



HAL
open science

Réguler la processionnaire du pin en favorisant la nidification des mésanges : résultats de 8 à 10 années d'études

Jean Claude Martin, Mehdi Pringarbe, Marianne Correard, Norbert Turion,
Olivier Gilg, Frederic Jean

► To cite this version:

Jean Claude Martin, Mehdi Pringarbe, Marianne Correard, Norbert Turion, Olivier Gilg, et al.. Réguler la processionnaire du pin en favorisant la nidification des mésanges : résultats de 8 à 10 années d'études. AFPP – 4. conférence sur l'entretien des jardins végétalisés et infrastructures Toulouse, Association Française de Protection des Plantes (AFPP). FRA., Oct 2016, Toulouse, France. 10 p. hal-01606368

HAL Id: hal-01606368

<https://hal.science/hal-01606368>

Submitted on 5 Jun 2020

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

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



Distributed under a Creative Commons Attribution - ShareAlike 4.0 International License

**REGULER LA PROCESSIONNAIRE DU PIN EN FAVORISANT LA NIDIFICATION DES MESANGES :
RESULTATS DE 8 A 10 ANNEES D'ETUDES**

J.C. MARTIN*, M. PRINGARBE*, M. CORREARD*, N. TURION*, O. GILG* et F. JEAN**

*Inra UE0348 Site Agroparc 84914 Avignon cedex 9 France
jean-claude.martin@inra.fr

**Inra UR0629 Site Agroparc 84914 Avignon cedex 9 France

RÉSUMÉ

Au cours des années 2006 à 2009, quatre sites régulièrement infestés par la processionnaire du pin ont été équipés de nichoirs à mésange et suivis jusqu'à ce jour. Plusieurs modalités ont été testées entre 6 et 20 nichoirs à l'hectare. Avant l'expérimentation et depuis 2 décennies, ces sites avaient fait l'objet de campagnes quasi récurrentes de traitements aériens à base de BtK contre ce ravageur. La dynamique de la processionnaire du pin est suivie annuellement dans chaque site par les dénombrements de nids d'hiver. De même, la colonisation des nichoirs par les mésanges est notée chaque année.

Les résultats montrent une relation positive entre le nombre de nichoirs installés à l'hectare et nombre de couvées de mésanges. Dans chacun de ses sites, la dynamique de la processionnaire du pin est maintenue à un niveau tolérable et significativement inférieur au témoin. L'effet prédation par la mésange, favorisé par la pose de nichoirs semble avoir atteint l'objectif recherché de régulation biologique de ce ravageur.

Mots-clés : processionnaire du pin, biocontrôle, *Parus sp.*, santé publique, Ecophyto

SUMMARY

During the years 2006 to 2008, four sites regularly infested by the pine processionary were equipped with tit nest boxes. Several methods were tested between 6 and 20 nest boxes per hectare. Before experimentation and for 2 decades, these sites had been almost recurrent campaigns of aerial treatments with BtK against this pest. The dynamics of pine processionary is followed annually in each site counting winter nests. Similarly, colonization by tit nest boxes is noted each year.

The results show a positive relationship between the number of nest boxes installed per hectare and the number of broods of tits. In each of its sites, the dynamics of the pine processionary is kept at a tolerable level and significantly lower than the control. The predation effect by the tit, favoured by installing nest boxes seems to have achieved the objective of biological control of this pest.

Keywords: pine processionary moth, biocontrol, *Parus sp.*, health risks, Ecophyto

INTRODUCTION

Dans les espaces fréquentés par le public, la chenille processionnaire est responsable d'affections graves chez l'homme mais aussi chez les animaux. En effet, dès le 3^{ème} stade larvaire, les chenilles libèrent dans l'air des soies urticantes lorsqu'elles se sentent agressées. Elles sont ainsi responsables de graves lésions cutanées, respiratoires ou ophtalmiques sur l'homme et les animaux. A cela s'ajoute un aspect inesthétique dû aux nids d'hiver et aux dégâts sur les arbres occasionnés par ce ravageur. Pour toutes ces raisons, les gestionnaires forestiers sont fortement sollicités pour agir et lutter contre la processionnaire du pin. Au cours de cette dernière décennie, l'INRA, au sein de l'Unité expérimentale Entomologie et Forêt Méditerranéenne (UEFM) a mis au point divers outils respectueux de l'environnement pour la gestion de cet insecte. A partir de l'année 2006, l'UEFM en partenariat avec des collectivités territoriales et l'ONF, décidaient d'expérimenter la lutte biologique en favorisant la prédation par les mésanges (*Parus spp.*). Pour situer le contexte de la mise en place de cette étude, elle a commencé avant le Grenelle de l'Environnement et le Plan Ecophyto. A cette période, c'était un véritable challenge d'étudier des alternatives biologiques aux traitements phytosanitaires contre la processionnaire du pin alors pratiqués annuellement en France par pulvérisation aérienne, sur plus de 30 000 hectares.

