

Etude de l'efficacité de l'utilisation de spécialités commerciales à base de nématodes *Steinernema carpocapsae* contre le papillon palmivore (*Paysandisia archon*)

Thème : Gestion sanitaire et Protection Biologique Intégrée

Mots-clés : Papillon palmivore, *Paysandisia archon*, lutte biologique, palmiers, auxiliaires, nématodes, application

Objectifs : L'objet de ce programme est de proposer une méthode permettant de soigner à partir d'auxiliaires de lutte biologique des sujets infestés en complément à des stratégies de lutte préventive. En 2008, des essais semi-field conduit par la DGAL/ SDQPV avait permis d'identifier des spécialités biologiques efficaces en traitement curatifs.

A partir de ces premières données obtenues en conditions contrôlées, il semble désormais nécessaire de travailler en conditions d'application professionnelle pour identifier les meilleures modalités garantissant l'efficacité des solutions biologiques. Ceci permettra de confirmer leur action qui pourra s'inscrire dans le cadre d'un programme de lutte curative économiquement et techniquement applicable par les professionnels au sein des espaces verts publics et privés.

Partenaires du projet :

Ce programme a fait l'objet d'un partenariat avec les Fredon PACA et Languedoc Roussillon, les sociétés Kopperet et Biobest.

Type de projet : « Evaluation de références » et « Expérimentation à caractère scientifique avec objectif de connaissance ».

Résumé : Originaire d'Amérique du Sud, le **papillon palmivore** constitue, avec le charançon rouge du palmier, *Rynchophorus ferrugineus*, l'une des principales problématiques phytosanitaires sur palmier d'ornement depuis la fin des années 90 en France. Cet insecte très polyphage dont les larves se nourrissent à l'intérieur des stipes est à l'origine de dégâts qui peuvent engager fortement le pronostic vital d'un palmier même âgé.

La diffusion de ce ravageur sur l'arc méditerranéen notamment via l'importation de palmiers et la prépondérance de ses hôtes dans le patrimoine arboré de nombreuses régions françaises en font l'une des menaces les plus sérieuses qu'aient connues les professionnels du palmier et gestionnaires d'espaces verts. En région PACA et Languedoc-Roussillon, de nombreux palmiers ont déjà dû être abattus par nécessité lorsque les arbres étaient déjà fortement atteints. Ces abattages portent fortement préjudice à la valeur paysagère des sites urbains concernés et de nombreux professionnels du tourisme s'en inquiètent déjà.

Face à la gravité des dégâts et des infestations, le papillon palmivore fait l'objet d'un arrêté de lutte obligatoire. Bien que certains traitements soient préconisés, il est nécessaire d'identifier des solutions complémentaires pouvant s'inscrire dans le cadre d'une lutte raisonnée à partir d'auxiliaires de lutte biologique. De plus, les traitements phytosanitaires étant aujourd'hui largement remis en cause pour des raisons environnementales et d'efficacité, la mise au point d'une stratégie curative de lutte biologique est largement plébiscitée par les professionnels et les gestionnaires de patrimoine arboré des collectivités territoriales.

Dans le cadre d'un partenariat avec les Fredons PACA et Languedoc Roussillon ainsi que les sociétés Koppert et Biobest, deux stratégies de lutte curative au printemps et à l'automne contre le papillon

palmivore ont été testées in situ, avec une application de nématodes. Un intérêt a été montré de manière générale, une bonne efficacité ayant été atteinte sur des palmiers faiblement ou nouvellement infestés. Les conditions d'application des essais n'ont pas permis une bonne régularité des traitements pour l'ensemble des sites mais ont permis de mieux comprendre les pratiques professionnelles et les contraintes courantes sur le terrain.

1. Contexte et objectifs de l'étude

Le papillon palmivore *Paysandisia archon* (Burmeister, 1880) (Lepidoptera, Castniidae) constitue l'une des principales problématiques phytosanitaires sur palmier d'ornement en France (CHAPIN, 2006 ; CHAPIN & GERMAIN, 2005 ; SARTO I MONTEYS & AGUILAR, 2005). Les chenilles vivent à l'intérieur des stipes, créant des dégâts qui peuvent entraîner la mort des palmiers. Les populations du ravageur sont disséminées de façon massive et aléatoire par les échanges commerciaux, puis une fois introduites sur un territoire, colonisent les palmiers de proche en proche, étendant ainsi leur aire de répartition.

En 2008, une efficacité de 75% a été démontrée par des essais en conditions contrôlées avec des préparations commerciales à base de nématodes (*Steinernema carpocapsae* Weiser (Nematoda, Steinernematidae)) contre *Paysandisia archon* (ANDRE et al., 2009). Des travaux conduits à l'étranger avaient également permis de cibler cet auxiliaire pour la lutte contre le papillon palmivore (SOTO SANCHEZ, 2007). D'autres pistes de lutte biologique sont étudiées par l'INRA avec comme perspective, l'acclimation de parasitoïdes spécifiques de son aire géographique d'origine en Argentine (TABONE & PELTIER, 2006).

En 2009, il a été décidé de conduire deux programmes complémentaires afin de mettre au point une méthode de lutte biologique, préventive et curative. Le premier programme d'expérimentation a été mené dans le cadre des essais de la Direction Générale de l'Alimentation / Sous-Direction de la Qualité et de la Protection des Végétaux (DGAL/SDQPV) et a évalué l'efficacité de nématodes (*S. carpocapsae* et *S. feltiae*) en conditions contrôlées. Le second (PAYSARCH) a été mené sur le terrain et a permis d'évaluer l'efficacité et la praticité de spécialités commerciales à base de *S. carpocapsae*, en condition d'utilisation professionnelle. Pour ce programme, il a été mis au point un protocole d'essai de valeur pratique testé en 2009-2010 pour la première année.

Le programme PAYSARCH (*PAYSandisia ARCHon*) est issu d'une collaboration entre les Fédérations Régionales de Défense contre les Organismes Nuisibles (FREDON) Languedoc-Roussillon et Provence Alpes Côte d'azur, Plante & Cité, et deux sociétés commerciales KOPPERT et BIOBEST.

Localement, d'autres partenaires interviennent : les propriétaires de palmiers et les applicateurs professionnels. Une convention avec la FREDON est alors établie pour convenir des conditions de l'étude (cf. Annexe 1).

Les villes de Montpellier, Palavas les Flots, Balaruc-les-Bains et Sainte Maxime, les copropriétés de Port Cogolin et des Jardins d'Ys, les entreprises Le Coq et La Sylvestre ont participé à l'étude.

2. Méthode et dispositif expérimental

2.1. Sites expérimentaux

L'étude est effectuée dans les départements du Var (mis en place par la FREDON PACA) et de l'Hérault (FREDON Languedoc-Roussillon). Plusieurs sites expérimentaux ont été sélectionnés, en fonction de l'intérêt qu'ils représentent : présence du papillon, diversité et représentativité des situations. Des palmiers se trouvant dans différents milieux sont choisis (jardin privé, parc et jardin collectif, zone urbaine), ils comportent chacun au moins 30 stipes, exception faite du site de la Copropriété du Jardin d'Ys.

2.2. Le matériel végétal

Deux genres courants de palmiers sont choisis du fait de leur forte représentativité dans la zone étudiée et de leur accessibilité : *Trachycarpus* sp. et *Chamaerops* sp.. D'autres genres ont été acceptés dans l'étude en fonction de l'intérêt qu'ils présentent in situ. Les sujets sélectionnés présentaient des anciens symptômes attestant de la présence de *Paysandisia archon*.

Chaque sujet est caractérisé par une fiche de typologie listant l'ensemble des données correspondant à ce palmier (lieu, espèce, conditions climatiques et édaphiques, pratiques culturales). Une classe d'infestation par le papillon est attribuée à chaque sujet suivant les symptômes observés. Six classes d'infestation sont définies et sont complétées par le dénombrement des exuvies présentes sur le sujet.

2.3. Les spécialités commerciales testées

Deux spécialités sont testées, CARPOCAPASE-SYSTEM et CAPSANEM, provenant des deux firmes partenaires, respectivement BIOBEST et KOPPERT.

2.4. Les traitements phytosanitaires

Suivant les termes de la convention, les palmiers n'ont reçu aucun traitement phytosanitaire avant et durant toute la durée de l'expérimentation. Sur le site de Port Cogolin, des traitements à la deltaméthrine ont été effectués tous les mois sur l'ensemble des végétaux de la résidence. Ces traitements ont été effectués de manière assez rapide avec un pulvérisateur projetant un jet diffus. Il semble que ce type de traitement ne peut avoir d'impact sur la santé des larves se situant dans les palmiers.

Pour chaque palmier, deux traitements espacés de 15 jours avec une spécialité commerciale de *Steinernema carpocapsae* sont effectués par pulvérisation sur les parties aériennes. La concentration de la spécialité pour l'ensemble des traitements est de 6 millions de nématodes au litre, la dose par stipe étant de 1.2 L.

Les traitements sont effectués avec une lance et sans filtre. Dans la mesure du possible, ils sont réalisés le soir, du fait de la sensibilité des nématodes aux ultra-violets.

2.5. Les stratégies étudiées

Le papillon palmivore est actif de juin à septembre, des pontes s'échelonnant durant toute cette période. Deux stratégies sont testées, traitements curatifs de printemps et d'automne. La première vise à détruire les larves hivernantes avant leur métamorphose, afin de réduire la population d'adultes responsable des ré-infestations. La stratégie d'automne a pour objectif d'éliminer les larves de tout âge (issues des pontes de la saison) avant l'hiver. Selon l'opportunité, des témoins ont été inclus. Pour chaque site, le niveau d'infestation après traitement a été comparé au niveau d'infestation initial.

2.6. Les notations

Les notations interviennent tout au long de l'expérimentation. Chaque sujet est caractérisé par l'attribution d'une classe d'infestation par le papillon suivant les symptômes observés. Six classes sont définies, elles sont détaillées dans le tableau n°1. Cette notation est complétée par une photographie du sujet lorsque cela est possible. Lors de l'observation, les amas frais de sciure ainsi que les exuvies sont retirés afin de pouvoir juger l'activité larvaire des ravageurs lors de la notation suivante.

Tableau n°1 : Classification de l'intensité de l'attaque sur le palmier

| Classe | Etat de la plante | Symptômes |
|--------|--|---|
| 0 | Aspect sain Signes de croissance | Aucun symptôme |
| 1 | Aspect sain Signes de croissance | Absence de symptômes récents Exuvies et agglomérats anciens |
| 2 | Etat général d'aspect sain Signes de croissance | Symptômes récents discrets Exuvies, 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, nanismes, déséquilibre de la frondaison |
| 5 | Aucun signe de croissance | Symptômes évidents, sur tout le palmier Nombreuses exuvies, sciure fraîche, dessèchement des palmes juvéniles, nanismes, déséquilibre de la frondaison, dégradation du stipe |
| 6 | Palmier mort | |

2.7. Le suivi météorologique

Un suivi météorologique est effectué pour chaque région. L'objectif était de repérer les périodes froides durant lesquelles l'activité des larves de *P. archon* est à priori ralentie. Les notations ont donc été interrompues à la mi-décembre du fait des températures basses et ont repris en avril.

