







# **Programme ALTERPRO**

Mise au point de stratégies de piégeage combinées pour la gestion de la processionnaire du pin, *Thaumetopoea pityocampa*, appliquées aux Zones Non Agricoles

Bilan 2012 Partenariat INRA – Plante&Cité – ONEMA – Plan Ecophyto 2018







Rapport intermédiaire n°2 - 31/01/2013

Porteur du projet : Jean-Claude MARTIN – INRA UE 0348 Chargée de mission : Anne-Sophie BRINQUIN – INRA UE 0348

Unité Expérimentale Entomologie et Forêt Méditerranéenne Domaine Saint Paul – Site Agroparc - CS 40509 84914 - AVIGNON cedex 9

### PROGRAMME ALTERPRO

<u>Intitulé</u>: Mise au point de stratégies de piégeage combinées pour la gestion de la processionnaire du pin, *Thaumetopoea pityocampa*, appliquées aux Zones Non Agricoles.

**DUREE** 

1<sup>er</sup> semestre 2011 – 1<sup>er</sup> semestre 2014

#### **CONTEXTE ET ENJEUX DU PROGRAMME ALTERPRO**

La Processionnaire du Pin, Thaumetopoea pityocampa, est une réelle problématique à laquelle doivent faire face les gestionnaires d'espaces verts en milieu urbain. En effet, les chenilles sont responsables de la défoliation des pins et cèdres, et causent également des problèmes d'ordre sanitaire du fait de la libération de poils urticants très allergènes. De plus, l'aire de répartition de ce nuisible ne cesse de s'étendre sur le territoire national depuis plusieurs années, facilité notamment par le réchauffement climatique. Face à cette invasion, la lutte contre la Processionnaire du Pin est nécessaire en milieu urbain, la finalité étant de contrôler les populations à un niveau tolérable permettant de protéger au mieux les peuplements végétaux et la santé des hommes et des animaux.

Ainsi, le programme ALTERPRO, initié par Plante&Cité et l'INRA en 2011, et soutenu par l'ONEMA dans le cadre du Plan Ecophyto 2018 avec le pilotage du Ministère du Développement Durable et de l'Agriculture, permet d'élaborer des stratégies de contrôle de la Processionnaire du Pin en milieu urbain validées scientifiquement. Ce programme a pour but de mettre en évidence les configurations et dispositifs de piégeage les plus adaptés en Zones Non Agricoles. Cette mission est conduite à l'échelle nationale avec la participation de plusieurs communautés territoriales partenaires qui réalisent les tests de piégeage.

#### PRINCIPAUX OBJECTIFS ET FINALITES DU PROGRAMME

- Objectif n°1 : Mettre en évidence les configurations et dispositifs de piégeage les plus adaptés en Zones Non Agricoles ;
- Objectif n°2 : Comparer l'efficacité des différents types de pièges et les différentes phéromones mis sur le marché ;
- Objectif n°3 : Réaliser un guide technique destiné aux gestionnaires d'espaces verts des collectivités territoriales ;
- Objectif n°4 : Développer des préconisations sur la lutte alternative en matière de piégeage des papillons mâles et de piégeage des chenilles, en Zones Non Agricoles.

#### LES PARTENAIRES DU PROGRAMME

PARTIE I : Poursuite du programme ALTERPRO	PARTIE III : Tests pièges et phéromones
<ul> <li><u>Collectivités territoriales:</u> Lamballe, Saint-Fargeau-Ponthierry, Obernai, Angers, Saint-Martin-de-Ré, Marennes, Lyon, Entraunes, Avignon, Nice, Toulon, Rennes, Arzon, Orléans, Joigny, Tours, Saint-Cyr-sur-Loire, Joué-lès-Tours, Vichy, Aix-les-Bains, Rodez, Bayonne.</li> <li>FECODEC 22, DSF Nord-Est, FDGDON 49, FDGDON 17, FDGDON 84, ONF Var/Alpes Maritimes.</li> </ul>	Commune de Martigues

#### CONTENU SCIENTIFIQUE ET ACTIVITES PRINCIPALES LIEES AU PROGRAMME

Ce rapport rend compte du travail accompli au cours de l'année 2012. Trois activités principales ont été réalisées dans le but d'atteindre les objectifs N°1 et 2.

#### Activité n°1 : Les avancées du programme ALTERPRO ;

Le programme a été conduit au sein de 22 collectivités territoriales situées dans l'aire de répartition de la Processionnaire du Pin et dans le site isolé d'Obernai (Alsace). Il a été demandé à ces collectivités d'identifier et de mettre à disposition des sites d'étude, afin d'appliquer le protocole de piégeage des papillons en été, et d'effectuer les dénombrements de nids de chenilles en hiver. Deux Journées du Réseau ont d'ailleurs été organisées les 6 et 8 mars 2012, respectivement à Avignon et Angers, afin de réunir tous les partenaires et d'harmoniser au mieux le protocole dans le but d'optimiser la qualité des résultats du programme. Une mosaïque de configurations (arbres d'alignements ou îlots boisés) et de types de sites (abords routiers, parcs, jardins publics, carrefours giratoires, massifs forestiers) a ainsi été obtenue. Les résultats de dénombrement des nids de

chenilles en hiver et les résultats de dénombrement des papillons piégés en été 2012 ont de plus été transmis.

#### Activité n°2 : Réalisation d'une enquête en ligne destinée aux 36 000 communes de France ;

Cette enquête a été élaborée puis mise en ligne sur internet afin que toutes les communes de France métropolitaine puissent répondre à un certain nombre de questions ayant pour thème « la lutte contre la Processionnaire du Pin ». Grâce aux réponses obtenues, cette étude nous a permis de connaître précisément l'aire de répartition géographique de la Processionnaire du Pin sur le territoire national pour cette année 2012, de suivre l'évolution des méthodes de lutte privilégiées par les communes de France depuis la dernière enquête réalisée en 2009, et enfin elle va permettre d'apporter dans le futur une aide efficace et adaptée aux gestionnaires d'espaces verts dans la lutte contre ce bioagresseur.

#### Activité n°3 : Répétition des tests pièges et des tests phéromones ;

Cette problématique a été traitée dans le cadre d'une expérimentation formalisée en partenariat avec la ville de Martigues. Sur un site de 1,87 km², 160 pièges ont été installés dans le but de comparer 10 phéromones différentes et 7 pièges différents, avec 10 répétitions pour chacun. Les résultats, traités statistiquement, ont permis de constater qu'aucune phéromone testée ne se différencie véritablement des autres en termes d'efficacité dans le nombre total de papillons capturés durant toute la saison de vol. Par contre, ils ont mis en évidence des différences entre les pièges dans l'efficacité du piégeage.

#### PERSPECTIVES DU PROGRAMME

#### Perspective n°1 : Préparation de deux nouvelles Journées « Atelier du Réseau »

Deux journées du réseau sont en préparation pour mars 2013 : le 19 mars à Tours et le 21 mars à Aix-en-Provence. Le but de ces journées est de pouvoir réunir tous les partenaires, d'harmoniser au mieux le protocole, de conseiller dans l'utilisation des pièges à phéromones et à chenille par des démonstrations, et de répondre aux attentes et aux questions posées. Le but ultime est d'optimiser les résultats de piégeage du programme ALTERPRO.

#### Perspective n°2 : Préparation d'une Journée Technique Nationale sur la Processionnaire du Pin

Une Journée Technique sera organisée le 7 juin à Lyon. Cette Journée sera ouverte aux gestionnaires (tous confondus), aux partenaires ALTERPRO, aux chercheurs et aux firmes concernés par la problématique de biocontrôle. L'objectif de cette Journée est de réunir les « acteurs » concernés par la Processionnaire du Pin, de présenter la situation en France (DSF), l'évolution géographique (INRA Orléans), et enfin de présenter les différentes techniques de biocontrôle. Des tables rondes seront organisées ainsi que des stands tenus par les firmes.

#### Perspective n°3 : Répétition des tests pièges et des tests phéromones en 2013

Afin de vérifier ou de confirmer les résultats obtenus en 2011 et 2012, il est important de répéter en 2013 les tests dans des conditions similaires sur le même site de Martigues (pièges, phéromones, protocole). Deux nouveaux prototypes seront testés cette année.

#### **CONTACTS**

Jean-Claude MARTIN – Porteur du projet INRA

Tel.: 04 32 72 29 11 / jean-claude.martin@paca.inra.fr

Anne-Sophie BRINQUIN – Chargée de mission INRA

Tel.: 04 32 72 29 30 / anne-sophie.brinquin@avignon.inra.fr

Caroline GUTLEBEN – Chargée de mission Plante&Cité Tel.: 02 41 72 17 37 / caroline.gutleben@plante-et-cite.fr

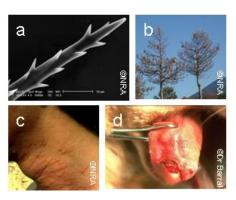
### SOMMAIRE

Introduction	••
PARTIE I:	
PROGRAMME ALTERPRO: RESULTATS 2011-2012	
Matériel et méthode	
1. Les partenaires du réseau Alterpro	
2. Rappels sur le protocole	
Résultats et discussion	
1. Les changements au sein du réseau ALTERPRO	
Les dispositifs mis en place par les partenaires et les résultats obtenus	
Les Journées du Réseau	
Communication auprès des professionnels des espaces verts	
Perspectives	
PARTIE II:	
ENQUETE AUPRES DES 36 000 COMMUNES DE FRANCE	
Introduction	
Matériel et méthode	
Logiciel utilisé pour l'enquête : LimeSurvey	
2. Elaboration du questionnaire	
3. Mise en ligne du questionnaire et relances	
4. Etapes préliminaires pour l'analyse des résultats	
5. Analyse statistique des résultats	
Résultats et discussion	
1. <u>Structure du questionnaire</u>	
2. Efficacité des relances	
3. Nature de l'échantillon	
4. <u>Résultats de l'enquête</u>	
a) Présence de la Processionnaire du Pin :	
b) <u>Détection et évaluation des risques sanitaires générés :</u>	
<ul> <li>c) <u>Les actions entreprises dans la lutte contre la Processionnaire du Pin :</u></li></ul>	
e) Choix et satisfaction des méthodes de lutte :	
f) <u>Les problématiques associées :</u>	
Conclusion et perspectives	
conclusion of perspectives	••
PARTIE III:	
TESTS PIEGES ET TESTS PHEROMONES	
Matériel et méthode	
Lieu d'implantation du dispositif : Carro	
2. <u>Matériel</u>	

3. <u>Méthode</u>	34
Résultats et discussion	34
1. Résultats globaux	34
2. Comparaison de l'efficacité des pièges à phéromones testés	37
3. Comparaison de l'efficacité des diffuseurs de phéromones testés	39
Conclusion et perspectives	41
ANNEXES	42

#### Introduction

La Processionnaire du Pin, *Thaumetopoea pityocampa*, est un lépidoptère originaire du Bassin Méditerranéen, qui pose de véritables problèmes d'ordre sanitaire sur les peuplements végétaux et sur les populations humaines et animales. En effet, les chenilles se nourrissent essentiellement d'aiguilles de pins et de cèdres et sont ainsi responsables de la défoliation des arbres sur lesquels elles ont tissé leurs nids (Figure 1). Ces défoliations se traduisent essentiellement par une fragilisation des arbres et un ralentissement de leur croissance, sans entraîner pour autant leur mort. Néanmoins, ils deviennent beaucoup plus sensibles aux attaques d'autres insectes xylophages ainsi qu'aux stress hydriques et thermiques. De plus, les chenilles libèrent, lors du dernier stade larvaire, des poils urticants très allergènes pouvant provoquer de violentes réactions chez l'homme et chez les



animaux. Ces réactions se traduisent par des atteintes cutanées, oculaires ou respiratoires. La Processionnaire du Pin est donc une réelle problématique à laquelle doivent faire face les gestionnaires d'espaces verts en milieu urbain.

Figure 1 :
a) Poil urticant de Processionnaire du Pin (observé au microscope électronique, x6000);
b) pins défoliés par les chenilles ;
c) problèmes allergènes dus aux poils urticants ;
d) nécrose de la langue d'un chien en contact avec des chenilles.

Face à cette problématique, le programme ALTERPRO a été mis en place en 2011 par Plante&Cité et l'INRA. Ce programme, soutenu par l'ONEMA dans le cadre du Plan Ecophyto 2018 avec le pilotage du Ministère du Développement Durable et de l'Agriculture, et qui doit s'étendre jusqu'à fin 2013, poursuit plusieurs finalités. En effet, il a pour but de mettre en évidence les configurations et dispositifs de piégeage les plus adaptés en Zones Non Agricoles, afin de contrôler les populations de Processionnaires du Pin à un niveau tolérable permettant de protéger au mieux les peuplements végétaux et la santé des hommes et des animaux. Cette mission est conduite à l'échelle nationale avec la participation de plusieurs communautés territoriales partenaires qui réalisent les tests de piégeage. Le programme permettra ainsi de réaliser un guide technique destiné aux gestionnaires d'espaces verts des collectivités territoriales et de développer des préconisations sur la lutte alternative en matière de piégeage des papillons mâles et de piégeage des chenilles en Zones Non Agricoles.

Ce rapport rend compte du travail accompli au cours de l'année 2012. Dans une première partie, il sera question de faire le point sur les avancées du programme ALTERPRO et de présenter les résultats de dénombrement de nids de chenilles obtenus en hiver et les résultats de dénombrement de papillons piégés au cours de l'été 2012. La seconde partie sera consacrée à une étude réalisée au cours de cette année qui vise, à l'aide d'un questionnaire destiné aux 36 000 communes de France, à mettre en évidence les différentes politiques de lutte instaurées contre la Processionnaire du Pin. Enfin, dans une troisième partie, il sera question des résultats obtenus cette année au sujet des tests pièges et tests phéromones réalisés par l'INRA sur la commune de Martigues.

# PARTIE I

PROGRAMME ALTERPRO: RESULTATS 2011-2012

#### Matériel et méthode

#### 1. Rappels sur le protocole

Le protocole se base principalement sur le cycle de vie de la Processionnaire du Pin, présenté dans la figure 1. Dans un premier temps, il est demandé aux collectivités territoriales partenaires du programme d'installer des pièges à phéromone sur les sites tests, vers mi-juin, avant le début de vol des papillons (1). Il est préconisé de poser 5 à 6 pièges par hectare sur les sites formant un îlot boisé, ou 1 piège tous les 25 mètres pour les arbres d'alignement. Ensuite, vers fin septembre, les partenaires doivent effectuer un dénombrement des papillons piégés durant tout l'été pour chaque piège (2). Enfin, afin de contrôler l'évolution des populations de chenilles Processionnaires du Pin, et donc de mettre en évidence l'effet du piégeage des papillons mâles sur les sites expérimentaux, il est demandé aux partenaires de réaliser, vers février ou mars, un dénombrement des nids de chenilles sur les sites tests et témoins (3). Durant toute la durée du programme, qui doit s'étendre jusqu'à fin 2013, aucun traitement chimique ni microbiologique ne doit être réalisé sur les sites expérimentaux.



Figure 1 : Déroulement du protocole Alterpro en fonction du cycle de vie de la Processionnaire du Pin.

#### 2. Les partenaires du réseau Alterpro

Les 22 collectivités territoriales partenaires du programme ALTERPRO sont présentées sur la carte de la figure 2. Celles désignées en jaune ont intégré le programme en juin 2011, au moment de la pose des pièges à phéromone sur les sites tests. Celles indiquées en vert ont intégré le programme en janvier 2012, au moment du dénombrement des nids de chenilles sur les sites tests et témoins.

Le site de Martigues, en rose sur la carte, est le site expérimental où ont été entrepris les tests pièges et les tests phéromones par l'INRA. Le protocole de cette expérimentation ainsi que les résultats seront présentés dans la troisième partie de ce rapport.

La figure 2 présente également l'évolution de l'aire de répartition de la Processionnaire du Pin depuis deux ans, notamment avec une forte avancée du front nord. Les données ont été transmises par l'INRA d'Orléans.

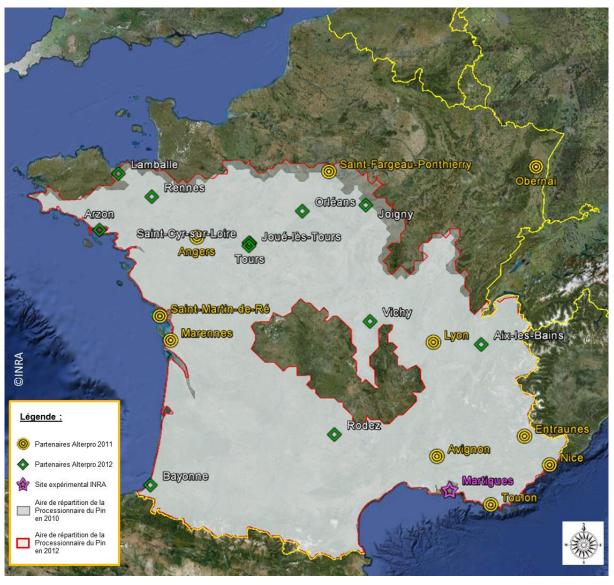


Figure 2 : Carte présentant le réseau des partenaires ALTERPRO.

#### Résultats et discussion

#### 1. Les changements au sein du réseau ALTERPRO

Le réseau ALTERPRO a connu plusieurs bouleversements au cours de cette année. En effet, sur les 22 nouvelles collectivités territoriales qui avaient accepté de se joindre au réseau en janvier 2012, 13 ont abandonné le projet avant même de débuter les dénombrements de nids de chenilles. Les raisons de ces abandons sont multiples et variées. Certaines collectivités n'étaient plus en mesure, après réflexion, de s'engager pleinement dans le protocole et de proposer des sites expérimentaux pour les essais de piégeage (Toulouse, Quimper, Bourges, Conseil Général des Pyrénées Orientales). D'autres ont subi des changements de personnel sans en avertir l'INRA et les instructions concernant le protocole n'ont pas été transmises assez tôt pour assurer le bon déroulement du programme. Des échenillages complets ont ainsi été effectués sur les sites expérimentaux avant que les dénombrements de nids n'aient pu être réalisés (Angoulême, Le Mans). Enfin, certaines collectivités territoriales n'ont transmis aucune information à l'INRA concernant les résultats de dénombrement de nids ou les dispositifs de piégeage mis en place en début d'été, malgré les nombreuses relances effectuées (Poitiers, Mont-de-Marsan, Tarbes, Montélimar, Montpellier, Nantes, Dijon).

