

Expérimentation « Mésanges et Processionnaires » :

Etude de l'influence de la pose de nichoirs à mésanges sur les populations de chenilles de Processionnaire du chêne (*Thaumetopoea processionea*)

Expérimentation menée par Benjamin CANO (IDF), Tess DE BACKER et Charlotte ENGELS (CNPF Hauts-de-France-Normandie), en collaboration avec les CETEF départementaux

Synthèse 2021-2024



Crédits photo : Tess De Backer © CNPF et © Eric Penet

Avec le soutien financier de

Dans un contexte de changements climatiques de plus en plus prononcés et marqués par des hivers globalement plus doux chaque année (en France), les cycles des organismes vivants (animaux, végétaux ou fongiques) sont perturbés. Du côté des insectes, cela peut se traduire par des cycles de dynamique de populations plus intenses. C'est le cas de la Processionnaire du chêne (*Thaumetopoea processionea*), qui rencontre des conditions de développement plus favorables dans les régions Grand-Est et Hauts-de-France depuis plusieurs années, à la faveur des étés globalement plus chauds. Les dégâts et problèmes sanitaires que les défoliations provoquent sur les arbres restent conjoncturels pour le moment (impact essentiellement sur la croissance des arbres, peu de mortalités directement attribuées à ces dommages). En revanche, les stress que ces défoliations occasionnent, peuvent se conjuguer à ceux provoqués par d'autres aléas (en particulier les sécheresses), et aux conditions stationnelles parfois limitantes qui révèlent alors la prépondérance des facteurs de vulnérabilité sur le risque de dégradation de l'état sanitaire des peuplements à plus longs termes. Indépendamment de ces préoccupations autour des enjeux de production, c'est surtout le caractère urticant des chenilles, qui peut causer de sérieuses démangeaisons et complications aux hommes et animaux fréquentant les espaces colonisés, qui place l'enjeu de santé publique à un niveau nettement plus prioritaire que les enjeux économiques et environnementaux, moins menacés par cet insecte patrimonial, avec lequel nos chênaies ont appris à co-évoluer depuis la dernière glaciation.

L'étude présentée dans cette synthèse a pour objectif de compléter les connaissances existantes sur les mécanismes de régulation naturelle de la Processionnaire du chêne. Il vise à disposer de données régionales sur le sujet et à favoriser la biodiversité dans les forêts privées grâce à la mise en place de sites d'études en concertation avec des propriétaires volontaires. Les partenariats avec les propriétaires et les gestionnaires forestiers sont en effet des moyens efficaces de faire prendre conscience des enjeux de prévention et de lutte biologique vis-à-vis des ravageurs et de sensibiliser au rôle de l'avifaune (Oiseaux) dans la gestion forestière.

Table des matières

I – Contexte de l'étude	4
II – La Processionnaire du chêne : biologie et généralités	6
A) Cycle de vie de la Processionnaire du chêne	6
B) Les risques liés à la processionnaire	9
III – La lutte naturelle par prédation des oiseaux	12
A) Favoriser la présence naturelle de mésanges en forêt	12
B) Faciliter l'installation des mésanges en forêt : la pose de niohirs	12
IV – Etude en forêt privée des Hauts-de-France : protocole et limites préalables	14
A) Protocole de l'étude	14
B) Limites identifiées avant lancement de l'étude	18
V – Résultats de l'étude (2021-2024)	20
A) Caractéristiques des parcelles d'expérimentation	20
B) Suivi de l'occupation des niohirs	23
C) Suivi des chenilles	25
VI – Conclusions et perspectives	30
Annexes	31

I – Contexte de l'étude

Comme tous les insectes, les populations de processionnaires du chêne (*Thaumetopoea processionea*), présentent une dynamique de développement qui reflète directement les caractéristiques de la niche écologique de l'espèce. Les conditions du milieu, en particulier climatiques, expliquent en grande partie la manière dont évoluent les populations. **L'évolution de ces populations peut conduire à percevoir des phénomènes de gradation** (cf. Partie II), enregistrant alors **une alternance des effectifs entre des niveaux endémiques et des niveaux épidémiques sur de courtes périodes** (phénomènes conjoncturels). Derrière ces pullulations se cache un nombre très important de mécanismes, révélant à la fois la complexité de la biologie de l'insecte mais aussi et surtout des interactions écosystémiques qui expliquent le signal (disponibilité de la ressource alimentaire, antagonismes, prédation, parasitisme, autres atteintes biotiques, etc.).

Les étés 2018 à 2020, particulièrement chauds et secs, ont déclenché un de ces cycles de gradation dans un vaste tiers nord de la France, **enregistrant des niveaux de populations inédits dans des territoires jusqu'alors peu impactés**.

Le caractère émergent de ces problématiques dans les chênaies du nord de la France explique sans doute le peu de documentation existante sur les moyens de régulation de la Processionnaire du chêne. Quelques travaux de recherche et des projets de lutte ont également fleuri dans les autres régions touchées par des pullulations importantes (Ile-de-France, Grand-Est, région PACA), mais les principales parutions sur les méthodes de régulation ont plutôt pour objet la Processionnaire du pin (*Thaumetopoea pityocampa*), bien plus documentée en raison de sa forte antériorité de présence et ses impacts dans les pinèdes maritimes du Sud-Ouest.

Le contexte forestier, de par ses caractéristiques et la gestion durable qui l'accompagne, se prête particulièrement bien à la méthode dite de **lutte biologique**. Son principe repose sur un processus écologique courant : la régulation de populations d'espèces par d'autres espèces, via différents mécanismes (prédation, compétition, parasitisme, etc.). Cette méthode consiste à **favoriser (voire introduire) des organismes, parfois appelés auxiliaires, qui vont réguler les espèces dommageables ou limitantes pour la production végétale, la croissance des arbres ou encore la qualité des fruits, sur un territoire donné**. L'objectif de la lutte biologique est bien de **réguler la population d'une espèce considérée comme ravageuse et non de l'éradiquer**.

Les forêts constituant des réservoirs de biodiversité, **ils se composent naturellement d'un certain nombre d'auxiliaires qui peuvent aider propriétaires et gestionnaires dans la régulation de la chenille processionnaire**. Plus particulièrement dans ce cadre, plusieurs espèces de **mésanges** sont

identifiées comme des **actrices importantes de la régulation des chenilles défoliatrices**, qu'elles consomment pendant la saison de végétation (apport de protéines nécessaire au développement des jeunes). **L'étude s'est proposé d'étudier leur rôle dans cette régulation**, avec la mise en place d'un protocole dédié (cf. Partie IV-1).

Cette synthèse présente les résultats de l'expérimentation « Mésanges et processionnaires » initiée par le CNPF Hauts-de-France Normandie et plusieurs CETEF départementaux, avec l'appui de l'Association naturaliste locale Picardie Nature. Cette étude visait à **mieux cerner les enjeux liés à la prédation naturelle des chenilles processionnaires par les mésanges en forêt**. Il n'avait pas pour objectif de démontrer que les mésanges constituent la solution unique et efficace pour éliminer les chenilles, mais bien de **fournir une première base de réflexion sur l'étude de l'influence de ces oiseaux sur les populations de processionnaires**.

N.B. : les chauves-souris sont également des organismes régulateurs de la Processionnaire du chêne, en consommant les papillons du stade adulte. Leur rôle est donc complémentaire à celui des oiseaux (consommation des chenilles) et limite le nombre de pontes de processionnaires dans les parcelles forestières qu'elles fréquentent. Leur action étant plus difficile à appréhender que celle des oiseaux (cela requiert du matériel spécialisé), l'étude s'est uniquement portée sur les mésanges.

II – La Processionnaire du chêne : biologie et généralités

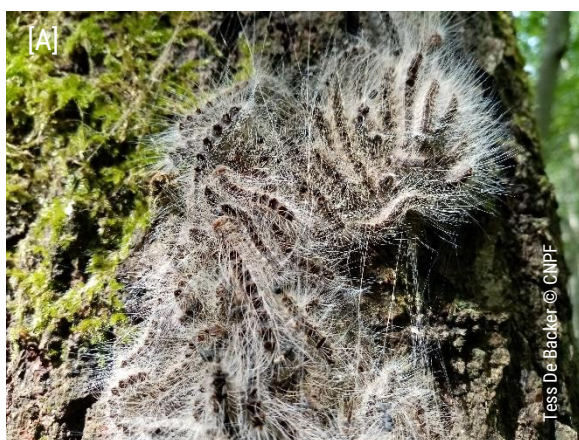
A) Cycle de vie de la Processionnaire du chêne

La Processionnaire du chêne (*Thaumetopoea processionea*) est un Lépidoptère spécifique des chênes (*Quercus sp.*). Cet insecte indigène est présent en Europe de l'ouest et plus particulièrement dans les régions du nord-est de la France.

