



**HAL**  
open science

## La processionnaire du pin : vers un contrôle écologique et raisonné

Jean Claude Martin, Catherine Bonnet, Rene Mazet

### ► To cite this version:

Jean Claude Martin, Catherine Bonnet, Rene Mazet. La processionnaire du pin : vers un contrôle écologique et raisonné. 2. Conférence sur l'entretien des espaces verts, jardins, gazons, forêts, zones aquatiques et autres Zones Non Agricoles, Oct 2009, Angers, France. hal-02752754

**HAL Id: hal-02752754**

**<https://hal.inrae.fr/hal-02752754v1>**

Submitted on 3 Jun 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# AFPP – 2<sup>ème</sup> CONFÉRENCE SUR L'ENTRETIEN DES ESPACES VERTS, JARDINS, GAZONS, FORÊTS, ZONES AQUATIQUES ET AUTRES ZONES NON AGRICOLES

Angers – 28 et 29 octobre 2009

## LA PROCESSIONNAIRE DU PIN : VERS UN CONTROLE ECOLOGIQUE ET RAISONNE

J.C. MARTIN <sup>(\*1)</sup>, C. BONNET <sup>(\*2)</sup>, R. MAZET R<sup>(\*)</sup>.

<sup>(\*)</sup> Inra UE0348 Site Agroparc 84914 Avignon cedex 9 France

<sup>(1)</sup> jean-claude.martin@avignon.inra.fr

<sup>(2)</sup> catherine.bonnet@avignon.inra.fr

### RÉSUMÉ :

La processionnaire du pin (*Thaumetopoea pityocampa* Schiff.) est un des principaux ravageurs des forêts de pins et de cèdres du Bassin Méditerranéen. Leur protection nécessite plus d'un million et demi de litres de pesticides afin de réduire les risques sanitaires liés aux soies urticantes véhiculées par les chenilles des derniers stades larvaires. De nombreux traitements sont aussi réalisés à partir du sol dans les espaces verts municipaux avec des pesticides chimiques.

Les avancées obtenues dans la performance du piégeage des adultes mâles, du dosage des diffuseurs à phéromone et la mise au point récente du piège à chenilles, appuyées par une très forte demande sociétale de réduire l'usage des pesticides, permettent de proposer des expérimentations de lutte alternative aux traitements insecticides.

Des expérimentations, pour optimiser les doses de phéromone comme la sélectivité des pièges, sont également conduites pour améliorer les performances écologiques du piégeage.

Mots-clés : processionnaire du pin, contrôle écologique, phéromone, pièges, risques sanitaires

### SUMMARY:

THE PINE PROCESSIONARY MOTH: TOWARD AN ECOLOGIC AND REASONABLE CONTROL

The pine processionary moth (*Thaumetopoea pityocampa* Sciff.) is a major pest for pines and cedars forests in the Mediterranean Basin. Their protection requires more than one million and a half liters of pesticides to reduce health risks associated with stinging hairs borne by the larvae of the last development stage. Many treatments are also made from the ground in municipal parks with chemical pesticides.

The progress made in the performance of trapping adult males, the dosage of pheromone diffusers and recent development of trap caterpillars, supported by strong societal demand to reduce pesticide use, can provide experimental control alternative to insecticides.

Experiments to optimize the dose of pheromone as the selectivity of traps are also conducted to improve the environmental performance of trapping.

Keywords: pine processionary moth, environmental control, pheromone traps, health risks

### INTRODUCTION

La chenille processionnaire du pin est connue sur le pourtour du Bassin Méditerranéen comme étant le principal ravageur des pinèdes et des cédraies.

Le réchauffement climatique a permis une extension de son aire de répartition en latitude comme en altitude démontrée par des études menées depuis plus de trente ans.

A la limite sud de son aire, en Algérie (Barrage-Vert), en Tunisie et au Maroc, des dépérissements importants de pins ont été observés. Ils sont liés aux défoliations causées par l'insecte, combinées aux modifications du climat (sécheresse, canicule...).