Quelques abandons sont aussi à noter chez les partenaires ayant intégré le programme en juin 2011. En effet, la ville de Saint-Jacut-de-la-Mer a réalisé un échenillage complet avant que la FECODEC 22 n'ait effectué les dénombrements de nids de chenilles. D'un commun accord, cette commune a été abandonnée au profit d'une ville voisine, Lamballe, et la FECODEC 22 se charge de poursuivre les dénombrements de nids ainsi que la mise en place des dispositifs de piégeage au sein de cette nouvelle commune partenaire. De même, les villes de Perpignan et de Bordeaux ne peuvent plus être intégrées dans ce programme, étant donné que, malgré les nombreuses relances, ni la FREDON Languedoc-Roussillon ni la FREDON Aquitaine n'ont transmis à l'INRA, comme il était convenu au départ, les résultats de dénombrement de nids ainsi que les informations concernant les dispositifs de piégeage mis en place l'été dernier.

Enfin, le parc de loisir « Seine Ecole » appartenant à la communauté de communes Saint-Fargeau-Ponthierry a subi un changement de personnel avant l'été, compromettant ainsi la suite du programme sur ce site. Etant donné son importance du fait de sa localisation sur la zone de front de l'aire de répartition de la Processionnaire du Pin, il a été convenu, avec l'accord du responsable du parc, de ne pas abandonner ce site. Ainsi, c'est l'INRA qui se charge dorénavant de poursuivre le programme sur les sites expérimentaux établis l'année dernière et de réaliser les dénombrements de nids et la mise en place des pièges à phéromone.

Malgré ces abandons, 3 nouvelles collectivités territoriales ont tout de même intégré le programme ALTERPRO depuis le début de l'année 2012. Deux d'entre elles font partie de la Communauté d'Agglomération Tour(s)plus (Joué-lès-Tours et Saint-Cyr-sur-Loire) et ont ainsi rejoint la ville de Tours dans les essais de piégeage de la Processionnaire du Pin. La troisième est la ville de Lamballe qui remplace Saint-Jacut-de-la-Mer.

Au total, 12 collectivités territoriales ont intégré le projet au début de l'année 2012, apportant avec elles 27 nouveaux sites tests et 14 nouveaux sites témoins (Annexe 1).

#### 2. <u>Les dispositifs mis en place par les partenaires et les résultats obtenus</u>

Les dispositifs expérimentaux de tous les partenaires sont exposés dans le tableau de l'Annexe 2. Seules trois collectivités territoriales n'ont pas réussi à suivre le déroulement du protocole. En effet, les gestionnaires chargés du programme ALTERPRO de la ville de Joigny ont été dans l'incapacité de mettre en place le dispositif de piégeage au début de l'été pour cause d'absence prolongée. Les instructions n'ayant pas été transmises, aucun piège à phéromone n'a été installé sur les sites expérimentaux. La communauté d'agglomération Toulon-Provence-Méditerranée a bien installé les pièges à phéromones sur les sites tests mais n'a pas réalisé les dénombrements de papillons à la fin de la saison de vol. En effet, au cours de l'été, un changement de personnel est survenu et les instructions concernant la démarche à suivre pour la fin de l'expérimentation n'ont pas été transmises. Enfin, pour la ville d'Obernai, la Processionnaire du Pin n'est plus considérée comme une priorité et le DSF Nord-Est ne s'est donc pas chargé de mettre en place un dispositif de piégeage cette année.

Concernant les autres collectivités territoriales, la pose des pièges à phéromone s'est déroulée essentiellement au cours du mois de juin. Quatre d'entre elles les ont installés assez tôt dans la saison dès la fin du mois de mai. Quatre autres communes les ont posés durant le mois de juillet, ce qui peut être considéré comme un peu trop tardif notamment pour les villes d'Arzon et d'Aix-les-Bains. Le démontage des pièges à phéromone s'est déroulé en général durant les mois de septembre et d'octobre, sauf pour les villes de Marennes et de Bayonne qui les ont désinstallés fin août.

Généralement, le nombre de pièges par hectare est respecté sur les sites tests, sauf pour quelques villes qui n'en ont pas installé suffisamment. Il sera donc important d'insister de nouveau auprès des partenaires sur la compréhension du protocole.

Les résultats de dénombrement de nids de chenilles effectué sur les sites tests et témoins durant l'hiver 2012, ainsi que les résultats de dénombrement de papillons piégés sur les sites tests durant l'été 2012, sont regroupés dans l'Annexe 3.

Cependant, afin de réellement pouvoir analyser ces résultats et mettre en évidence l'efficacité ou non des dispositifs de piégeage mis en place par les partenaires, il faut encore attendre les prochains dénombrements de nids de chenilles qui se dérouleront en février ou mars 2013.

#### 3. <u>Les Journées du Réseau</u>

Deux Journées du Réseau ont été organisées les 6 et 8 mars 2012, respectivement à Avignon et à Angers. Elles avaient pour but de rencontrer tous les partenaires, d'harmoniser au mieux le protocole, de conseiller dans l'utilisation des pièges à phéromone et à chenilles par des démonstrations, et de répondre aux attentes et aux questions face à cette problématique de lutte contre la Processionnaire du Pin. Ces journées ont été, d'une manière générale, très positives et constructives, grâce notamment aux échanges et aux débats qui se sont déroulés. Beaucoup de questions ont été posées par les partenaires, ce qui montre un fort intérêt pour la thématique et une envie de trouver des solutions efficaces et respectueuses de l'environnement dans cette lutte contre la Processionnaire du Pin.

Deux nouvelles Journées ont été organisées en mars 2013, à Tours et Aix-en-Provence. Elles ont eu pour but de discuter du protocole et des résultats obtenus en 2012, et surtout de donner la parole aux partenaires.

#### 4. Communication auprès des professionnels des espaces verts

#### ✓ Appui et conseil sur les sites Alterpro

Plusieurs sites expérimentaux ont été visités par l'équipe INRA durant l'année 2012, afin de rencontrer les gestionnaires partenaires du programme, de les conseiller et de leur apporter un appui dans leur démarche. Les sites concernés sont :

- Orléans, le 6 février
- Marennes, le 23 février 2012
- Montélimar, le 18 avril 2012
  - ✓ Articles dans des revues spécialisées



- Martin J.C., Mazet R., Correard M., Morel E., Brinquin A. S., 2012 Nouvelles techniques de piégeage pour réguler la processionnaire du pin : piégeage phéromonal des adultes, piégeage comportemental des larves, des expériences prometteuses de piégeage de masse. *Phytoma La Santé des Végétaux*, **655**, 17-22.
- Martin J.C., Leblond A., Brinquin A.S., Decoin M., 2012 Processionnaire du pin, revue des méthodes alternatives. *Phytoma La Santé des Végétaux*, **657**, 13-21.
- Martin J.C., Brinquin A.S., 2012 La processionnaire du pin : la connaître pour mieux se protéger. Nuisibles & Parasites information, **75**, 23-26.

#### ✓ <u>Interventions orales lors de journées techniques ou colloques</u>

Journée information et communication à l'Ile de Ré :

Martin J.C., Brinquin A.S., 2012 - Pièges à phéromone : efficaces ou néfastes ? Réponse de la recherche. Les stratégies de régulation alternative de la processionnaire du pin. Animation de la journée avec les élus, les communautés des communes de l'Ile-de-Ré et les gestionnaires. Saint-Martin-de-Ré, le 23/02/2012.



Journée technique sur la Protection Biologique en Espaces Verts :

Martin J.C., Brinquin A.S., 2012 - La processionnaire du pin : Les stratégies de régulation alternative en ZNA. Montpellier, le 26/06/2012.



#### Natural products and Biocontrol Meeting:

Martin J-C., Mazet R., F. Jean, Correard M., Morel E., Brinquin A.S., Pringarbe M. et Ferrero E., 2012 - Une panoplie de nouvelles techniques pour le biocontrôle de la processionnaire du pin. Perpignan, les 19 et 21/09/2012.



#### **Perspectives**

Deux journées « Atelier du réseau » ont été organisées en mars 2013 avec pour objectif de réunir tous les partenaires et de favoriser le dialogue au sein du réseau. A cette occasion, le protocole a été présenté dans le but d'harmoniser les méthodes et de conseiller dans l'utilisation des pièges à phéromone et à chenilles. Une part importante de ces journées fût consacrée aux échanges afin de répondre aux attentes et aux questions posées, le but étant d'optimiser les résultats de piégeage du programme ALTERPRO tout en créant un réseau technique sur la durée, au-delà du programme en lui-même.

- Pour la partie Nord du réseau, la première journée s'est déroulée à Tours le 19 mars 2013. Particularité locale présentée: Visite du dispositif Alterpro et focus sur un site particulier (situation d'échec au piégeage par exemple).
- Pour la partie Sud du réseau, la deuxième journée s'est organisée à Aix en Provence, à la Maison de la Sainte Victoire, le 21 mars 2013. Particularité locale présentée : Visite d'un dispositif expérimental INRA de biocontrôle de la Processionnaire du Pin en favorisant la nidification des mésanges (Réserve Naturelle de la Sainte Victoire).

#### Journée Technique Nationale sur la Processionnaire du Pin

Une Journée Technique Nationale « Processionnaire du Pin » a été organisée le 7 juin à Lyon. Cette Journée a été ouverte aux gestionnaires (tous confondus), aux partenaires ALTERPRO, aux chercheurs, aux Instituts Techniques et aux firmes concernés par la problématique de biocontrôle. L'objectif de cette Journée a été de réunir les « acteurs » concernés par la Processionnaire du Pin, de présenter la situation en France (DSF), l'évolution géographique (INRA Orléans), et enfin de présenter les différentes techniques de biocontrôle. Des tables rondes ont été organisées ainsi que des stands tenus par les firmes.

#### Outils d'aide à la décision :

i) Etude financière: à ce jour, aucune étude ne permet de comparer les coûts des luttes conventionnelles contre la Processionnaire du Pin, comparées aux luttes alternatives. En 2013, dans le cadre de ce projet, un étudiant (formation ingénieur à l'ESA Angers) a été chargé d'une étude financière comparative tenant compte des coûts horaires du personnel chargé de l'installation, de la maintenance et du démontage des dispositifs de luttes alternatives.

## ii) Elaboration d'une cartographie de la biologie de la Processionnaire du Pin en fonction des spécificités géographiques

Une contrainte forte de la réussite des techniques de lutte alternative contre la Processionnaire du Pin est liée aux spécificités géographiques de l'insecte. Un outil d'aide à la décision est en cours de développement en s'appuyant sur les données biologiques acquises par les membres du réseau Alterpro afin de guider les gestionnaires dans les périodes optimales de pose des dispositifs.

### Préparation au transfert des techniques acquises de la Processionnaire du Pin vers la Processionnaire du Chêne

L'expérience acquise sur la Processionnaire du Pin par l'UEFM, confortée par les fortes avancées obtenues au cours des premières années du projet Alterpro, nous permettent d'organiser en été 2013, une première expérimentation de piégeage de la Processionnaire du Chêne. Ces premiers tests auront comme finalité de connaître les diffuseurs de phéromone sexuelle et les modèles de pièges qui sont efficaces pour la capture des mâles de cet insecte. En effet, la Processionnaire du Chêne est aussi un problème de santé publique sur tout le Nord de la France et de l'Europe, y compris des grands espaces forestiers péri-urbains de la région parisienne. Les tests 2013 seront réalisés en Lorraine sur des parcelles infestées. Ces résultats permettront à terme de proposer un projet similaire à Alterpro, en lien avec la Processionnaire du Chêne pour laquelle les techniques alternatives ne sont pas encore développées ni utilisées.

# **PARTIE II**

ENQUETE AUPRES DES 36 000 COMMUNES DE FRANCE

#### Introduction

Cette enquête a été élaborée puis mise en ligne sur internet afin que toutes les communes de France métropolitaine puissent répondre à un certain nombre de questions ayant pour thème « la lutte contre la Processionnaire du Pin ».

Grâce aux réponses obtenues, cette étude va nous permettre de :

- connaître précisément l'aire de répartition géographique de la Processionnaire du Pin sur le territoire national pour cette année 2012,
- ⇒ suivre l'évolution des méthodes de lutte privilégiées par les communes de France depuis la dernière enquête réalisée en 2009,
- ⇒ **apporter dans le futur une aide efficace et adaptée** aux gestionnaires d'espaces verts dans la lutte contre ce bioagresseur.

#### Matériel et méthode

#### 1. Logiciel utilisé pour l'enquête : LimeSurvey



LimeSurvey est un logiciel libre dédié à la création de questionnaires de tout type et à leur mise en ligne sur internet. Il a été choisi pour ses possibilités multiples. En effet, il permet de générer un nombre illimité de questions qui peuvent être regroupées, selon les besoins, en différentes parties et sous-parties composant la structure entière du questionnaire (ou arborescence). De plus, il offre la possibilité de choisir entre 20 styles de questions différents (réponses uniques ou multiples, listes déroulantes, classements, textes libres, tableaux de réponses...), et agrémenter ainsi le questionnaire en ciblant au mieux le style avec les besoins de l'éditeur. Il donne également la possibilité d'établir des relations entre les réponses grâce à la mise en place de conditions. Cette option est très utile lorsqu'une réponse précise à une question amène de nouvelles questions propres. Enfin, une fois le questionnaire mis en ligne, LimeSurvey collecte et enregistre automatiquement toutes les réponses dans des fichiers .csv ou .xls, ce qui facilite le traitement des résultats par la suite.

#### 2. Elaboration du questionnaire

Une première enquête avait déjà été réalisée en 2009 par l'INRA et Plante&Cité dans le but d'évaluer les différentes pratiques des communes françaises dans la lutte contre la Processionnaire du Pin. Cette nouvelle enquête de 2012 a été élaborée sur la base de celle de 2009, afin de mettre en évidence l'évolution dans les choix de traitement effectués par les communes infestées. La structure générale du questionnaire a été conservée en grande majorité. Cependant, le nombre de questions a été réduit par rapport au questionnaire de 2009, qui en comptabilisait 128, en éliminant notamment les questions dont les réponses n'avaient pas été utilisées lors de l'analyse des résultats. D'autres questions ont néanmoins été rajoutées, à la demande de Plante&Cité et de collaborateurs de l'INRA

d'Orléans, concernant notamment les « Problématiques associées » telles que la transplantation des arbres ou encore les infestations des communes par d'autres bioagresseurs.

#### 3. Mise en ligne du questionnaire et relances

Une fois le questionnaire finalisé, des tests ont été réalisés auprès d'un petit comité constitué d'agents de l'INRA et de Plante&Cité, afin de vérifier sa fonctionnalité et d'effectuer les dernières corrections. Le questionnaire a ensuite été mis en ligne sur Internet le 5 juin 2012, et le lien transmis par e-mail par Plante&Cité à 26 060 communes de France métropolitaine. Afin d'optimiser la qualité des réponses, il a été demandé de transférer l'e-mail à la personne de la mairie la plus apte à répondre, tel que le responsable des espaces verts ou le responsable des services techniques, ou encore un élu. Cinq relances ont été effectuées par la suite les 26 juin, 17 juillet, 24 août, 18 septembre et 17 octobre 2012. Pour chacune de ces relances, la liste des e-mails a été affinée afin de ne garder que les adresses des communes n'ayant toujours pas répondu au questionnaire. Enfin, l'enquête a été clôturée le 31 octobre 2012.

#### 4. Etapes préliminaires pour l'analyse des résultats

Une fois l'extraction du fichier des réponses achevée, quelques étapes préliminaires de « nettoyage » ont dû être effectuées.

- Chaque clic réalisé sur le lien de l'enquête est comptabilisé par le logiciel LimeSurvey, même si aucune réponse n'est apportée. Ceci équivaut à une ligne vide dans le fichier. La première étape de nettoyage a donc consisté à éliminer toutes ces lignes vides de réponse.
- Les codes INSEE des communes ont ensuite été vérifiés puis rectifiés lorsque cela a été nécessaire. En effet, plusieurs erreurs ont été commises lorsque les chiffres ont été rentrés par les enquêtés dans le questionnaire.
- Afin de mettre en évidence d'éventuels amalgames entre la Processionnaire du Pin et la Processionnaire du Chêne (*Thaumetopoea processionnea* Linné) (Figure 1), deux questions



ont été posées dans le questionnaire : « Avez-vous déjà observé les chenilles Processionnaires du Pin sur des feuillus ? » et « A quelle période observez-vous les chenilles en procession ? ». Les communes ayant répondu « Oui » à la première question ont été éliminées ainsi que celles ayant répondu « Juin », « Juillet », « Août » et « Septembre » à la deuxième. En effet, ces réponses concernent essentiellement la Processionnaire du Chêne, et deviennent hors sujet pour notre enquête.

Quelques communes ont répondu plusieurs fois à l'enquête, créant ainsi des doublons dans le fichier, sans forcément apporter les mêmes réponses. Le nettoyage a donc consisté à privilégier, pour chaque doublon, les réponses les plus complètes et qui semblent les plus plausibles. Enfin, le logiciel LimeSurvey attribue automatiquement des réponses négatives en cas d'absence de réponse, ce qui peut fausser les résultats. Il a donc fallu, lorsque cela a été le cas, remplacer dans le fichier les « Non » par des « N/A » (non attribué) pour certaines questions auxquelles les personnes n'avaient pas à répondre.

#### 5. Analyse statistique des résultats

Toutes les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel R. La base de données étant constituée principalement de données qualitatives, le choix des tests s'est porté sur les tests de Chi<sup>2</sup>.

Le principe d'un test de Chi² est d'analyser, à partir d'un tableau de contingence, l'indépendance ou non de deux variables qualitatives différentes. Dans ce but, deux hypothèses sont posées :

- Hypothèse nulle : « H0 = les deux variables sont indépendantes et n'ont pas d'influence l'une sur l'autre ».
- Hypothèse alternative : « H1 = les deux variables sont liées ».

Le risque d'erreur est fixé à 5%. La valeur de la p-value obtenue grâce au test de Chi² doit être inférieure à 0,05 pour que l'hypothèse H0 soit rejetée et pour que l'on puisse conclure à une dépendance entre les deux variables qualitatives testées au risque de 5% de se tromper.