Les mésanges sont des oiseaux insectivores, généralistes, connus pour leur prédation importante de chenilles processionnaires du pin (Biliotti, 1958), (Pimentel et al, 2007), (Martin et al, 2013). Aux quatrième et cinquième stades larvaires, cet oiseau insectivore prélève les chenilles à l'intérieur du nid d'hiver en perforant la soie de ce dernier. En quelques jours le nid est vidé de son contenu en laissant un orifice caractéristique, de gros diamètre (environ 30 mm), signe caractéristique de la mésange. Sur les plus jeunes stades larvaires de la processionnaire du pin, l'action prédatrice des mésanges est plus difficilement observable.

Un avantage majeur de ces oiseaux sédentaires réside dans leur opportunisme tant alimentaire qu'au niveau du choix des sites de nidification. Les premières études conduites en verger, montrent que la pose de nichoirs à mésange favorise la nidification des mésanges (Bouvier, 2005).

Partant de ces constats, l'UEFM a installé à partir de l'année 2006, plusieurs dispositifs expérimentaux dans le Sud-Est de la France, soit un ensemble de 1139 nichoirs à mésange répartis sur une surface totale de 82 hectares.

L'hypothèse, alors testée était la suivante : **la pose de nichoirs en forêt induirait d'une part une augmentation des populations de mésanges et d'autre part, une diminution des populations de chenilles processionnaires du pin et de leurs dégâts, permettant ainsi de réguler ces dernières sans avoir recours à d'autres stratégies de gestion.**

MATERIEL ET MÉTHODE

D'importants dispositifs expérimentaux équipés de nichoirs à mésanges ont été installés entre 2006 et 2009 afin de suivre cette relation proies-prédateurs (processionnaires du pin-mésanges) sur 4 sites naturels (tableau 1) :

- Le Parc Départemental de l'Arbois (13)
- La Réserve Naturelle de la Sainte Victoire (13)
- Le Parc Départemental de la Brague (06)
- La Réserve de Biosphère du Mont Ventoux (84)

Ses sites sont infestés de façon récurrente par la processionnaire du pin et font l'objet de traitements aériens annuels quasi systématiques (à l'exception du Mont Ventoux) jusqu'au début de notre expérimentation. A chaque site « nichoirs » de l'Arbois, de la Sainte Victoire et du Mont Ventoux, sont

associés respectivement un site témoin. Au Parc Départemental de la Brague aucun témoin de proximité n'a pu être associé à cause de la forte pression urbaine autour du site. Dans tous les dispositifs expérimentaux nichoirs et témoin, les gestionnaires se sont engagés à ne pas mettre en œuvre d'autres stratégies de lutte contre la processionnaire du pin pendant toute la durée de l'expérimentation.

Modalités : Les nichoirs installés à ce jour, sont tous constitués de béton allégé par des particules de bois (figure 1.1). Ils pèsent 3.5 Kg et possèdent un orifice de diamètre 32 mm, taille optimale pour les mésanges charbonnières (*Parus major*). Néanmoins, d'autres mésanges peuvent nicher comme la mésange bleue, noire, huppée et nonette, mais aussi d'autres passereaux (sitelle torchepot, gobe-mouche noir, moineau friquet ou domestique...). Sur le site du Parc Départemental de la Brague, les nichoirs initiaux étaient en bois. Au cours des cinq années suivant la pose, ils ont dû être tous remplacés par du béton allégé de bois à cause des dégradations occasionnées par les pics, la croissance des arbres et le climat.

Plusieurs densités de nichoirs, entre 6 et 20 nichoirs par hectare ont été installées (tableau 1). Ils sont répartis de manière homogène à une hauteur moyenne de 3 mètres. Sur le site Réserve Naturelle de la Sainte Victoire, certains nichoirs ont été placés entre 1 et 3 mètres par manque de support végétaux particulièrement sur un secteur (zone 3) à garrigue dégradée. Cette dernière situation n'est pas favorable à la nidification des mésanges. Globalement, les nichoirs ne sont pas orientés vers les vents dominants pour chacun des sites.