Il faut également ajouter des problèmes sur la santé humaine et animale à cause des soies urticantes libérées par la chenille. Elles déclenchent chez l'homme des urtications généralisées, des allergies, des problèmes oculaires, neurologiques ou respiratoires. Chez les animaux, la perte d'une partie de la langue par nécrose est un des symptômes pouvant aller jusqu'à la mort.

Actuellement, les nuisances engendrées par la processionnaire du pin s'accroissent et sont dues à son aire de répartition en constante progression. Elle touche ainsi une plus grande partie de la population française non initiée aux risques.

En connaissant les risques encourus, la lutte s'avère indispensable en ville, dans les forêts urbaines, périurbaines ou de production afin de protéger les activités humaines (tourisme, production, élevage...). Des arrêtés municipaux de lutte obligatoire ont même été pris par certaines municipalités comme dans la ville de Lyon.

Pour remédier à ces nuisances, plusieurs stratégies de lutte peuvent être utilisées. En zone urbaine ou dans les parcs périurbains, le prélèvement par camion nacelle des nids d'hiver est souvent privilégié lorsque les arbres sont accessibles. Néanmoins de nombreux traitements aériens sont encore utilisés en ville pour protéger la population contre les risques dus à ces chenilles comme à Nice, à Saint-Tropez ou à l'Île de Ré. Les traitements sont effectués avec les spécialités microbiologiques à base de *Bacillus thuringiensis* Kurstaki 3a-3b connu aussi sous l'appellation BtK.

Les insecticides chimiques restent un moyen de protection encore très utilisé en ville malgré les risques de persistance des matières actives. Leur emploi en forêt est maintenant marginal.

Les luttes alternatives contre la processionnaire du pin sont encore anecdotiques et se développent progressivement mais selon des protocoles très différents les uns des autres, généralement proposés par les firmes distributrices.

L'Inra et son Unité Expérimentale Forestière Méditerranéenne ont acquis une expérience dans la recherche de moyens de régulation contre les insectes ravageurs forestiers. Les études conduites sur diverses formulations de BtK ont permis d'obtenir des résultats d'efficacité équivalents aux insecticides chimiques jusqu'au quatrième stade larvaire (Martin J.C. et al, 2002). Il présente des avantages écologiques avec une persistance d'action extrêmement courte, inférieure à 10 jours et une action ciblée sur les larves de Lépidoptères. Cependant, le coût et l'ampleur des moyens logistiques nécessaires pour la mise en œuvre des traitements microbiologiques restent relativement difficiles à supporter par les gestionnaires de patrimoine arboré, notamment pour les collectivités.

La recherche se devait de poursuivre le développement d'autres méthodes avant l'apparition d'éventuelles résistances aux BtK et afin de faciliter la lutte. Les recherches se sont ainsi orientées vers les luttes alternatives en favorisant l'action des prédateurs comme la mésange (*Parus sp.*), ou en développant les techniques utilisant la phéromone sexuelle de synthèse (Martin J.C. et al, 2006). Des tests comparatifs de pièges ont permis de développer des expérimentations de piégeage de masse avec plusieurs modalités de piégeage et de dosage de phéromone.

Très récemment, un piège à chenilles a été développé par la firme la Mésange Verte. Ce système de lutte est original car il utilise une séquence du comportement de l'insecte pour mieux le piéger, la procession de nymphose. C'est une méthode de lutte particulièrement intéressante dans les jardins et sur arbres isolés dans les secteurs fréquentés par le public.

Dans cette présentation, les diverses techniques alternatives aux insecticides chimiques vont être abordées en essayant d'être au plus proche de leur mise en place opérationnelle.