#### Résultats et discussion

#### 1. Structure du questionnaire

Ce nouveau questionnaire compte au total 80 questions regroupées au sein de 4 parties différentes (Annexe 4). La première permet d'obtenir des renseignements sur les communes participantes ainsi que la fonction des personnes ayant répondu au questionnaire. La deuxième donne des informations sur l'état des lieux de la présence ou de l'absence de la Processionnaire du Pin au sein des communes, sur l'évaluation des risques sanitaires générés par ce bioagresseur, sur les différentes actions de lutte entreprises, et permet enfin d'apprécier la satisfaction des méthodes de lutte employées. La troisième partie donne une idée des engagements des communes dans d'autres projets environnementaux, ainsi que des besoins des gestionnaires d'espaces verts en termes financiers et techniques dans la lutte contre la Processionnaire du Pin. Enfin, la quatrième et dernière partie s'ouvre sur les « Problématiques associées ».

#### 2. Efficacité des relances

Tous les chiffres concernant l'e-mailing sont présentés dans la figure 2 et en Annexe 5 de ce rapport.

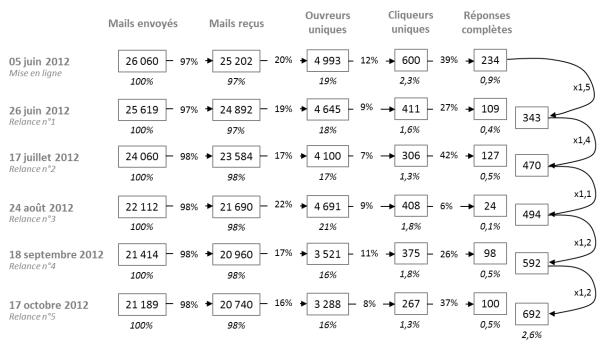


Figure 2 : Compte-rendu de l'e-mailing.

Lors de l'invitation à participer à l'enquête le 5 juin 2012, 26 060 e-mails ont été envoyés. Seulement 25 202 e-mails ont été reçus par les communes, 3% des adresses étant erronées ou refusées. Ces adresses ont été par la suite éliminées du listing pour chaque relance.

Sur les 25 202 e-mails arrivés à destination, seuls 20% ont été ouverts (4 993 e-mails). Cela signifie que la grande majorité des communes n'a pas ouvert cet e-mail d'invitation à participer à l'enquête. Il est important de noter que la plupart des adresses e-mails du listing correspondent aux adresses « contact » des mairies, et l'e-mail envoyé a été susceptible d'être ouvert en premier lieu par les secrétaires de mairie. S'il n'était pas assez attractif, ou bien s'il a été considéré comme un SPAM ou une publicité, il est fort probable que les secrétaires n'aient pas pris le risque d'ouvrir cet e-mail.

Sur les 4 993 personnes ayant ouvert l'e-mail, seules 600 ont cliqué sur l'adresse URL menant à la page d'accueil de l'enquête. 234 ont répondu entièrement au questionnaire, ce qui représente 0,9% des communes visées par l'e-mail d'invitation.

En résumé, lors de ce premier envoi, seulement 2,3% des communes auxquelles un e-mail a été envoyé, ont cliqué sur le lien menant à l'enquête en ligne, et ont été susceptibles de répondre au questionnaire. La perte a été de 97,7%. Cette perte de participants potentiels se réalise donc en grande partie au moment de l'ouverture de l'e-mail d'invitation, mais aussi au moment de cliquer sur le lien menant à l'enquête. Ceci peut s'expliquer par le fait que les communes ne se sentant pas concernées par la problématique n'ont pas voulu prendre le temps de répondre au questionnaire.

Malgré le fait que le listing d'e-mails ait été affiné avant chaque relance en éliminant les adresses erronées, le pourcentage de clics effectués sur le lien de l'enquête par rapport au nombre total d'e-mails envoyés à chaque relance est moins important que celui obtenu lors du premier envoi, et oscille ainsi entre 1,3 et 1,8%. Nous nous attendions au contraire à susciter chez les communes ciblées un intérêt croissant pour notre enquête après chaque relance, et à inciter les communes n'ayant toujours pas répondu à notre sollicitation à prendre le temps de s'intéresser à notre étude.

Les gestionnaires sont peut-être trop souvent sollicités par ce type d'enquêtes, sur diverses autres problématiques, et n'ont pas forcément le temps de répondre à toutes.

Le pourcentage de réponses complètes par rapport au nombre total d'e-mails envoyés varie de 0,1% durant le mois d'août (période des départs en vacances estivales) à 0,9%. Ces pourcentages sont très faibles par rapport à ceux de 2009, qui variaient de 1%, lors de l'envoi du mail d'invitation, à 8,6% pour la dernière relance. Or, ce dernier chiffre s'explique par le fait que seules les communes ayant déjà ouvert au moins une fois les e-mails de relance, sans réponse de leur part, étaient ciblées.

Par conséquent, étant donné la faible participation des communes à cette enquête par rapport à celle de 2009, la décision a été prise de prendre en compte dans nos analyses à la fois les réponses complètes et les réponses incomplètes validées qui donnent des informations importantes et utiles pour nos analyses.

#### 3. Nature de l'échantillon

Au total, 971 communes ont répondu au questionnaire, de façon complète ou non, sur les 26 060 ayant reçu le lien (soit 3,72%). Cependant, 318 lignes de réponses ont été éliminées lors du nettoyage du fichier. En effet, 181 communes ont confondu la Processionnaire du Chêne avec la Processionnaire du Pin, ce qui indique un manque important d'information concernant la différenciation entre ces deux espèces. De plus, 137 lignes de réponses étaient trop incomplètes pour présenter véritablement un intérêt pour nos analyses.

Après le nettoyage du fichier, il ne reste que 653 lignes de réponses jugées crédibles pour notre étude. Elles constituent ainsi notre base de données, sur laquelle toutes les analyses descriptives et statistiques ont été réalisées. Sur les 653 lignes conservées, 529 communes sont allées jusqu'au bout du questionnaire alors que 124 se sont arrêtées en cours de route.

La grande majorité des communes ayant répondu à l'enquête sont des communes rurales (72%). 15% sont des communes périurbaines et 13% sont des communes urbaines. Selon l'INSEE, en 2010, le territoire national comptabilisait 80,2% de communes rurales, 12,8% de communes périurbaines et 7% de communes urbaines (Annexe 6). Le panel de communes ayant répondu à notre enquête n'est donc pas représentatif du découpage national, et se trouve davantage représenté par les communes périurbaines et urbaines. En effet, ces communes se sentent peut-être plus concernées par la problématique de l'enquête, car étant plus peuplées, elles peuvent avoir tendance à surévaluer les risques sanitaires sur la population, notamment à cause des plaintes des administrés, et tendent à s'impliquer plus résolument dans la recherche de moyens de lutte contre la Processionnaire du Pin. Ces hypothèses seront testées ultérieurement.

Malgré le fait qu'il ait été demandé de transférer l'e-mail donnant accès à l'enquête en ligne à la personne de la mairie la plus apte à répondre, tel que le responsable des espaces verts, le responsable des services techniques, ou encore un élu, près d'un tiers des personnes ayant répondu se trouvent dans aucune de ces trois catégories. Il s'agit probablement de secrétaires de mairie qui ont servi d'intermédiaires en allant chercher les informations auprès des personnes concernées par la problématique.

#### 4. Résultats de l'enquête

Tous les résultats sont illustrés dans les graphiques de l'Annexe 7.

#### a) Présence de la Processionnaire du Pin :

Sur les 653 communes de notre panel, 67% confirment la présence de la Processionnaire du Pin sur leur territoire, 30% ne l'ont pas observé, et 3% affirment en avoir eu par le passé mais plus actuellement. Dans ce dernier cas, la cause de la disparition de ce lépidoptère sur le territoire communal n'est pas formellement connue, et il est difficile de tirer véritablement des conclusions à la vue du faible nombre de réponses obtenues.

La figure 3 dévoile la carte de France de la présence (en vert) et de l'absence (en rouge) de la Processionnaire du Pin au sein des 653 communes de notre panel. L'aire grisée symbolise l'aire de répartition du ravageur sur le territoire national d'après les données de l'INRA d'Orléans. Nous constatons que les zones en vert sur la carte se trouvent bien au sein de l'aire de répartition, et que seules deux zones se situent hors de l'aire, plus exactement en Île-de-France et en Alsace (Obernai). Ces deux zones sont déjà connues depuis 2009 pour être des sites isolés où la Processionnaire du Pin est présente. Il a été montré que l'introduction de ce nuisible était due à l'importation de pins associés à de la terre contenant des chrysalides.

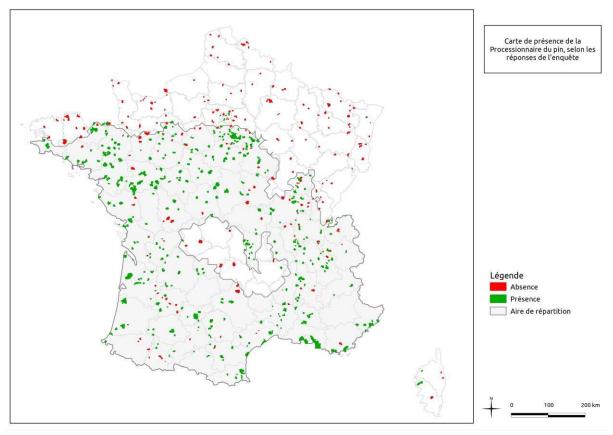


Figure 3 : Carte de présence de la Processionnaire du Pin, selon les réponses de l'enquête (653 réponses).

D'une manière générale, les communes infestées observent le ravageur depuis de nombreuses années. Celles infestées depuis moins de 3 ans se situent dans des départements proches de la zone de front de l'aire de répartition, alors que celles infestées depuis plus de 20 ans se trouvent en grande majorité en-dessous de la Loire.

De plus, la Processionnaire du Pin a infesté, en général, moins de 50 arbres au sein des communes, et cette infestation représente en grande majorité moins de 50% de la totalité des pins et cèdres présents sur le territoire communal.

Enfin, les nids de chenilles sont observés principalement chez les particuliers, zones où les gestionnaires des municipalités n'ont pas la possibilité d'intervenir. Ces zones restent donc des pôles de présence et d'installation pour la Processionnaire du Pin au sein des communes.

Les départs en procession des chenilles sont observés principalement de févier à mai, avec une plus forte intensité durant les mois de mars et avril. Toutefois, des processions plus précoces sont observées dès le mois d'octobre dans certaines communes. Nous avons voulu tester si ces départs précoces en procession d'octobre à janvier sont dus à la localisation géographique des communes concernées, et plus spécifiquement au type de climat. Dans ce but, chaque commune a été associée à un type de climat à l'aide des données climatiques de Météo France présentées dans la carte de la figure 4. Un test de Chi² a ensuite été réalisé en regroupant les données du tableau de contingence en deux grandes classes : la première rassemble les données des mois d'octobre à janvier pour chaque type de climat, et la deuxième rassemble celles de février à mai. Le résultat du test (p-value=0,02715) nous permet de conclure, pour un risque de 5%, qu'il existe bien des spécificités de comportement de la Processionnaire du Pin lors du départ en procession de nymphose en fonction du climat. En effet, les communes sous l'influence d'un climat de types océanique et semi-océanique ont plus de chances d'observer des départs précoces en procession.

#### Mois A\_Janv B\_Fev C\_Mars D\_Avr E\_Mai F\_Oct G\_Nov H\_Dec Climat Continental Mediterraneen Montagnard Climat océaniane Climat semi-océanique Oceanique Climat continental Climat montagnard Semi\_oceanique Climat Méditerranéen 16 277

Relation entre le type de climat et la date de début de procession

Figure 4 : Relation entre le type de climat et la date de début de procession (277 réponses) (A gauche : Tableau de contingence / A droite : Carte de France des climats par département, Météo France).

#### b) <u>Détection et évaluation des risques sanitaires générés :</u>

La présence de la Processionnaire du Pin est principalement détectée par les communes grâce à l'observation des nids de chenilles. Ces nids sont effectivement bien repérables dans les branches de pins, du fait de leur couleur blanche et de leur brillance. 27,6% des communes reçoivent des plaintes des administrés ce qui les pousse, dans 73,3% des cas, à agir et à trouver des moyens de lutte contre la Processionnaire du Pin. Malgré le fait que la présence du ravageur soit détectée, 58% des communes ne signalent pas le problème auprès des organismes spécialisés tels que les FREDON et FDGDON, l'ONF, l'INRA, ou encore des associations et des firmes privées. Ces communes sont peut-être peu informées sur le rôle que peuvent jouer ces organismes en tant que conseillers ou intervenants dans la lutte contre la Processionnaire du Pin, ou bien elles pensent pouvoir gérer le problème par leurs propres moyens.

Les communes infestées évaluent majoritairement le risque sur la santé des arbres et des humains/animaux comme faible voire moyen (Figure 5).

Dans votre commune, les risques causés sur la santé

#### des arbres et des humains/animaux sont, selon vous : 160 147 145 135 140 120 Nb communes concernées 100 100 Santé des arbres 80 65 56 60 Santé humaine 48 40 29 26 20 Nuls Faibles Elevés Très élevés Ne sait pas Moyens Degré de risque

Figure 5 : Evaluation des risques sanitaires causés par la Processionnaire du Pin sur les arbres et sur les humains/animaux (407 réponses).

Il est intéressant de savoir si la perception des risques sanitaires diffère selon les caractéristiques des communes, comme leur localisation sur la zone de front ou non, et leur type (rural, périurbain, urbain). Dans ce but, nous avons réalisé des tests de Chi² en séparant l'évaluation du risque sur la santé des arbres et celle sur la santé des humains/animaux.

Les tests montrent que la perception des risques sanitaires sur les humains/animaux n'est pas dépendante de la localisation des communes sur la zone de front (p-value=0,1529), alors que la perception des risques sanitaires sur les arbres en est dépendante (p-value=8,612.10<sup>-05</sup>), pour un risque de 5%. En effet, le niveau de risque « Nul » sur la santé des arbres est surreprésenté pour les communes de la zone de front. Nous aurions pu penser que ces communes auraient surévalué les risques sanitaires sur les populations humaines et sur les arbres, étant donné qu'elles sont infestées par la Processionnaire du Pin depuis moins de 3 ans, pour la grande majorité.

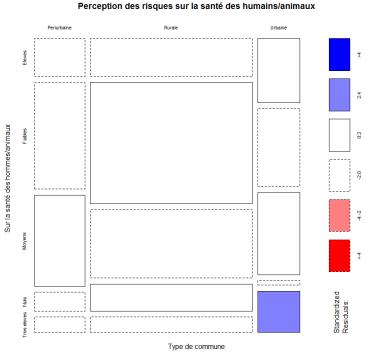


Figure 6 : Diagramme en mosaïque présentant la relation entre les risques sanitaires sur les humains/animaux et le type de communes.

De plus, les tests montrent que la perception des risques sanitaires sur les humains/animaux dépendante du type de commune considéré (p-value=0,02098), alors que celle des risques sanitaires sur les arbres ne l'est pas (pvalue=0,2388), pour un risque de 5%. En effet, le diagramme en mosaïque des écarts standardisés entre les effectifs observés et théoriques de la figure 6 nous permet de visualiser une surreprésentation du niveau de risque « Très élevé » en milieu urbain. Ceci peut s'expliquer par le fait que plus le nombre d'habitants est élevé, plus l'exposition au risque devient potentiellement élevée.

#### c) <u>Les actions entreprises dans la lutte contre la Processionnaire du Pin :</u>

62% des communes infestées par la Processionnaire du Pin entreprennent des actions de lutte. Les 38% qui ne luttent pas considèrent ne pas avoir assez de connaissances sur les techniques de lutte, et déplorent le peu de moyens humains et financiers leur permettant de s'investir dans cette lutte. Il est donc important de développer des formations et d'aider ces communes en les conseillant dans le choix des techniques de lutte les mieux adaptées à leurs besoins.

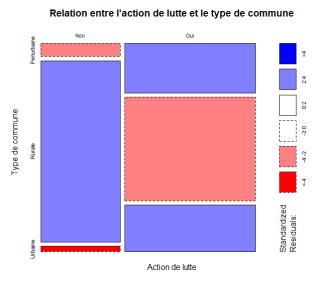


Figure 7 : Diagramme en mosaïque présentant la relation entre le type de communes et l'action de lutte.

Nous avons voulu tester si le type de commune considéré peut influer sur le choix de mener ou non une action de lutte contre la Processionnaire du Pin. Le test de Chi² nous montre qu'il existe bien une dépendance entre ces deux variable (p-value=8,548.10<sup>-15</sup>), pour un risque de 5%. Le diagramme en mosaïque de la figure 7 nous donne une information supplémentaire. En effet, les communes urbaines et périurbaines ont tendance à lutter à partir du moment où la Processionnaire du Pin a été observée sur leur territoire, alors que les communes rurales ne luttent pas systématiquement.

L'histogramme de la figure 8 permet de visualiser l'évolution des pourcentages d'utilisation des différentes techniques de lutte entre 2009 (en jaune) et 2012 (en vert).

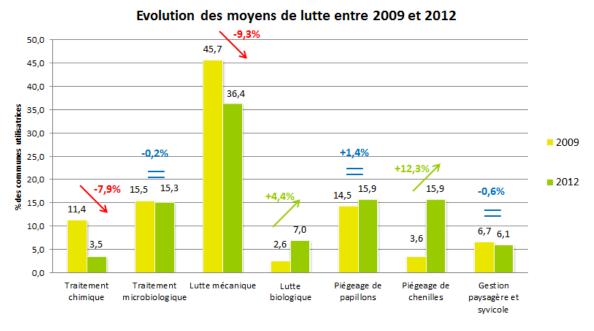


Figure 8 : % d'utilisation des moyens de lutte privilégiés par les communes en 2009 (245 communes ayant répondu) et en 2012 (250 communes ayant répondu).

La lutte mécanique reste la technique la plus privilégiée par les communes pour contrôler les populations de Processionnaire du Pin. Elle est en effet considérée comme peu coûteuse, écologique et très efficace. Ce sont principalement les agents de mairie qui se chargent de prélever les nids, de novembre à mai, généralement sur moins de 50 arbres, et tous les ans depuis plus de 5 ans. Toutefois, l'utilisation de cette technique a diminué de 9,3% depuis 2009.