Tableau 1 : Modalités de pose des nichoirs pour chaque site expérimental

Table 1 : Nest box installation modalities for each experimental site

Sites et gestionnaires	Surface (ha)	Nombre de nichoirs par ha (moyenne)	Nombre total de nichoirs pour le site	Modèle nichoirs (diamètre 32mm)	Date de mise en place du dispositif
Parc Départemental Arbois (CD13)	2,5	6,4	16	béton-bois	2006
Réserve Naturelle Sainte Victoire (CD13) Zone 1	12.4	16	194	béton-bois	2007
Réserve Naturelle Sainte Victoire (CD13) Zone 2	25	16	394	béton-bois	2007
Réserve Naturelle Sainte Victoire (CD13) Zone 3	14.6	16	227	béton-bois	2007
Parc Départemental de la Brague 1 (CD06)	14,5	10,4	151	Bois, puis béton-bois	2008
Parc Départemental de la Brague 2 (CD06)	3	18,3	55	bois, puis béton-bois	2008
Parc Départemental de la Brague 3 (CD06)	1	20	20	bois, puis béton-bois	2008
Réserve de Biosphère du Mont Ventoux (CD84 & ONF)	10	8,1	81	béton-bois	2009

Suivi de la dynamique de colonisation des nichoirs par les mésanges : le contrôle de la nidification est fait annuellement, à l'automne. Les nids de mésanges sont caractéristiques par leur composition de mousse et de poils d'animaux sur la dernière couche. Lorsqu'un même nichoir a eu deux couvées, les nids sont empilés et les strates reconnaissables. Lors du contrôle automnal, les nichoirs sont nettoyés et vidés.

Suivi de la dynamique de la processionnaire du pin : le dénombrement des nids d'hiver du ravageur est fait annuellement en février-mars. Les nids sont géoréférencés et les données sont traitées par SIG. Dans l'ensemble des sites à l'exception du Parc Départemental de la Brague, tous les nids sont relevés de façon exhaustive. Dans le Parc départemental de la Brague, seulement des placettes identifiées de 30 arbres sont suivies annuellement. La densité moyenne échantillonnée pour ce site, est d'une placette pour 2 hectares (avec un minimum d'une placette pour les plus petits sites).

Paramètres analysés : Evolution du nombre de couvées, évolution du nombre de nids de processionnaires du pin et Relation nombre de nichoirs par hectare / nombre de couvées / abondance du ravageur.

La méthode expérimentale s'appuie sur les méthodes utilisées en expérimentation phytosanitaire (traitement conventionnel ou piégeage de masse des adultes mâles). En effet, dans cette étude, une variable seulement sera comparée pour évaluer l'impact ou l'efficacité de la méthode en prenant en compte la dynamique naturelle du témoin associée à chaque site, d'une année à l'autre. Dans ce cas, il s'agit de comparer la variable « nichoirs » ou « non nichoir » sur le devenir des populations de processionnaire du pin. L'hypothèse retenue étant que le témoin associé à chaque site, choisi à proximité et avec les mêmes caractéristiques de milieu, subit les mêmes contraintes que les sites « nichoirs », à l'exception de la contrainte « prédation » favorisée par la pose de nichoirs à mésanges. La formule d'Henderson et Tilton (Henderson et al, 1955) permettra de chiffrer l'effet « nichoirs ». Cette formule a néanmoins des limites d'utilisation, en particulier lorsque la zone « témoin » est en début de rétrogradation et que la zone « traitée » poursuit sa progradation, même plus lente. Dans ce cas, l'effet « traitement (nichoirs) est inversé. Ainsi, pour pallier à ce problème, les résultats seront lissés en analysant la moyenne du nombre de nids de processionnaire du pin dénombrés pour l'ensemble des années à partir de la pose de nichoirs, jusqu'au premier pic de colonisation des nichoirs comparée aux données suivantes. (Les premiers pics de colonisation sont colorés en vert dans les tableaux 2 & 3).

Formule d'Henderson et Tilton : $\% \text{ corrigé} = \left(1 - \frac{nT \times nM'}{nT' \times nM}\right) \times 100$

nT = Nombre moyen de nids de chenilles dans le Témoin pour la période « pose des nichoirs/premier pic de couvées en zone nichoirs »

nT' = Nombre moyen de nids de chenilles dans le Témoin après le pic de couvées

nM = Nombre moyen de nids de chenilles dans la zone nichoirs à Mésange pour la période « pose des nichoirs/premier pic de couvées »

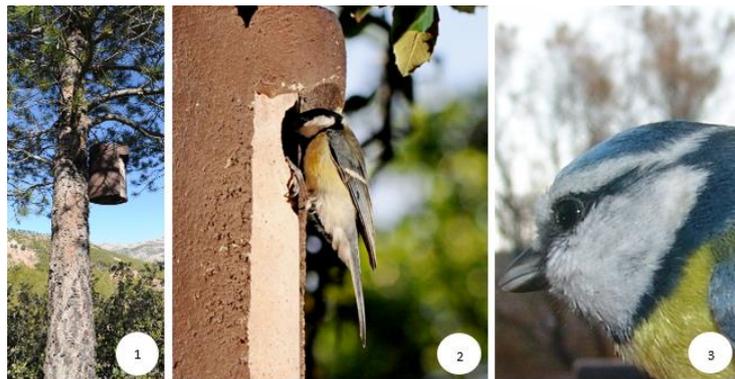
nM' = Nombre moyen de nids de chenilles dans la zone nichoirs à Mésange après le pic de couvées