3. Conditions de mise en œuvre de l'expérimentation

3.1. Commentaires sur le déroulement de l'essai

3.1.1. Commentaires sur la mise en œuvre des traitements

On a constaté des pratiques professionnelles hétérogènes pendant la préparation de la bouillie. Ceci a entraîné des modifications de concentration de la bouillie et de qualité de traitement, quelques palmiers à Ste Maxime ont par exemple été traités à l'eau.

Le matériel proposé était très hétérogène (type de pulvérisateurs, puissance, type de buse, volume de cuve...). Cela montre la diversité du matériel utilisé de manière courante par les professionnels ce qui rentre parfaitement dans le contexte de l'étude.

L'encadrement des applicateurs s'est avéré indispensable pour le bon déroulement des traitements.

La spécialité CAPSANEM a présenté un problème de dissolution lors de la préparation. Des grumeaux se sont formés et ont été difficiles à réduire.

Sur le site de Port Cogolin, des traitements à la deltaméthrine ont été effectués tous les mois sur l'ensemble des végétaux de la résidence. Ces traitements ont été effectués de manière assez rapide avec un pulvérisateur projetant un jet diffus.

Les stipes du Languedoc-Roussillon n'ont reçu qu'un litre de bouillie par application.

3.1.2. Commentaires sur la réalisation des notations et l'obtention des résultats

Des difficultés ont été rencontrées pour accéder aux propriétés privées malgré la convention passée avec les propriétaires. Par exemple, dans le cas de la copropriété de Port Cogolin, l'information concernant l'expérimentation n'est pas parvenue à tous les propriétaires et nous avons dû expliquer notre présence et l'objet de l'expérimentation directement lors de notre passage.

Les notations ont permis de montrer les limites de la technique d'observation mise au point.

Les classes définies au début de l'étude ne semblent pas appropriées au palmier des Canaries.

3.2. Caractéristiques des sites expérimentaux

3.2.1. Le matériel végétal

Trois espèces de palmiers ont été choisies du fait de leur sensibilité au ravageur et de leur forte représentativité dans les zones étudiées :

- *Trachycarpus fortunei*
- *Chamaerops humilis*
- *Phoenix canariensis*

Les sujets faisant partie de l'expérimentation sont répertoriés dans un plan et un code leur est attribué individuellement. L'ensemble des données est en annexe n°2.

3.2.2. Les sites expérimentaux

Les essais ont lieu dans deux départements : l'Hérault et le Var. Six sites ont été retenus (cf. figure n°1). Le tableau n°2 en résume les caractéristiques.

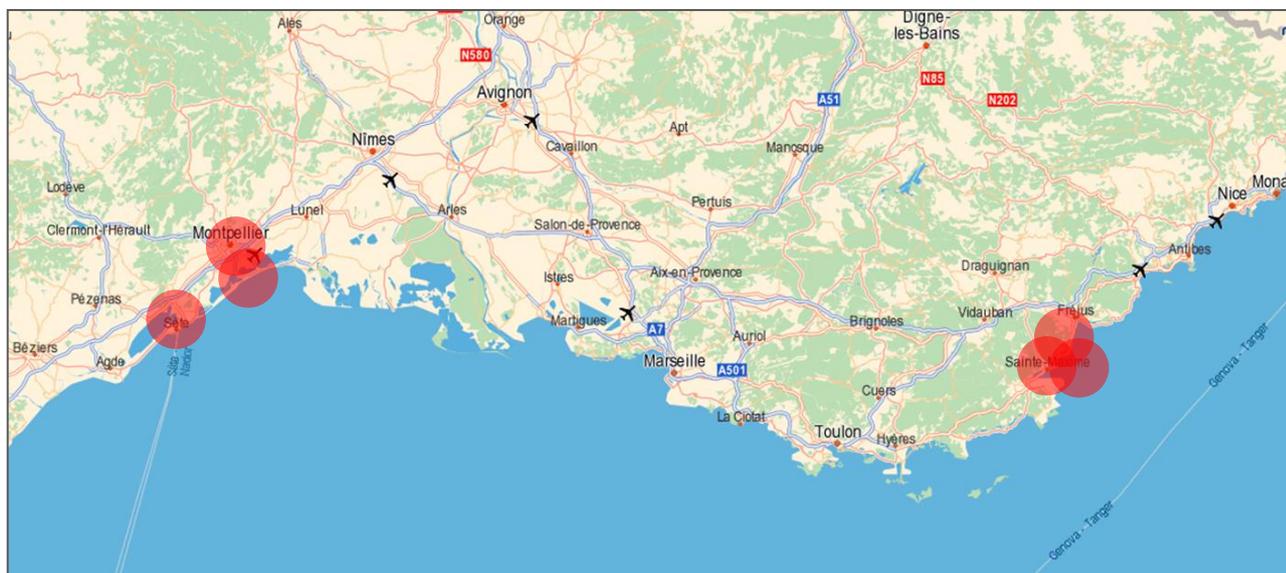


Figure n°1 : Localisation des sites d'expérimentations

Tableau n°2 : Caractérisation des sites d'expérimentations

| Site | Végétal | Disposition | Irrigation | Fertilisation | Zone géographique | Intensité d'attaque |
|------------------------|--|---------------------------|------------|---------------|---|---------------------|
| Montpellier | <i>Trachycarpus fortunei</i> + <i>Chamaerops humilis</i> | Alignement | Oui et Non | Oui et Non | Berges minéralisées du Lez et Espaces verts | Faible |
| Palavas-les-Flots | <i>Chamaerops humilis</i> | Massif arboré | Oui | Oui | Parking | Forte |
| Balaruc-les-Bains | <i>Trachycarpus fortunei</i> + <i>Chamaerops humilis</i> | Alignement | Oui | Oui | Espaces verts | Faible |
| Cogolin | <i>Trachycarpus fortunei</i> + <i>Chamaerops humilis</i> | Plantations individuelles | Oui et Non | Non | Jardins privés | Faible |
| S ^{te} Maxime | <i>Trachycarpus fortunei</i> + <i>Chamaerops humilis</i> | Massifs arborés | Oui et Non | Non | Espaces verts | Forte |
| Les Issambres | <i>Phoenix canariensis</i> | Alignement | Non | Non | Parking | Forte |

Il est à noter que ces différents sites présentent une grande hétérogénéité dans la disposition du végétal, les pratiques culturales, les conditions édapho-climatiques et le niveau d'infestation. Cela correspond à la diversité retrouvée généralement dans les espaces verts.

3.2.3. Effectifs de palmiers de l'étude

Au total l'étude a compris 386 palmiers (stipes), dont 93 témoins. Le tableau n°3 reprend les effectifs étudiés, que ce soit pour la modalité témoin ou traité.

Tableau n°3 : Effectifs globaux de palmiers traités et témoins

| | Traités | Témoins | Total |
|------------------------------|---------|---------|-------|
| <i>Chamaerops humilis</i> | 234 | 77 | 311 |
| <i>Trachycarpus fortunei</i> | 47 | 16 | 63 |
| <i>Phoenix canariensis</i> | 13 | 0 | 13 |
| Total | 293 | 93 | 387 |

3.2.4. Situation initiale

Le tableau n°4 reprend la classification initiale des palmiers des expérimentations.

Tableau n°4 : Récapitulatif de la classification initiale des palmiers

| Classe | <i>Chamaerops humilis</i> | <i>Trachycarpus fortunei</i> | <i>Phoenix canariensis</i> | TOTAL |
|--------|---------------------------|------------------------------|----------------------------|-------|
| 0 | 164 | 10 | 6 | 180 |
| 1 | 40 | 15 | 0 | 55 |
| 2 | 37 | 16 | 7 | 60 |
| 3 | 23 | 11 | 0 | 34 |
| 4 | 22 | 7 | 0 | 29 |
| 5 | 18 | 3 | 0 | 21 |
| 6 | 7 | 1 | 0 | 8 |

3.2.5. Schémas des dispositifs expérimentaux

Les figures n°2 à 6 illustrent les sites ayant accueilli les expérimentations ainsi que les dispositifs expérimentaux mis en place.

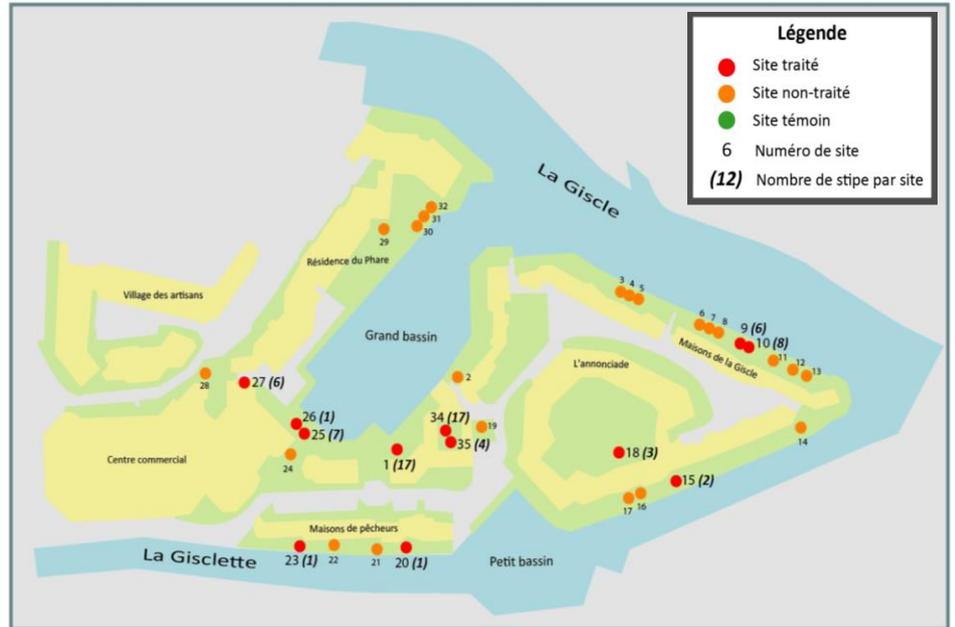


Figure n°2 : Site à Port Cogolin et dispositif expérimental (dept 83)

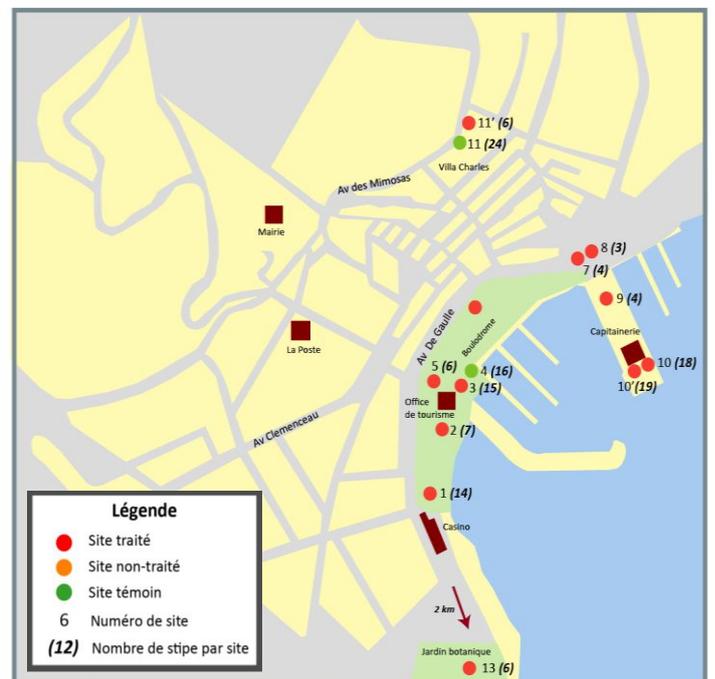


Figure n°3 : Site à Sainte-Maxime et dispositif expérimental (dept 83)