De la même manière, nous constatons que l'utilisation des traitements chimiques a fortement baissé en trois ans passant ainsi de 11,4% à 3,5%. Ils sont utilisés principalement en cas de grosses attaques sur de petites surfaces. Ces traitements, bien que considérés comme efficaces, posent des problèmes écologiques du fait que les substances utilisées ne sont pas sélectives et persistent sur les feuillages pendant une durée assez longue. Cette baisse d'utilisation par les communes est sûrement due à la politique menée depuis 2008 visant à réduire l'usage des produits phytosanitaires au profit de techniques plus écologiques.

Trois techniques de lutte ont très peu évolué depuis 2009. Il s'agit de la lutte microbiologique, du piégeage des papillons et de la gestion paysagère et sylvicole.

L'utilisation de la lutte microbiologique est passée de 15,5% à 15,3% depuis 2009, malgré le fait que cette technique fasse appel à la bactérie *Bacillus thuringiensis kurstaki* (Btk) en tant que « matière bio-active », considérée depuis 2008 comme un produit phytosanitaire. Son emploi se limite principalement à des surfaces de moins de 5 hectares durant les mois de septembre à novembre, période propice à la lutte contre les chenilles. Cette technique est considérée par les communes à la fois comme efficace et écologique, du fait de sa sélectivité à cette période de l'année, et est ainsi utilisée en général tous les ans depuis plus de 5 ans par les gestionnaires d'espaces verts et les firmes privées ou entreprises paysagères.

De même, la mise en place de pièges à phéromones sur le territoire communal est passée de 14,5% à 15,9%. Ce sont principalement les agents de mairie qui se chargent d'installer, tous les ans, entre moins d'une dizaine et 50 pièges à phéromone sur les sites infestés de leur municipalité. Ces pièges sont mis en place généralement de mai à octobre, période associée au vol des papillons de Processionnaire du Pin. Ce moyen de lutte est considéré comme écologique par les communes utilisatrices, car il consiste à attirer les papillons mâles grâce à des phéromones de synthèse spécifiques, réduisant ainsi les accouplements et le nombre de pontes. Cette technique fait partie des méthodes novatrices de lutte alternative qui se développent seulement depuis quelques années, au même titre que la lutte biologique et le piégeage des chenilles.

Enfin, l'utilisation de la gestion paysagère et sylvicole par les communes est passée de 6,7% à 6,1%. Cette méthode, bien que peu utilisée, est très efficace car elle consiste tout simplement à éliminer les arbres infestés.

Les techniques de lutte qui se sont fortement développées depuis 2009 sont la lutte biologique et le piégeage des chenilles.

Bien qu'utilisée encore par une minorité de communes, la lutte biologique s'est amplifiée en trois ans passant de 2,6% à 7% d'utilisation. Cette technique, considérée comme la plus écologique, favorise l'implantation sur les sites infestés, par l'installation de nichoirs, de la mésange qui est un prédateur naturel de la Processionnaire du Pin. Généralement, les agents de mairie installent entre moins d'une dizaine et 50 nichoirs sur le territoire communal.

De même, l'utilisation du piégeage des chenilles comme moyen de lutte s'est fortement accrue depuis 2009, passant de seulement 3,6% à 15,9%, et rejoignant ainsi les mêmes proportions d'utilisation que le piégeage des papillons et le traitement microbiologique. Le faible pourcentage d'utilisation en 2009 s'explique par le fait que cette technique était en cours de développement et de mise au point, et n'était pas encore réellement connue des communes. Le piégeage des chenilles, considéré comme efficace et écologique, consiste à disposer autour du tronc de l'arbre infesté une « gouttière » qui intercepte les chenilles partant en procession de nymphose, et qui les dirige vers un sachet rempli de terre où elles se nymphoseront. En général, les agents de mairie installent les pièges tous les ans sur moins de 20 arbres. Les dates de départ en procession des chenilles sont assez bien connues par les gestionnaires qui posent les pièges environ un mois avant, afin d'optimiser le piégeage.

En résumé, nous constatons globalement une forte progression depuis 2009 (+8%) de l'utilisation des techniques de luttes alternatives (➡ lutte mécanique, lutte biologique, piégeage des papillons et des chenilles, et gestion paysagère) par rapport à l'emploi de produits phytosanitaires (➡ luttes chimique et microbiologique).

Il est important de noter que chacune de ces techniques de lutte vise des stades précis dans le cycle de vie de la Processionnaire du Pin, et que plusieurs techniques ont été combinées par une même commune au cours d'une année.

En effet, bien que 40% des communes de notre panel n'aient employé qu'une seule technique de lutte (figure 9), qu'elle soit de type alternatif (33%) ou phytosanitaire

#### Utilisation des techniques de lutte

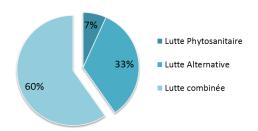


Figure 9 : Proportion des communes utilisant une ou plusieurs techniques de lutte.

(7%), la grande majorité (60%) a choisi de combiner de deux à six types de traitements différents (Figure 10), pouvant ainsi associer, dans certains cas, à la fois des traitements phytosanitaires et des traitements de lutte alternative. Toutefois, 79% des communes employant la lutte combinée se limitent à seulement deux ou trois types de traitements. Sur les 43 combinaisons trouvées, les plus rencontrées sont : « lutte mécanique + piégeage des papillons » (9,1%), « lutte mécanique + lutte microbiologique » (9,1%), « lutte mécanique + piégeage des papillons + piégeage des chenilles » (9,1%), et « lutte mécanique + piégeage des chenilles » (7%).

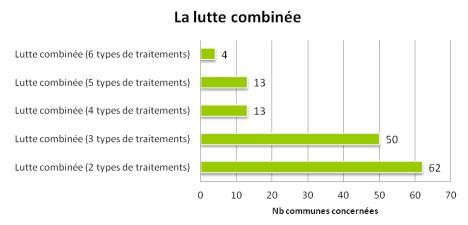


Figure 10 : Les différentes combinaisons possibles de techniques de lutte (142 répondants).

Nous avons voulu savoir s'il existe des corrélations entre l'utilisation par les communes de certaines techniques de lutte. En d'autres termes, est-ce-que l'utilisation d'une certaine technique est habituellement combinée à une autre technique ? La figure 11 présente la matrice de corrélation obtenue sous Pearson.

	Lutte_chim	Lutte_micro	Lutte_meca	Lutte_bio	Lutte_pap	Lutte_chen	Lutte_sylv
Lutte_chim	1						
Lutte_micro	(0,3955) -0.05397462	1					
Lutte_meca	(0.05756) -0.1202733	(0.0005101) -0.218241	1				
Lutte_bio	(0.269) -0.0701689	(0.0001255) 0.2402017	(0.7474) -0.02046687	1			
Lutte_pap	(0.3402) -0.06057583	(0.04997) <b>0.1241162</b>	(0.07625) 0.1123355	(5.734e-05) <b>0.2516219</b>	1		
Lutte_chen	(0.01141) -0.1597721	(0.0955) 0.1056685	(0.5926) 0.03399832	(1.43e-08) 0.3489989	(2.73e-08) 0.3425378	1	
Lutte_sylv	(0.09828) -0.1047975	(0.3369) 0.06098297	(0.6821) 0.02602954	(0.002375) <b>0.1913705</b>	(0.001033) 0.2063222	(0.001033) <b>0.2063222</b>	1

Figure 11 : Matrice de corrélation des techniques de lutte utilisées par les communes sous Pearson (la p-value est donnée entre parenthèses, au-dessus du coefficient de corrélation mis en gras lorsqu'il est significatif sous un risque de 5%).

Nous observons une corrélation positive significative entre plusieurs techniques de lutte alternatives : la lutte biologique, le piégeage des papillons, le piégeage des chenilles et la gestion paysagère. Ceci indique, par exemple, que les communes qui installent des nichoirs à mésanges, sont susceptibles de poser aussi des pièges à phéromones en été et/ou des pièges à chenilles en hiver, et/ou encore d'éliminer les arbres infestés par la Processionnaire du Pin. De même, l'utilisation de

traitements microbiologiques est corrélée positivement de manière significative avec la lutte biologique et le piégeage des papillons. Au contraire, la matrice nous montre des corrélations négatives entre la lutte microbiologique et la lutte mécanique, ainsi qu'entre la lutte chimique et le piégeage des chenilles. En d'autres termes, les communes utilisant la lutte microbiologique seront susceptibles de ne pas employer simultanément la lutte mécanique, et celles qui utilisent la lutte chimique installeront rarement des pièges à chenilles.

#### d) Evaluation de l'efficacité des techniques de lutte employées :

58% des communes qui luttent contre la Processionnaire du Pin réalisent un suivi des populations afin de mettre en évidence l'efficacité ou non de leur action de lutte. Généralement, ce suivi se traduit par un dénombrement des nids de chenilles d'une année sur l'autre (45,4%), par l'observation des chenilles en procession (17,6%), par le recensement des plaintes et mécontentements (15,1%), ou encore par le dénombrement des papillons piégés (13,4%). Dans 84% des cas, il est réalisé par les communes elles-mêmes.

Grâce à ce suivi, les communes peuvent évaluer la dynamique des populations de Processionnaire du Pin sur leur territoire. 64,5% d'entre elles observent une diminution du nombre de chenilles ou de nids d'une année sur l'autre, 9,9% constatent au contraire une augmentation, et enfin 25,6% ne remarquent aucune différence. La diminution des populations de Processionnaire du Pin est généralement évaluée entre 10% et 50%. Huit communes ont même observé une diminution allant jusqu'à plus de 80%.

Plusieurs tests ont été réalisés afin de mettre en évidence une éventuelle relation entre la diminution de la population et une technique de lutte privilégiée. Cependant, les résultats obtenus ne sont pas significatifs, et ne nous permettent pas de conclure sur une plus forte efficacité d'une technique par rapport aux autres, expliquant à elle seule cette réduction de population. De même, il n'existe pas de dépendance entre cette diminution et l'action de lutte menée, qu'elle soit alternative, phytosanitaire ou combinée.

#### e) Choix et satisfaction des méthodes de lutte :

La figure 12 présente une comparaison entre les proportions d'utilisation des techniques de lutte employées par les communes actuellement, et celles envisagées pour le futur.

La lutte mécanique ne sera plus, à priori, la technique de lutte privilégiée par les gestionnaires d'espaces verts. En effet, le pourcentage d'utilisation risque encore de baisser dans le futur, passant de 36,4% à 21,5%. De même, la lutte chimique ne sera utilisée que par quelques communes, probablement pour des interventions de rattrapage en cas de pullulation des populations de Processionnaires du Pin. La lutte microbiologique semble toujours stable au niveau de la satisfaction, puisque les communes l'utiliseront toujours dans les mêmes proportions.

Enfin, nous constatons une augmentation de l'intérêt des communes pour la lutte biologique (+8,8%), le piégeage des papillons (+3,0%), le piégeage des chenilles (+2,1%), et la gestion paysagère et sylvicole (+4,3%). Ces techniques de lutte alternative sont en train de conquérir durablement les communes, d'années en années, à l'instar de la lutte chimique qui était encore la technique privilégiée jusqu'à la fin des années 90.

#### Les pratiques envisagées dans le FUTUR par rapport à 2012 40,0 36.4 -14,9% 35,0 30,0 % des communes utilisatrices 25,0 +3,0% +2,1% / 21,5 -1,1% **2012** +8,8% 18,9 20,0 18,0 +4.3% 15,3<sub>14,2</sub> 15,8 15,9 15,9 ■ FUTUR 15,0 10,4 10.0 2.2% 7,0 6,1 5.0 1.3 0.0

Piégeage de

chenilles

Lutte sylvicole

Figure 12 : Les pratiques de lutte envisagées par les communes dans le futur.

Lutte biologique

Piégeage de

papillons

Traitement

mécanique

Malgré les efforts effectués par les communes dans la lutte contre la Processionnaire du Pin, plusieurs besoins ont été émis par les personnes ayant répondu à l'enquête, notamment afin d'améliorer l'efficacité de cette lutte. Ces besoins sont multiples et variés. En effet, les communes demandent en priorité des besoins financiers ou une prise en charge partielle voire totale des dépenses (30,4%), le développement d'aide et de conseils ainsi que des formations sur l'utilisation des différentes techniques de lutte (27,7%), une amélioration des méthodes de lutte en termes d'efficacité et de facilité d'utilisation (26,3%), et enfin une organisation de la lutte hors du territoire communal (15,6%) afin d'optimiser son efficacité sur un plus vaste territoire.

#### f) Les problématiques associées :

Traitement

microbiologique

Traitement

chimiaue

Dans le but d'établir une ouverture sur d'autres thèmes liés à la lutte contre les bioagresseurs, plusieurs questions ont été posées dans la dernière partie de l'enquête, afin d'évaluer les risques de propagation sur le territoire national de bioagresseurs via la transplantation d'arbres, et de relever la présence sur les communes de quelques espèces intéressantes comme la Processionnaire du Chêne, le Bombyx cul-brun, le Tigre du Platane, la Mineuse du Marronnier et la Chancre coloré du Platane (Figure 13).



Figure 13: Les autres bioagresseurs.

Seulement 22% des communes interrogées ont déjà transplanté de grands arbres sur leur territoire, généralement des feuillus, provenant essentiellement de pépinières françaises (72,2%). Certaines communes ont cependant fait appel à des entreprises étrangères, d'origine hollandaise (10,2%), allemande (8,3%), belge (3,7%), italienne (3,7%), et espagnole (1,9%).

20,3% des communes ont constaté la présence de la Processionnaire du Chêne sur leur territoire. Cependant, moins de la moitié ont pris des mesures pour lutter contre ce bioagresseur.

De la même manière, le Tigre du Platane et la Mineuse du Marronnier ont été observés sur, respectivement, 23,9% et 32,2% des communes interrogées, et seulement près de la moitié d'entre elles mènent des actions de lutte.

Très peu de communes ont observé le Bombyx cul-brun (7,9%) et une grande minorité d'entre elles ont pris des mesures.

Enfin, le Chancre coloré du Platane a été repéré sur seulement 7,7% des communes interrogées. La moitié d'entre elles agissent contre ce bioagresseur, notamment en signalant le foyer auprès de la FREDON ou de la FDGDON. L'autre moitié n'a pas signalé le foyer, considérant la taille de celui-ci trop réduite pour nécessiter une intervention, ou bien déplorant un manque d'information sur la méthode de gestion et sur les organismes à contacter.

Le fait que tous ces bioagresseurs soient peu observés sur les communes amène deux hypothèses possibles. Soit ils sont rares sur le territoire national, soit ils sont généralement mal identifiés par les gestionnaires d'espaces verts, dénotant ainsi un manque d'information sur leur reconnaissance, leur biologie et leurs impacts sur les arbres. De la même manière, le fait que les communes n'agissent pas systématiquement dès l'observation des bioagresseurs amène deux nouvelles hypothèses. Soit les foyers sont de dimensions suffisamment faibles pour permettre aux communes de les contrôler sans l'intervention d'autres organismes, soit les communes n'ont pas assez d'information sur les méthodes de lutte à mettre en place, ni sur les organismes à contacter.

#### **Conclusion et perspectives**

Cette enquête nous a permis de vérifier que nos données cartographiques de l'aire de répartition de la Processionnaire du Pin sur le territoire national sont bien conformes avec les réponses apportées par notre panel de communes. Les sites isolés hors de l'aire de répartition étaient déjà connus en 2009 (en Île-de-France et en Alsace).

De plus, cette enquête nous donne une certaine idée de l'état actuel de la présence de la Processionnaire du Pin au sein des communes et de l'évolution depuis 2009 des pratiques de lutte employées. Ainsi, nous avons mis en évidence une nette hausse de l'utilisation des techniques de luttes alternatives par les communes à l'instar de l'emploi des produits phytosanitaires, notamment de type chimique. La lutte biologique et le piégeage des chenilles étaient deux pratiques peu utilisées avant 2009 car innovantes et en cours d'expérimentation. Elles s'imposent depuis comme des pratiques incontournables qui peuvent être facilement compatibles et combinées avec d'autres moyens de lutte. La politique mise en place par le Plan Ecophyto depuis 2008 ainsi que les recherches constantes d'innovations dans la lutte contre la Processionnaire du Pin ont permis cette évolution.

Les communes s'orientent maintenant plus facilement vers des pratiques plus écologiques, même si elles restent généralement considérées comme moins efficaces que les traitements chimiques ou microbiologiques. Les mentalités évoluent vers une tolérance des populations de Processionnaires du Pin sur le territoire avec un contrôle réfléchi et ajusté des risques sanitaires. Toutefois, malgré cette évolution, les besoins des communes sont encore importants, particulièrement concernant le financement des pratiques de lutte. Les communes expriment aussi nettement un besoin d'information sur les techniques existantes et de formation pour leur mise en place. Il est donc important de transmettre les coordonnées des organismes à contacter capables d'aider ces communes et de les conseiller dans leurs pratiques de lutte. Enfin, dans le but d'optimiser l'efficacité du contrôle des populations de Processionnaires du Pin sur le territoire national, il faudrait développer une homogénéisation de la lutte entre des communes voisines infestées. Ainsi, peut-être faudrait-il une prise en charge partielle voire totale des dépenses, par les Conseils Généraux/Régionaux ou autres, des communes moins dotées financièrement.

Cette étude nous permet donc de conclure qu'il est important de poursuivre la politique visant à réduire l'usage des produits phytosanitaires dans la lutte contre la Processionnaire du Pin, d'améliorer l'efficacité des techniques écologiques déjà existantes, et enfin, de développer en parallèle des techniques innovantes comme la confusion sexuelle, la mise en place de répulsifs pour les papillons, ou encore la lutte biologique par des lâchers de parasitoïdes oophages.

Il sera donc intéressant de réaliser une nouvelle enquête dans trois ans afin de suivre une nouvelle fois l'évolution des pratiques de lutte contre la Processionnaire du Pin par les communes de France métropolitaine.

# PARTIE III

### **TESTS PIEGES ET TESTS PHEROMONES**

Le but de ces tests est de comparer l'efficacité des différents types de pièges et les différentes phéromones de synthèse mis sur le marché.

#### Matériel et méthode

#### 1. <u>Lieu d'implantation du dispositif : Carro</u>

Le site choisi pour effectuer les tests pièges et les tests phéromones est le même que celui de l'année 2011. Il appartient à la commune de Martigues et se situe à proximité des côtes de la Mer Méditerranée, plus précisément aux environs du port de pêche de Carro.