Figure 1 :

- 1) Nichoir bois béton installé dans tous les dispositifs expérimentaux à ce jour
- 2) Mésange charbonnière *Parus major* (Linnaeus 1758) nourrissant sa couvée
- 3) Mésange bleue *Cyanistes caeruleus* (Linnaeus, 1758)

Figure 1 :

- 1) Wood and concrete nesting box installed in all experimental systems
- 2) Tit *Parus major* (Linnaeus 1758) feeding her brood
- 3 Tit *Cyanistes caeruleus* (Linnaeus, 1758)



RESULTATS

Dynamique de colonisation des nichoirs (tableau 2) :

Le suivi annuel systématique des nichoirs a permis d'observer une progression du nombre de couvées sur la plupart des sites expérimentaux au cours des 4 ou 5 premières années après la pose des nichoirs. Ensuite, le nombre de couvées a oscillé, tout en maintenant au cours du temps, une moyenne plus ou moins élevée selon les caractéristiques du milieu et la ressource alimentaire. Trois exemples : le milieu type garrigue du site de la Réserve Naturelle de la Sainte Victoire avec 0,1 nichoir colonisé par hectare, est moins favorable à l'habitat des mésanges. Inversement, les forêts mélangées de pins et de chênes

des Parcs Départementaux de la Brague correspondent à un habitat privilégié des mésanges. En effet, sur le site Brague 3, seulement deux années après la pose, 11 nichoirs par hectare ont été colonisés. Le site du Parc départemental de l'Arbois, installé depuis 10 ans, a subi à plusieurs reprises (2008, 2010), de fortes modifications du milieu (élagage sévère et débroussaillage pare-feu...), lesquelles ont eu un impact négatif sur la nidification des mésanges (aucune couvée, ces années-là).

Tableau 2 : Résultat des dénombrements de couvées totales obtenues pour chaque site expérimental nichoirs. La cellule colorée en vert correspond aux premiers pics de couvées atteints avant la phase d'oscillation.

Table 2 : Number of broods for each experimental site. The green coloured cell corresponds to the first peak of broods reached before the swing phase.

Nombre de couvées (moyenne par hectare et par site)								
Années	Arbois	Sainte Victoire 1	Sainte Victoire 2	Sainte Victoire 3	Brague 1	Brague 2	Brague 3	Mont Ventoux
2006	Pose nichoirs							
2007		Pose nichoirs	Pose nichoirs	Pose nichoirs				
2008					Pose nichoirs	Pose nichoirs	Pose nichoirs	
2009	0,4	0,3	0,1	0,0	0,8	1,3	3	Pose nichoirs
2010	0	0,4	0,4	0,0	1,2	1,3	11	0,8
2011	1,6	0,4	0,5	0,2	1,5	2	5	0,5
2012	1,2	0,5	0,6	0,2	2,1	3	9	1,4
2013	0,4	0,4	0,2	0,2	1,4	2,7	6	1,2
2014	1,2	0,6	0,4	0,1	1,7	2,3	5	1,1
2015	1,2	0,8	0,6	0,1	1,6	2	7	2,5

Abondance de la processionnaire du pin (tableau 3) :

Tableau 3 : Comparaison des dynamiques de population de la processionnaire du pin entre les parcelles Témoin et Nichoirs pour chacun des 3 sites Arbois, Sainte Victoire et Ventoux au cours de la période 2007-2015 (en nombre de nids de processionnaire du pin /hectare)

Table 3 : Comparison of the pine processionary moths population dynamics between the control and nest box plots for each of the 3 Arbois, Sainte Victoire and Ventoux sites over the 2007-2015 period (in numbers of processionary moth nests per hectare)

Nombre de nids de processionnaire du pin (moyenne par hectare et par site)								
Années	Arbois Témoin	Arbois nichoirs	Sainte Victoire Témoin	Sainte Victoire (nichoirs) 1	Sainte Victoire (nichoirs) 2	Sainte Victoire (nichoirs) 3	Mont Ventoux Témoin	Mont Ventoux nichoirs
2006		103,2						
2007	16,7	103,2						
2008	3,3	4,0						
2009	3,3	27,2	4,2	6,3	4,3	26,9	65,2	48,6
2010	6,0	12,8	11,8	10,4	7,2	32,5	249,1	164,9
2011	6,0	8,4	2,7	0,6	0,6	6,3	31,1	21,1
2012	1,3	11,6	3,2	0,1	0,3	2,5	39,5	36,8
2013	3,3	15,2	1,7	0,4	0,4	13,2	117,5	28,1
2014	1,3	4,4	3,2	1,2	0,4	18,0	568,6	77,6
2015	17,3	5,2	3,3	0,5	0,8	7,8	761,8	178,1

Les dénombrements de nids d'hiver effectués chaque année en janvier ou février permettent de suivre la dynamique de la processionnaire du pin. De façon générale, la processionnaire du pin suit une dynamique temporelle cyclique. Un cycle complet est appelée « gradation » avec des phases de

progradation, culmination et de rétrogradation (Demolin, 1969). Au cours de la dernière période, des phases de culmination ont été observées en 2007 et en 2015 dans le Sud-Est de la France (source INRA).