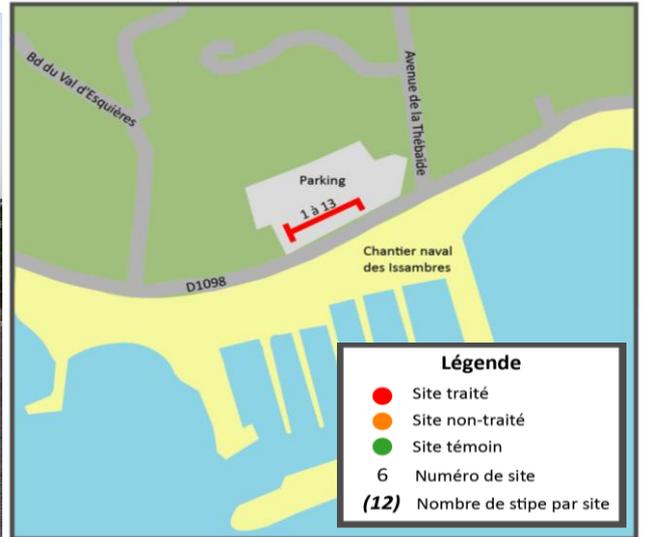


Figure n°4 : Site au Jardins d'Ys et dispositif expérimental (dept 83)

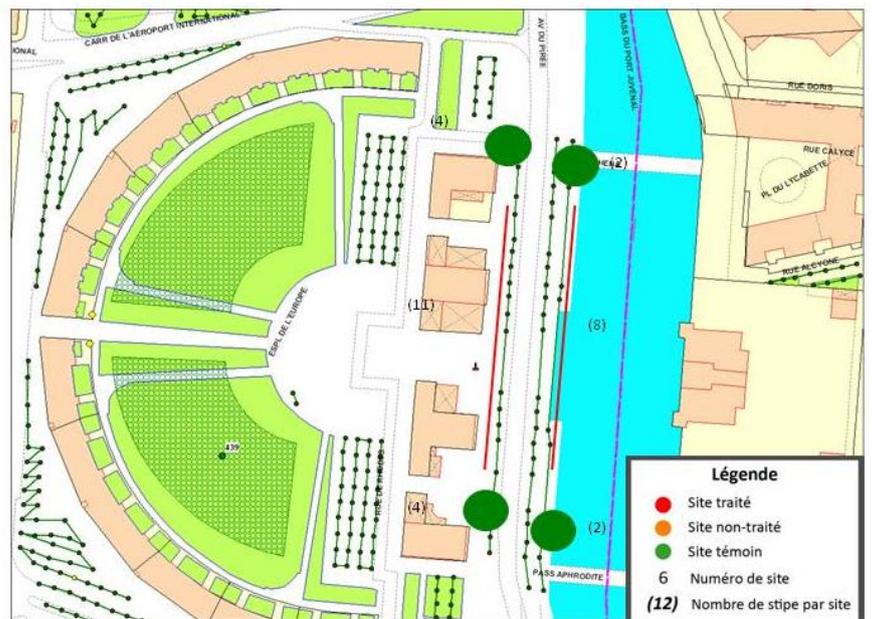


Figure n°5 : Sites à Montpellier(Pirée) et dispositif expérimental (dept 34)

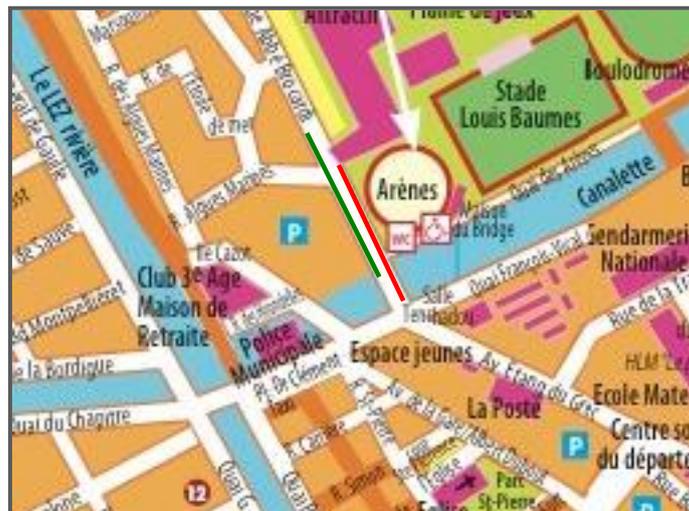
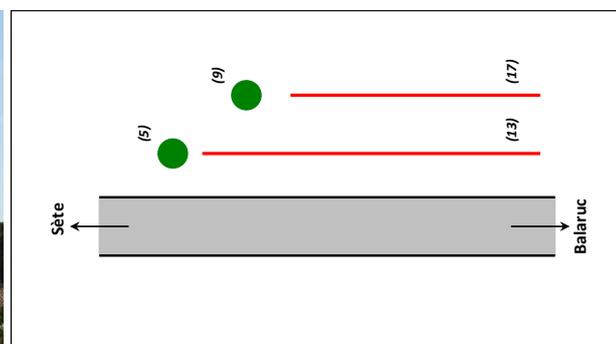


Figure n°6 : Site à Palavas-les-Flots et dispositif expérimental (dept 34)



| Légende | |
|------------|--------------------------|
| ● (Red) | Site traité |
| ● (Orange) | Site non-traité |
| ● (Green) | Site témoin |
| 6 | Numéro de site |
| (12) | Nombre de stipe par site |

Figure n°7 : Site à Balaruc-les-Bains et dispositif expérimental (dept 34)

3.3. Application des spécialités phytosanitaires

3.3.1. Les acteurs impliqués et matériel utilisé

Les acteurs impliqués et les caractéristiques du matériel utilisé dans le programme sont listés dans le tableau n°5.

Tableau n°5 : Acteurs impliqués et caractéristiques du matériel utilisé

| Commune | Propriétaire | Applicateur | Pression | Volume cuve (L) | Type de buse |
|-------------------|------------------------------|-----------------------------------|-----------|-----------------|--------------------------|
| Montpellier | Ville de Montpellier | Service Espace vert municipal | Préalable | 5 | Buse fendue à jet plat |
| Palavas-les-Flots | Ville de Palavas-les-Flots | Service Espace vert municipal | Préalable | 15 | Buse ronde à jet conique |
| Balaruc-les-Bains | Ville de Balaruc-les-Bains | Service Espace vert municipal | Préalable | 15 | Buse ronde à jet conique |
| Cogolin | Copropriété de Port Cogolin | Entreprise Le Coq | Entretenu | 300 | Buse ronde à jet conique |
| Sainte Maxime | Ville de Ste Maxime | Stocquart Traitement des Végétaux | Entretenu | 400 à 2000 | Buse ronde à jet conique |
| Les Issambres | Copropriété les Jardins d'Ys | Entreprise La Sylvestre | Entretenu | 100 | Buse ronde à jet conique |

3.3.2. Les conditions d'application

Pour chaque palmier, deux traitements espacés de 15 jours ont été effectués avec une spécialité commerciale de *Steinernema carpocapsae*. Deux spécialités sont testées, CAPSANEM et CARPOCAPSAE-SYSTEM, provenant des deux firmes partenaires, respectivement KOPPERT et BIOBEST. Les conditions d'applications sont regroupées dans le tableau n°6.

Tableau n°6 : Conditions d'applications lors des essais

| Sites | Spécialité | Date | Plage horaire | Température | Vitesse du vent |
|-------------------|--------------------|----------|---------------|-------------|---------------------|
| Montpellier | Capsanem | 22/09/09 | 8h30-11h | - | Nulle |
| | Carpocapsae-System | 06/10/09 | 8h30-11h | - | Nulle à très faible |
| Balaruc-les-Bains | Capsanem | 23/09/09 | 8h30-10h | - | Nulle |
| | | 09/10/09 | 9h-10h30 | - | Nulle |
| Palavas-les-Flots | Carpocapsae-System | 18/09/09 | 9h-10h30 | - | Nulle à très faible |
| | | 01/10/09 | 8h30-10h | - | Nulle |
| Port Cogolin | Carpocapsae-System | 05/06/09 | 9h-12h | 20-26°C | Nulle |
| | | 24/06/09 | 9h-12h | 20-26°C | Nulle |
| Ste Maxime | Capsanem | 29/09/09 | 22h-01h | 22-14°C | Nulle |
| | | 13/10/09 | 22h-01h | 15-16.5°C | 0 à 2,2 Km/h |
| Les Jardins d'Ys | Capsanem | 30/09/09 | 17h-20h | 24.9-23.8°C | Nulle |
| | | 14/10/09 | 16h-18h | 19-20°C | 9 à 13 Km/h |

3.3.3. Contrôles des volumes et doses

La concentration de la spécialité pour l'ensemble des traitements est de 6 millions de nématodes au litre. Le traitement est effectué avec une lance et sans filtre, par pulvérisation sur les parties aériennes (zone apicale et 1^{er} mètre de stipe).

Tableau n°7 : Récapitulatif technique des traitements

| Site | Dates TRT | Nbre de stipes | Vol. théorique (L) | Vol. appliqué (L) | Ecart (%) | Vol./ stipe (L) | Respect des doses | Qté de nématodes /stipe (M) |
|-------------------|-----------|----------------|--------------------|-------------------|-----------|-----------------|-------------------|-----------------------------|
| Montpellier | 22 sept | 26 | 26 | 19.4 | -25.4 | 0.75 | Non | 4.47 |
| | 06 oct | 26 | 26 | 24 | -7.6 | 0.92 | Oui | 5.54 |
| Balaruc-les-Bains | 23 sept | 30 | 30 | 24.9 | -17 | 0.83 | Non | 4.8 |
| | 09 oct | 30 | 30 | 23.3 | -22.4 | 0.77 | Non | 4.6 |
| Palavas-les-Flots | 18 sept | 44 | 44 | 33 | -25 | 0.75 | Non | 4.5 |
| | 01 oct | 44 | 44 | 34 | -22.7 | 0.77 | Non | 4.64 |
| Port Cogolin | 05 juin | 67 | 80.4 | 43 | -53.8 | 0.64 | Non | 3.85 |
| | 24 juin | 73 | 87.6 | 83.6 | - 4.6 | 1.14 | Oui | 6.87 |
| Ste Maxime | 29 sept | 109 | 130.8 | 100 | - 23.5 | 0.92 | Non | 5.55 |
| | 13 oct | 107 | 128.4 | 136.3 | +6.2 | 1.27 | Oui | 7.6 |
| Jardins d'Ys | 30 sept | 12 | 60 | 60 | 0 | 5 | Oui | 30 |
| | 14 oct | 13 | 65 | 56.4 | -13.2 | 4.34 | Non | 26.03 |

Il est à noter que pour le département du Var, les deux premiers traitements réalisés ont tenu lieu de formation à l'application de nématodes et d'ajustement entre les pratiques expérimentales et celles des professionnels.