Le papillon a une apparence relativement banale, qui est difficile à distinguer des autres espèces nocturnes. Plusieurs critères permettent toutefois de reconnaître sa chenille : une tête brun-noir, un corps à flanc brun clair avec de nombreux poils longs gris argentés, et des plaques rouge-brun sur le dessus. Sa longueur peut atteindre plus de 5 cm en fin de développement.

Son comportement grégaire permet le plus souvent de confirmer leur identification. En effet, les colonies de chenilles se déplacent en processions et s'établissent dans des nids de soies qu'elles confectionnent sur les branches ou le tronc des arbres.

Attention : la Processionnaire du chêne [A], à distinguer déjà de celle du pin [B], fait très fréquemment l'objet de confusions avec les nombreuses autres espèces de chenilles soyeuses susceptibles de se côtoyer dans les forêts (pour la plupart non-urticantes). Le diagnostic par un correspondant-observateur du DSF est vivement recommandé.



Le cycle biologique de la Processionnaire du chêne présente une génération par an, dont les phases de développement dépendent de la saison :

- En été : la femelle pond ses œufs de mi-juillet à mi-août sur de fins rameaux situés dans la partie supérieure des houppiers (de préférence en orientation sud). Une ponte peut contenir de 30 à 300 œufs ;
- Automne et hiver : les chenilles hivernent à l'état d'œuf jusqu'au printemps ;
- Printemps : l'éclosion des œufs a lieu de manière simultanée juste avant ou au moment du débourrement des arbres. Les chenilles vivent en colonies, dont l'unité est constituée par

l'ensemble des individus issus d'une même ponte, et dans des nids confectionnés de fils de soie dont la grosseur augmente avec l'âge et le nombre de chenilles. Leur activité est principalement nocturne : elles se déplacent en processions entre leurs nids et les lieux d'alimentation (feuillage des chênes et exceptionnellement d'autres essences en cas de disette). La vie larvaire de l'insecte dure de deux à trois mois, au cours desquels se succèdent six stades larvaires : 5 mues et une nymphose (transformation en papillon à la fin juillet-août). Les papillons sont également nocturnes et ne vivent qu'un ou deux jours.

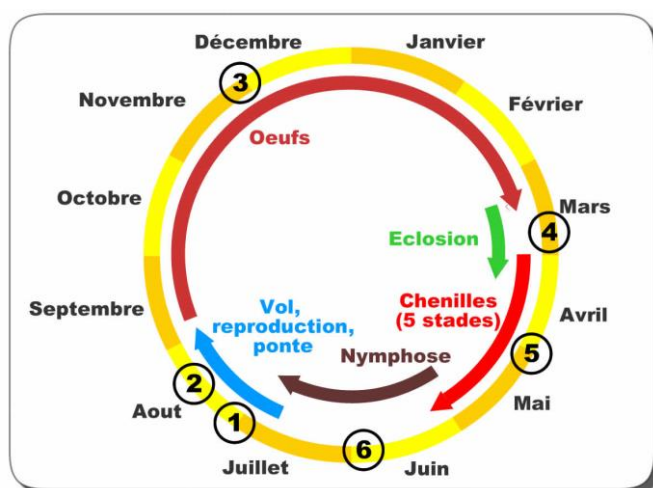


Figure 1 : Cycle biologique de la Processionnaire du chêne

- 1) Métamorphose des chrysalides en papillons
- 2) Ponte des œufs
- 3) Hivernation
- 4) Éclosion des œufs
- 5) Développement des chenilles en 5 stades
- 6) Tissage de nids résistants plaqués sur le tronc ou les grosses charpentières des chênes : protection des cocons et nymphose des chenilles (chrysalides)

Les **gradations** sont des phénomènes qui se définissent par le passage d'une population d'un niveau endémique à un niveau épidémique sous les effets conjugués de nombreux facteurs environnementaux. Les phases de progression peuvent s'étaler sur 3 à 5 ans pour atteindre une phase de culmination systématiquement suivie d'un effondrement brutal de la population, sous l'effet de mécanismes de régulation très nombreux. Cela aboutit en général à un nouvel équilibre établi alors par des interactions écosystémiques plus ou moins durablement établies (avec les organismes antagonistes, espèces compétitives, parasites, autres prédateurs, etc.), maintenant les populations de processionnaires à un niveau endémique peu dommageable durant une période dite « de latence ».

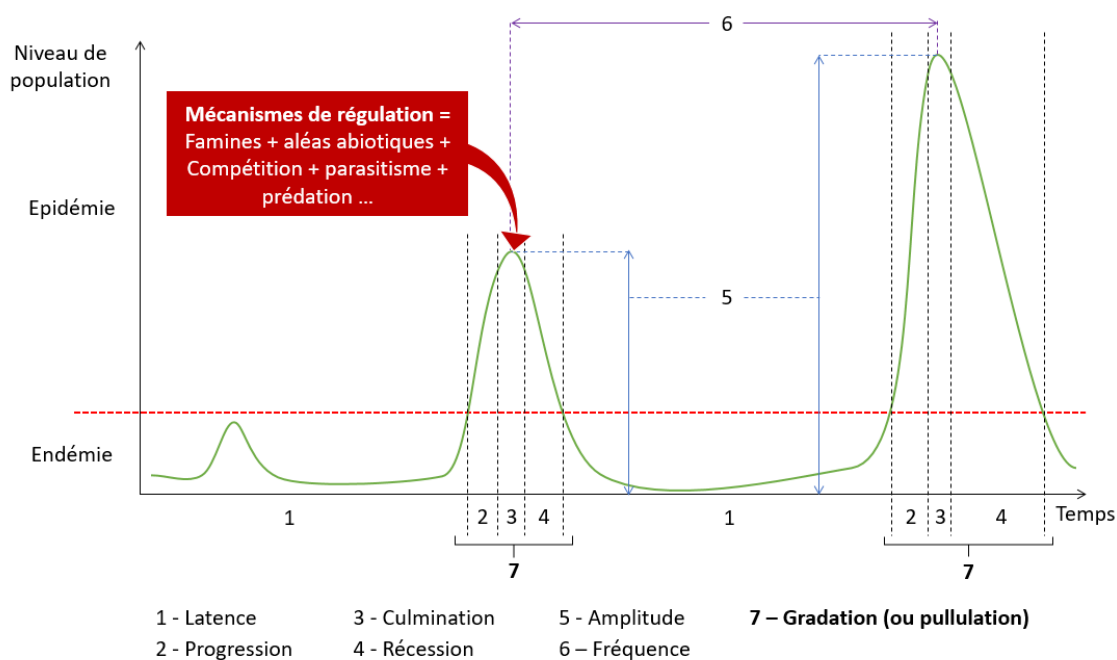
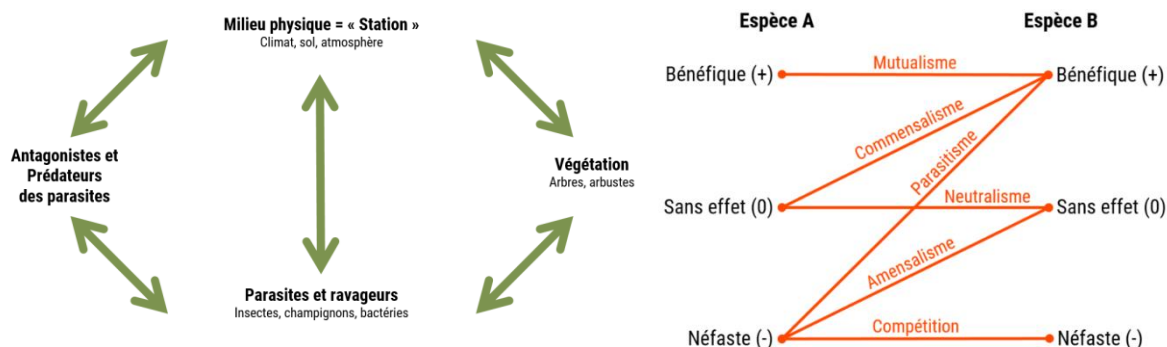


