbains.

Lors des inspections annuelles des arbres traités, aucun effet nuisible n'a été noté.

## POUR EN SAVOIR PLUS

**AUTEURS** : \*P. BOURDREZ, Syngenta France, 1, av. des Prés CS 10537 78286 Guyancourt Cedex.

\*\*R. DELGADO, Syngenta Crop Protection, Lda, Avenida D.João II 1990-084 Lisboa, Portugal.

\*\*\*P. WYSS, Syngenta Crop Protection AG, 215, CH-4058 Basel, Suisse.

**CONTACT** : paule.bourdrez@syngenta.com

**LIENS UTILES** : www.anses.fr, www.afpp.net

**BIBLIOGRAPHIE** : - La bibliographie de cet article est disponible auprès de ses auteurs (voir contact) et dans sa version intégrale en anglais. Cette version intégrale figure dans les Annales de la conférence de l'AFPP « Ravageurs et insectes invasifs et émergents » du 21 octobre, à Montpellier, disponibles sur place puis à l'AFPP (voir liens utiles).

**REMERCIEMENTS** Dr. Dimitris Kontodimas, Institut phytopathologique Benaki, Athènes (GR), Dr. Adeline Renier, Cetev Le Faget (FR), Dr. Glynn Percival, Bartlett Tree Research Laboratory Reading (UK), Matthias Brunner, Unabhängiger Baumexperte Zürich (CH) et Dr. Edmundo de Sousa et Dr. Pedro Naves, Institut national des ressources biologiques Oeiras (PT) pour leur aide scientifique et leur collaboration aux essais. Le travail reporté ici a été financé par Syngenta Crop Protection AG, Basel (CH).

## Protéger & Préserver les palmiers avec l'offre **Syngenta TreeCare**

Une protection économique  
 contre le charançon rouge  
 pour sauvegarder les palmiers  
 en milieu urbain



### Une application par an

Pour une saison de tranquillité



### Gain de temps

Avec une application unique  
 faite à hauteur d'homme



### Applicateur agréé

Pour un traitement précis et de  
 qualité par micro-injection



### Traitement ciblé

Avec un minimum de  
 perturbation pour les palmiers,  
 le public et l'environnement



### Solution complète et intégrée

Pour une gestion optimisée  
 avec une substance  
 d'origine naturelle



### Protection économique

Pour une efficacité  
 et persistance optimales

**syngenta**<sup>®</sup>

Syngenta France SAS  
 12, Chemin de l'Hobit - 31790 Saint-Sauveur France.  
 SAS au capital de 111 447 427 Euros.  
 RCS – RSAC Toulouse 443 716 832.  
 Numéro de TVA intra-communautaire : FR 11 443 716 832.  
 N° d'agrément MP02249 : distribution de produits  
 phytopharmaceutiques à des utilisateurs professionnels.

TM