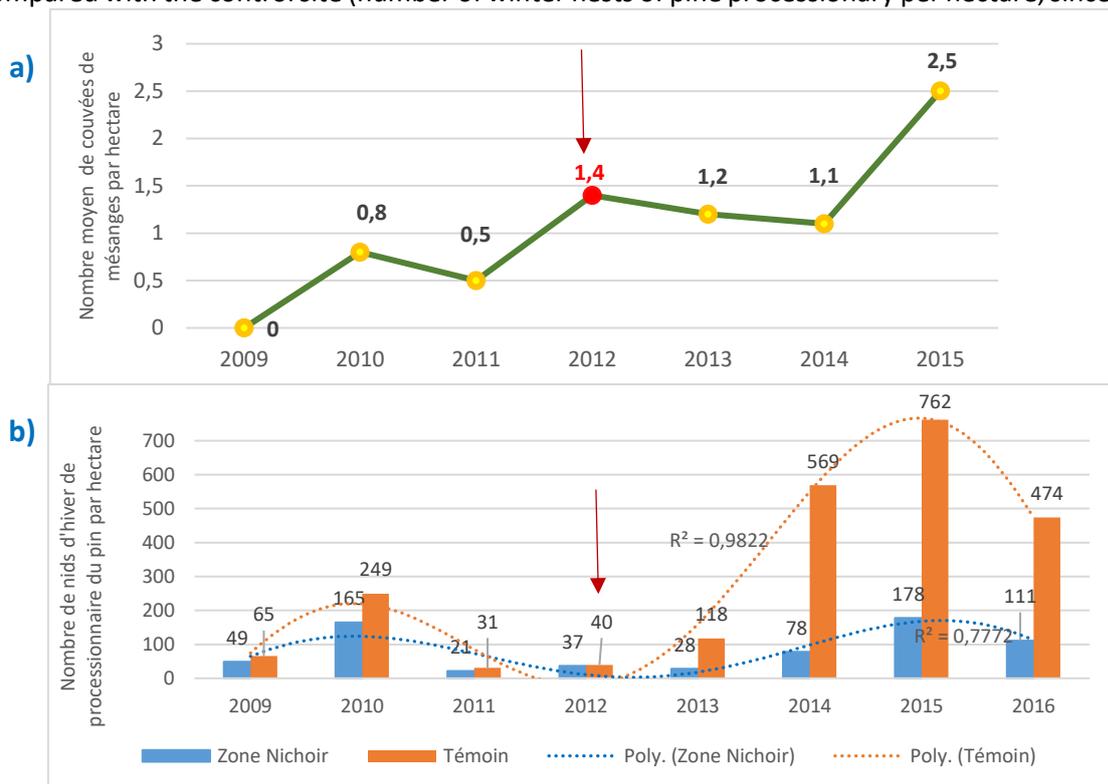
Dans les sites expérimentaux nichoirs, au cours des 4 ou 5 premières années après la pose des nichoirs, la processionnaire du pin suit la même dynamique que dans les témoins. Au-delà de cette période, un décrochage est observé dans les sites nichoirs par rapport au témoin (tableau 3). La culmination de 2015 est totalement écartée dans l'ensemble des sites nichoirs. Sur le site de la Réserve de Biosphère du Mont Ventoux, le plus infestée par la processionnaire du pin, la progradation amorcée en 2013, 2014 jusqu'à la culmination en 2015 est nettement moins marquée dans la zone nichoirs que dans le témoin : le pic de 2015 avec 760 nids par hectare dans la zone témoin, bien que très élevé n'a atteint que 178 nids par hectare en zone nichoirs (figure 2-b). Ces résultats sont fortement liés aux nombre de couvées de mésanges dénombrées pour ce site au-delà des 4 premières années (premier pic après la pose des nichoirs) (figure 2-a).