## MATERIEL ET METHODE

### LES SPECIALITES MICROBIOLOGIQUES A BASE DE *BACILLUS THURINGIENSIS* KURSTAKI 3A-3B

En France, depuis 1972, les préparations microbiologiques à base de *Bacillus thuringiensis* Kurstaki 3a-3b sont homologuées dans la lutte contre la processionnaire du pin. Cette bactérie est très spécifique avec sa fonction entomopathogène après ingestion par la chenille. Une fois dans l'intestin et sous l'action combinée d'un pH alcalin et d'enzymes caractéristiques des larves de Lépidoptères, les spores vont germer et provoquer une septicémie. La chenille cesse alors de s'alimenter et meurt quelques jours plus tard.

Les premières spécialités commerciales à base de BtK étaient formulées en poudre mouillable. Depuis 1985, elles sont en préparations concentrées liquides, prêtes à l'emploi, utilisables en pulvérisation ultra-bas-volume (ULV), entre 2 et 5 litres par hectare. Les travaux de l'Inra ont conduit à améliorer leur efficacité sur la chenille processionnaire du pin, en optimisant les doses d'utilisation (Martin J.C. et al, 2001 et 2006). C'est ainsi que depuis une dizaine d'années en France, 98% des traitements forestiers contre ce ravageur se font par épandage de BtK par voie aérienne.

### L'UTILISATION DES PHEROMONES

Les méthodes de lutte qui utilisent les phéromones ont l'avantage d'être très spécifiques car elles sont basées sur des substances attractives propres à chaque espèce.

Chez la processionnaire du pin, au cours de la période de reproduction, les femelles attirent les mâles en émettant une phéromone appelée pityolure qui regroupe plusieurs composés chimiques.

La phéromone de synthèse est un ensemble de molécules (mélange 97:2 de (Z)-13-Hexadecen-11-yn-1-ol acétate et (E)-13-Hexadecen-11-yn-1-ol acétate) qui se rapproche au maximum de celle produite naturellement. Son utilisation est connue depuis de nombreuses années dans la lutte et le suivi des populations (Jactel et al, 2006).

#### Le piégeage de masse ou mass-trapping

Le piégeage de masse est une technique de lutte qui utilise les pièges à phéromone dans le but de capturer « en masse » les papillons afin de limiter les accouplements et donc de maintenir les populations de ravageur à un faible niveau.

Les essais menés par l'Inra sont réalisés à partir de kits commerciaux (pièges et phéromones) afin d'être au plus proche de la réalité opérationnelle.

Le diffuseur à phéromone utilisé se présente sous la forme de capsule en caoutchouc disponible avec deux dosages différents (1 et 2 mg par capsule – Isagro).

Le piège Mastrap L (Isagro) a été sélectionné pour ses performances de capture. Il est composé d'ailettes et d'un réceptacle long percé à sa base pour laisser passer l'eau. Au cours de la première année d'utilisation et pour un site particulier, quelques chauves-souris sont restées bloquées à l'intérieur. Une protection contre les Chiroptères a donc été développée et utilisée dans le cadre des nouveaux essais.

D'autres pièges à phéromone existent sur le marché. Il faut cependant faire attention car ils n'ont pas tous la même capacité de capture (tests effectués par l'Inra sur de nombreux pièges, publication en cours).

Deux modalités de piégeage ont été testées afin de proposer une méthodologie pratique et efficace à l'installation et à l'usage (6 et 9 pièges par hectare).

Cette technique de lutte est en test depuis 2008. Pour les premiers essais, six parcelles ont été soumises à ce traitement avec deux modalités de piégeage (6 et 9 pièges par hectare) et un dosage de phéromone (2 mg) sur la commune de La-Roche-des-Arnauds (05) pour des surfaces de 1.8 à 5.2 hectares.

Suite à des résultats de comparaisons d'attractivité de phéromone (publication en cours), les essais de cette technique de lutte se sont poursuivis en 2009 avec les mêmes modalités de piégeage et avec deux doses de phéromone (1 et 2 mg). Des parcelles de 2.5 hectares ont été choisies sur les communes de La-Roche-des-Arnauds (05) et de Martigues (13).