3.3.4. Observations et notations

Une notation initiale (NO) est réalisée pour tous les sites afin de connaître la situation de départ des sujets étudiés. Chaque traitement est symbolisé par un trait violet dans le tableau n°8. Pour les sites de Languedoc-Roussillon, une notation est réalisée entre les deux traitements.

Le suivi de l'état sanitaire des palmiers est ensuite réalisé à travers des notations régulières.

Tableau n°8 : Calendrier des notations (traitements en violet)

| Site | Notation initiale NO | N1 | N2 | N3 | N4 | N5 | N6 | N7 | N8 |
|-------------------|----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Montpellier Pirée | 10/09/09 | 30/09/09 | 26/10/09 | 06/11/09 | 25/11/09 | 08/12/09 | 09/04/10 | 07/05/10 | 04/06/10 |
| Montpellier Mars | 10/09/09 | 30/09/09 | 26/10/09 | 06/11/09 | 25/11/09 | 08/12/09 | 09/04/10 | 07/05/10 | 04/06/10 |
| Balaruc-les-Bains | 10/09/09 | 30/09/09 | 26/10/09 | 06/11/09 | 25/11/09 | 08/12/09 | 09/04/10 | 07/05/10 | 04/06/10 |
| Palavas-les-Flots | 10/09/09 | 30/09/09 | 26/10/09 | 06/11/09 | 25/11/09 | 08/12/09 | 09/04/10 | 07/05/10 | 04/06/10 |
| Les Jardins d'Ys | 13/08/09 | 09/09/09 | 24/11/09 | 15/12/09 | 20/04/10 | 16/06/10 | | | |
| Ste Maxime | 09/09/09 | 04/11/09 | 27/11/09 | 20/04/10 | 16/06/10 | | | | |
| Port Cogolin | 14/05/09 | 23/07/09 | 04/08/09 | 25/08/09 | 23/09/09 | 22/10/09 | 24/11/09 | | |

Remarque : Pour le site des Jardins d'Ys, la spécificité du végétal (*Phoenix canariensis*) a induit un système de notation un peu différent. En effet, il est difficile de discerner les différences entre les classes sur *Phoenix canariensis*. Elles ont donc été limitées à 3 : sans symptôme (0), avec d'anciens symptômes (1) et avec des symptômes récents (2).

4. Résultats

4.1. Les traitements de printemps

Un seul site a reçu des traitements positionnés au printemps.

4.1.1. Port cogolin (Var)

Météorologie

Les conditions météorologiques ont été particulièrement pluvieuses lors de cet essai. On note 38 jours de pluie entre mai 2009 et janvier 2010 avec un cumul des précipitations de 1026.5 mm. (contre 500 mm en moyenne sur cette période). Deux épisodes pluvieux ont été particulièrement violents (le 18 septembre et le 22 octobre). Durant les traitements, les conditions météorologiques humides semblent particulièrement favorables aux nématodes. Par ailleurs, ces conditions sont globalement favorables à la croissance des palmiers étudiés. Sur la figure n°8, sont représentés les traitements (flèches en violet) et les notations (flèches en vert) effectués sur le site de Port Cogolin.

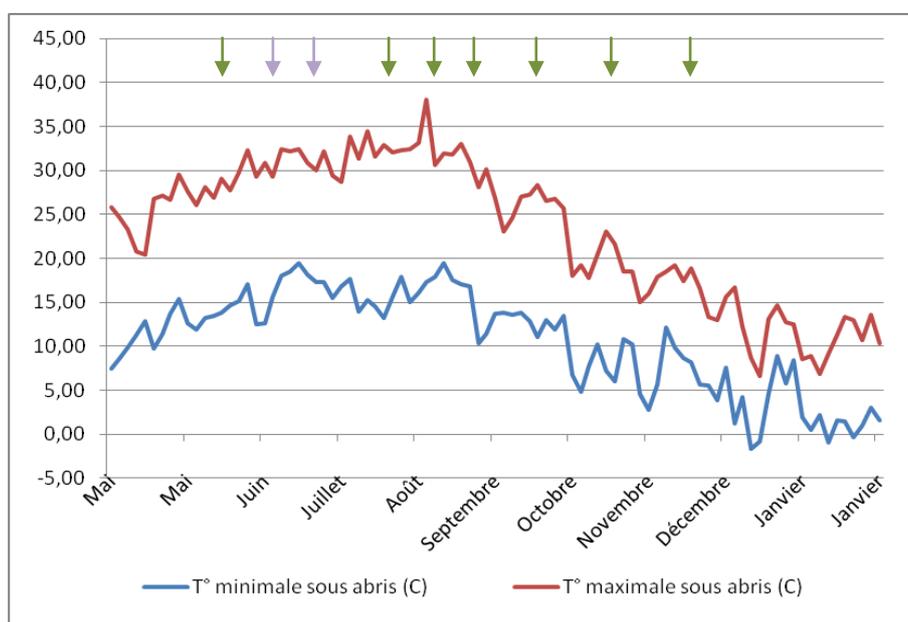


Figure n°8 : Evolution des températures de Mai 2009 à Janvier 2010 / Station de Cogolin

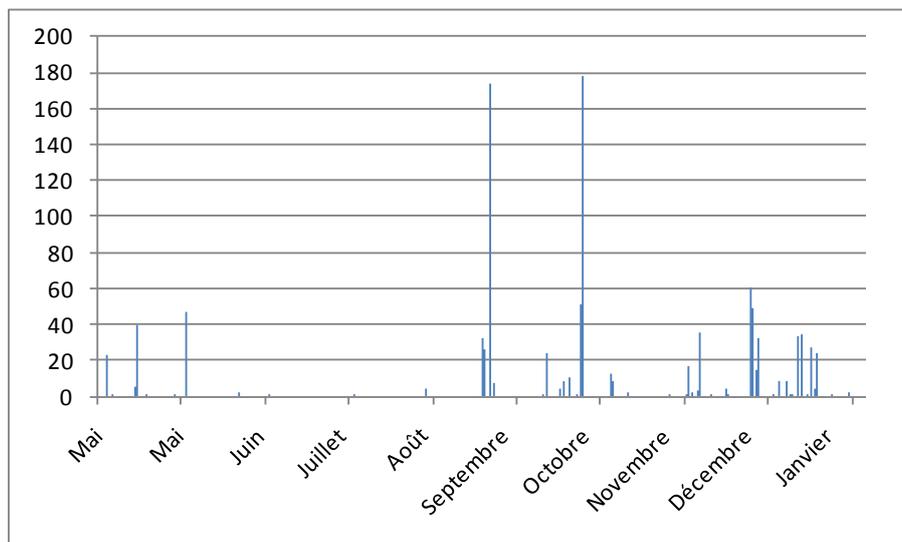


Figure 9 : Hauteur des précipitations (mm) de Mai 2009 à Janvier 2010 / Station de Cogolin

Résultats

Le site de port Cogolin présentait une infestation ponctuelle. Sur 141 palmiers observés, seuls les palmiers présentant des symptômes de *P. archon* ont été inclus dans l'expérimentation, soit 73 stipes au total. Aucun témoin n'a été retenu sur ce site, du fait d'une demande expresse des propriétaires.

La notation initiale montre que 70 % des palmiers ne présentaient pas de symptômes récents de *Paysandisia archon* (classes 0 et 1), les 30 % restants étant de peu à fortement atteints. Les deux premières notations (23/07 et 04/08/09) après les traitements indiquent une augmentation de 20% du nombre de palmiers sans symptôme récent. A ce stade l'état sanitaire des palmiers s'est amélioré par rapport à situation de départ, ce qui est très positif suite à un premier traitement ne respectant pas les doses d'application.

A partir de la 4^{ème} notation (25/08/09), on note une baisse de 10% du nombre de palmiers sans symptôme récent. Lors de la notation finale (22/10/09) environ 60% de palmiers ne présentent aucun symptôme. La situation sanitaire s'est donc légèrement dégradée par rapport à la situation initiale.

L'absence de témoin ne permet pas de confirmer le bénéfice apporté par l'application de printemps. Au vu des résultats obtenus deux hypothèses peuvent être avancées : (1) soit la spécialité a permis de tuer les larves présentes dans les stipes, (2) soit l'émergence des papillons a entraîné une diminution du nombre de larves dans les stipes. Pour 2.7 % des stipes, l'hypothèse 2 est vérifiée (7 exuvies retrouvées sur 2 stipes de *Trachycarpus*), pour le reste de la population, soit 96.3% des palmiers, l'hypothèse 1 est probable (aucune exuvie de retrouvée). **Par conséquent, cette stratégie de printemps semble avoir permis une relative stabilisation.** Il n'y a pas eu d'amélioration par rapport à la situation initiale, ce qui pourrait s'expliquer en partie par les contaminations estivales qui n'ont pas été maîtrisées par les seuls traitements de printemps.

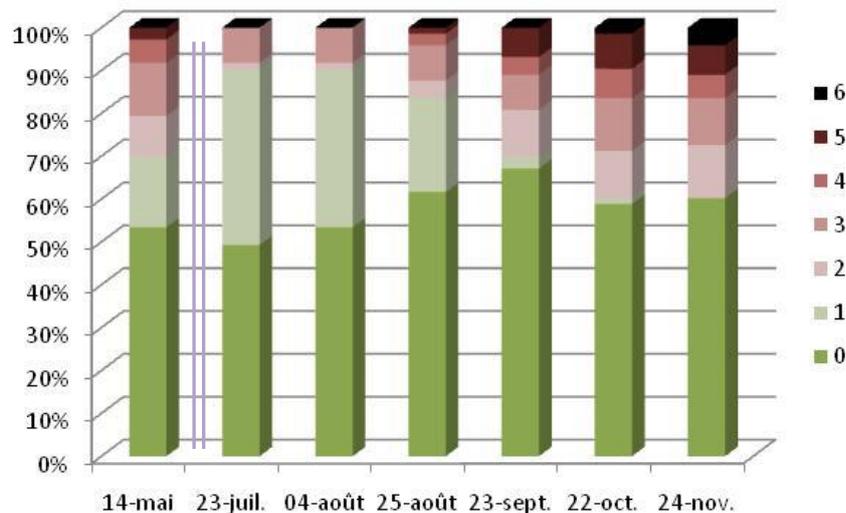


Figure n°10 : Port Cogolin : évolution des classes (%) / Modalité traitée (73)



Figure n°11 : Port Cogolin / Modalité traitée : évolution des effectifs de classes 0 et 1

4.2. Traitements d'automne

4.2.1. Jardins d'Ys et Sainte Maxime (Var)

Météorologie

Les conditions météorologiques ont été particulièrement pluvieuses lors de cet essai. En effet, il est relevé 60 jours de pluie avec un cumul des précipitations de 1 425 mm (contre 678 mm en moyenne sur cette période). Trois épisodes pluvieux ont été particulièrement violents (le 18 septembre, le 22 octobre et le 15 juin). Durant les traitements les conditions météorologiques étaient spécialement favorables aux nématodes. Par ailleurs, ces conditions ont été également favorables à la croissance des palmiers étudiés.