Il s'agit d'une zone forestière, d'une surface de 1,87 km², gérée par le Service Environnement de la municipalité, et composée essentiellement de pins d'Alep, de chênes kermès et de chênes verts (Figure 1). Les pins peuvent atteindre des hauteurs de 4 à 5 mètres.



Figure 1 : Délimitation du site d'étude de

#### 2. Matériel

Au total, 10 phéromones différentes ont été testées en 2012 (Figure 2). Elles ont été déposées dans des pièges de référence de type Mastrap L, comme en 2011. Afin d'affiner les résultats, 10 répétitions ont été réalisées pour chacune de ces phéromones.

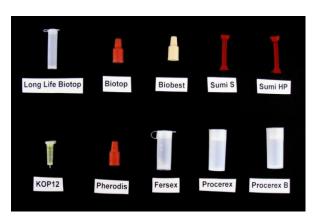


Figure 2 : Les 10 phéromones testées à Carro.



Figure 3 : Les 7 pièges testés à Carro.

De la même manière, 7 pièges différents ont été testés en 2012 (Figure 3). Les pièges R1b et R2b sont des prototypes créés par l'UEFM et correspondent à une version améliorée des pièges R1 et R2 testés en 2011. Le piège Procerex a lui aussi été amélioré depuis l'année dernière avec le remplacement du sachet récupérateur en plastique par une coque dure. Ce piège a été testé avec et sans eau à l'intérieur de la coque. La phéromone utilisée comme référence dans tous ces types de pièges est, comme en 2011, la phéromone Procerex. 10 répétitions ont été réalisées pour chacun de ces pièges.

Etant donné que la modalité « piège Mastrap L + phéromone Procerex » se trouve à la fois dans les tests pièges et tests phéromones, il a été décidé de ne la mettre en place qu'une seule fois dans le dispositif, afin d'économiser 10 pièges et de ne faire les relevés que sur 160 pièges au total et non 170.

Afin de pouvoir mettre en corrélation les résultats de piégeage avec les conditions climatiques du milieu, un HOBO a été installé sur le site. Il s'agit d'un capteur qui a pour but de mesurer la température (minimale, maximale et moyenne) et l'humidité sur le site d'étude durant toute l'expérimentation. D'autres données climatiques (hauteur des précipitations, vitesse et orientation du vent) ont été obtenues auprès de Météo France afin d'agrémenter notre base de données.

#### 3. Méthode

Au total, 160 pièges ont été installés sur le site d'étude, espacés les uns des autres d'environ 50 mètres (Annexe 8). Contrairement à l'année dernière, il n'y a pas de zones différenciées pour les tests pièges et les tests phéromones. Les pièges ont donc été disposés suivant 10 séries successives (correspondant aux répétitions), chaque série comprenant les 16 modalités testées distribuées aléatoirement, afin de limiter l'effet de l'influence des pièges voisins sur les résultats (=effet piège) ainsi que l'effet de l'environnement géographique (=effet station).

La pose du dispositif expérimental a été réalisée les 12, 13 et 16 juillet 2012. Afin de limiter les risques de rencontrer les mêmes problèmes qu'en 2011, concernant la prédation par les fourmis et les mille-pattes à l'intérieur des pièges, de la glu a été déposée à la base de la branche fixatrice des pièges, sur environ 10 centimètres de longueur, et les autres branches pouvant gêner les pièges ont été dégagées à l'aide d'un sécateur.

Les relevés ont ensuite été effectués durant toute la durée du vol des papillons, toutes les semaines pour chaque piège, à l'exception des pièges « Procerex + eau » qui n'ont été relevés que lors du démontage. En effet, ces pièges nécessitent, pour optimiser leur efficacité, de contenir de l'eau et de l'huile, rendant plus difficile la réalisation de relevés hebdomadaires.

Tous les pièges ont été démontés le 18 octobre 2012. Le HOBO a été enlevé du site ce même jour, pour être analysé par la suite au laboratoire.

#### Résultats et discussion

Les relevés ont été effectués toutes les semaines du 19 juillet 2012 au 18 octobre 2012. Au total, 14 relevés ont été réalisés.

#### 1. Résultats globaux

D'une manière générale, 1538 papillons ont été piégés par les 160 pièges à phéromones disposés sur le site d'étude, sur toute la saison. En 2011, le dispositif avait capturé 4291 sur 170 pièges installés, soit près de 3 fois plus que cette année. De plus, la saison de vol des papillons débute plus tardivement qu'en 2011. En effet, d'après la figure 4, les papillons ont été piégés en

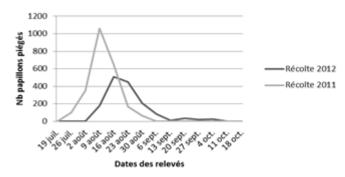


Figure 4 : Mise en correspondance des courbes de vol obtenues en 2011 et 2012.

masse qu'à partir du 9 août, le vol étant resté concentré par la suite sur seulement 5 semaines consécutives, avec un pic le 16 août. Quelques vols résiduels se sont prolongés sur 6 autres semaines consécutives, avec des chiffres oscillant entre 3 et 19 papillons dénombrés au total sur les 160 pièges. En 2011, le vol des papillons avait commencé le 27 juillet et s'était terminé le 7 septembre, avec un pic recensé le 10 août.

Toutes ces données tendent à montrer que la Processionnaire du Pin ne se comporte pas de la même manière d'une année sur l'autre, avec des fluctuations plus ou moins importantes des niveaux de populations et des périodes de vol des papillons. Les différences peuvent s'expliquer par plusieurs facteurs, comme notamment l'activité plus ou moins soutenue des ennemis naturels de la Processionnaire du Pin à chaque stade de son développement, ou bien le climat plus ou moins défavorable qui peut être responsable d'une augmentation de la mortalité de manière directe par le gel ou la sécheresse, ou de manière indirecte par la diminution de la quantité et de la qualité de la nourriture. La mise en diapause prolongée naturelle des nymphes de Processionnaires du Pin (de 2 à 5 ans) est une stratégie mise en place lorsque les conditions deviennent défavorables. Ceci peut expliquer les années de forte pullulation, où les papillons de générations différentes sortent de terre en même temps, suivies par des années de plus faible niveau populationnel.

Le décalage dans le temps du vol des papillons entre 2011 et 2012 peut éventuellement s'expliquer par les différences de températures entre ces deux années. En effet, il a été montré que les fluctuations de températures au cours de l'année peuvent influer sur le cycle de développement de la Processionnaire du Pin. Notamment, les températures hivernales trop froides peuvent prolonger la phase larvaire des lépidoptères et ainsi décaler la phase souterraine dans le temps puis l'émergence des adultes. De même, au cours de l'été, le seuil d'activation du vol des adultes femelles est atteint lorsque la température dépasse 14°C durant la nuit.

La figure 5 présente les écarts de températures moyennes journalières entre 2011 et 2012, relevées sur la station de Salon de Provence (données obtenues sur l'interface climatologique CLIMATIK). La station de Salon de Provence se trouve être la station la plus proche de Martigues où les données de températures ont été relevées quotidiennement pour les périodes qui nous intéressent.

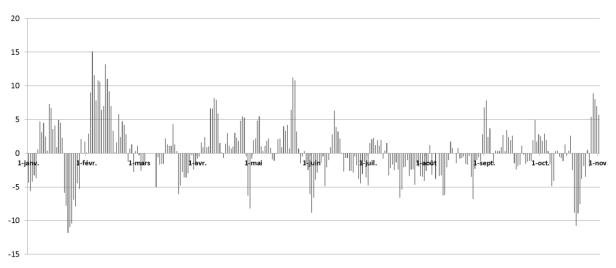


Figure 5 : Ecart des températures moyennes obtenues en 2011 et 2012.

D'une manière générale, l'hiver a été beaucoup plus rigoureux en 2012 avec des températures de 1°C à 15°C plus froides durant tout le mois de février. De plus, l'été a été globalement plus chaud de 1°C à 6°C en 2012, de mi-juin à début septembre. Cependant, ces tendances ne nous permettent pas d'affirmer de manière catégorique que ces différences de températures sont responsables du décalage de deux semaines des émergences de papillons entre les années 2011 et 2012. Il serait néanmoins intéressant d'étudier cette question, en analysant sur plusieurs années consécutives les températures au niveau de notre site expérimental, afin de pouvoir prédire d'une année sur l'autre, les dates d'émergences des Processionnaires du Pin, et notamment d'installer les pièges à phéromone au bon moment.

Le HOBO installé cette année sur le site expérimental présente des températures minimales supérieures à 14°C (durant la nuit), et des températures maximales (durant la journée) majoritairement supérieures à 25°C jusqu'à fin août (Figure 6). Une période de refroidissement s'est installée ensuite durant une à deux semaines, suivie d'un fort réchauffement début septembre. Les températures ont ensuite baissé progressivement de 5°C à 7°C en moyenne jusqu'à début octobre.

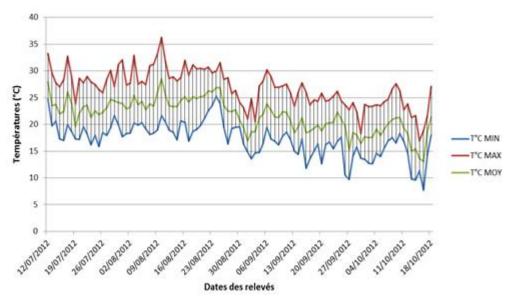


Figure 6 : Températures relevées à Carro par le HOBO en 2012.

En laissant de côté les données météorologiques, nous pouvons affirmer, grâce à la figure 7, que les résultats de piégeage obtenus par les tests phéromones, utilisant le piège Mastrap L comme piège de référence, sont équivalents à ceux obtenus par les tests pièges, utilisant la phéromone Procerex comme phéromone de référence.

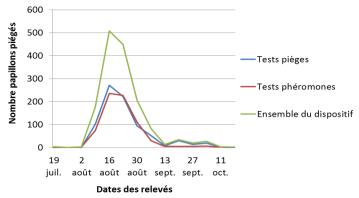


Figure 7 : Parts des résultats de piégeage des tests pièges et des tests phéromones.

Comme en 2011, nous constatons, grâce à la figure 8, que l'emplacement géographique des pièges sur le site expérimental a un effet sur le piégeage des papillons. La figure 8 présente le nombre total de papillons piégés sur toute la saison de vol, pour chaque piège. Certaines zones se démarquent avec des résultats de piégeage beaucoup plus importants (cercles rouges foncés), et correspondent plus ou moins aux mêmes zones que celles définies en 2011 (cercles rouges pointillés).

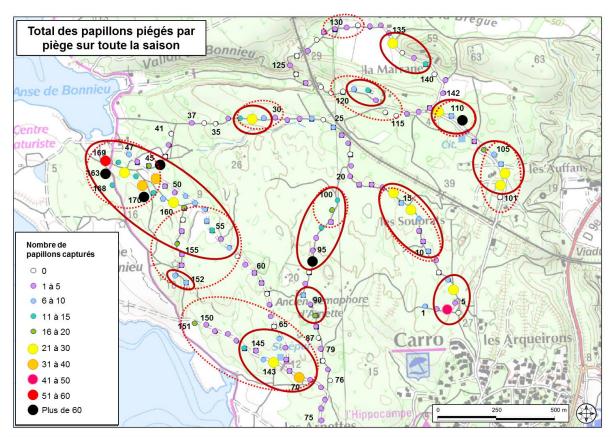


Figure 8 : Résultats de piégeage sur toute la saison 2012 pour chaque piège installé sur le site de Carro (Cercles rouges foncés : zones de piégeage les plus efficaces en 2012 / Cercles rouges pointillés : zones de piégeage les plus efficaces en 2011).

Nous remarquons que les zones où le piégeage est le plus efficace correspondent aux zones les plus dégagées, où la végétation est moins haute et où le vent circule plus facilement. Toutefois, le protocole mis en place tend à limiter l'effet de l'environnement géographique grâce aux séries de répétitions des 16 modalités tout au long du parcours.

Il est important aussi préciser que certains pièges ont dû être désinstallés le 11 octobre. De fortes rafales ont en effet abimé et détaché quelques pièges. Le vol des papillons étant à cette période terminé, la décision a été prise de ne pas réinstaller de nouveaux pièges à ces emplacements vacants.

#### 2. Comparaison de l'efficacité des pièges à phéromones testés

Les résultats obtenus montrent une forte efficacité du piège Procerex auquel nous avons rajouté de l'eau et de l'huile (473 papillons) (Figure 9). En mettant en parallèle les résultats de piégeage des pièges Procerex auxquels rien n'a été rajouté dans les seaux (27 papillons), nous constatons que

l'efficacité de ces pièges tient essentiellement à l'ajout d'eau et d'huile qui empêchent les papillons de ressortir.

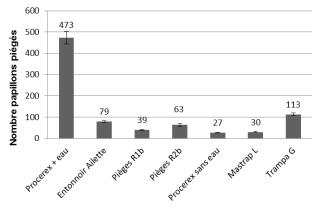


Figure 9 : Résultats de piégeage des différents types de pièges testés sur toute la saison 2012.

Les pièges Trampa G restent, comme en 2011, les plus efficaces des pièges « sans eau » avec un total de 113 papillons piégés durant la période de vol des papillons. Les pièges Entonnoirs à Ailettes, les prototypes R2b et R1b, et les pièges Mastrap L, ont obtenu des résultats de piégeage assez moyens avec respectivement 79, 63, 39 et 30 papillons piégés sur toute la saison. Ces résultats peuvent s'expliquer par le fait que les papillons arrivent à ressortir des pièges et ainsi diminuer grandement leur efficacité.

Afin de conforter statistiquement ces premières conclusions, et de voir si ces différences de résultats obtenus entre les pièges ne sont pas le fruit du hasard, un test de variance (test de Bartlett) a été réalisé pour vérifier l'une des conditions d'emploi du test ANOVA. Avec une p-value inférieure à 0,0001 pour un  $\alpha$ =5%, les variances ne sont pas considérées comme homogènes. Il devient donc difficile de réaliser un test ANOVA. Cependant, en l'associant au test de Tukey, nous arrivons tout de même à trouver des différences entre les pièges avec une p-value inférieure à 0,0001 et un  $\alpha$ =5% (Figure 10), conforté par le test de Kruskal & Wallis (p-value = 0,00049 ;  $\alpha$ =5%). Le fait de trouver des différences entre les pièges bien que les variances soient non homogènes renforce la significativité de ce résultat. Le test de Tukey permet de visualiser les groupes avec une démarcation nette du piège type « Procerex + eau » par rapport aux autres types de pièges.

Modalité	Moyenne estimée	Groupes	
ProcerexEAU	47,300	А	
Trampa	11,300		В
Entonnoir Ailette	7,900		В
RIIb	6,300		В
RIb	3,900		В
Mastrap Ref	3,000		В
ProcerexSansEAU	2,700		В

P-value < 0.0001

Figure 10 : Résultats du test ANOVA associé au test de Tukey concernant les tests pièges.

Afin de comparer les pièges « sans eau », le cumul des résultats de piégeage par type de piège est présenté dans la figure 11. Nous constatons que les pièges testés ne se sont pas comportés de la même manière tout au long de la saison de capture des papillons. Par exemple, les pièges de type

« Procerex sans eau » ne semblent toujours pas atteindre de plateau en fin de saison. De même, les pièges Entonnoirs à Ailettes n'ont pas piégé de façon homogène durant toute la saison de vol des papillons. La courbe de cumul grimpe par paliers jusqu'à atteindre un plateau vers fin septembre. Contrairement à 2011, les pièges Trampa G ne démarrent pas la capture des papillons de manière plus précoce que les autres types de pièges. Par contre, ils atteignent un plateau un peu plus tardivement vers début septembre. Enfin, nous pouvons observer que les pièges R2b, R1b et Mastrap L, semblent se comporter à peu près de la même manière avec des courbes en parallèle, qui atteignent un plateau dès le 30 août, avec toutefois des efficacités de piégeage hétérogènes.

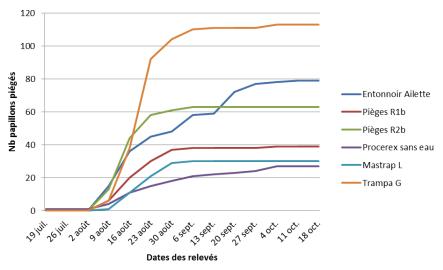


Figure 11 : Cumul des résultats de piégeage des différents types de pièges testés sur toute la saison 2012 (sauf « Procerex + eau »).

Ces observations ne permettent cependant pas de tirer de véritables conclusions, étant donné le faible nombre de Processionnaires du Pin piégées. Elles ne donnent que des tendances, le comportement des pièges en termes d'efficacité au cours de la saison étant certainement dû essentiellement au hasard. C'est pour cette raison qu'il est difficile de comparer ces résultats avec ceux obtenus en 2011.

#### 3. Comparaison de l'efficacité des diffuseurs de phéromones testés

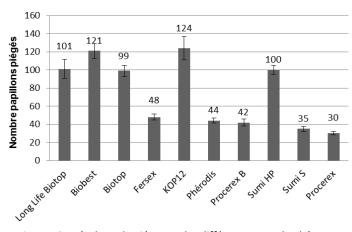


Figure 12 : Résultats de piégeage des différents types de phéromones testées sur toute la saison 2012.

résultats obtenus concernant l'efficacité des diffuseurs à phéromone paraissent très hétérogènes d'après la figure 12. Il semble effectivement que deux groupes se forment avec 5 types de phéromones (Long Life Biotop, Biobest, Biotop, KOP12 et SumiHP) qui ont piégé aux alentours de 100 à 120 papillons sur toute la saison, et 5 autres types de phéromones (Fersex, Phérodis, Procerex SumiS et Procerex) qui globalement piégé entre 30 et 48 papillons.

La figure 13 permet de tirer les mêmes conclusions. Les phéromones KOP12 et Biobest semblent toutefois se démarquer par le nombre un peu plus important de papillons piégés et par le fait que les courbes correspondantes atteignent plus tardivement un plateau que celles des autres phéromones.

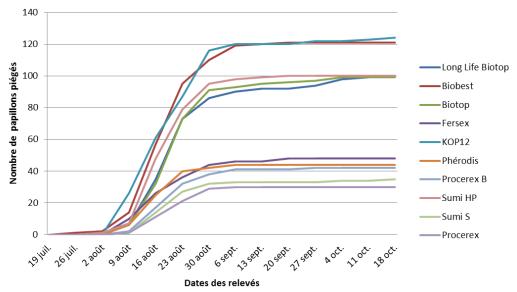


Figure 13 : Cumul des résultats de piégeage des différents types de phéromones testées sur toute la saison 2012.