Des essais opérationnels sur de grandes surfaces sont également en cours d'études. Les parcs départementaux de la Grande Corniche (06) ont 80 hectares de forêts traités par cette méthode depuis 2008. Les premiers résultats chiffrés devraient être disponibles durant l'hiver 2010. En 2009, des pièges ont également été installés sur le Mont Ventoux (84) sur une surface totale de 50 hectares en forêt domaniale.

#### La confusion sexuelle

La confusion sexuelle consiste à saturer l'air avec une grande quantité de phéromone de synthèse spécifique de l'insecte pendant la période de vol afin de minimiser les chances de rencontre entre les mâles et les femelles réduisant ainsi les accouplements et, par conséquent, le nombre de pontes.

Plusieurs types de diffuseurs existent sur le marché. Des diffuseurs sont présents sous différentes formes (capsules, flacon avec une tige en céramique, des granulés, ...) et différentes matières (carton, polymère, caoutchouc...).

Les premiers essais menés par l'Inra ont donné des résultats prometteurs (Martin & Frérot, 2005). Ensuite, des problèmes techniques liés à la diffusion de la phéromone essentiellement, ont menés à des efficacités aléatoires (Bonnet et al., 2007). Le manque d'appui des firmes phytosanitaires a conduit à l'arrêt provisoire des tests.

#### **LE PIEGE A CHENILLES**

Très récemment, un modèle de pièges à chenilles a été développé par la firme la Mésange Verte. Ce piège est formé d'une collerette réglable entourant le tronc et d'un sachet collecteur des chenilles, préalablement rempli de terre, relié à la collerette par un conduit tubulaire. Le piège doit être suspendu à l'arbre à une hauteur suffisante pour empêcher tout contact avec les chenilles. Par ce principe, les chenilles sont piégées à une période où le risque dû aux soies urticantes est le plus important. Ce système de lutte est original par son principe puisqu'il utilise une séquence comportementale de l'insecte : celui de la procession de nymphose et de l'enfouissement. En effet, en fin d'évolution larvaire, les chenilles se regroupent le long du tronc et descendent de l'arbre en file indienne afin de se nymphoser dans le sol. Arrivées dans la collerette, elles sont dirigées dans le sachet rempli de terre dans lequel elles vont s'enfouir et se transformer en chrysalide.

A la fin des processions, l'utilisateur décroche le sachet plastique contenant les chrysalides et peut l'incinérer ou le jeter sans prendre de risque.

Ce piège doit être installé sur le tronc des conifères ayant des nids d'hiver de processionnaire du pin. Cette méthode de lutte est particulièrement intéressante dans les jardins et sur les arbres isolés dans les secteurs fréquentés par le public.

Au printemps 2009, l'Inra a testé ce dispositif dans un terrain de camping de la commune de Sarrians (84) sur vingt arbres. Les nids d'hiver de processionnaire du pin ont été dénombrés en début d'expérimentation le 26 janvier 2009. Une bandelette de glu a été disposée en ceinture autour de l'arbre en dessous de l'Eco-piège afin de piéger les chenilles qui auraient réussi à s'échapper du premier dispositif. Les pièges et les bandes de glu ont été contrôlés chaque matin pendant la période de procession de nymphose. Le nombre de processions observées au sol sur le terrain de camping a été noté et les chrysalides présentes dans les sachets de terre ont été dénombrées.

#### **LA PREDATION PAR LES MESANGES**

Les mésanges sont des oiseaux insectivores connus pour leur prédation importante des chenilles de stades L4 et L5 (Pimentel & Nilsson, 2007). Cet oiseau prélève sa nourriture à l'intérieur du nid de chenilles processionnaire du pin. Celui-ci est vidé de son contenu et se remarque aisément en fin d'hiver par un large orifice, de trois à quatre centimètres, au travers de la soie. Leur dénombrement en fin d'hiver peut se faire sans difficulté.

Un avantage majeur de ces oiseaux sédentaires réside dans leur opportunisme tant alimentaire qu'au niveau de ses sites de nidification. Cependant, le manque de cavités naturelles peut contraindre leur établissement sur un site. C'est pourquoi la présence de

nichoirs artificiels adaptés à ce type d'oiseau favoriserait largement la nidification et donc potentiellement la prédation des chenilles présentes sur le site.