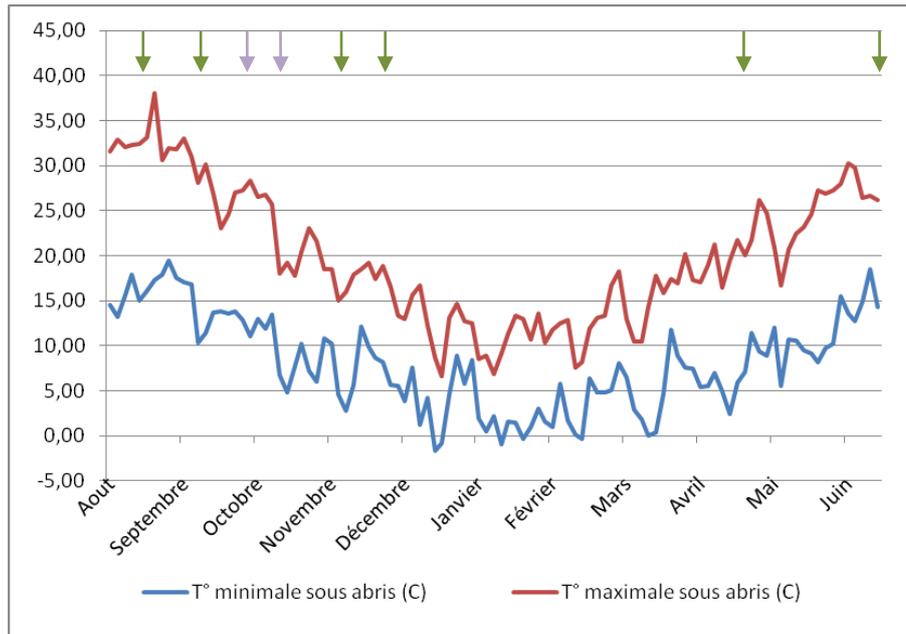


Figure n°12 : Evolution des températures d'août 2009 à juin 2010 / Station de Cogolin

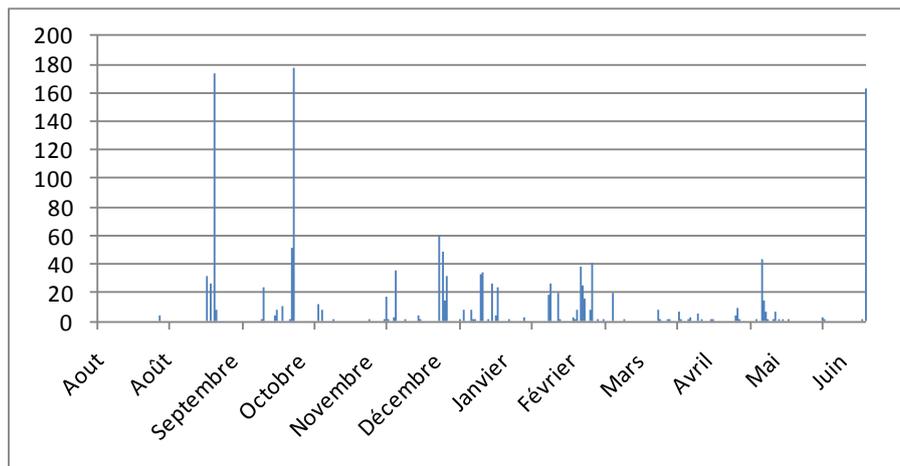


Figure n°13 : Hauteur des précipitations (mm) d'août 2009 à juin 2010 / Station de Cogolin

Résultats

Résidence des Jardins d'Ys (Var)

Pour ce site, la spécificité du végétal (*Phoenix canariensis*) a induit un système de notation un peu différent. En effet, il est délicat de discerner les différences entre les classes sur *Phoenix canariensis*. Il n'a donc été retenu que 3 classes : sans symptôme (0), avec d'anciens symptômes (1) et avec des symptômes récents (2).

Sur le graphique 7, on note que lors de la notation initiale, 65% des sujets ne présentaient pas de symptôme récent de *P. archon*.

Les notations de printemps (20/04/10 et 16/06/10) montre une forte variabilité. Il est fort probable que lors de la notation d'avril les chenilles n'étaient pas encore en activité. Ainsi lors de la notation finale on remarque une recrudescence de l'activité de *P. archon* : 72% des palmiers présentent des symptômes d'activité de *P. archon* (soit 9 sujets sur 13). Compte tenu des difficultés rencontrées avec le protocole d'observation sur *Phoenix canariensis*, il apparaît difficile de déterminer précisément l'intensité d'attaque de *P. archon*. **Dans ces conditions il semble difficile de valider cette partie de l'étude bien qu'elle ait permis d'apporter des éléments intéressants.** En effet, il est apparu que la physiologie du *P. canariensis* ne permet pas une observation aussi fine que pour les *C. humilis* ou les *T. fortunei*. Les palmiers juvéniles sont difficilement accessibles (aiguillons et forte densité de palmiers) ce qui constitue une limite à cette méthode d'observation non-destructive. Par ailleurs, le volume de bouillie appliquée (5 L) semble constituer un minimum pour le traitement de cette espèce de palmier.

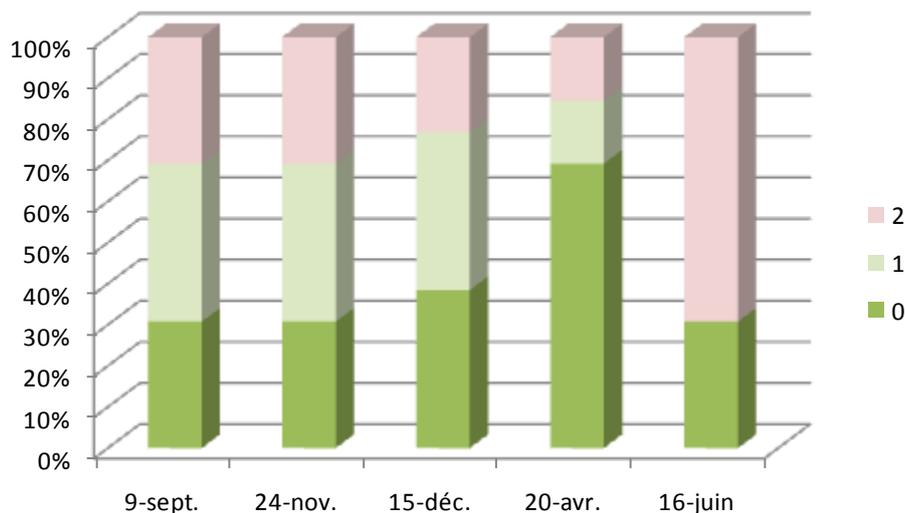


Figure n°14 : Jardins d'Ys / Modalité traitée : évolution des classes (%)

(Note pour Camille : à mettre sur la même taille que les graphiques du même type par la suite)

Ville de Sainte Maxime (Var)

L'état sanitaire des palmiers évolue naturellement au cours de l'année, ce que l'on observe avec le témoin. Ainsi, sans traitement une certaine amélioration par rapport à la période hivernale peut être observée.

Lors de la notation initiale (09/09/09), les modalités témoin et traitées présentent un état sanitaire identique avec 75% de palmiers sans symptôme récent (figure n°14).

Dans la modalité témoin, les deux notations de novembre montrent une diminution du nombre de palmiers sans symptôme récent de *P. archon* : passage de 75% à environ 55%. Ceci correspond à une dégradation de 20% par rapport à la notation initiale. Pour la modalité traitée, le pourcentage de palmiers sans symptôme récent reste stable (75%).

Lors des notations de printemps (20/04/10 et 16/06/10), dans la modalité traitée, le pourcentage de palmiers de classes 0 et 1 récents atteint les 85% ce qui correspond à une augmentation du nombre de palmiers sans symptôme récent de 10% par rapport à la notation initiale. Concernant le témoin, le pourcentage de stipes de classes 0 et 1 avoisine les 65% ce qui correspond à une dégradation de 10% par rapport à la notation initiale.

Comme le montre la figure n°14, **le traitement permet une amélioration de l'état sanitaire des palmiers. Sur ce site, chaque stipe traité a reçu en moyenne 13.15 millions de nématodes.**

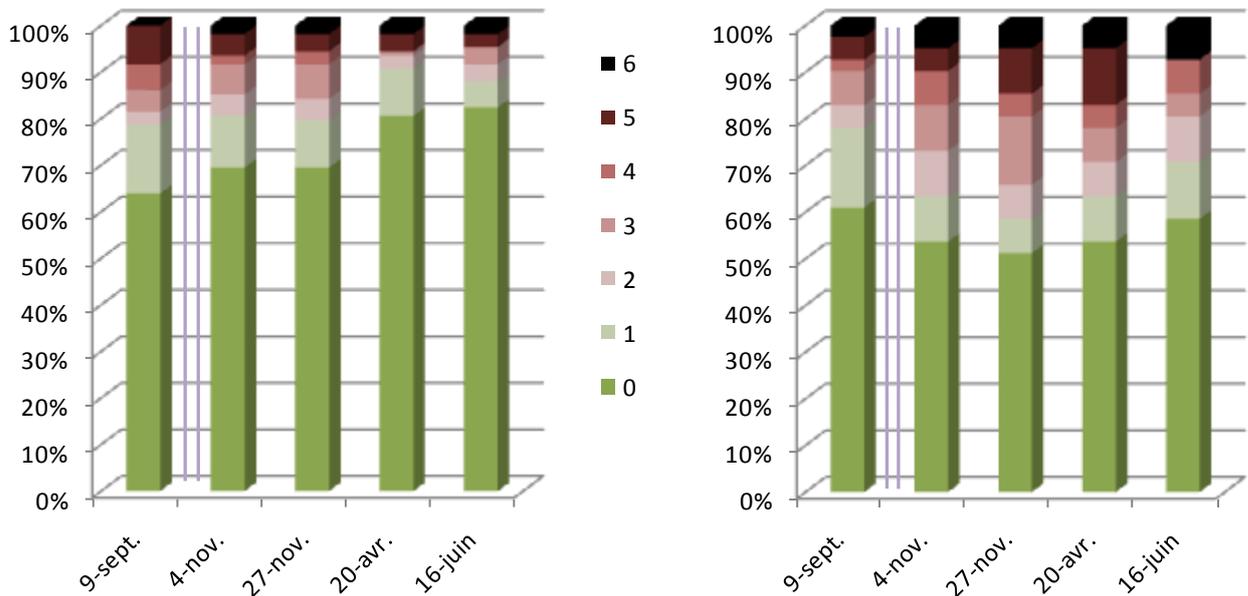


Figure n°15: A Ste Maxime, évolution des classes (%) de la modalité traitée (108) (gauche) et de la modalité témoin (41) (droite)



Figure n°16 : A Ste Maxime / Evolution des effectifs de classes 0 (gauche) et 1 (droite)

4.2.2. Ville de Montpellier (Hérault)

Météorologie

Entre les mois d'août 2009 et juin 2010, les conditions météorologiques sur le site de Montpellier se caractérisent par un mois d'octobre 2009 et un premier trimestre 2010 particulièrement pluvieux.