Figure 2 : a) Dynamique de colonisation des nichoirs à mésanges (en nombre de couvées par hectare) sur le site de la Réserve de Biosphère du Mont Ventoux depuis 2009

b) Evolution de la dynamique de la processionnaire du pin sur le site nichoirs de la Réserve de Biosphère du Mont Ventoux, comparée avec le site témoin (en nombre de nids d'hiver de chenilles processionnaires du pin par hectare depuis 2009)

Figure 2 : a) Dynamics of the nesting Tit colonization (number of broods per hectare) on the site of the Biosphere Reserve of Mont Ventoux, since 2009

b) Evolution of the pine processionary dynamics on the site of the Biosphere Reserve of Mont Ventoux, compared with the control site (number of winter nests of pine processionary per hectare, since 2009).

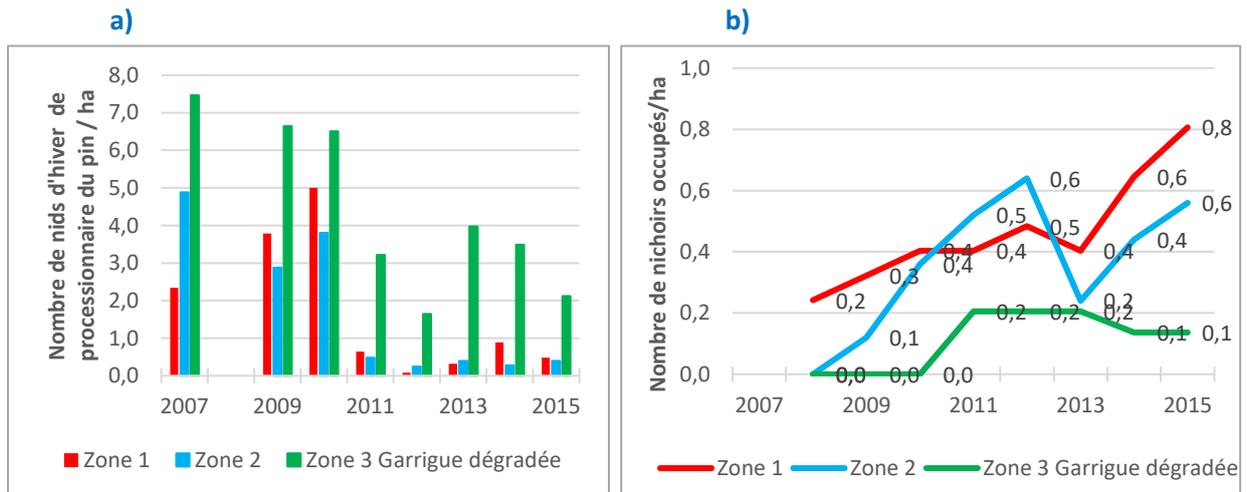


Au niveau du site nichoirs de la Réserve Naturelle de la Sainte Victoire (figure 3), trois structures paysagères influençant fortement l'habitat des mésanges, sont prises en compte pour l'analyse des résultats. Ce site est caractérisé pour les zones 1 et 2, par un milieu de garrigues mature et/ou juvénile et pour la zone 3 de garrigue particulièrement dégradée. Dans cette dernière zone, le milieu n'est pas favorable à la présence des mésanges. En effet, au cours des 4 dernières années, le taux de colonisation des nichoirs est resté compris entre 0,1 et 0,2 nichoir colonisé par hectare (figure 3-b). En lien avec ce résultat, dans cette même zone 3, l'infestation de la processionnaire du pin est plus forte (figure 3-a).

Dans les deux autres zones de garrigues mature et juvénile, le taux de colonisation, bien que faible a atteint 0,8 nichoir par hectare en 2015 (zone 1) parallèlement, la processionnaire du pin est très peu présente (1 nid pour 2 hectares, moyenne 2015).

Figure 3 : Evolution des dynamiques **a)** de la processionnaire du pin en nombre de nids d'hiver par hectare et **b)** de colonisation des nichoirs à mésanges (en nombre de couvées par hectare) pour les 3 types d'habitats du site nichoirs de la Réserve naturelle de la Sainte Victoire. Modalité : 16 nichoirs par hectare.

Figure 3: Evolution of pine processionary moth dynamic **a)** and Tit nesting boxes colonization **b)** for the 3 types of habitats on the site of the Natural Reserve of Sainte Victoire (in number of winter nests per hectare). Label : 16 nest boxes per hectare.