La mésange est déjà utilisée en arboriculture pour limiter les populations d'un autre Lépidoptère, le carpocapse de pommes (*Cydia pomonella* L.). D'après la bibliographie, la densité préconisée est de seize nichoirs à l'hectare (Bouvier, 2005).

Des études sur les réintroductions de mésange sur le Mont Ventoux montrent que quatre nichoirs par hectare est le maximum qui puisse être mis pour éviter la compétition entre les différents individus en milieu naturel (Blondel, 1991).

Partant de ces constats, l'Inra a mené des expérimentations avec un dispositif de seize nichoirs par hectare sur la réserve de la Sainte Victoire (13). Par la suite, d'autres dispositifs ont été installés sur le Mont Ventoux avec huit nichoirs par hectare.

L'hypothèse testée est que la pose de nichoirs en forêt induirait d'une part une augmentation des populations de mésanges et d'autre part, une diminution des populations de chenilles processionnaires du pin et de leurs dégâts permettant ainsi de réguler ces dernières.

Cette méthode pourrait être à envisager aussi bien en forêt qu'en milieu urbain. Son efficacité n'est pas encore démontrée mais apporte un côté ludique aux luttes alternatives.

## RESULTATS

### LES SPECIALITES MICROBIOLOGIQUES A BASE DE *BACILLUS THURINGIENSIS* KURSTAKI 3A-3B

Les études conduites par l'Inra ont montré des avantages écologiques de l'utilisation du BtK par rapport aux insecticides chimiques utilisés jusqu'alors contre la processionnaire du pin.

En effet, la persistance des spores BtK sur le feuillage est relativement courte, de six à huit jours (Martin J.C. et al, 2002). De plus, lors des traitements automnaux, l'action du BtK touche moins de larves de Lépidoptères car elles sont peu présentes à cette période.

D'autres essais conduits sur des chenilles de quatrième stade larvaire ont montré une efficacité des préparations à base de BtK sans modification des dosages à appliquer. De ce fait, les traitements peuvent s'échelonner sur une période relativement longue (Martin J.C. et al, 2002).

### LE PIEGEAGE DE MASSE OU MASS-TRAPPING

Les premiers résultats du piégeage de masse se portent sur les expérimentations menées en 2008 à La-Roche-des-Arnauds (05). Ils sont prometteurs avec une diminution du nombre de nids de processionnaire du pin si l'on compare l'hiver précédent l'installation des pièges et le suivant, de 14 à 78 % (tableau I).

	Parcelle 1	Parcelle 2	Parcelle 3	Parcelle 4	Parcelle 5	Parcelle 6
Surface (ha)	5.2	1.8	5.2	3.5	3.5	1.8
Pièges par hectare	9	9	6	9	6	6
Nombre de nids avant application	73	59	171	191	154	248
Nombre de nids après application	23	20	97	62	34	214
<i>Différences entre les deux hivers (en %)</i>	68.5	66	43	68	78	14

Tableau I : résultats des premiers essais de piégeage de masse sur la processionnaire du pin réalisés à La-Roche-des-Arnauds (05) en 2008.

Malgré ces bons résultats, la méthode reste à confirmer avec les essais menés en 2009 dans des conditions expérimentales plus rigoureuses (niveau d'infestation des témoins et nombre de répétitions). Cependant, pour que la technique soit efficace, il faut également respecter quelques règles d'utilisation. En forêt, il est conseillé de répartir les pièges de façon le plus homogène possible. Pour les jardins, les parcs ou de faibles surfaces, il est nécessaire de concentrer les pièges en bordure de parcelle, tout en ne laissant pas le centre de la zone vierge. Pour ces luttes urbaines, des essais sont en cours de réalisation. Les résultats devraient être disponibles au cours de l'hiver 2010.