De plus, les températures enregistrées à la fin de l'année 2009 sont extrêmement douces : la 1^{ère} gelée n'est observée que le 15 décembre.

Aussi, les conditions météorologiques observées qui ont accompagnées et suivies les traitements sont favorables aux nématodes.

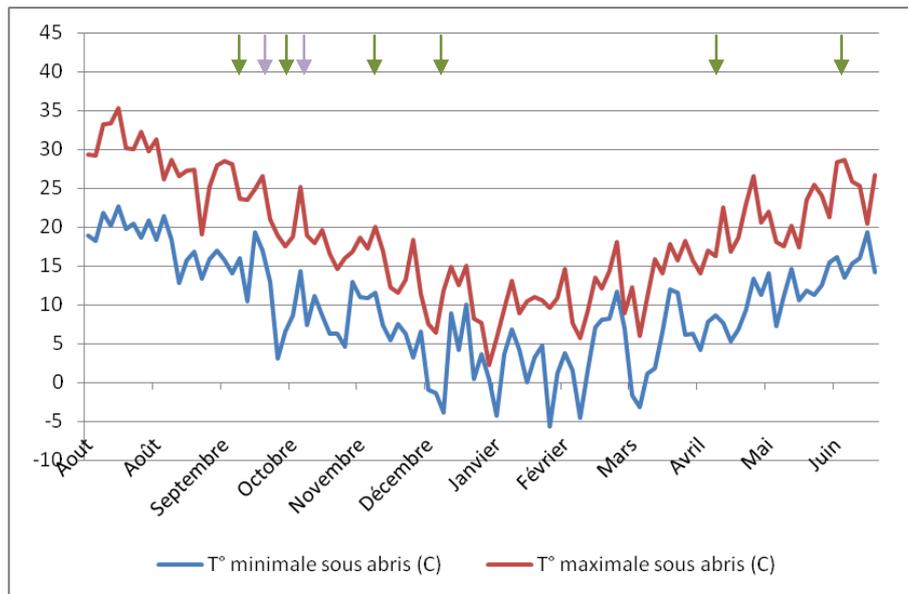


Figure n°17 : Evolution des températures d'Août 2009 à Juin 2010 / Station de Montpellier

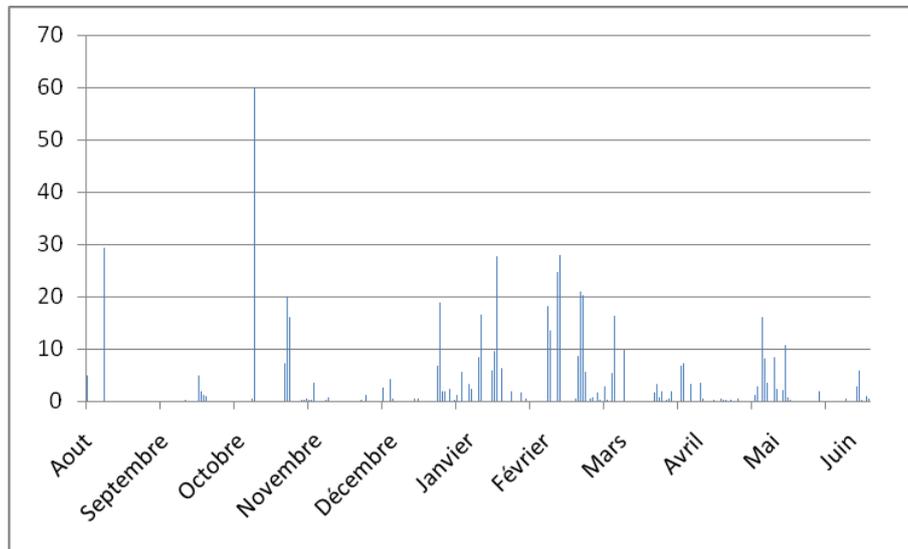


Figure n°18 : Hauteur des précipitations (mm) d'Août 2009 à Juin 2010 / Station de Montpellier

Résultats

Lors de la notation initiale du 10 septembre, 30 % des palmiers de la modalité témoin et 25 % des palmiers de la modalité traitée ne présentaient pas de symptômes récents (classes 0 et 1) de *Paysandisia archon*.

La notation réalisée en début d'hiver (8 décembre 2009) montre que cette proportion de stipes de classes 0 et 1 passe à 10 % des palmiers dans le témoin et un peu moins de 15% des palmiers dans la modalité traitée. On note donc une certaine stabilisation de l'état sanitaire des palmiers traités.

Lors de la notation finale du 4 juin 2010, 60 % des palmiers du témoin et un peu plus de 50% des palmiers de la modalité traitée ne présentaient pas de symptômes récents. On constate donc, pour les deux modalités, une augmentation de 30% du nombre de stipes de classes 0 et 1. **Il n'y a donc aucune différence entre la modalité traitée et la modalité témoin.**

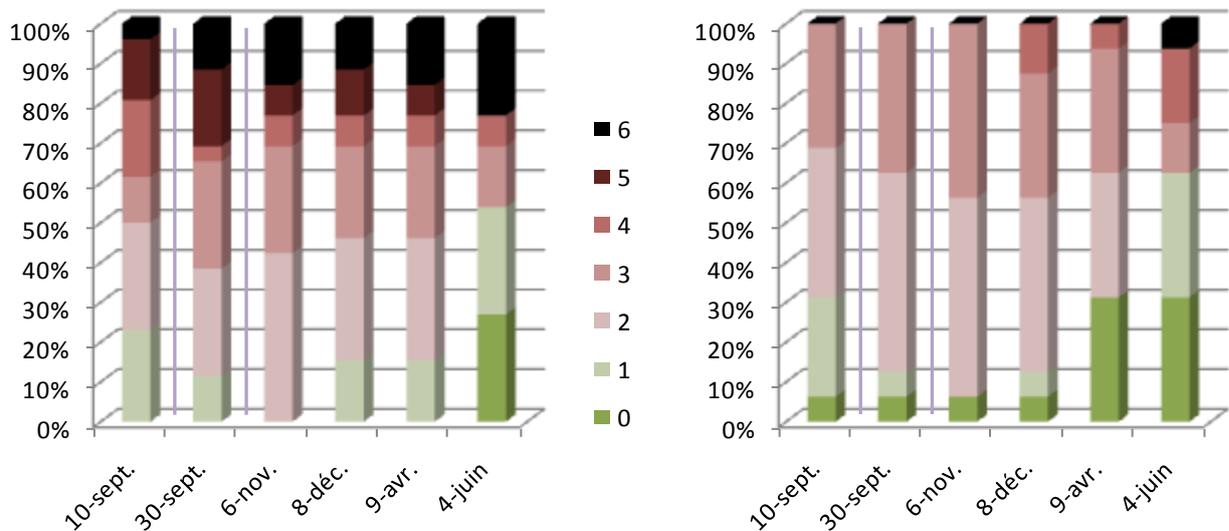


Figure n°19 : A Montpellier, évolution des classes (%) de la modalité traitée (26) (gauche) et de la modalité témoin (16) (droite)



Figure n°20 : A Montpellier, évolution des effectifs des classes 0 (gauche) et 1 (droite)

4.2.3. Balaruc-les-Bains (Hérault)

Météorologie

Entre les mois d'août 2009 et juin 2010, les conditions météorologiques sur le site de Balaruc les Bains se caractérisent par un mois de septembre 2009 et un premier trimestre 2010 particulièrement pluvieux.

De plus, les températures enregistrées à la fin de l'année 2009 sont extrêmement douces : la 1^{ère} gelée n'est observée que le 16 décembre.

Aussi, les conditions météorologiques observées qui ont accompagnées et suivies les traitements sont favorables aux nématodes.

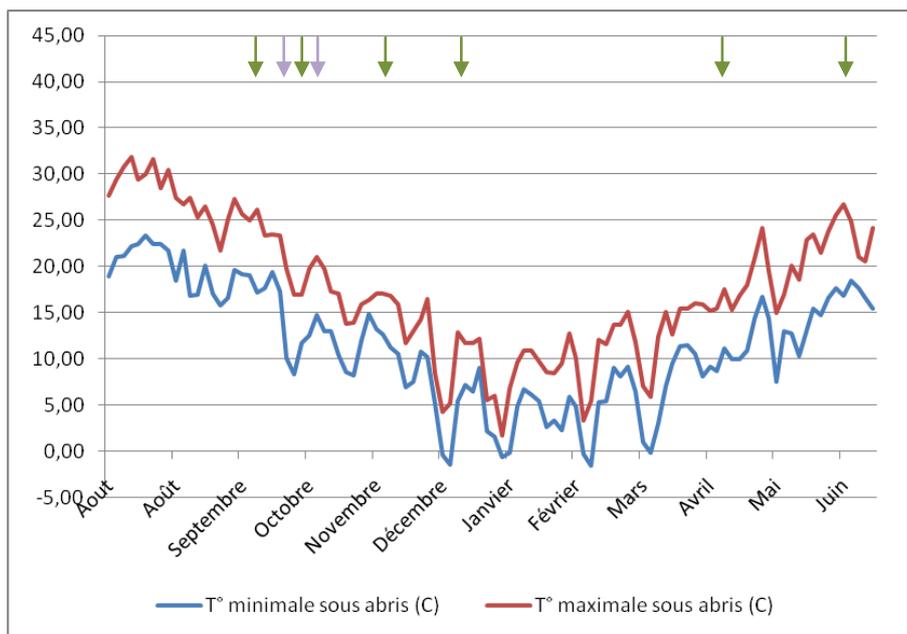


Figure n°21 : Evolution des températures d'août 2009 à juin 2010 / Station de Sète

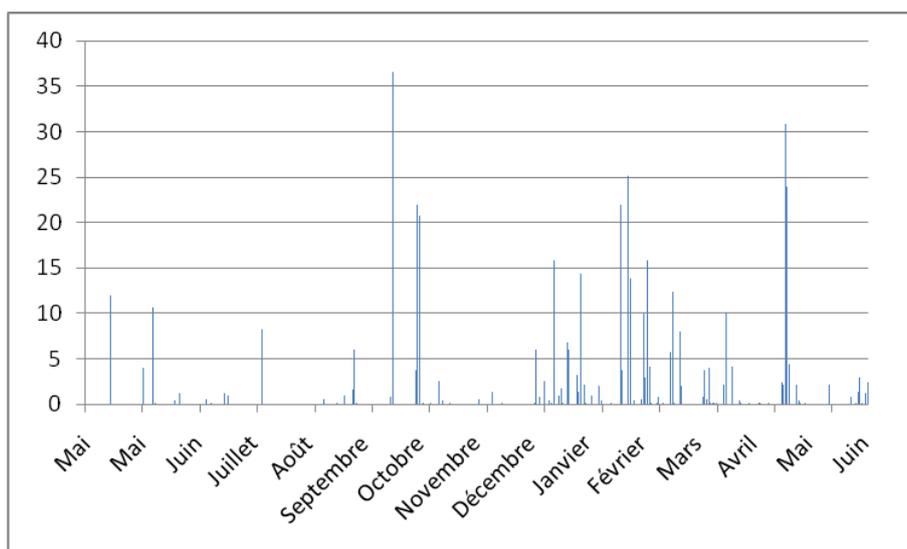


Figure n°22 : Hauteur des précipitations (mm) d'août 2009 à juin 2010 / Station de Sète

Résultats

Lors de la notation initiale, 75 % des palmiers de la modalité témoin et 20 % des palmiers de la modalité traitée ne présentaient pas de symptôme récent de *Paysandisia archon*.