Figure 2 : Schématisation du cycle de populations de chenilles processionnaires du chêne

Bien que ce phénomène de gradation paraisse conceptuellement transposable d'un cycle à l'autre, il existe un nombre important d'incertitudes, tant dans ses caractéristiques que ses facteurs explicatifs, rendant l'exercice de pronostic parfois délicat. Ainsi, les gradations de Processionnaire du chêne qui ont pu être mesurées par des suivis, **ont montré que les périodes de latence pouvaient être d'une durée variable** (de quelques années à plus de 10 ans), désynchronisant les cycles et **rendant impossible la prédiction précise d'un nouveau phénomène**. L'amplitude de la gradation est également impossible à prédire, compte-tenu du nombre conséquent de paramètres qui agissent sur les phases de récession. Les mécanismes de régulation sont nombreux et participent de concert à ces effets d'effondrement, sans pour autant agir avec la même importance à chaque fois. Alors que les parasitoïdes représentent bien souvent les organismes les plus efficaces pour provoquer une rétrogradation, **les populations de prédateurs plus ou moins spécifiques des processionnaires et autres espèces compétitives voient également leur développement varier à la faveur des conditions du milieu**, ainsi que d'autres ressources dont elles pourraient profiter.



Figures 3 et 4 : Echanges et mécanismes de régulation des populations de ravageurs – Diagramme des principales interactions biologiques entre espèces

Exemple : à l'occasion d'attaques sévères et précoces – qui seront catalysées par des conditions environnementales et conjoncturelles déclenchantes – l'Oïdium des chênes (complexe de champignons pathogènes principalement représentés par *Erysiphe alphitoides* et *E. quercicola*) peut provoquer des pertes foliaires importantes sur les arbres et priver les chenilles en développement de ressources alimentaires (phénomènes de famines). Ce type d'exemple illustre bien **toute la complexité des effets d'interactions écosystémiques, qui empêche la plupart du temps de disposer d'une vision exhaustive et approfondie des mécanismes en jeu.**

Notons également que des aléas d'origine abiotique (climatiques en particulier) peuvent expliquer directement des effondrements de populations. Exemple : un coup de gel peut détruire directement les chenilles. Un orage brutal et violent peut aussi les « lessiver » jusqu'au sol, leur donnant peu de chances de survie.

La « coïncidence phénologique » est enfin fréquemment citée comme un facteur important d'évitement. Ainsi, **si les chênes n'ont pas débourré au moment de l'éclosion des œufs de processionnaires, le pronostic vital des populations de chenilles est alors assez vite engagé**, quel que soit le niveau de population auquel prédestinait l'abondance des œufs.

N.B. : pour connaître en détail le cycle de vie de la Processionnaire du chêne, un article très complet du Département Santé des Forêts (DSF) est paru en octobre 2021 sur cette espèce (Fiche technique – La processionnaire du chêne, accessible au lien suivant : <https://agriculture.gouv.fr/processionnaire-du-chene-que-faut-il-savoir-le-dsf-repond-aux-questions>).

B) Les risques liés à la processionnaire

La Processionnaire du chêne peut occasionner des dommages sur les arbres, les êtres humains et les autres animaux, générant des impacts plus ou moins préjudiciables et durables.

- **Dégâts sylvicoles**

Les défoliations des chênes apparaissent d'avril à juin-début juillet, lorsque les chenilles se développent et consomment les feuilles. La défoliation peut être totale lors d'un phénomène de gradation (pullulation).

Les défoliations sévères (sur individus jeunes et adultes), entraînent un ralentissement de la croissance des arbres car la photosynthèse n'est plus optimale. Toutefois, ces défoliations, même totales, ne provoquent pas directement la mort des arbres ; ils deviennent en revanche plus sensibles aux aléas abiotiques et biotiques (stress hydriques, attaques d'autres parasites et/ou pathogènes, etc.).

La vie d'un arbre vigoureux n'est donc pas compromise par une défoliation annuelle, même si elle est totale une année : ce sont les défoliations successives sur plusieurs années qui contribueront à l'affaiblir et à le prédisposer aux attaques de ravageurs et pathogènes secondaires. La conjonction des défoliations avec d'autres facteurs, notamment des attaques de champignons foliaires (oïdium en particulier) au cours de l'été peut ainsi conduire à un dépérissement.

- **Santé animale et humaine**

A partir du stade L3 de la phase larvaire, les chenilles libèrent dans l'air **des poils urticants très allergènes pouvant provoquer des atteintes cutanées** (démangeaisons, œdèmes), **oculaires** (glaucome, cataracte) ou **respiratoires** (crise d'asthme).

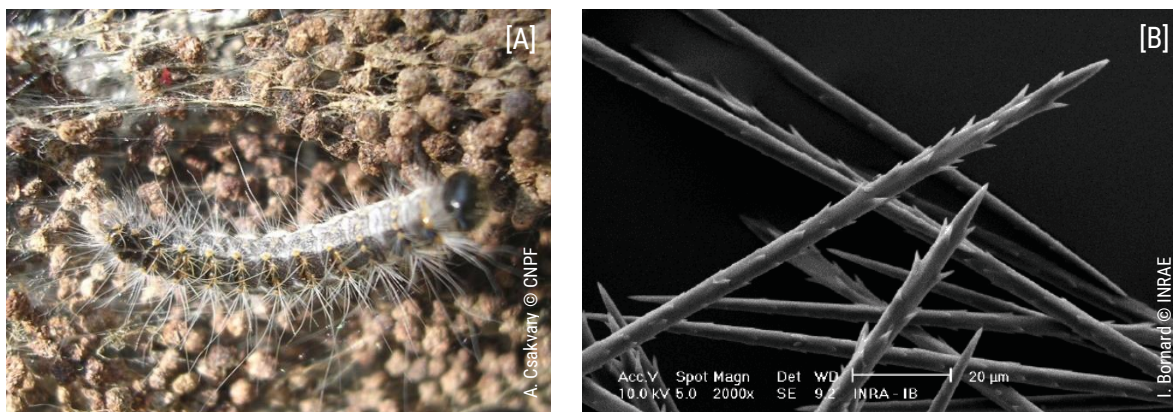


Figure 5 : [A] : chenille adulte de stade L3 - [B] Grossissement au microscope des poils urticants

Ces poils urticants microscopiques, à ne pas confondre avec les soies sensibles bien visibles, sont expulsés par les chenilles lorsqu'elles sont inquiétées. Ils sont ensuite disséminés par le vent. Les reliquats de nids de nymphose, accrochés sur les grosses branches et les troncs, en sont remplis **et conservent leur potentiel d'urtication au cours de l'hiver et même pendant plusieurs années**. La protéine (Thaumétopéine) libérée dans les tissus ou les muqueuses déclenche une réaction allergique parfois violente chez certaines personnes ou animaux. Cette molécule et les anticorps synthétisés à son contact conjuguent leurs effets et catalysent un phénomène auto-immun : la sensibilité aux envenimations s'accroît au gré des expositions à la processionnaire. Cette mémoire du corps explique que les réactions d'hypersensibilité sont rapportées chez les personnes fréquemment amenées à être en contact avec les chenilles, comme les professionnels de la forêt (Vega *et al.*, 2004).

Pour éviter les démangeaisons (en forêt et en particulier en cas de pullulations connues dans les parcelles) :

- Éviter de fréquenter les massifs forestiers fortement colonisés, particulièrement lors de fortes chaleurs ou si la météo est venteuse (par temps humide, les poils urticants sont moins volatiles et le risque est amoindri) ;
- En voiture : circuler vitres fermées et sur ventilation d'air recyclé ;
- A pied : éviter d'entrer en contact ou de déranger les chenilles. Eviter aussi le contact avec les nids (qu'ils soient occupés ou non). Mettre un pantalon, des chaussures montantes et des vêtements à manches longues (si possible à col car la nuque est particulièrement exposée, tout comme les zones du corps sujettes aux frottements avec les vêtements) ;
- Après une visite en forêt colonisée, laver les vêtements exposés à des températures > 40°C (la chaleur neutralise la protéine urticante) ;
- En cas de réaction allergique violente (œdème, difficultés respiratoires, inflammations, etc.), consulter immédiatement un médecin qui orientera la plupart du temps le traitement vers des antihistaminiques.