Relation entre les variables « couvées de mésanges » et « nids d'hiver de processionnaire du pin » :

D'une manière générale, une relation positive est observée entre le nombre de couvées observées par hectare pour chaque modalité (6, 8, 10, 18 et 20 nichoirs par hectare) et le nombre de nids d'hiver de processionnaire du pin pour les mêmes sites (figure 4). Néanmoins, ces observations sont obtenues sur plusieurs sites distants avec des milieux extrêmement variés depuis la garrigue dégradée (0.1 couvée par hectare) à l'habitat le plus favorable à la mésange, le mélange chênes-pins (jusqu'à 11 couvées par hectare en 2009). **Pour cette raison, aucune corrélation ne pourra être faite entre les variables « nombre de couvées par hectare » vs « nombre de nichoirs installés à l'hectare » ou « nombre de couvées par hectare » vs « nombre de nids d'hiver de processionnaires du pin à l'hectare » malgré la relation forte observable (figure 4).**

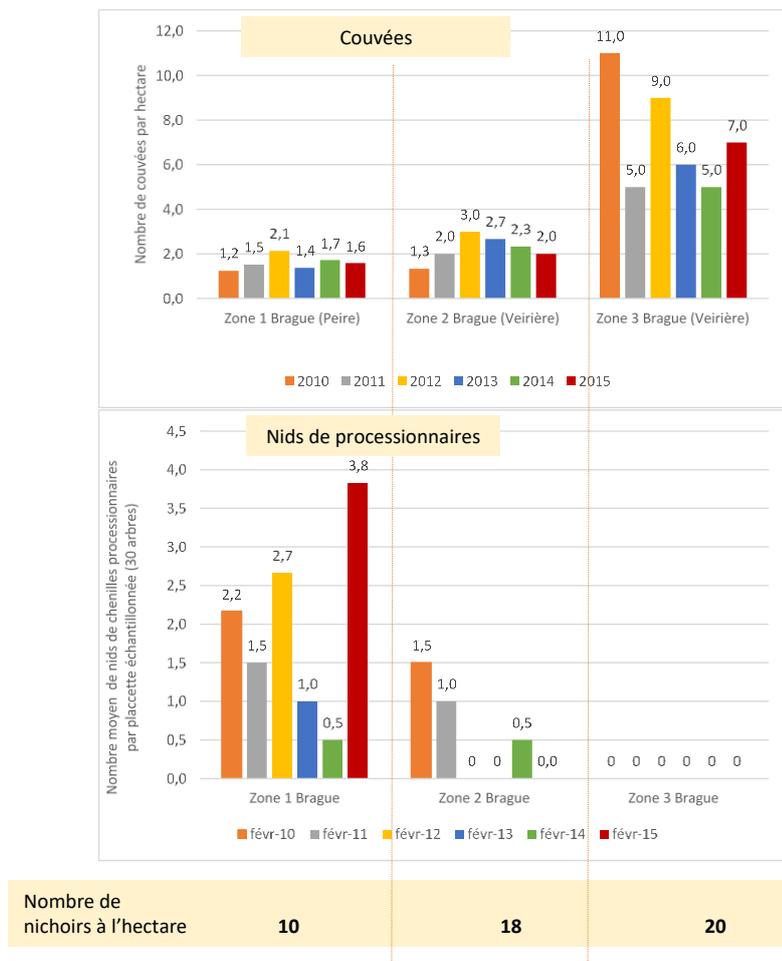
Sur les 3 sites avec témoin (Arbois, Ventoux et Sainte Victoire), une évaluation de la réduction des populations de processionnaire du pin est faite afin de quantifier l'impact de la prédation par les mésanges. Ce chiffrage obtenu avec la formule d'Henderson et Tilton sur les moyennes (jusqu'au 1^{er} pic des couvées comparées aux suivantes) réajustées par rapport à la dynamique naturelle des témoins montre globalement une forte réduction des populations (figure 5) sur 4 sites avec des nichoirs, réduction pouvant aller jusqu'à 68%. Aucun effet prédation n'est mis en évidence dans le site « Sainte Victoire 3 » avec une augmentation importante des populations au cours de cette même période (+ 44,9%). Ce résultat s'explique simplement par le fait que le taux de colonisation des nichoirs est pratiquement nul sur ce site qui n'est pas favorable à la présence des mésanges (entre 0,1 et 0,2%).

Cas particulier du site de la Brague sans témoin :

A ce jour, au niveau du Parc Départemental de la Brague, le niveau d'infestation de la processionnaire du pin est très faible sur les 3 sites. Sur le site de modalité « 20 nichoirs » par hectare, elle n'est pratiquement plus présente. Sur le site « 18 nichoirs », elle est à un niveau très faible et inversement, elle est présente mais sans causer de problème sur la zone « 10 nichoirs » (figure 6).

Figure 6 : Comparaison des dynamiques annuelles de colonisation des nichoirs (en nombre de couvées par hectare) et de la processionnaire du pin (en nombre de nids d'hiver par hectare) pour les 3 modalités (20, 18 et 10 nichoirs par hectare). Sites Brague 1, 2 et 3.

Figure 6: Comparison of annual dynamics of nest boxes colonization (number of broods per hectare) and of pine processionary (number of winter nests per hectare) for 3 terms (20, 18 and 10 nesting boxes per hectare). Sites Brague 1, 2 & 3.