L'emplacement physique du piège est également important. En effet, celui-ci doit être placé de manière à laisser diffuser la phéromone et à permettre aux papillons de trouver et de

pénétrer à l'intérieur de celui-ci. Il est donc fortement déconseillé de placer, pour le dissimuler, un piège au cœur d'un buisson ou dans un feuillage trop important.

### LA CONFUSION SEXUELLE

Les expérimentations menées en 2004 ont montré qu'un gramme de pityolure par hectare perturbe les mâles dans la reconnaissance des femelles et avec des résultats d'efficacité de plus de 50 % dans des biotopes très infestés (Martin & Frérot, 2005). Cette année-là, les diffuseurs avec et sans adjuvant ont été testés. Ceux avec adjuvants se sont montrés d'une grande régularité au cours du temps (Martin & Frérot, 2005).

En 2005, il a donc été choisi d'utiliser ces flacons diffuseurs avec ajout d'adjuvant. Différents dosages de phéromone de synthèse ont été testés : 9, 27 et 90 grammes par hectare pour obtenir la dose efficace et, également, pour établir l'incidence que pourrait avoir la phéromone sur les mâles à l'extérieur des parcelles « confusion ». Ces concentrations ont été augmentées par rapport à 2004 car les parcelles traitées étaient plus petites en 2005 (environ un hectare chacune). Des études précédentes ont montré un effet « surface/concentration » : des faibles concentrations ont des résultats sur de grandes parcelles et aucun sur des plus petites (Martin & Frérot, 2006). Les résultats des essais de confusion sur la processionnaire du pin en 2005 n'ont pas été concluants par le fait d'un mauvais fonctionnement des diffuseurs. Les différences significatives ne sont pas assez conséquentes par rapport à ce qui aurait été souhaité, notamment sur les captures de papillons et sur la portée extérieure d'une parcelle de « confusion ».

Pour 2006, les diffuseurs « flacons » ont été abandonnés au profit de deux nouvelles méthodes qui ont déjà fait leur preuve sur le bombyx disparate, *Lymantria dispar* aux Etats-Unis (Thorpe & al., 2005). Ces nouvelles techniques n'étaient pas encore testées sur la processionnaire du pin. La première méthode utilise des diffuseurs en forme de lamelles vertes qui nécessitent un mélange avec un agent épaississant et collant. La seconde est une pâte qui s'emploie par la formation de boulettes qu'il faut lancer sur les troncs des arbres à l'aide d'un pistolet de paint-ball.

Les résultats pour 2006 n'ont pas été très convaincants. Pourtant les principes des deux méthodes testées sont originaux et pratiques. Les hypothèses sur cet échec s'orienteraient vers la trop faible surface « traitée » et vers une irrégularité dans les diffusions. Mais le manque d'appui des firmes ont conduit à l'arrêt du développement de ces techniques de lutte par confusion.

N° de l'arbre	Nombre de nids	Nombre de chenilles	Nombre de chrysalides
43	2	0	59
44	7	2	236
45	14	0	146
46	1	0	0
47	7	1	71
48	6	0	5
49	1	2	3
50	10	0	44
51	8	1	336
52	2	0	5
53	1	0	3
54	12	1	191
55	3	0	0
56	1	0	0
57	1	0	1
58	10	10	106
59	3	0	0
64	2	4	114

Tableau II : résultats des essais du piège à chenille au cours de l'hiver 2008-2009.

## **LE PIEGE A CHENILLES**

Le piège à chenilles est un concept très intéressant puisque qu'il agit directement sur les chenilles sans aucun impact sur l'environnement et sur la santé humaine. Cependant, les résultats obtenus durant l'hiver 2008-2009 sous-entendent un problème d'étanchéité du joint en copeaux de bois puisque que sur certains des arbres avec des nids d'hiver, aucune chrysalide et aucune chenille n'ont été observées à la fin de la procession (tableau II).

Les concepteurs ont apporté les modifications de jointure du piège sur l'arbre. De nouveaux essais vont être menés durant l'hiver 2009-2010.