Ces tendances doivent cependant être vérifiées statistiquement. Un test de variance (test de Bartlett) a été réalisé pour vérifier l'une des conditions d'utilisation du test ANOVA. Avec une p-value égale à 0,0001 pour un  $\alpha$ =5%, les variances ne sont pas considérées comme homogènes et il devient délicat de réaliser un test ANOVA. Cependant, celui-ci, associé au test de Tukey (Figure 14), nous permet de constater qu'aucune phéromone ne se différencie des autres statistiquement, avec une p-value égale à 0,265 ( $\alpha$ =5%), conforté par le test de Kruskal & Wallis (p-value=0,371 ;  $\alpha$ =5%).

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
KOP12	12,400	Α
Biobest	12,100	Α
Long Life Biotop	10,100	Α
SumiHP	10,000	Α
Biotop	9,900	Α
Fersex	4,800	Α
Pherodis	4,400	Α
Procerex B	4,200	Α
SumiS	3,500	Α
Procerex Ref	3,000	Α

P-value = 0,265

Figure 14 : Résultats du test ANOVA associé au test de Tukey concernant les tests phéromones.

Le faible nombre de papillons piégés cette année est certainement responsable de cette nondifférenciation des phéromones entre elles statistiquement. Deux hypothèses peuvent être émises :

- 1°) Les différences observées dans les figures 12 et 13 sont dues au hasard et non à l'efficacité de certaines phéromones par rapport aux autres. Cette conclusion rejoint celle obtenue en 2011 pour les tests phéromones.
- 2°) La qualité des diffuseurs fournis par les firmes n'est pas stable d'années en années. Cette deuxième hypothèse devra être confirmée par les firmes.

#### **Conclusion et perspectives**

D'une manière générale, la population de Processionnaires du Pin est moins importante en 2012 par rapport à 2011, au niveau de notre site expérimental. Les papillons ont été piégés en moins grande quantité ce qui restreint les probabilités de trouver des différences entre phéromones et entre pièges statistiquement, pour notre étude.

Toutefois, les tests pièges nous ont permis de mettre en évidence une efficacité supérieure du piège Procerex auquel nous avons rajouté de l'eau et de l'huile, par rapport aux autres pièges testés. Les pièges Trampa G restent, comme en 2011, les pièges les plus efficaces sans eau ajoutée. Enfin, les autres pièges (R1b, R2b, Entonnoirs à Ailettes, Mastrap L et Procerex sans eau) ont obtenu des résultats assez moyens.

Il est important de noter que l'efficacité des pièges n'est pas forcément le seul critère de sélection à prendre en compte dans le choix des pièges à installer. En effet, l'aspect pratique d'utilisation peut entrer en jeu selon le but d'utilisation (contrôle des populations de Processionnaires du Pin, piégeage de masse...) et l'endroit où sont disposés les pièges (milieu forestier plus ou moins fréquenté, milieu urbain...). Certains pièges seront donc plus adaptés que d'autres suivant la situation.

Les tests phéromones ne nous ont pas permis, comme en 2011, de mettre en évidence des différences d'efficacité dans le piégeage des papillons entre les 10 phéromones testées. Afin de pouvoir comparer les résultats avec ceux de 2011, les pièges Mastrap L ont été maintenus comme pièges de référence, malgré leur efficacité moyenne de piégeage. Ils restent en effet très pratiques à utiliser sur le terrain pour des relevés hebdomadaires. Il est donc possible que l'utilisation de ces pièges n'ait pas permis d'optimiser les résultats et ait limité, comme en 2011, les possibilités de démarcation des phéromones entre elles.

Ces résultats ne nous permettent donc pas de préconiser une marque au dépend des autres et doit laisser ainsi une porte ouverte à la mise en concurrence tarifaire.

Il sera intéressant de poursuivre cette étude en 2013 sur le même site expérimental afin de pouvoir réaliser une deuxième répétition et confirmer ou non les résultats obtenus en 2011 et 2012. De plus, les prototypes R1b et R2b seront améliorés d'ici juin 2013 et pourront être testés.



**Annexe 1** : Description des sites expérimentaux des collectivités territoriales partenaires du programme Alterpro depuis janvier 2012

**Annexe 2**: Description des dispositifs expérimentaux mis en place par chaque partenaire pour le piégeage des papillons

**Annexe 3** : Résultats obtenus lors des comptages des nids en hiver 2012 et lors du piégeage des papillons en été 2012

**Annexe 4**: Structure générale du questionnaire 2012

**Annexe 5**: Quelques chiffres concernant l'e-mailing

**Annexe 6** : Données INSEE concernant les types de communes sur le territoire métropolitain, 2010

**Annexe 7**: Graphiques présentant les résultats obtenus pour chaque question de l'enquête 2012

**Annexe 8** : Cartographies des emplacements des pièges pour cette année 2012

## **Annexe 1**: Description des sites expérimentaux des collectivités territoriales partenaires du programme Alterpro depuis janvier 2012

		Rennes		Arzon	Orléans	Joigny	Tours
Type de configuration	îlot boisé	îlot boisé	îlot boisé	îlot boisé	îlot boisé	îlot boisé	îlot boisé
Description des sites	Gros Malhon complexe sportif	Butte antibruit rocade sud	Bellangerais	Espace boisé de Greuh et Saihent	Rond-point	Fecherie	Espace Vert Rochepinard Boulevard Pompidou IKEA
Géolocalisation	48° 7'42.63"N, 1°40'54.86"O	48° 4'56.55"N, 1°39'0.45"O	48° 7'49.05"N, 1°39'57.90"O	47°32'33.79"N, 2°52'57.01"O	47°50'38.68"N, 1°56'44.09"E	47°59'5.72"N, 3°25'14.02"E	47°22'36.17"N, 0°42'54.53"E
Surface	2500 m²	1500 m²	500 m²	1,5 ha	1094 m²	594 m²	2100 m²
Historique du site	non communiqué	non communiqué	non communiqué	non communiqué	non communiqué	non communiqué	Echenillage effectué le 06/12/2011
Nombre de pins et/ou de cèdres	50	19	6	80	30	30	16

	St-Cyr-sur-Loire	Joué-les- Tours	Rodez	Vichy	Aix-les-Bains	Bayonne	Lamballe
Type de configuration	îlot boisé	îlot boisé	îlot boisé	2 îlots boisés	îlot boisé	non communiqué	îlot boisé
Description des sites	Bois du Pot de Fer	La Grande Bruère	Rue Jean Alauzet	Parc Omnisports secteur Butte Marol	Bois Vidal	non communiqué	Quai des rêves (parking)
Géolocalisation	47°25'2.99"N, 0°39'37.15"E	47°21'5.43"N, 0°40'26.32"E	44°21'32.30"N, 2°34'17.74"E	46° 8'11.97"N, 3°24'25.75"E et 46° 8'14.98"N, 3°24'26.19"E	45°41'0.44"N, 5°55'6.29"E	non communiqué	non communiqué
Surface	20 000 m²	non communiqué	8860 m²	non communiqué	non communiqué	non communiqué	non communiqué
Historique du	non	non	non	non	non	non	non
site	communiqué	communiqué	communiqué	communiqué	communiqué	communiqué	communiqué
Nombre de pins et/ou de cèdres	24	45	21 pins 24 douglas	Bosquet 1 : 39 pins Bosquet 2 : 29 pins	10	non communiqué	5

		Rennes		Arzon	Orlé	ans		Joigny	
Nombre de sites tests		3		1	:	2		3	
Type de configuration	îlot boisé	îlot boisé	îlot boisé	îlot boisé	îlot boisé	îlot boisé	îlot boisé	îlot boisé îlot boisé	
Description des sites	Gros Malhon complexe sportif	Butte antibruit rocade sud	Bellangeraie	Camping Municipal de Port Sable	Lac de la Source	Boulodrome de Belneuf	Monument aux Morts	Groupe Géographique	Ecole Saint Exupéry
Géolocalisation	48° 7'45.51"N, 1°40'49.79"O	48° 4'56.58"N, 1°38'56.54"O	48° 7'45.23"N, 1°39'57.19"O	47°32'38.34"N, 2°54'31.23"O	47°49'26.17"N, 1°55'27.03"E	47°55'3.74"N, 1°56'40.82"E	47°58'49.35"N, 3°23'37.16"E		47°58'44.01"N, 3°24'52.32"E
Surface	2500 m²	1500 m²	500 m²	2,5 ha	8392 m²	1800 m²	1040 m²	3188 m²	37 m²
Nombre de pins et/ou de cèdres	80 pins	21 pins	25 pins	31 pins	265 pins	60 pins 36 cèdres	6 pins	52 pins	1 pin

		Tours		St-Cyr-s	ur-Loire	Joué-les- Tours			
Nombre de sites tests		3			2	1		3	
Type de configuration	îlot boisé	îlot boisé	alignement	îlot boisé	îlot boisé	îlot boisé	îlot boisé îlot boisé		îlot boisé
Description des sites	Square Montegna	Place Anne de Beaujeu	Espace vert avenue de	Patronage	Centre Aéré de Metteray	Les Bretonnières	Trouée verte Jean Moulin	Talus Bourran	Espace vert des Fusillés
Géolocalisation	47°22'20.74"N, 0°41'29.03"E	47°22'46.84"N, 0°40'1.38"E	47°22'31.24"N, 0°43'56.03"E	47°23'54.85"N, 0°40'2.01"E	47°26'57.26"N, 0°38'56.91"E	47°21'1.43"N, 0°38'42.77"E	44°21'12.57"N, 2°35'15.59"E	44°21'28.94"N, 2°33'39.46"E	44°21'30.63"N, 2°35'33.42"E
Surface	3300 m²	1890 m²	2520 m²	2100 m²	1000 m²	non communiqué	10530 m²	22945 m²	8960 m²
Nombre de pins et/ou de cèdres	15 pins	17 pins	15 pins	9 pins	20 pins	30 pins	11 pins 10 cèdres	9 pins	6 pins 1 séquoia

	Vichy	Aix-les-Bains		Bayonne			Lami	oalle	
Nombre de sites tests	1	1		3			4	ı	
Type de configuration	2 îlots boisés	alignement	îlot boisé	Arbre seul	Arbre seul	îlot boisé	îlot boisé	îlot boisé	îlot boisé
Description des sites	Groupe scolaire Pierre Coulon	Orée du Bois	Tennis de l'Aviron	Jardin Botanique	Ecole Brossolette	Les Olympiades	Piste d'athlétisme	Jardin public	Corne de Cerf
Géolocalisation	46° 8'25.05"N, 3°25'0.81"E et 46° 8'24.02"N, 3°25'1.08"E	45°41'8.06"N, 5°55'8.79"E	43°29'15.70"N, 1°28'50.45"O	43°29'31.00"N, 1°28'44.79"O		non communiqué	non communiqué	non communiqué	non communiqué
Surface	non communiqué	75 mètres	746 m²	146 m²	274 m²	non communiqué	non communiqué	non communiqué	non communiqué
Nombre de pins et/ou de cèdres	8 pins	9 pins 7 cèdres	8 pins	1 pin	1 pin	22 pins	40 pins	3 pins	10 pins

## **Annexe 2** : Description des dispositifs expérimentaux mis en place par chaque partenaire pour le piégeage des papillons

	Saint-Fargeau- Ponthierry	Obernai				Angers				Saint-Martin-de- Ré	Marennes	Entraunes [NATURA 2000]
Nombre de pièges installés	24		14 a) 1 b)	9	12 a) 1 b)	12 a) 2 b)	5 a) 5 b)	2 a) 1 b) 2 c)	7	17	6	28
Type de pièges	Procerex avec cuves		a) Mastrap b) Nufarm	Mastrap	a) Mastrap b) Nufarm	a) Mastrap b) Nufarm	a) Mastrap b) Procerex	a) Mastrap b) Nufarm c) Procerex	Mastrap	Mastrap	Mastrap	Icona
Type de phéromones	Biotop 3mg		Procerex	Procerex	Procerex	Procerex	Procerex	Procerex	Procerex	Procerex	Procerex	Procerex
Date de la pose des pièges	8 juin (sem 23)	pas de	29 mai (sem 22)	29 mai (sem 22)	29 mai (sem 22)	29 mai (sem 22)	15 mai (sem 20)	15 mai (sem 20)	15 mai (sem 20)	30 mai (sem 22)	29 mai (sem 22)	9 juillet (sem 28)
Premiers vols de papillons constatés	non relevé	piégeage effectué			20 juin (sem 25)						12 juin (sem 24)	non relevé
Relevés intermédiaires réalisés	non réalisé					non réalisé	oui	non réalisé				
Date de démontage du dispositif	28 septembre (sem 39)						15 septembre (sem 37)	23 août (sem 34)	9 octobre (sem 41)			

	Ly	on		Avignon		Nice	Tou	ilon		Rennes		Arzon
Nombre de pièges installés	10	49	12	13	30	9	Nufarm	Nufarm	5	5	5	24
Type de pièges	ProcessaTrap	Icona	Procerex	Procerex	Procerex	Processatrap Expert	Procerex	Procerex	Processatrap Expert	Processatrap Expert	Processatrap Expert	Procerex
Type de phéromones	Koppert	Procerex	Isagro 2mg	Isagro 2mg	Isagro 2mg	Phérodis	non communiqué	non communiqué	PHERODIS	PHERODIS	PHERODIS	Procerex
Date de la pose des pièges	22 juin (sem 25)	22 juin (sem 25)	15 juin (sem 24)	15 juin (sem 24)	15 juin (sem 24)	5 juillet (sem 27)	non communiqué	non communiqué	1er juin et 11 juin (sem 22 et 24)	1er juin et 11 juin (sem 22 et 24)	1er juin et 11 juin (sem 22 et 24)	10 juillet (sem 28)
Premiers vols de papillons constatés	17 juillet (sem 29)				25 juillet (sem 30)	non relevé	non r	elevé	sem 24 sem 24 sem 24			non relevé
Relevés intermédiaires réalisés	0	ui	oui (sur 3 pièges)	oui (sur 3 pièges)	oui (sur 6 pièges)	non réalisé	non r	éalisé	pics la sem 2	dernier vol sem 34 27 (17 pap) et la ser		non réalisé
Date de démontage du dispositif	13 sep (sen	tembre n 37)		28 septembre (sem 39)		12 octobre (sem 41)	non non communiqué communiqué		13 septembre é (sem 37)			12 octobre (sem 41)

		Orlé	ans	Joigny		Tours		St-Cyr-s	ur-Loire	Joué-les- Tours	Vichy	Aix-les-Bains
	ore de installés	6	6		4	4	7	5	7	13	6	4
Type de	e pièges	Trampa G	Procerex		Trampa G sacs polyP	Trampa G sacs polyP	Trampa G sacs polyP	Trampa G sacs polyP	Trampa G sacs polyP	Trampa G sacs polyP	Procerex	Entonnoir
	e de mones	Phérodis	Phérodis		Icona PP C/12	Icona PP C/12	Icona PP C/12	Icona PP C/12	Icona PP C/12	Icona PP C/12	Biotop 3mg	Long life Biobest
	e la pose pièges	11 juin (sem 24)	11 juin (sem 24)	pas de	1er juin (sem 22)	1er juin (sem 22)	1er juin (sem 22)	1er juin (sem 22)	1er juin (sem 22)	18 juin (sem 25)	27 juin (sem 26)	13 juillet (sem 28)
vols papi	miers s de illons statés		juin n 25)	piégeage effectué		non relevé		non relevé	non relevé	sem 26 - 27	non relevé	non relevé
intermé	evés édiaires lisés	0	ui		oui			oui	oui	oui	non réalisé	non réalisé
démont	e de tage du ositif		tobre n 41)		28 septembre (sem 39)			19 sep (sen	tembre n 38)	3 octobre (sem 40)	12 septembre (sem 37)	02 octobre (sem 40)

		Rodez			Bayonne			L	amballe	
Nombre de pièges installés	6	3	1	8	5 a) 1 b)	5	1 a) 1 b) 1 c)	1 a) 3 b)	1 a) 1 b)	1
Type de pièges		Entonnoir Ailettes + eau savonneuse				Fynert	a) Procerex b) Mastrap c) Entonnoir	ap b) Entonnoir b) Entonnoir		Entonnoir
Type de phéromones	Long life Syngenta	Long life Syngenta	Long life Syngenta	PHERODIS	PHERODIS	PHERODIS	non communiqué	non communiqué	non communiqué	non communiqué
Date de la pose des pièges	10 mai (sem 19)	10 mai (sem 19)	10 mai (sem 19)	30 Mai (sem 22)	1er juin (sem 22)	1er juin (sem 22)		(	19 juin (sem 25)	
Premiers vols de papillons constatés		non relevé			non relevé			n	on relevé	
Relevés intermédiaires réalisés		non réalisé			non réalisé				oui	
Date de démontage du dispositif		9 octobre (sem 41)	20 août (sem 34)			sem 38				

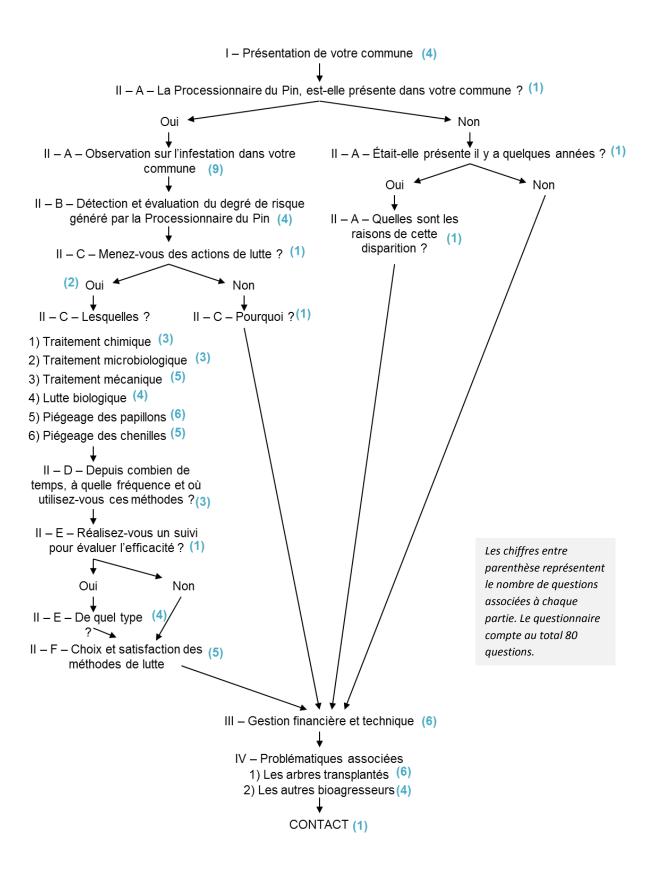
## **Annexe 3** : Résultats obtenus lors des comptages des nids en hiver 2012 et lors du piégeage des papillons en été 2012