La notation réalisée le 8 décembre montre que cette proportion de palmiers sans symptômes récents passe à 35 % des palmiers dans le témoin et 17 % des palmiers traités.

Lors de la notation finale du 4 juin, près de 50 % des palmiers du témoin et 20% des palmiers de la modalité traitée ne présentaient pas de symptômes récents. **On note une stabilisation pour les palmiers ayant bénéficié du traitement aux nématodes et une forte dégradation (30%) pour le témoin.**

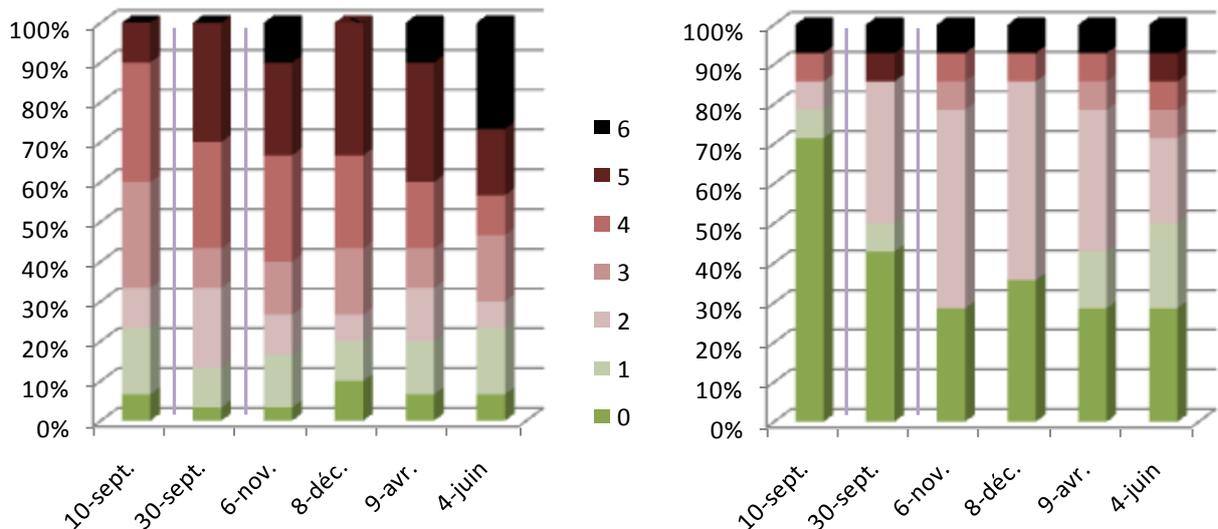


Figure n°23 : A Balaruc-les-Bains, évolution des classes (%) de la modalité traitée (30) (gauche) et de la modalité témoin (22) (droite)

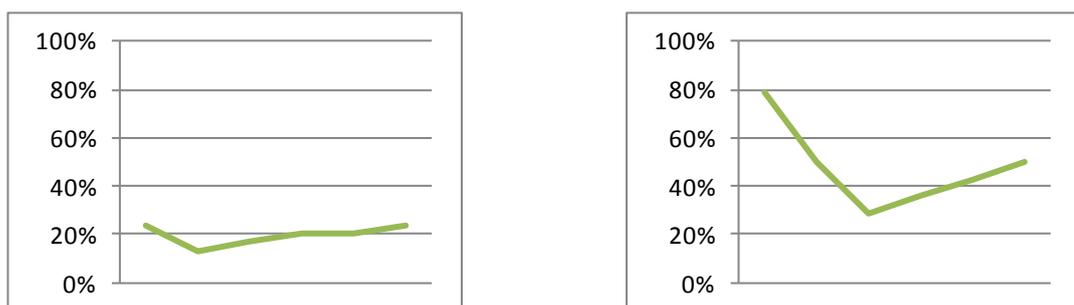


Figure n°24 : Balaruc-les-Bains, évolution des effectifs des classes 0 (gauche) et 1 (droite)

4.2.4. Palavas-les-Flots (Hérault)

Météorologie

Entre les mois d'août 2009 et juin 2010, les conditions météorologiques sur le site de Palavas les Flots se caractérisent par un mois d'octobre 2009 et un premier trimestre 2010 particulièrement pluvieux.

De plus, les températures enregistrées à la fin de l'année 2009 sont extrêmement douces : la 1^{ère} gelée n'est observée que le 16 décembre.

Aussi, les conditions météorologiques observées qui ont accompagnées et suivies les traitements sont favorables aux nématodes.

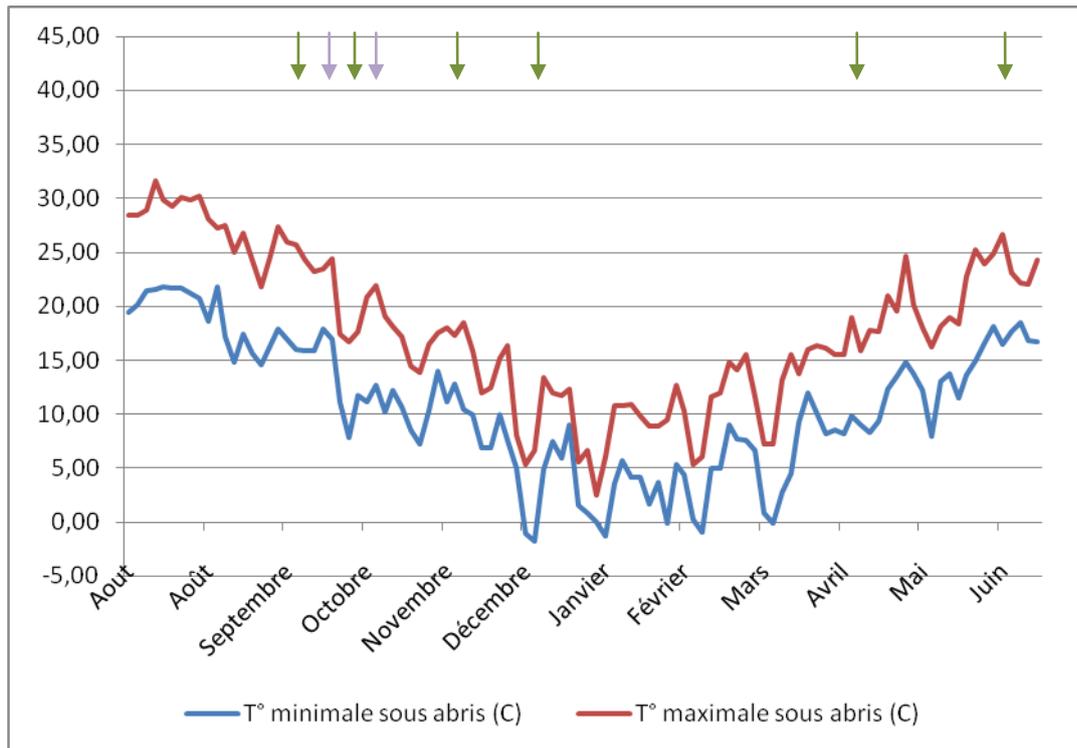


Figure n°25 : Evolution des températures d'août 2009 à Juin 2010 / Station de La Grande Motte

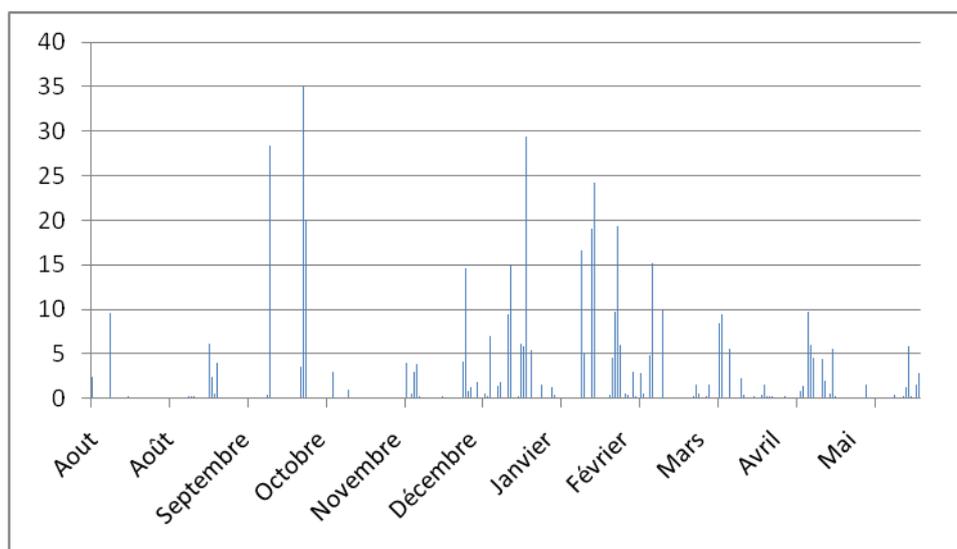


Figure n°26 : Hauteur des précipitations (mm) d'août 2009 à Juin 2010 / Station de La Grande Motte

Résultats

Lors de la notation initiale le 10 septembre 2009, 52 % des palmiers de la modalité témoin et 43 % des palmiers de la modalité traitée ne présentaient pas de symptômes récents de *Paysandisia archon*.

La notation réalisée en début d'hiver (8 décembre 2009) montre que cette proportion de palmiers sans symptômes récents passe à 42 % dans la modalité témoin et à 50% dans la modalité traitée. On note une légère (7%) amélioration pour les palmiers ayant bénéficié du traitement et une dégradation (10%) pour le témoin.