## **LA PREDATION PAR LES MESANGES**

L'implantation de nichoirs en vue de la colonisation des pinèdes par les mésanges ne montre pas encore de résultats essentiellement parce que sur certains sites, une chute brutale des populations de processionnaire du pin a été observée, mais aussi à cause d'une installation tardive des nichoirs. Les premiers résultats sont attendus pour l'hiver 2010. Cependant, cette méthode est utilisée pour la régulation des populations sur le long terme en complément d'autres méthodes alternatives.

## **DISCUSSION**

La chenille processionnaire du pin constitue un vrai problème de santé humaine et animale lorsqu'elle est présente dans des milieux liés aux activités humaines. Avant toute intervention, il paraît donc important de définir un seuil de tolérance selon la sensibilité des zones.

Le seuil de tolérance est de zéro nid par arbre lorsqu'il y a la présence d'enfants comme dans les cours des crèches, des écoles et les jardins d'enfants. De même, dans les parcs urbains où la fréquentation est forte, il est également très proche de zéro. Pour ces cas, il sera proposé une combinaison de plusieurs méthodes : le piégeage des adultes mâles en été et le piégeage des chenilles en hiver.

Dans les forêts fragilisées par des stress hydriques répétitifs ou des zones fréquentées par l'homme pour des activités professionnelles ou de loisirs, le seuil de tolérance est aussi très bas, néanmoins la présence de quelques nids est tolérée. Des méthodes alternatives telles que le piégeage de masse des adultes mâles peuvent être envisagées si les populations de processionnaires du pin ne sont pas trop importantes. En cas de fortes pullulations, les épandages aériens de BtK apparaît être la solution la mieux adaptée.

Inversement, dans les forêts peu fréquentées où la présence de la processionnaire du pin n'est pas gênante, le seuil de tolérance est beaucoup plus élevé. Il est alors souhaitable d'intervenir avec des traitements seulement lors de très fortes pullulations ou, éventuellement, pour conserver le caractère « esthétique » de la forêt. Le piégeage de masse pourra être envisagé pour le maintien à un niveau raisonnable des populations de ce ravageur.

## **CONCLUSION**

Les nuisances causées par la processionnaire du pin augmentent avec l'extension de son aire de répartition due au réchauffement des températures car elle touche de plus en plus les activités humaines et s'introduit progressivement dans les villes. D'un problème typiquement forestier, elle est devenue un problème urbain.

Le contrôle de la présence de cet insecte dans les zones sensibles devient indispensable à cause des problèmes sanitaires qui lui sont associés.

Les méthodes de lutte sont progressivement en train de changer d'orientation vers des techniques respectueuses de l'environnement. Les insecticides chimiques ont progressivement laissé la place à l'utilisation de formulations à base de BtK. Actuellement, des techniques



alternatives utilisant soit les phéromones, des auxiliaires ou des séquences comportementales de l'insecte sont en phase de développement opérationnel.

En forêt, l'épandage de formulations à base de BtK ou le piégeage de masse sont conseillés. Cependant aux moments des pullulations de l'insecte, le BtK semble être la meilleure alternative et son application se fait généralement par voie aérienne.

En milieux périurbains et urbains, toutes les méthodes de lutte citées peuvent être employées. Elles ont cependant chacune leurs avantages et leurs inconvénients selon l'usage que l'on veut en faire. Ainsi pour des arbres isolés ou en très faible nombre, des méthodes comme le prélèvement de nids ou le piège à chenilles sont envisageables. Pour des zones plus importantes, l'épandage au sol de BtK ou le piégeage des adultes semblent être des solutions plus adaptées.

Plusieurs méthodes peuvent être cumulées pour une meilleure efficacité opérationnelle des luttes écologiques. Ainsi, le piège à chenilles, l'installation de nichoirs et les pièges à papillons peuvent être employés sur un même site comme un parc urbain.