III – La lutte naturelle par prédation des oiseaux

Parmi l'ensemble des oiseaux capables de consommer des chenilles processionnaires, ce qui nécessite **une certaine insensibilité aux poils urticants**, les **mésanges** figurent en première place dans la littérature. A titre d'exemple pour la processionnaire du Pin, un seul couple de mésanges peut consommer jusqu'à 500 chenilles par jour pendant la période de nourrissage des jeunes (source ONF). Deux espèces communes se distinguent: la **Mésange bleue** (*Cyanistes caeruleus*) [A] et la **Mésange charbonnière** (*Parus major*) [B]. Ces espèces sont capables de réaliser **deux couvées par an**, augmentant les possibilités de lutter contre les ravageurs consommateurs de feuilles.



A) Favoriser la présence naturelle de mésanges en forêt

Les mésanges bleues et charbonnières affectionnent les forêts de feuillus (en particulier les chênaies) et sont donc généralement présentes dans les massifs de nos régions. Lors de la nidification, elles occupent des **cavités arboricoles**, comme les anciennes loges de Pics ou des cavités issues de branches cassées ou pourries. La préservation d'arbres avec de telles cavités (appelées aussi « microhabitats ») et d'arbres sénescents, répartis de façon homogène au sein des parcelles forestières, permet donc **d'augmenter la capacité d'accueil naturelle des couples de mésanges**. Au-delà du seul maintien d'arbres à cavités, **conserver du bois mort au sol et debout** contribue à leur garantir une source variée de nourriture et des abris à toute période de l'année.

B) Faciliter l'installation des mésanges en forêt : la pose de nichoirs

Dans les boisements jeunes proposant peu de cavités arboricoles, **la pose de nichoirs peut inciter les mésanges à s'installer de manière permanente en attendant le vieillissement du peuplement et l'apparition de cavités naturelles**. Cette action répond à certaines exigences qu'il convient de respecter pour assurer l'installation des oiseaux. Il est conseillé de se renseigner auprès de professionnels ou sur des sites internet spécialisés (ornithomedia.com, oiseaux.net, etc.) pour se

familiariser avec les dimensions des nichoirs (propres à chaque espèce), les matériaux à utiliser, l'orientation, les dates de pose ou encore l'entretien.

A noter qu'un **nettoyage annuel** (entre le 15 septembre et le 15 octobre) est indispensable afin d'éviter tout développement de maladies au sein des couvées et nichées futures. Il est **donc pratique de disposer de nichoirs à toit ou parois amovibles pour faciliter ce dernier**.

Caractéristiques/espèces	Mésange bleue	Mésange charbonnière
Diamètre trou d'entrée	25-28 mm	30-32 mm
Dimensions (HxLxl)	23x13x13 cm	23x14x14 cm
Type de nichoirs	Boîte aux lettres, à balcon ou de type pot de fleur	Boîte aux lettres, à balcon ou de type pot de fleur
Matériau	Bois naturellement résistant à l'humidité, bois-béton	Bois naturellement résistant à l'humidité, bois-béton

Tableau 1 : caractéristiques des nichoirs à poser pour les deux espèces de mésanges

En forêt, il est conseillé de placer des nichoirs à raison d'une **densité de 2 à 3 par hectare pour respecter les territoires que s'attribuent les couples de mésanges** lors de leur installation, avec des **espacements de 30 m minimum entre chaque**. En deçà de cette limite, le même couple risque d'occuper plusieurs nichoirs. Si des arbres présentent des microhabitats propices aux couvées de mésanges dans les parcelles forestières, il est inutile de rajouter des nichoirs : **les habitats naturels doivent être respectés et conservés tels quels**. Dans le cas contraire, les nichoirs peuvent être posés sans restriction dans tout un massif forestier, de préférence près des points d'eau s'il en existe et éloignés des chemins pour garantir la tranquillité des oiseaux (bien que les mésanges ne soient pas les espèces les plus farouches).

IV – Etude en forêt privée des Hauts-de-France : protocole et limites préalables

En réponse à la demande de plusieurs propriétaires de lutter contre la Processionnaire du chêne par des moyens écologiques, deux sites d'étude ont été mis en place dans les départements de l'Aisne (02) et de la Somme (80), avec l'appui des CETEF des départements respectifs. Les nichoirs d'expérimentation y ont été installés durant l'hiver 2021-2022.

N.B. : un troisième site a été proposé et suivi dans l'Oise (60) afin de compléter le dispositif régional. Toutefois, en raison d'une trop grande différence de modalités d'étude (nichoirs installés par le propriétaire lui-même en plus des nichoirs d'expérimentation + peuplement différent des deux premiers sites), les résultats ne sont pas décrits dans cette synthèse.

A) Protocole de l'étude

Pour chaque site d'étude, deux types de parcelles ont été définis, d'une surface comprise entre 1 et 2 ha :

- 1 parcelle témoin, sans nichoirs ;
- 1 parcelle d'expérimentation, avec nichoirs.

Ces deux parcelles ont été sélectionnées suivant des **critères strictes : même gestion appliquée et peuplements les plus similaires possibles en termes de composition et de structure, cela pour limiter les biais d'observation.**

Les nichoirs sont placés à 30 m les uns des autres afin de maximiser la présence de couples nicheurs tout en respectant les limites territoriales attribuées à ces espèces en forêt. La hauteur de fixation sur les arbres est comprise entre **1,80 et 2 m**. Enfin, pour permettre aux deux espèces de mésanges de nicher, le trou d'entrée des nichoirs (type « boîte aux lettres ») a un diamètre de **32 mm**. La pose s'est effectuée en hiver pour permettre aux oiseaux de prospecter avant la saison de nidification.

a) Suivi de l'occupation des nichoirs par les mésanges

Le taux d'occupation des nichoirs installés dans le cadre de l'expérimentation a été mesuré chaque année. Le relevé a été effectué au printemps, entre les mois d'avril et de mai. Il s'est effectué grâce à l'utilisation d'un endoscope (appareil doté d'une caméra reliée à un câble amovible de 1 m de long) qui permet de limiter le dérangement chez les oiseaux ainsi que de prendre des photos de l'intérieur des nichoirs sans les ouvrir.



Figure 6 : Suivi de l'occupation et de la nidification dans les nichoirs à l'aide d'un endoscope

L'objectif du relevé était de renseigner les éléments suivants : absence/présence d'un nid construit, absence/présence d'une espèce (mésange bleue ou charbonnière), nidification effective (présence d'œufs et/ou de jeunes) par nichoir. Cette dernière donnée pouvant présenter un biais d'observation – car **le nombre exact d'œufs ou de jeunes est parfois difficile à quantifier avec le système de caméra** (œufs cachés dans la mousse, superposition des jeunes dans le nid) – elle est donnée dans cette synthèse à titre indicatif. Le suivi a démarré au printemps 2022.

N.B. : pour compléter les informations sur les couvées, la mortalité observée dans les nichoirs lors du nettoyage automnal a été consignée (œufs non éclos et/ou cadavres de jeunes retrouvés). Elle n'a pas fait l'objet d'études plus poussées dans le cadre de cette expérimentation mais a ouvert des pistes de réflexion sur l'influence de cette mortalité sur les populations futures des deux espèces de mésanges. Elle mériterait une étude plus approfondie à l'avenir car ce facteur pourrait jouer sur la régulation des espèces défoliatrices.