	Saint- Fargeau- Ponthierry	Obernai				Angers				Saint-Martin- de-Ré	Marennes	Lyon		Avignon	
Nombre de papillons piégés au total 2011	non communiqué	00	340	305	430	201	390	285	155	585	227	730	24	119	67
Nb arbres relevés Témoin	20 arbres	pas de témoin		62 arbres							30 arbres	non communiqué		230 arbres	
Nombre nids 2012 Témoin	8	pas de témoin				1026				25	26	non communiqué		138	
Nb arbres relevés Test	60 arbres	20 arbres	97 pins 3 cèdres	18 arbres	66 arbres	22 arbres	11 pins 3 cèdres	6 arbres	31 arbres	30 arbres	30 arbres	34 arbres	38 arbres	46 arbres	76 arbres
Nombre nids 2012 Tests	146	14	48	92	179	42	44	53	73	8	11	83	0	61	14
Nombre de papillons piégés au total 2012	763	pas de comptage effectué	42							54	151	566	26	57	71

	Entraunes [NATURA 2000]	Nice	Toulon		Rennes			Arzon	Orléans		Joigny			Tours		
Nombre de papillons piégés au total 2011	87	700	28	9												
Nb arbres relevés Témoin	30 arbres	14 arbres	30 arbres	30 arbres	30 arbres	19 arbres	6 arbres	30 arbres	30	arbres		30 arbres			16 arbres	
Nombre nids 2012 Témoin	7	0	0	0	45	33	1	173	337		41			36		
Nb arbres relevés Test	30 arbres	18 arbres	30 arbres	30 arbres	30 arbres	21 arbres	25 arbres	29 arbres	30 arbres	60 arbres	6 arbres	52 arbres	1 arbre	15 arbres	17 arbres	15 arbres
Nombre nids 2012 Tests	11	5	0	1	43	50	9	192	32	19	24	55	32	85	17	106
Nombre de papillons piégés au total 2012	16	5	pas de c effe		99	98	27	404	123	282	pas de	comptage (	effectué	158	45	123

	St-Cyr-sur-Loire Joué-les- Tours		Joué-les- Tours Vichy		Aix-les- Bains	Rodez		Bayonne			Lamballe				
Nombre de															
papillons piégés au total															
2011															
Nb arbres relevés Témoin	24 8	ırbres	45 pins	68 arbres	10 arbres		21 arbres	nnnnnnnnnnn	CC	non mmuniqué		5 pins			
Nombre nids 2012 Témoin	(	60	3	21	10	non 0 communiqué			0						
Nb arbres relevés Test	9 arbres	20 arbres	30 arbres	8 arbres	9 arbres	21 arbres	9 arbres	7 arbres	8 arbres	1 arbre	1 arbre	22 pins	40 pins	3 pins	10 pins
Nombre nids 2012 Tests	52	42	123	35	43	9	12	4	47	7	5	non communiqué	non communiqué		non communiqué
Nombre de papillons piégés au total 2012	85	353	216	43	83	20	14	6	181	125	75	99	191	32	50

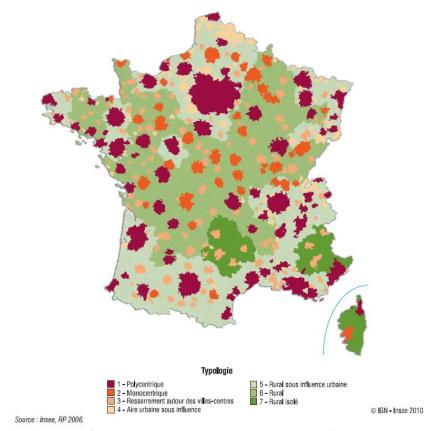
#### Annexe 4 : Structure générale du questionnaire 2012



#### **Annexe 5**: Quelques chiffres concernant l'e-mailing

	Mise en ligne 05/06/12	Relance 1 26/06/12	Relance 2 17/07/12	Relance 3 24/08/12	Relance 4 18/09/12	Relance 5 17/10/12
Mails envoyés par Plante&Cité	26 060	25 619	24 060	22 112	21 414	21 189
Mails reçus par les communes	25 202	24 892	23 584	21 690	20 960	20 740
Ouverture des mails par les communes	10 994	9 601	7 995	9 190	7 061	6 624
Personnes ayant ouvert le mail	4 993	4 645	4 100	4 691	3 521	3 288
Nombre de clics sur le lien de l'enquête	879	560	432	588	544	404
Personnes ayant cliqué sur le lien de l'enquête	600	411	306	408	375	267
Réponses au questionnaire	552	248	286	39	245	205
Réponses complètes au questionnaire	234	109	127	24	98	100
Réponses incomplètes au questionnaire	318	139	159	15	147	105

**Annexe 6** : Données INSEE concernant les types de communes sur le territoire métropolitain, 2010



Répartition des sept classes sur le territoire métropolitain

(Source: « Occupation du territoire et mobilités: une typologie des aires urbaines et rurales », INSEE, 2010).

#### Les évolutions de population dans les unités urbaines selon la taille

population en milliers, superficie en km², évolution en %

Taille des	Nombre	Nombre de communes		Populati	on		Densité		
unités urbaines (en milliers d'habitants)	d'unités urbaines		1999 <sup>1</sup>	2007 <sup>1</sup>	Évolution 2007/ 1999	Délimi- tation 1999	Délimi- tation 2010	Évolution 2010/ 1999	en 2010 (hab./ km²)
Ensemble urbain	2 233	7 227	45 759	47 883	4,6	100 022	118 757	18,7	403,20
dont centre	-	2 542	23 819	24 715	3,8	59 104	66 758	13,0	370,21
dont banlieue	-	4 685	21 940	23 168	5,6	40 918	51 999	27,1	445,55
Ensemble rural	-	29 343	12 760	13 912	9,0	443 919	425 184	- 4,2	32,72
Ensemble	2 233	36 570	58 519	61 795	5,6	543 941	543 941	0,0	113,61

<sup>1.</sup> Délimitation 2010.

Champ : France métropolitaine.

(Source : « Le découpage en unités urbaines de 2010 - L'espace urbain augmente de 19 % en une décennie », INSEE Première n° 1364, août 2011)

A	n	n	ρ	X	6	7	•
$\boldsymbol{\Gamma}$			_	л	_	•	

Graphiques présentant les résultats obtenus pour chaque question de l'enquête 2012

#### **ETAT DES LIEUX**

#### Types de communes ayant répondu à l'enquête

## 13% Rurale Périurbaine T2% Urbaine

Figure A : Pourcentages des types de communes ayant répondu à l'enquête (653 réponses).

#### Fonction de la personne répondant au questionnaire

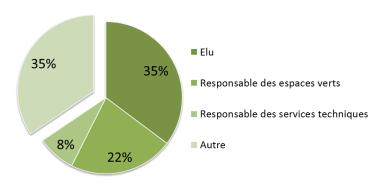


Figure B : Fonction des personnes ayant répondu à l'enquête (653 réponses).

#### Etat de la présence de la Processionnaire du Pin



Figure C : Etat de la présence de la Processionnaire du Pin (653 réponses).

## Raisons de la disparition de la Processionnaire du Pin dans certaines communes

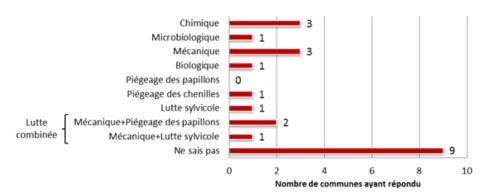


Figure D : Raisons de la disparition de la Processionnaire du Pin dans certaines communes (22 réponses).

## Depuis combien d'années observez-vous leur présence ?

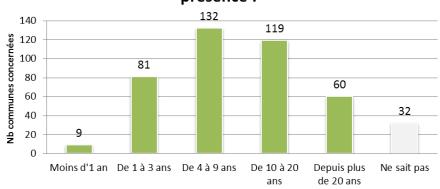


Figure E : Evaluation du nombre d'années de présence du ravageur sur les communes (433 réponses).

#### Où sont généralement localisés les nids de ces chenilles ?

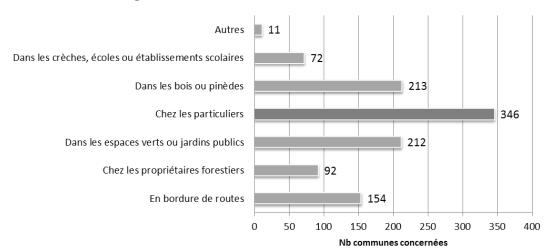


Figure F: Localisation des nids de chenilles (435 réponses).

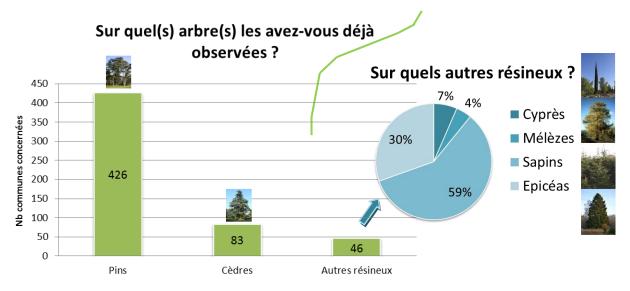


Figure G : Types d'arbres où sont signalés les nids de chenilles (435 réponses), sachant que sur cyprès et mélèzes elles ne peuvent pas survivre.

## La Processionnaire du Pin a infesté, sur votre commune :

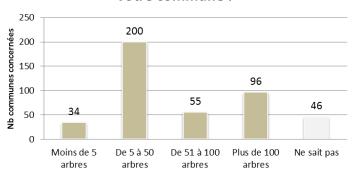


Figure H : Nombre d'arbres infestés (431 réponses).

#### Surface en hectare (ha) où la Processionnaire du Pin est présente :

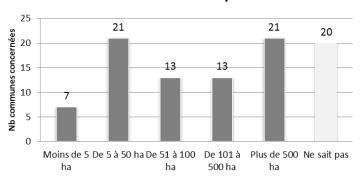


Figure I : Surface en hectares où la Processionnaire du Pin est présente (95 réponses).

## A quelle période observez-vous les chenilles en procession ?

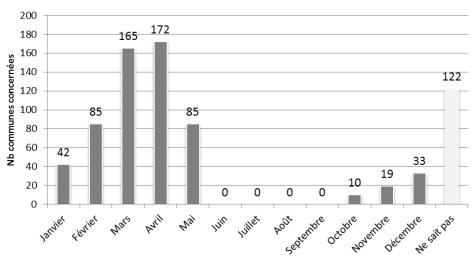


Figure J : Période d'observation des chenilles (435 réponses).

## Dans votre commune, la présence de la Processionnaire du Pin a été détectée initialement par :

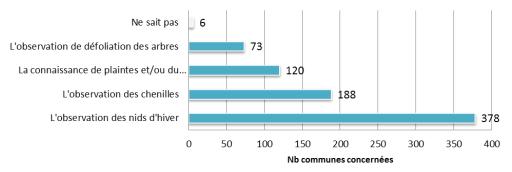


Figure K : Détection de la présence de la Processionnaire du Pin (435 réponses).

#### Lequel ou lesquels? Aviez-vous contacté un organisme ONF, CRPF, IDF pour signaler le problème? 3% 13% ■ Chambre d'Agriculture, SRAL, DDAF, 20% DRAAF, DSF, INRA FREDON, FDGDON... Oui 42% 21% 13% Firmes privées ou entreprises paysages Non 58% Associations diverses 30% Autes

Figure L : Signalement du problème auprès d'un organisme (407 réponses).

Figure M : Les organismes contactés (171 réponses).

## Dans votre commune, les risques causés sur la santé des arbres et des humains/animaux sont, selon vous :

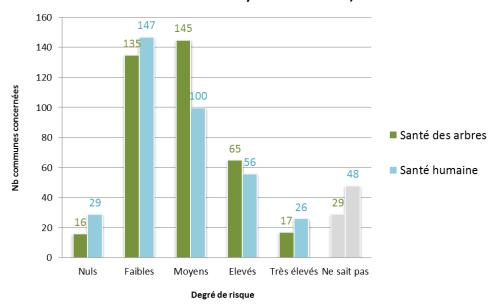


Figure N : Evaluation des risques sanitaires causés par la Processionnaire du Pin sur les arbres et sur les humains/animaux (407 réponses).

## Menez-vous des actions de lutte contre la Processionnaire du Pin?

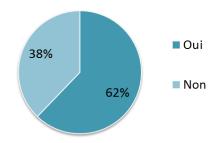


Figure O : Pourcentages des communes menant des actions de lutte ou non (402 réponses).

## Pourquoi ne menez-vous pas d'action de lutte contre la Processionnaire du Pin ?

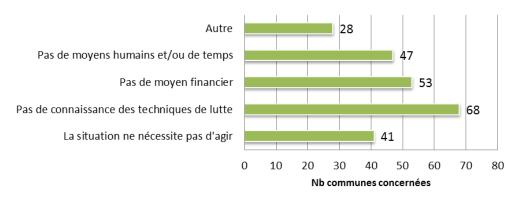


Figure P : Raisons pour lesquelles aucune action de lutte n'est menée (152 réponses).

#### Vous intervenez contre la Processionnaire du Pin à cause :

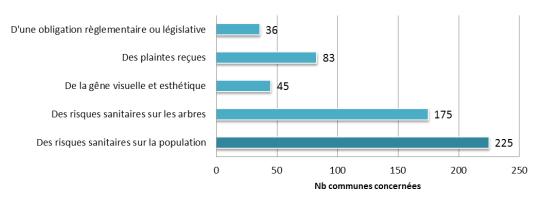


Figure Q : Raisons pour lesquelles une action de lutte est menée (250 réponses).

#### Quel(s) moyen(s) de lutte votre commune utilise-telle actuellement ?

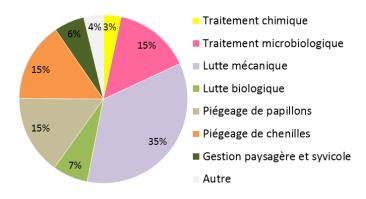


Figure R : Les moyens de lutte privilégiés par les communes (250 réponses).

#### Quels sont les moyens de lutte utilisés actuellement ?

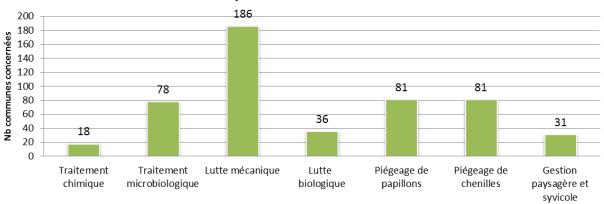


Figure S : Les techniques de lutte privilégiées par les communes (250 répondants).

#### La lutte combinée Lutte combinée (6 types de traitements) Lutte combinée (5 types de traitements) 13 Lutte combinée (4 types de traitements) 13 Lutte combinée (3 types de traitements) 50 Lutte combinée (2 types de traitements) 62 0 10 20 30 40 50 60 70 Nb communes concernées

Figure T : La lutte combinée (142 répondants).

#### Utilisation des techniques de lutte

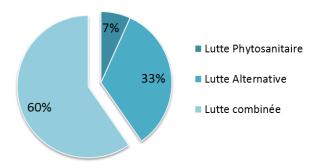


Figure U : Proportion des communes utilisant une ou plusieurs techniques de lutte (250 répondants).

#### TRAITEMENT CHIMIQUE

#### Le traitement chimique est réalisé par :

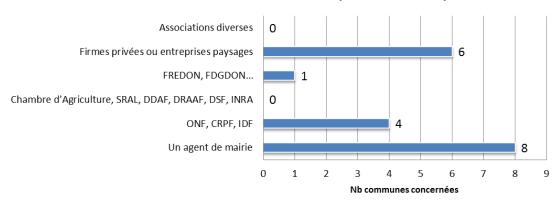


Figure V : Les organismes réalisant le traitement chimique (18 répondants).

## En moyenne, quelle surface traitez-vous (en ha) ?

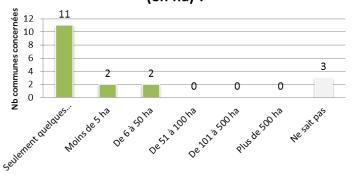


Figure W : Les surfaces traitées chimiquement (18 répondants).

#### A quelle période?

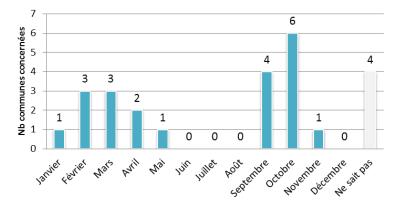


Figure X : Les périodes d'action du traitement chimique (18 répondants).

#### TRAITEMENT MICROBIOLOGIQUE

#### Le traitement microbiologique est réalisé par :

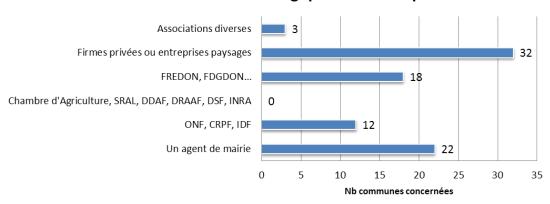


Figure Y : Les organismes réalisant le traitement microbiologique (78 répondants).

## En moyenne, quelle surface traitez-vous (en ha) ?

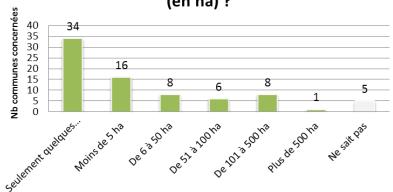


Figure Z : Les surfaces traitées microbiologiquement (78 répondants).