L'Inra mène également des recherches qui pourraient aboutir à de nouvelles méthodes de contrôle de la processionnaire du pin. L'unité Mixte de Recherches "Biodiversité, Gènes et Communautés" travaille sur une substance naturellement répulsive qui empêcherait aux papillons de venir s'établir sur un site donné. L'Unité de Recherche de Zoologie Forestière est en train de mener des études sur les phéromones de traces. Celles-ci permettent aux chenilles de se repérer et de se suivre en file indienne. Comprendre le phénomène pourrait mener à une technique de « confusion de la chenille » en appliquant cette phéromone sur les arbres afin qu'elle ne puisse pas se regrouper avec la colonie.

## REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier leurs collaborateurs qui participent à l'élaboration, à la réalisation ainsi qu'au financement des différents projets présentés : les Conseils Généraux des départements des Alpes maritimes, des Bouches-du-Rhône et du Vaucluse, l'Office National des Forêts, le projet ANR Urticlim, la ville de Martigues, la DGFAR, la réserve naturelle de la Sainte Victoire, Valent Biosciences, Biotop et tout le personnel de l'Unité Expérimentale Forestière Méditerranéenne.

## BIBLIOGRAPHIE

BLONDEL J., DERVIEUX A., MAISTRE M. & PERRET P. 1991 Feeding ecology and life history variation of the Blue Tit in Mediterranean deciduous and sclerophyllous habitats. *Oecologia* 88: 9-14.

BONNET C., MARTIN J.C. & MAZET R. 2007. Lutte contre la processionnaire du pin (*Thaumetopoea pityocampa*) par leurre phéromonal de synthèse - Phases 2005-2006. Rapport de fin d'étude INRA pour SERFOB PACA 27p.

BOUVIER J.C. 2005. Effect of apple orchard management strategies on the great tit (*Parus major*) in south-eastern France. *Environmental Toxicology and chemistry* 24: 2846-2852.

JACTEL H., MENASSIEU P., VÉTILLARD F., BARTHÉLÉMY B., PIOU D., FRÉROT B., ROUSSELET J., GOUSSARD F., BRANCO M., BATTISTI A. 2006 Population monitoring of the pine processionary moth (Lepidoptera: Thaumetopoeidae) with pheromone-baited traps. *Forest Ecology and Management* 235: 96–106.

MARTIN J.C. & MAZET R. 2001. Lutte hivernale contre la processionnaire du pin. Possibilité d'utilisation du *Bacillus thuringiensis* K. *Phytoma la Défense des Végétaux*. (540): 32-35.

MARTIN J.C., VILLEMANT C. & MAZET R. 2002. Utilisation de *Bacillus thuringiensis* Kurstaki 3a-3b dans la lutte contre le bombyx disparate et problèmes posés par les migrations de chenilles. Meeting ; 2001/10/01-04 ; Oeiras (PRT). Villemant, C. (Editeur) ; Sousa, E. (Editeur). OILB, Organisation Internationale de Lutte Biologique (FRA). Integrated

- protection in oak forests. Proceedings. OILB, Paris (FRA) ; Bulletin OILB SROP. 25 (5) : 115-122.
- MARTIN J.C. & FREROT B. 2005. Lutte contre la processionnaire du pin *Thaumetopoea pityocampa* par leurre phéromonal de synthèse au cours de l'été 2004. Rapport de fin d'étude INRA pour SERFOB PACA 10p.
- MARTIN J.C. & FREROT B. 2006. Evolution de la lutte contre la processionnaire du pin : vers l'utilisation de la phéromone de synthèse. Les cahiers du DSF 1: 29-31.
- PIMENTEL C. & NILSSON J.-A. 2007. Response of great tits *Parus major* to an irruption of pine processionary moth *Thaumetopoea pityocampa* population with a shifted phenology. Ardea 95(2): 191-199.
- THORPE K., REARDON R., TCHESLAVSKAIA K., LEONARD D. & MASTRO V. 2005. Persistence of effects of mating disruption treatments. Forest Health Technology Enterprise Team. September 2006 : 67-74.