Lors de la notation finale, 60 % des palmiers témoin et 80 % des palmiers traités ne présentaient pas de symptômes récents. **On note globalement, entre l'automne et le printemps, une bonne (35%) amélioration pour les palmiers ayant bénéficié du traitement et une légère amélioration (5%) pour le témoin.**

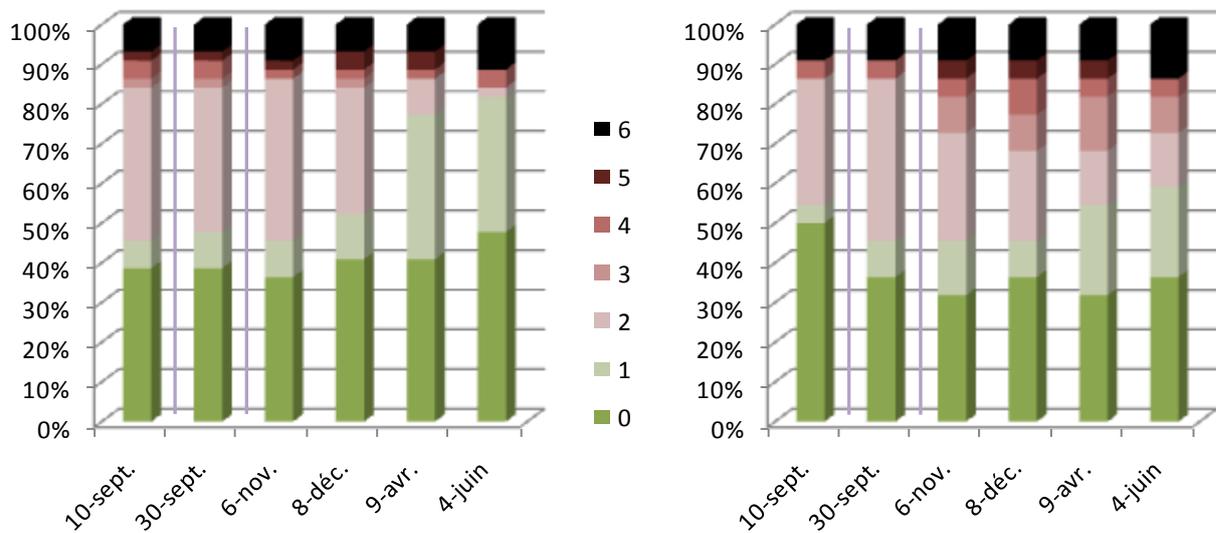


Figure n°27 : A Palavas-Les-Flots, évolution des classes (%) de la modalité traitée (44) (gauche) et de la modalité témoin (14) (droite)

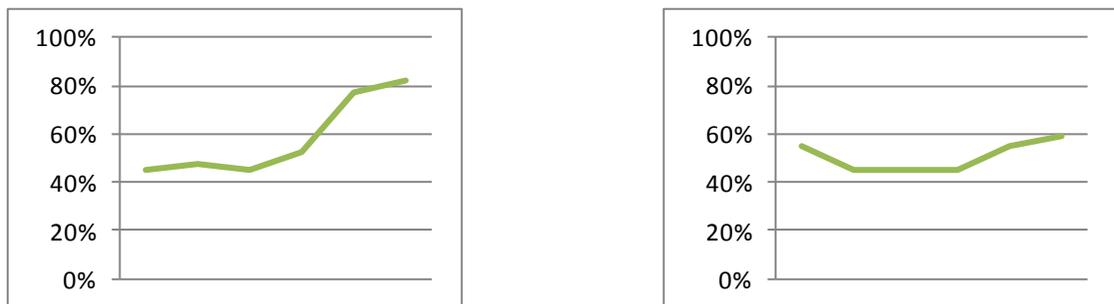


Figure n°28 : A Palavas-les-Flots, évolution des effectifs des classes 0 (gauche) et 1 (droite).

4.2.5. Analyse des résultats en fonction des classes pour la stratégie d'application en automne

L'ensemble des données des sites traités à l'automne a été regroupé (dans le tableau 10 suivant) afin de savoir comment ont évolué les palmiers appartenant à une même classe lors de la notation initiale (N0). Ceci afin d'essayer de répondre à plusieurs questions :

- Les palmiers de classe 0 lors de la notation initiale le sont-ils resté ?
- Quelle a été l'évolution des symptômes des palmiers ?
- Existe-t-il un seuil de classe en dessus duquel il n'est plus intéressant d'effectuer un traitement ?

Le tableau suivant présente les résultats 10 mois après la première notation. Les effectifs, notés entre parenthèses, ne sont pas suffisants pour une analyse statistique des données. Toutefois, on note quelques tendances.

Pour les palmiers pas ou peu infestés (classes 0 et 1), les traitements ont permis une **protection satisfaisante des stipes**, comparativement au témoin. Les traitements des palmiers de classe 0 (stipes apparemment sains et sans symptômes), permettent une protection efficace de 97% des stipes. 97.3% des palmiers de classe 1 initialement ont conservé cette classe ou sont passés en classe 0.

Les traitements des palmiers initialement de classe 2 a permis le passage de 83.4% des stipes dans les classes 0 et 1, soit une **amélioration de l'état phytosanitaire** de nombreux palmiers.

Pour les palmiers de classe initiale 3 ou 4, **l'intérêt des traitements reste à confirmer** au vu des résultats obtenus.

Tableau n°9 : Analyse des résultats par classe

(note pour Camille : il faut utiliser le fichier « tableau 9' » qui est meilleur en qualité)

| Situation initiale | Situation sanitaire finale (+10 mois) | | Commentaire |
|--------------------|---------------------------------------|-----------------|--|
| | Modalité traitée | Modalité témoin | |
| Classe 0 | (88) | (47) | Dans la modalité traitée, 97% des stipes ont conservé leur état sanitaire initial contre 80.8% pour la modalité témoin. Cela peut s'expliquer par la présence initiale de jeunes larves dans les stipes (sans symptôme apparent) qui auraient été tuées par les traitements dans la modalité traitée. Efficacité satisfaisante. |
| Classe 1 | (30) | (13) | Pour la modalité traitée, 76.7% des stipes sont passés à la classe 0, et 6.7% à la classe 2. L'effectif est faible (13) dans la modalité témoin, 4 stipes sont passés dans une classe supérieure alors que 5 ne présentent plus aucun symptôme : sans nouvelle infestation, ils sont rétablis, passant ainsi en classe 0. Efficacité satisfaisante. |
| Classe 2 | (30) | (16) | Dans la modalité traitée, 83.4 % des stipes sont passés dans les classes 0 ou 1 lors de la notation finale. Pour les témoins, 9 stipes sont passés en classe 1. 4 stipes ont empiré (dont 1 mort) par rapport à la notation initiale. Efficacité satisfaisante. |
| Classe 3 | (17) | (8) | Dans la modalité traitée, 8 stipes sont passés de la classe 3 aux classes 0 et 1 soit près de 50%. Pour le témoin 1 seul stipe passe en classe 1. Intérêt du traitement à confirmer. |
| Classe 4 | (22) | (3) | Dans la modalité traitée, sur 22 sujets, on note le passage à une classe inférieure de 10 sujets. Le témoin présente un effectif trop faible (3 sujets) pour permettre une comparaison intéressante. Intérêt du traitement à confirmer. |
| Classe 5 | (17) | (2) | L'effectif de la modalité traitée n'est pas très important, on note toutefois une forte mortalité (10 sujets morts) et 25% de l'effectif qui est passé dans une classe inférieure. Le témoin ne comprend que deux individus, qui sont morts. Intérêt discutable du traitement. |

5. Conclusion

L'étude in situ a permis d'élaborer un protocole d'observation des palmiers soumis aux attaques de *Paysandisia archon*. Ce protocole est basé sur l'évaluation et l'appréciation de l'état sanitaire des palmiers. A priori, il semble bien adapté pour réaliser un suivi des populations de *P. archon* sur les deux espèces de palmiers *Chamaerops humilis* et *Trachycarpus fortunei*. Toutefois pour les autres espèces, tel que le *Phoenix canariensis*, la pertinence du protocole n'est pas encore démontrée et une adaptation sera nécessaire.

Les essais ont été menés sur des sites représentatifs de la diversité des zones non agricoles (alignements, espaces verts, jardins publics ou privés, etc...).

Deux stratégies de lutte curative ont été testées avec des applications de nématodes, la première avec des traitements de printemps et la seconde avec des traitements d'automne. Concernant les traitements de printemps (5 et 24 juin), il semble que les applications ont permis de stabiliser l'état phytosanitaire des palmiers sans pour autant empêcher la réinfestation estivale. L'absence de témoin ne permet pas de confirmer cette observation.

Les traitements d'automne (18, 22, 23 et 29 septembre et 1,6, 9 et 13 octobre) ont montré leur intérêt de manière générale. Les résultats par classe d'infestation montrent plus précisément qu'à partir de la classe 3 (plante affaiblie présentant de nombreux symptômes) l'intérêt du traitement reste à confirmer. De la classe 0 à 2, l'efficacité semble satisfaisante, le traitement permettant le rétablissement ou le maintien d'un bon état phytosanitaire du palmier.

Il est nécessaire de rappeler que 30% des applications réalisées n'ont pas respecté la dose de nématodes choisie au départ (7.2 Million/Litre). En effet, les doses de nématodes appliquées varient entre 3.9 et 7.6 M/L, ce qui est très hétérogène et ne permet pas de faire des calculs statistiques en fonction des doses appliquées.

Bien que certains facteurs n'ont pas pu être pris en compte et mesurés directement, telles que les conditions météorologiques, particulièrement pluvieuses ce qui est favorable aux nématodes et froides ce qui a pu diminuer la population de chenilles dans les palmiers, ce type d'essai est nécessaire car complémentaire des essais effectués en conditions contrôlées.

Les conditions d'application se sont avérées assez difficiles, certainement proches des pratiques professionnelles réelles. Ceci est probablement révélateur des pratiques que l'on peut rencontrer sur le terrain. Il existe un décalage entre les pratiques habituelles des professionnels et la réalisation d'un traitement expérimental. Par ailleurs, les spécialités de nématodes se présentent sous une forme assez différente d'une spécialité chimique et la technique d'application varie aussi, une phase d'adaptabilité liée aux contraintes du produit est nécessaire. De ce fait, il conviendrait d'apporter une attention particulière aux préconisations des fournisseurs et éventuellement envisager un accompagnement aux utilisateurs.

Bibliographie :

CHAPIN E., 2006. *Paysandisia archon* : situation 5 ans après son signalement. Annales de la 1^{ère} Conférence Internationale sur l'entretien des espaces verts, gazons, forêts, zones aquatiques et autres zones non agricoles. P 847 : 157 - 163.

CHAPIN E. & GERMAIN J.F., 2005. Des ravageurs de palmiers : espèces établies, introduites et interceptées. Annales de la 7^{ème} Conférence Internationale sur les Ravageurs en Agriculture. AFPP, Paris.

TABONE E., PELTIER JB., 2006. Un papillon qui ravage les palmiers, *Paysandisia archon*. Perspective de Lutte Biologique. INRA Mensuel, n° 127.

ANDRE N., CHAPIN E., VILLA C., 2009. *Paysandisia archon* : synthèse de 3 années d'expérimentation phytosanitaire. Annales de la 2^{ème} Conférence Internationale sur l'entretien des espaces verts, gazons, forêts, zones aquatiques et autres zones non agricoles.

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.

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 Mediterráneo E.T.S.I.A., Universidad Politécnica de Valencia.

Remerciements :

Nous tenons à remercier Laurène Perez, Eric Chapin et Brigitte Sauphanor de la Fredon PACA, Nicolas André et Philippe Tixier-Malicornie de la Fredon Languedoc-Roussillon, ainsi que Julien vendeville de la société Biobest et Anne-Isabelle Lacordaire de la société Koppert.

Le programme n’aurait en outre pu être conduit sans la participation et la coopération des entreprises Le Coq et La Sylvestre, des villes de Montpellier, Palavas-les-Flots, Balaruc-les-Bains, Sainte-Maxime et des copropriétés de Port-Cogolin et des Jardins d’Ys.