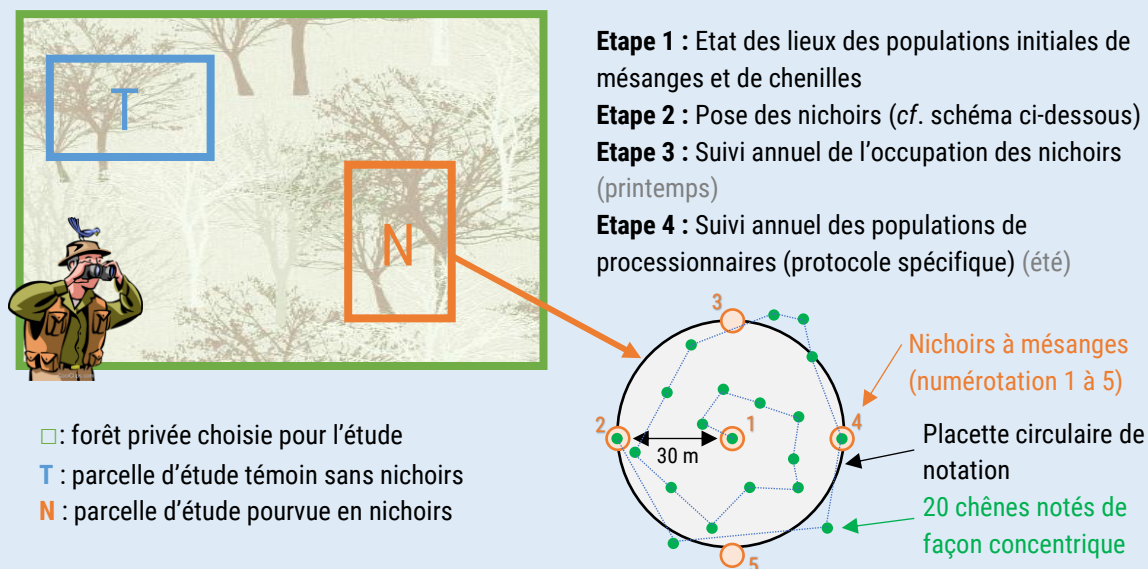


Figure 7 : Schéma simplifié du protocole d'expérimentation adopté

b) Suivi des populations de chenilles

Le suivi des populations de processionnaires a reposé sur un **échantillon de 20 tiges dominantes ou co-dominantes de chênes**, recrutées aléatoirement (de proche en proche depuis le centre de la placette) dans chacune des modalités du dispositif expérimental. Chaque arbre échantillon a fait l'objet de notations individuelles. Adaptée des protocoles et grilles d'évaluation existants du DSF, la méthode d'estimation des populations a reposé sur deux approches complémentaires :

1) L'évaluation du niveau de population de chenilles

La démarche a consisté au comptage du nombre de colonies de chenilles (sous forme de nids ou d'agrégations de l'année, voire de processions, ou de chenilles à l'unité) par observation directe aux jumelles sur toutes les parties aériennes de chaque arbre. Pour chaque colonie comptabilisée, ont été recensés : le **calibre du nid** (selon une grille de 6 classes, Tableau 2), la **localisation dans l'arbre** et l'**organe porteur** (petites branches, branches moyennes, grosses branches, surbille, partie inférieure du tronc). Les résultats des notations individuelles ont ensuite été traduits en **effectifs estimés de chenilles pour chaque arbre** (selon un abaque établissant la relation entre calibre du nid et effectifs).

Barème NIDS - COLONIES	
Catégories	Calibre nid - colonie
0	Chenilles absentes ou isolées
1	≤ 10 cm
2	11 à 20 cm
3	21 à 50 cm
4	51 cm à 100 cm
5	101 cm et +

Tableau 2 : Barème de notation du calibre des nids

2) L'évaluation de l'intensité des défoliations

Cette évaluation a consisté à estimer, par observations directes aux jumelles, les **proportions de volumes foliaires selon les classes d'intensité des dommages liés aux consommations des chenilles** (cf. grilles du DSF, Tableau 3). Cette approche a permis de caractériser le **niveau de défoliation moyen par arbre**, mais aussi la ventilation des dommages d'intensité variable au sein du même houppier (distinction entre consommations diffuses et localisées sur une partie du houppier seulement).

Barème DEFOLIATIONS		
Classes	Intensité	% indicatif
0	Absence Absence ou traces	0 à 5
1	Traces à légères Légère	6 à 25
2	Assez forte	26 à 50
3	Forte	51 à 75
4	Très forte	76 à 95
5	Totale	96 à 100

Tableau 3 : Correspondances entre classes et intensité de défoliation

L'ensemble de ces données a permis de **comparer les niveaux de populations de chenilles** (estimés par comptage ou intensité de dommages) **dans les modalités avec et sans nichoirs**. Cela afin de percevoir et mesurer les gains que procure l'augmentation artificielle de la capacité d'accueil des mésanges.

Dans l'objectif d'évaluer l'impact à plus longs termes des défoliations, qui pourraient notamment représenter des facteurs de stress dans des processus de dépérissements (autre volet d'étude en perspective), mais surtout d'identifier d'éventuels effets liés à d'autres facteurs extérieurs susceptibles de contextualiser, d'influencer ou biaiser les conclusions de l'étude, ces démarches ont été complétées par une **évaluation de l'état sanitaire global des arbres** selon deux approches :

- Une **notation du déficit foliaire moyen** intégrant l'ensemble des symptômes participant à la diminution de la quantité et de la qualité du feuillage (= perte de surface foliaire par rapport à un état normal de référence du houppier fonctionnel hors concurrence) ;
- Une **notation de l'intensité des mortalités de branches et pertes de ramifications du houppier fonctionnel** permettant la classification des arbres selon le protocole DEPERIS du DSF (en 6 classes de A à F).

Les chênes sélectionnés pour cette évaluation sont dominants dans le peuplement et numérotés de manière concentrique sur la placette (l'arbre n°1 se trouvant au centre). Les **nichoirs sont accrochés indépendamment des chênes choisis pour l'étude** car ils peuvent être fixés sur des arbres non-dominants.

L'ensemble des données collectées a fait l'objet de traitements et d'analyses statistiques pour répondre aux questions de l'étude (cf. Chapitre V- Résultats)

B) Limites identifiées avant lancement de l'étude

En contrepartie du fait que cette étude entre dans les domaines d'interactions écosystémiques, **le sujet est très logiquement complexe à traiter et impose à la fois une certaine humilité, tant dans l'objectif que les approches**. Par conséquent, la démarche a pris soin d'identifier et tenir compte du maximum de biais prévisibles depuis l'élaboration des protocoles jusqu'à la formulation des conclusions. Parmi les points de discussion, on peut citer :

- A partir d'une certaine densité de nichoirs, les capacités d'accueil des mésanges sont vite saturées (oiseaux territoriaux) ;
- Bien que les nichoirs répondent à un cahier des charges précis, cela ne garantit pas à 100% leur occupation par les espèces visées ;
- Les populations de départ de mésanges peuvent être très variables d'une parcelle à une autre ;
- Un nettoyage annuel des nichoirs est requis pour l'installation des oiseaux ;

- Les relevés d'occupation des niohirs peuvent potentiellement perturber les oiseaux et/ou ne pas être exhaustifs (biais d'observation à l'endoscope) ;
- Les mésanges ne se nourrissent pas exclusivement de processionnaires et complètent leur régime avec d'autres ressources alimentaires (proies dont l'abondance doit aussi être caractérisée), d'autant plus que la période estivale de développement des chenilles offre une certaine abondance d'insectes (contrairement aux chenilles processionnaires des pins qui représentent une ressource alimentaire hivernale bien plus ciblée par les oiseaux) ;
- Des prédateurs autres que les mésanges se nourrissent également de chenilles durant des stades larvaires pouvant être différents (niches temporelles) ;
- Certains prédateurs (Chiroptères par exemple) consomment les papillons adultes. Leur pression de prédation durant les vols nuptiaux de l'année n-1 peut donc avoir un impact sur les populations de chenilles de l'année n ;
- Les populations de chenilles processionnaires peuvent être soumises à de fortes fluctuations provoquées par des facteurs indépendants de la prédation (exemple : un orage peut suffire à effondrer localement leurs populations) ;
- Les phénomènes de gradation cycliques sont bien connus chez les processionnaires et en général temporaires. Influencés par de nombreux facteurs (prédation, compétition avec d'autres défoliateurs, parasitismes, épidémies, aléas naturels, etc.), les mécanismes d'autorégulation provoquent bien souvent l'effondrement des populations de chenilles consécutivement à 1 voire 2 années de phases épidémiques.