#### A quelle période?

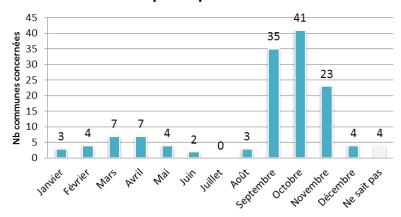


Figure AA: Les périodes d'action du traitement microbiologique (78 répondants).

#### **LUTTE MECANIQUE**

#### La lutte mécanique est réalisée par :

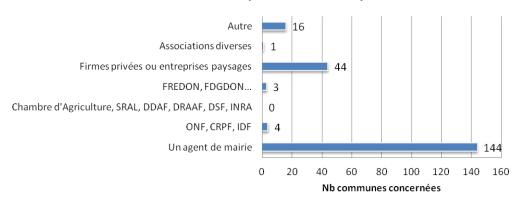


Figure AB: Les organismes réalisant la lutte mécanique (186 répondants).

## Quel est le nombre d'arbres traités par cette méthode ?

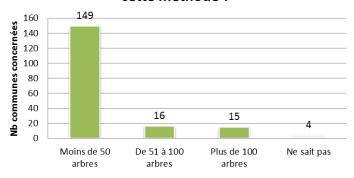


Figure AC : Le nombre d'arbres traités par la lutte mécanique (184 répondants).

#### 

Figure AD : Les périodes d'action de la lutte mécanique (184 répondants).

#### Que faites-vous des nids et chenilles récoltés ?

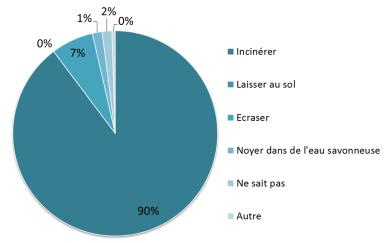


Figure AE : Le devenir des nids de chenilles récoltés (184 répondants).

#### **LUTTE BIOLOGIQUE**

#### La lutte biologique est réalisée par :

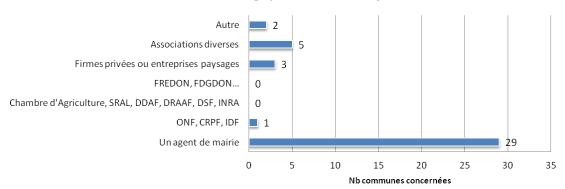


Figure AF: Les organismes réalisant la lutte biologique (36 répondants).

#### Ces nichoirs couvrent en surface (en ha) :

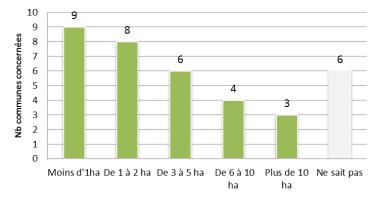


Figure AG : Surfaces couvertes par la lutte biologique (36 répondants).

#### Combien avez-vous posé de nichoirs?

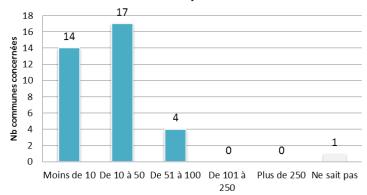


Figure AH : Nombre de nichoirs installés (36 répondants).

#### Nettoyez-vous les nichoirs à mésanges ?

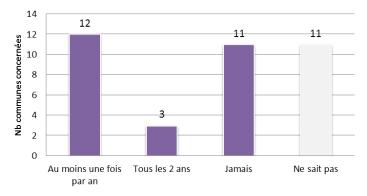


Figure AI : Le nettoyage des nichoirs par les communes (36 répondants).

#### PIEGEAGE DES PAPILLONS

#### Le piégeage des papillons est réalisé par :

#### Changez-vous la phéromone pendant cette Associations diverses période? Firmes privées ou entreprises paysages FREDON, FDGDON... Chambre d'Agriculture, SRAL, DDAF, DRAAF, DSF, INRA Oui ONF, CRPF, IDF 59% ■Non Un agent de mairie 70 0 70 80 10 20 30 40 50 60 Nb communes concernées

Figure AJ : Le changement de la phéromone par les communes en été (74 répondants).

Figure AL : Les organismes réalisant le piégeage des papillons (81 répondants).

#### Quelle est la surface traitée (en ha)?

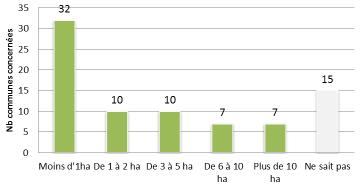


Figure AM : Surfaces couvertes par le piégeage des papillons (81 répondants).

#### Les pièges sont présents sur les sites pendant les mois de

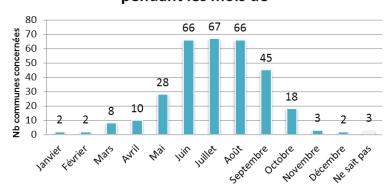


Figure AN : Périodes d'action par le piégeage des papillons (81 répondants).

#### **Vous utilisez:**

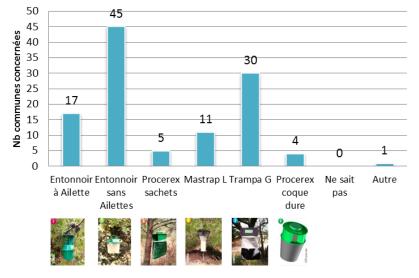


Figure AO : Types de pièges à phéromone utilisés (81 répondants).

#### Combien de pièges sont installés ?

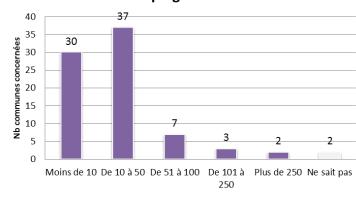


Figure AP : Nombre de pièges à phéromone installés sur l'ensemble de la commune (81 répondants).

#### **PIEGEAGE DES CHENILLES**

#### Le piégeage des chenilles est réalisé par :

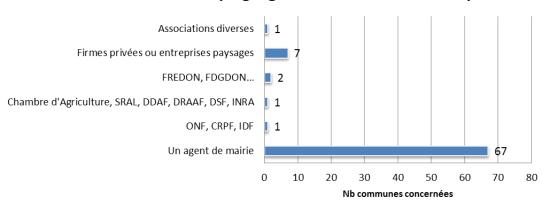


Figure AQ : Les organismes réalisant le piégeage des chenilles (81 répondants).

## Sur combien d'arbres posez-vous des pièges ?

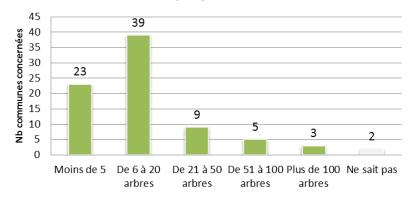


Figure AR : Le nombre d'arbres sur lesquels les pièges à chenilles sont posés (81 répondants).

#### A quelle période? 40 35 Nb communes concernées 28 30 26 25 19 20 14 15 9 10 0 Ne sait pas

Figure AS : Périodes d'action par le piégeage des chenilles (81 répondants).

#### **UTILISATION DES METHODES DE LUTTE**

Figure AT: Depuis combien de temps utilisez-vous ces techniques de lutte?

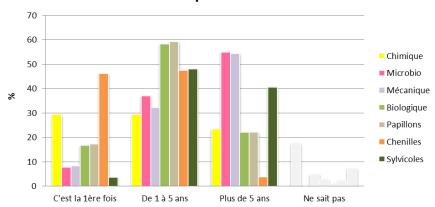


Figure AU: A quelle fréquence effectuez-vous le traitement?

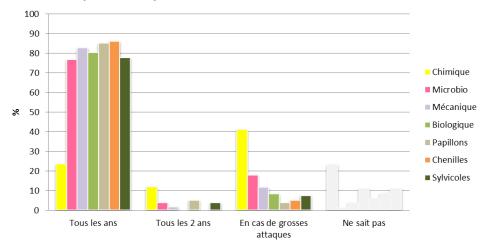
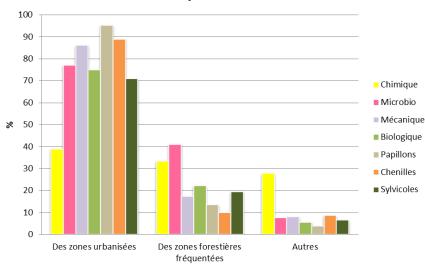


Figure AV: Dans quelle(s) zone(s) effectuez-vous ces techniques de lutte?



#### **SUIVI DES POPULATIONS ET SATISFACTION**

### Réalisez-vous un suivi afin de savoir si les traitements sont efficaces ?

## 42% • Oui • Non

Figure AW: Réalisation d'un suivi des populations (245 répondants).

#### Par qui est mis en œuvre ce suivi?

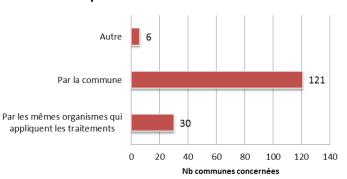


Figure AX : Les organismes menant ce suivi (143 répondants).

#### De quelle nature est ce suivi?

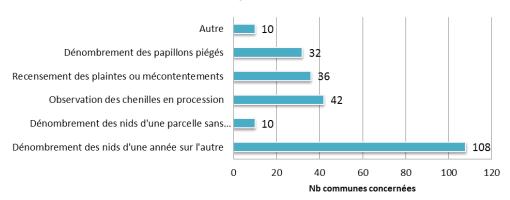


Figure AY: Les différents types de suivi effectués (143 répondants).

#### Vous avez observé l'année suivante du traitement ?

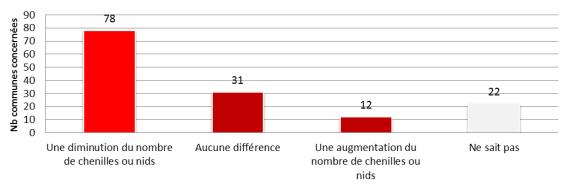


Figure AZ : Les tendances d'évolution des populations de Processionnaires du Pin (143 répondants).

#### Le pourcentage de Processionnaire du Pin a, selon vous, diminué de :

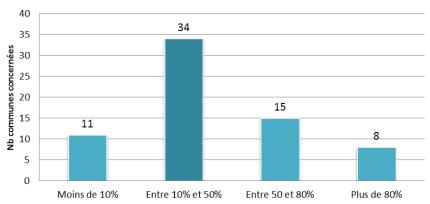


Figure BA: Les % de diminution évalués (68 répondants).

Figure BB : Quelle est la principale raison de votre choix de méthode de lutte ?

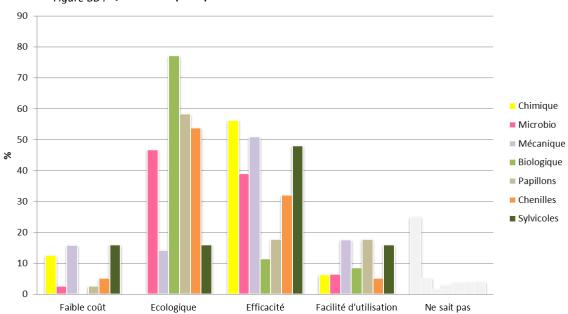
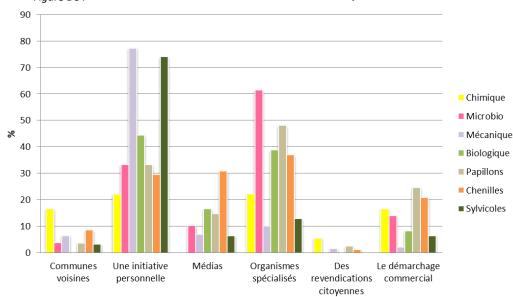


Figure BC: Comment avez-vous eu connaissance de ces techniques de lutte?



## Quelles méthodes pourriez-vous envisager dans le FUTUR, de continuer et/ou mettre en place ?

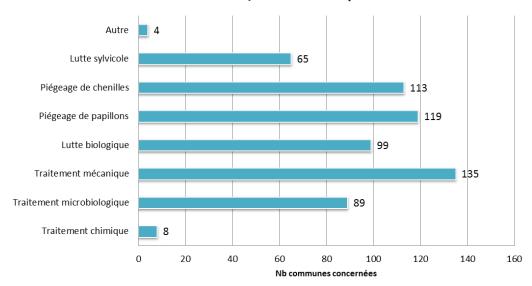


Figure BD : Les moyens de lutte privilégiés dans le futur par les communes (245 répondants).

#### Informez-vous les citoyens sur la Processionnaire du Pin concernant :

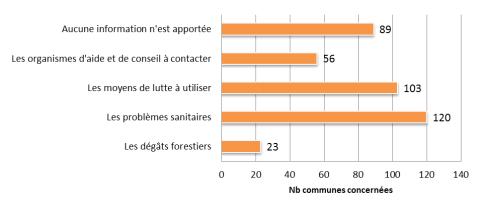


Figure BE : Information apportée aux citoyens par les communes concernant la lutte (245 répondants).

#### Quelle forme prend cette sensibilisation?

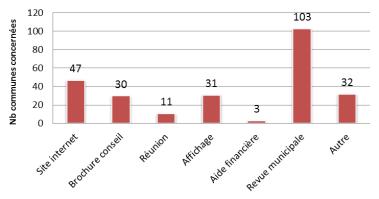


Figure BF : Les différentes formes de sensibilisation (245 répondants).

#### **GESTION FINANCIERE ET TECHNIQUE**

#### Votre commune s'est engagée dans :

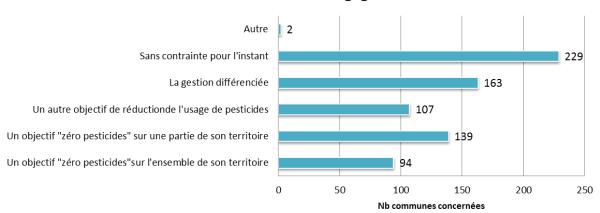


Figure BG: Engagement des communes dans d'autres objectifs (620 répondants).

#### Cet objectif est-il atteint?

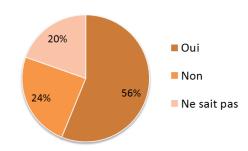


Figure BH: Objectifs atteints ou non (194 répondants).

#### Quels sont vos besoins concernant la lutte contre la Processionnaire du Pin ?

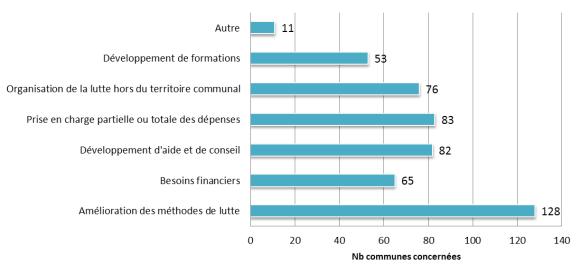


Figure BI : Les besoins des communes dans la lutte (250 répondants).

#### PROBLEMATIQUES ASSOCIEES: « LES ARBRES TRANSPLANTES »

### Vous est-il arrivé de planter de grands arbres dans votre commune ?

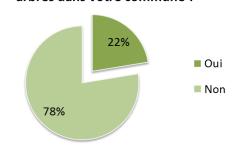


Figure BJ : La transplantation des arbres (571 répondants).

# De quelles espèces s'agissait-il ? 120 111 120 80 80 60 40 20 18 15 17

Figure BK : Les espèces transplantées (128 répondants).

Oliviers

Palmiers

Autres feuillus

Autres

conifères

## Certains de ces arbres avaient-ils pour origine des pays "méditerranéens" ?

0

Pins ou cèdres

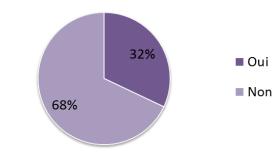


Figure BL : Les origines de ces arbres (128 répondants).

## De quel pays est votre fournisseur principal ?

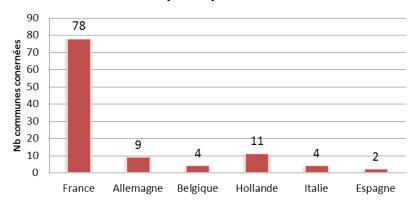
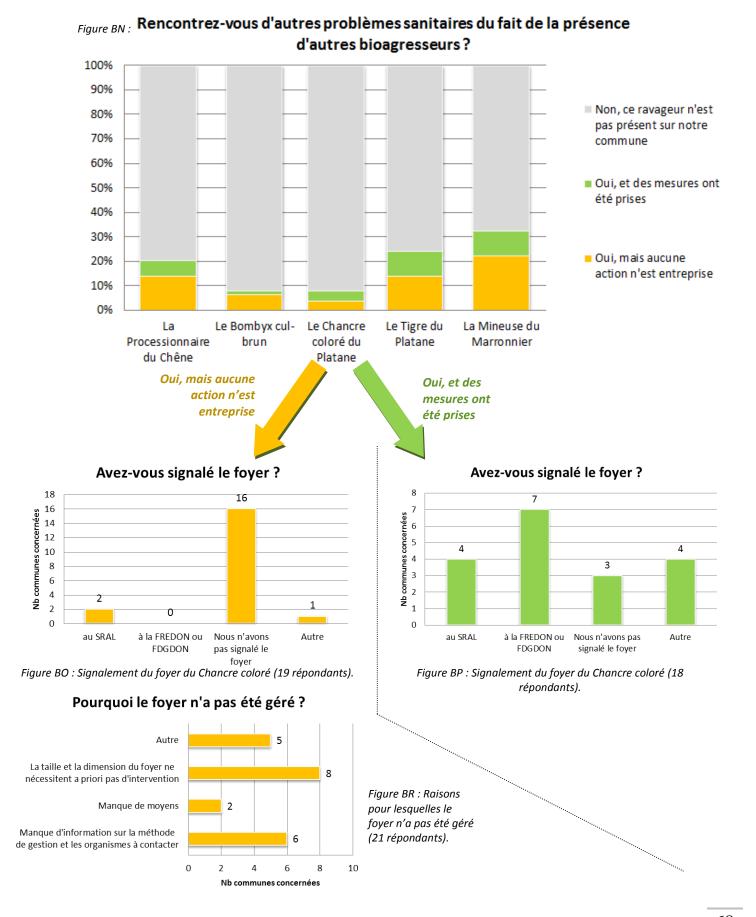


Figure BM : Les fournisseurs des arbres transplantés (106 répondants).

#### PROBLEMATIQUES ASSOCIEES: « LES AUTRES BIOAGRESSEURS »



**Annexe 8** : Cartographies des emplacements des pièges pour cette année 2012