DISCUSSION ET CONCLUSION

Avec une décennie de suivi, cette expérimentation de régulation biologique favorisée par la pose de nichoirs à mésanges a été conduite dans la durée. Elle est aussi originale par la taille des dispositifs, jusqu'à 51 hectares pour le plus grand, et par la diversité végétale plus ou moins favorable à la présence de la mésange (toutes espèces confondues). Les observations obtenues sur les sites « nichoirs et processionnaire du pin » permettent de conclure qu'en milieu forestier méditerranéen (i) la pose de nichoirs facilite la nidification des mésanges, (ii) le nombre de couvées semble fortement lié au nombre de nichoirs installés à l'hectare, le milieu jouant un rôle prépondérant comme habitat de la mésange, (iii) l'effet de contrôle de la processionnaire du pin par les mésanges semble avoir atteint l'objectif écologique

recherché. En effet, la processionnaire du pin est régulée sur ces sites depuis plusieurs années. Toutefois des observations complémentaires seraient souhaitables pour affirmer la relation proie-prédateur comme par exemple la pose de leurre et le suivi de la prédation ou la recherche d'ADN de processionnaire du pin dans les fientes de mésanges. Quoiqu'il en soit, cette étude conduite sur du long terme permet de montrer que le risque santé publique, liée à la processionnaire du pin sur les 3 sites Arbois, Sainte Victoire et La Brague est maîtrisé dans les sites équipés de nichoirs. Au Mont Ventoux, dans le site nichoirs, une très forte réduction des populations de processionnaire du pin a été observée et chiffrée, néanmoins le nombre de nids de processionnaire du pin par hectare est encore élevé (178 contre 761 dans le témoin). Sur ce site en milieu naturel, peu fréquenté par le public et avec des arbres sains, ce seul mode de gestion biologique peut convenir. Lorsque le risque santé publique est important (forte fréquentation), la combinaison de plusieurs stratégies de lutte doit être privilégiée. Elle sera la meilleure approche pour répondre aux enjeux sociétaux, environnementaux et économiques occasionnés par cet insecte (Martin *et al*, 2012).

Cette étude conduite comme une expérimentation phytosanitaire pourrait être renforcée par des suivis des diversités aviaire et entomologique comparées à celles des sites témoins, afin d'évaluer l'impact de la présence de mésanges sur le site. Pour cela, l'INRA UEFM propose le partage de ces quatre sites équipés de nichoirs à d'autres équipes de recherches afin d'en faire un site atelier pluridisciplinaire complet d'étude de la lutte biologique pour le contrôle de cet important ravageur des arbres et des forêts.

Les recherches se poursuivent afin de valider les résultats acquis mais aussi pour développer d'autres stratégies de lutte prometteuses comme le biocontrôle à l'aide des parasitoïdes oophages, les répulsifs naturels, la confusion sexuelle et les phéromones de trace. En attendant, ce premier challenge de la lutte biologique par conservation contre la processionnaire du pin, en favorisant la nidification des mésanges sert déjà de modèles de gestion pour de nombreuses collectivités mais aussi pour la régulation d'autres chenilles défoliatrices.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient les nombreux partenaires cités dans cette étude qui ont accepté ce challenge dans la durée (une décennie pour les premiers), en particulier les Conseils Départementaux (CD13, CD06 et CD84) ainsi que l'ONF. Cette étude n'aurait pu être conduite sans les conseils des spécialistes avifaune Thomas Boivin (INRA-URFM) et Jean-Charles Bouvier (INRA-PSH). Les auteurs remercient aussi l'équipe technique de l'UEFM qui montre toujours la même motivation après 10 années de suivis de nichoirs et de nids de processionnaire du pin.

BIBLIOGRAPHIE

Biliotti E, 1958 - Les parasites et prédateurs de *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. (*Lepidoptera*). *Entomophaga*, III,1, 13 pp.

Demolin G., 1969 - Comportement des adultes de *T. pityocampa* Schiff. Dispersion spatiale, importance écologique, *Ann. Sci. For.* 26: 81–102.

Henderson, C.F. and E. W. Tilton, 1955 - Tests with acaricides against the brow wheat mite, *J. Econ. Entomol.*, 48:157-161.

Martin J.C., Mazet R., Corréard M., Morel E., Brinquin A. S., 2012 - Nouvelles techniques de piégeage pour réguler la processionnaire du pin. *Phytoma*, 655 : 17-22.

Martin J.C., Damoiseau L., Tabone E., Frérot B. et Guérin M., 2015 – Gestion de la processionnaire du pin : les pratiques ont évolué, *Phytoma*, 682 : 26-31.

Pimentel C. & Nilsson J.-A. 2007 - Response of Great Tits *Parus major* to an irruption of a pine processionary moth population with a shifted phenology. *Ardea*, 95(2): 191–199.