L'étude prend donc soin d'avancer **en tenant compte de l'ensemble de ces considérations**, contrairement à bon nombre de publications dont la multiplication récente tend à faire croire que les mésanges représentent la solution « miracle » face aux pullulations de processionnaires. Il est probable, au contraire, qu'il faille enregistrer des niveaux de populations de mésanges très élevés pour commencer à percevoir un signal sur les populations de chenilles lors de phénomènes de gradation. **Il faut surtout bien accepter qu'il est le plus souvent très difficile de discriminer, dans l'éventuel effet constaté, la part jouée par la prédation des mésanges de celle jouée par les autres causalités.**

V – Résultats de l'étude (2021-2025)

A) Caractéristiques des parcelles d'expérimentation

Afin de limiter au maximum les biais de l'étude, le choix des parcelles pour chacune des modalités (témoin sans niochirs et parcelle d'expérimentation avec niochirs) a été effectué dans l'objectif de désigner **deux parcelles les plus semblables possibles dans leurs caractéristiques environnementales**. Préalablement à la pose des niochirs, les peuplements de chaque parcelle ont été décrits en relevant les données suivantes : capital sur pied (G = surface terrière en m^2/ha), composition (% de représentativité des essences dans l'étage dominant) et structure (répartition des catégories de diamètre). Les résultats sont présentés Figures 8, 9 et 10.

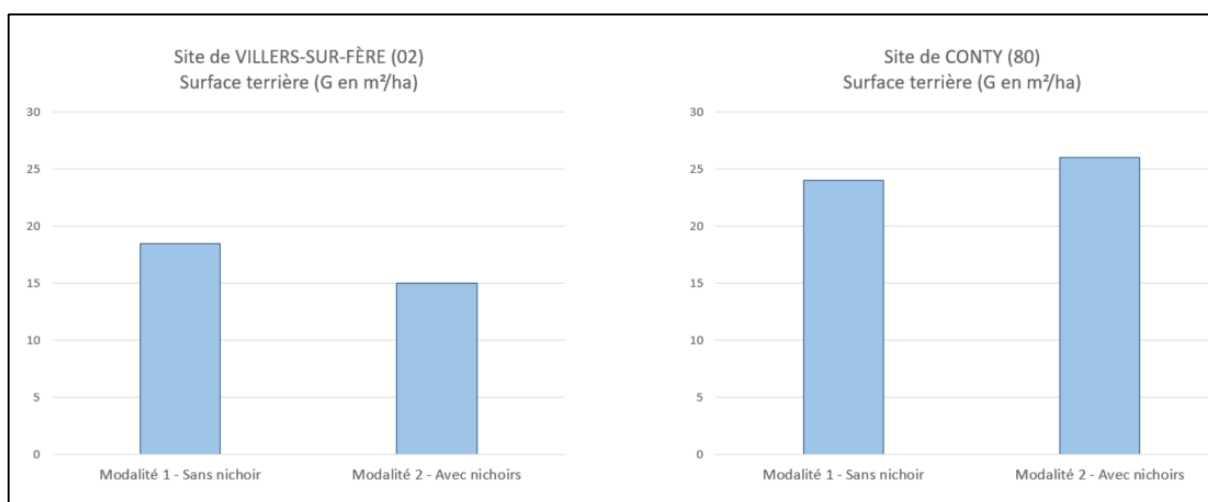


Figure 8 : Surface terrière par site d'étude au lancement de l'expérimentation (2021)

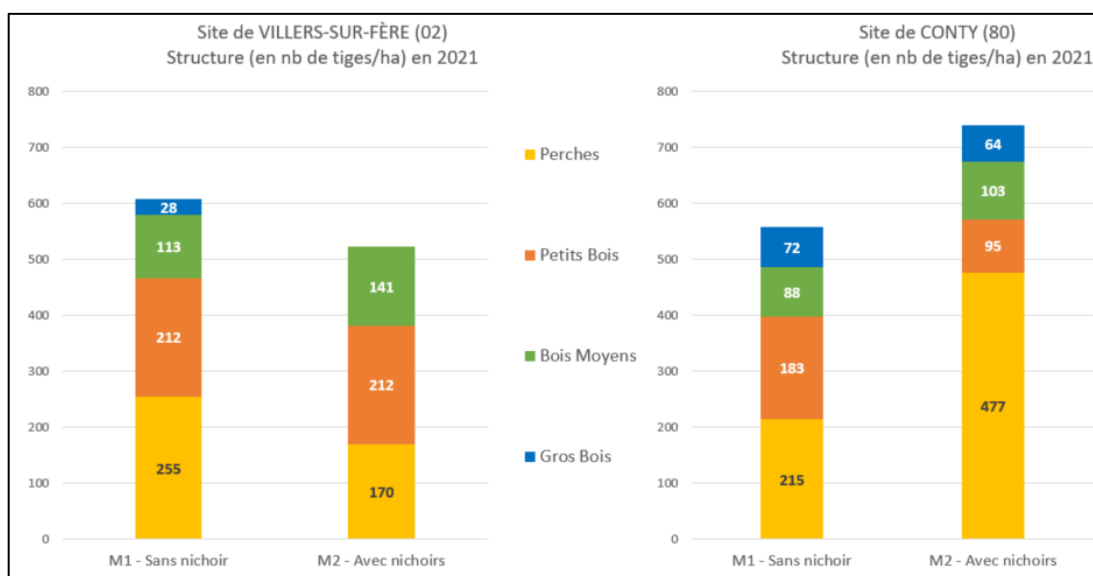


Figure 9 : Structure du peuplement par site d'étude (2021)

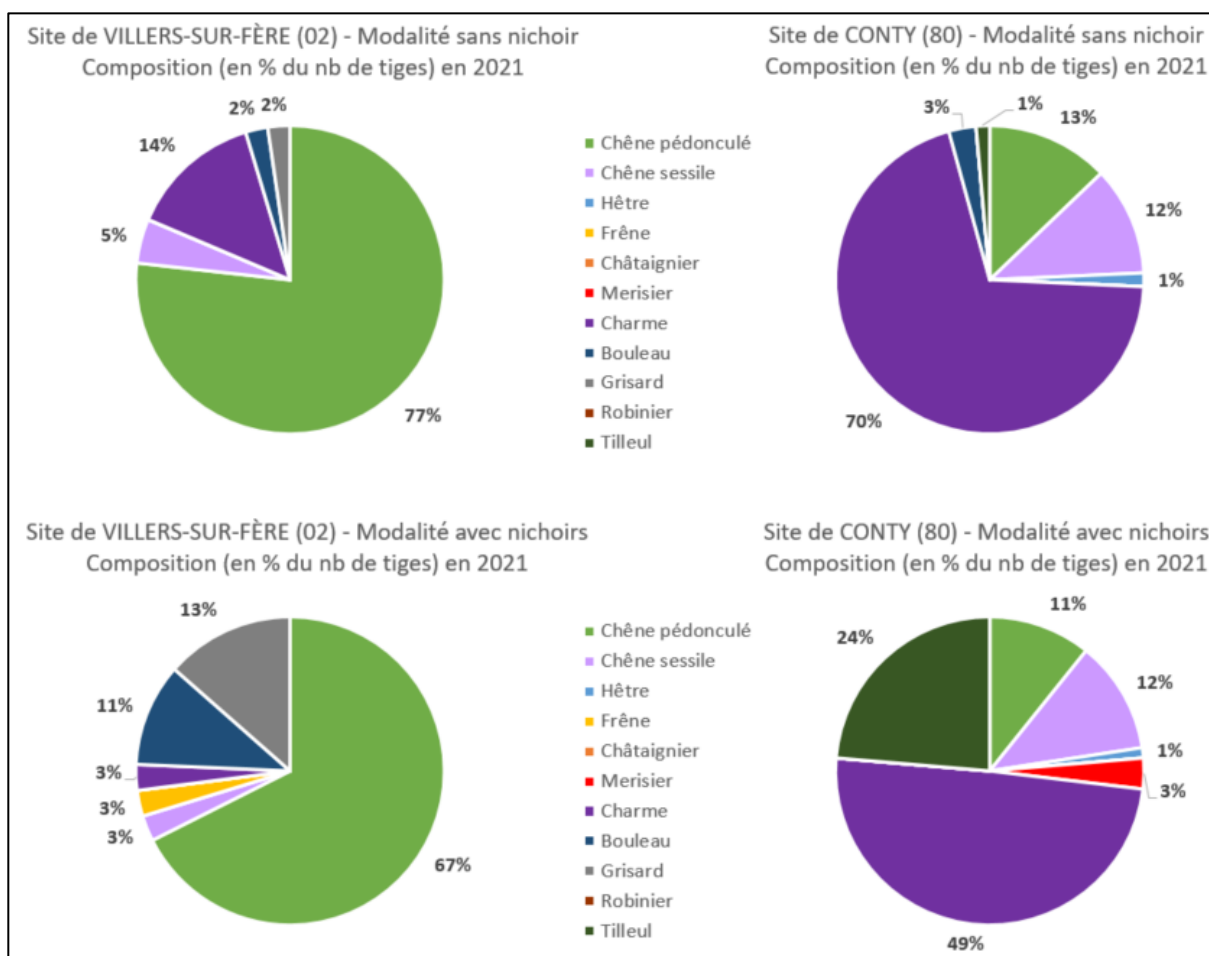


Figure 10 : Composition du peuplement par site d'étude et par modalité (2021)

La caractérisation des peuplements a permis d'évaluer les différences persistant entre les parcelles d'un même site, malgré la sélection rigoureuse de placettes les plus similaires possibles. Ainsi :

- Les surfaces terrières varient de +/- 3 m²/ha entre placettes témoin et placette avec nichoirs ;
- Le nombre de perches pour le site du 02 est de 255 pour la placette témoin et de 170 pour la placette nichoirs (différence de 85 tiges), et pour le site du 80 il est de 215 pour la placette témoin et 477 pour la placette nichoirs (différence de 262 tiges) ;
- La placette nichoirs du site du 02 ne présente pas de Gros bois contrairement à la placette témoin ;
- La proportion de petits bois est supérieure de 88 tiges sur la parcelle témoin du site 80 par rapport à la parcelle nichoirs.

La proportion de bois moyens demeure similaire entre placettes sur les deux sites, de même que la proportion de gros bois sur le site 80. Les chenilles processionnaires s'installant de manière

préférentielle sur les gros et moyens diamètres, les différences existant sur les perches et petits bois n'ont pas d'influence marquée sur le suivi de leurs populations.

N.B. : en 2023, une coupe d'éclaircie a été réalisée sur le site d'étude de Villers-sur-Fère (02), entraînant une diminution de la surface terrière et une modification de la composition et de la structure du peuplement. Parmi les arbres exploités ont figuré trois chênes échantillons de la modalité témoin, impactant directement la bonne continuité de l'expérimentation sur ce site et occasionnant un biais d'exploitabilité des résultats présentés ci-dessous (Figures 11, 12 et 13).

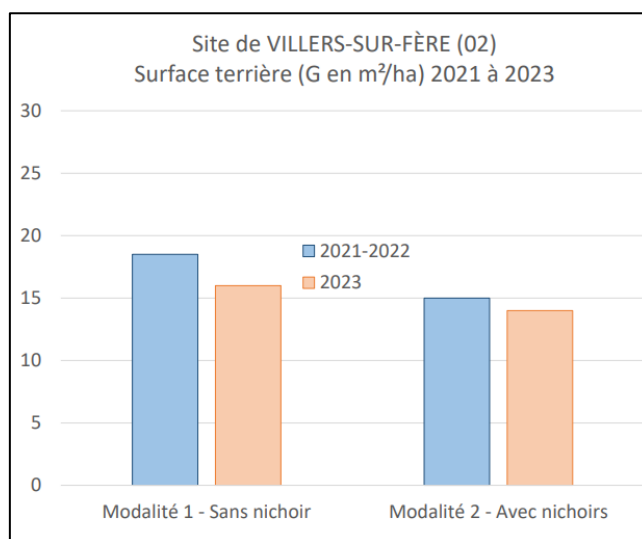


Figure 11 : Surface terrière des placettes de Villers-sur-Fère (02) – comparaison 2021/2023

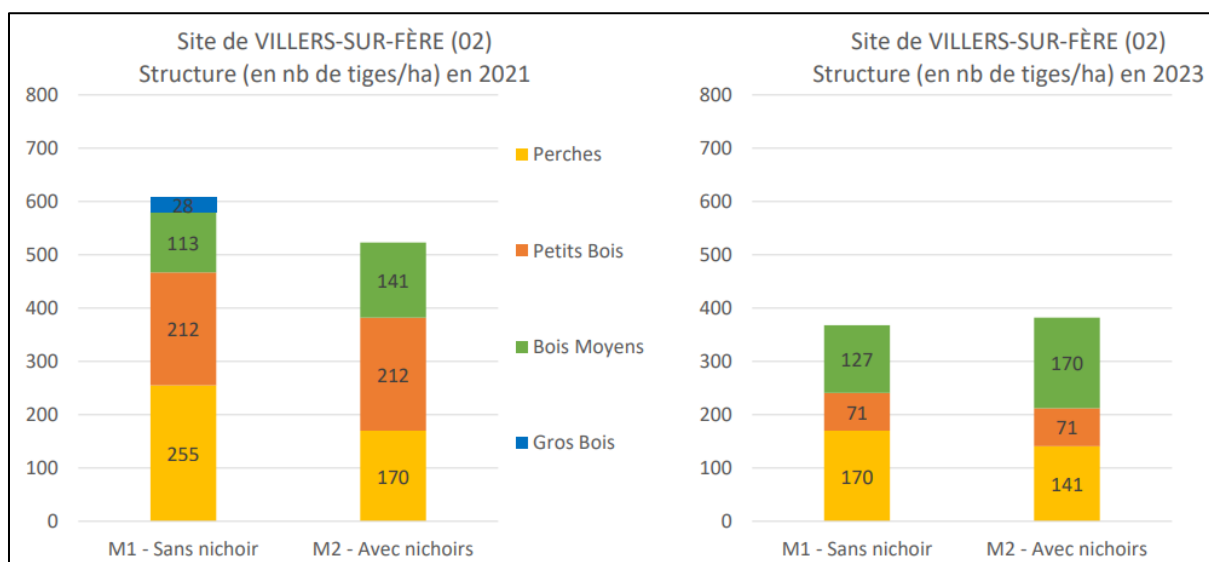


Figure 12 : Structure des placettes du site de Villers-sur-Fère (02) – comparaison 2021/2023

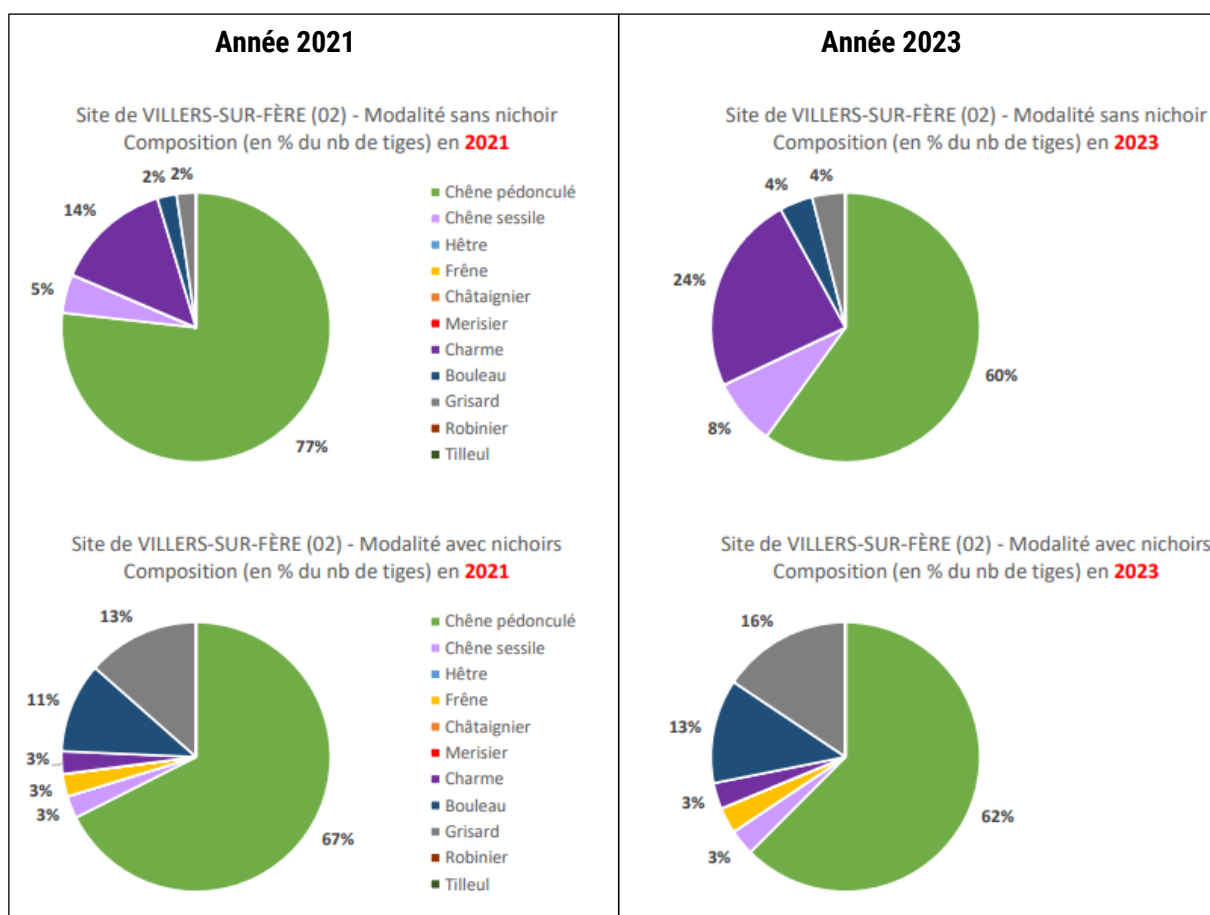


Figure 13 : Composition en essences des placettes de Villers-sur-Fère (02) – comparaison 2021/2023

B) Suivi de l'occupation des nichoirs

Préalablement à la pose des nichoirs, un premier inventaire de type point d'écoute (écoute pendant 20 minutes de l'avifaune au centre de la placette d'expérimentation) avait permis de vérifier la présence de mésanges charbonnières et de mésanges bleues sur les différents sites.

L'évaluation du niveau de présence des mésanges sur chaque site d'étude a été réalisée au travers d'un relevé annuel d'occupation des nichoirs installés sur les placettes d'expérimentation (au printemps). Ont été relevés :

- Le **taux de construction de nids dans les nichoirs** : présence/absence de nid construit ;
- Le **taux de nidification effective** dans les nichoirs lorsque la donnée était récoltable : présence/absence d'œufs ou de jeunes.

N.B. : un suivi hivernal, lors du nettoyage des nichoirs, a également été effectué et a permis de relever des données de mortalité (œufs non pondus et cadavres de jeunes) non présentées dans la présente étude car non exploitables.



Figure 14 : Œufs non éclos retrouvés lors d'un nettoyage hivernal de nichoir

Les dates de passage dans les parcelles ont été les suivantes :

- Site 80 : 22/03/2022, 19/04/2023, 29/05/2024 (nidification) et 18/01/2023, 11/10/2023, 05/11/2024 (nettoyage) ;
- Site 02 : 29/04/2022, 20/04/2023, 28/05/2024 (nidification) et 02/02/2023, 17/01/2024, 06/01/2025 (nettoyage).

Les résultats pour chaque site sont les suivants :

Année	Site	Taux construction (%)	Taux nidification effective (%)
2022	02	83,3	66,7
	80	80	60
2023	02	100	16,7
	80	100	60
2024	02	83,3	83,3
	80	100	60

Tableau 4 : Résultats du suivi des nichoirs sur chaque site d'étude (printemps 2022, 2023 et 2024)

Taux construction (%) : nombre de nichoirs présentant un nid construit divisé par le nombre de nichoirs total, multiplié par 100.

Taux nidification effective (%) : nombre de nichoirs présentant des adultes couvant et/ou des œufs pondus et/ou des jeunes mésanges divisé par le nombre de nichoirs total, multiplié par 100.

Les résultats mettent en avant un **taux de construction de nids supérieur à 83 % sur les deux sites**, confirmant l'intérêt des mésanges pour les nichoirs artificiels sur les placettes étudiées. La

nidification effective moyenne est également conséquente (supérieur ou égal à 60 %), prouvant qu'elle s'est réalisée correctement sur nos deux sites d'étude, ce qui était l'objectif du suivi. Seule l'année 2023 est marquée par une exception, avec un taux de 16,7 % sur le site de l'Aisne. Cette absence de nidification est très probablement liée à l'éclaircie opérée la même année sur la parcelle d'expérimentation : les mésanges ont délaissé ce site pour nicher en un lieu moins dérangé. Enfin, concernant les espèces présentes, **seule la Mésange charbonnière a été observée dans les nichoirs** (aucune mésange bleue recensée).

*N.B. : Les mésanges charbonnières et bleues ayant la capacité de faire deux couvées par an, il est probable que certains nichoirs aient accueilli deux nichées la même année, et donc que **les taux de nidification soient en réalité supérieurs à nos observations**. Lorsque cela était possible, les œufs ou les jeunes ont été comptés dans les nichoirs où une nidification avait eu lieu, afin d'obtenir quelques informations complémentaires : la moyenne obtenue est de 8, une fécondité qui se situe dans « la norme » indiquée par la bibliographie (8,5 pour la Mésange charbonnière) – le maximum observé ayant été 14 œufs dans un nichoir du site du 80 (2022).*

De plus, un seul passage annuel ne permet pas d'avoir une connaissance complète de la réussite de nidification des oiseaux : un tel suivi nécessiterait des passages toutes les semaines sur les sites d'expérimentation, et des moyens humains plus conséquents que ceux mobilisés dans le présent cas. De plus, l'endoscope n'a pas permis dans chaque cas de dénombrer la totalité des œufs ou des jeunes présents dans chaque nichoir (œufs cachés dans la mousse, jeunes parfois superposés, adultes couvant encore). Le taux de nidification effective est donc relatif et à prendre avec recul : toutefois, nous avons préféré limiter le dérangement des oiseaux lors du passage annuel plutôt que d'augmenter le risque de non-nidification ainsi que le biais induit dans la consommation future des chenilles processionnaires.

C) Suivi des chenilles

Le suivi des populations de chenilles sur les sites d'études a été réalisé annuellement par **l'observation de la présence et du calibre des colonies de chenilles processionnaires** (Figure 15), ainsi que par la **notation de l'intensité de défoliation** (Figures 16 et 17) sur un **échantillon de 20 chênes** au houppier dominant, selon le protocole préalablement décrit (voir paragraphe IV.1.b). Ces résultats sont complétés par **l'évaluation de l'état sanitaire global des chênes identifiés** (Figure 18). Les passages dans les parcelles ont été réalisés durant la deuxième quinzaine de juillet de chaque année, concordant avec la période de nymphose des chenilles (stades larvaires terminaux, chenilles bien visibles).

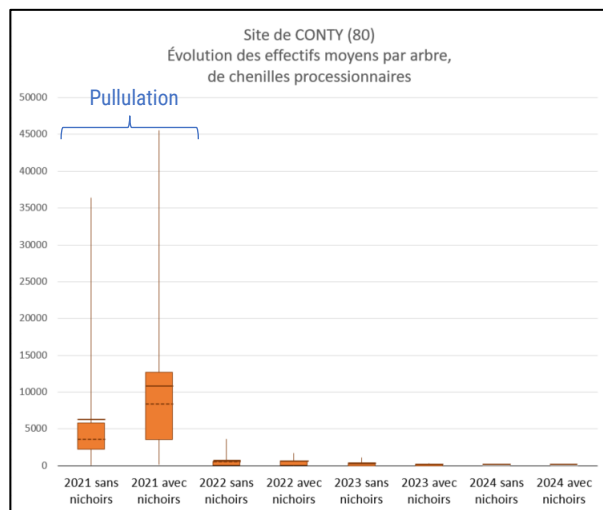
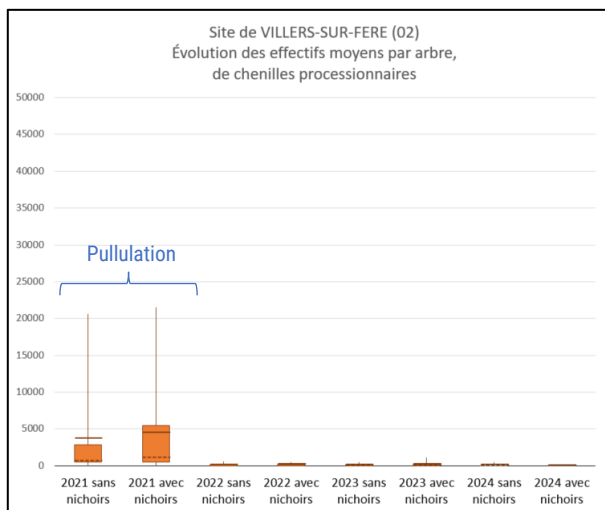


Figure 15 : Evolution des effectifs de chenilles processionnaires par arbre sur les deux sites d'étude

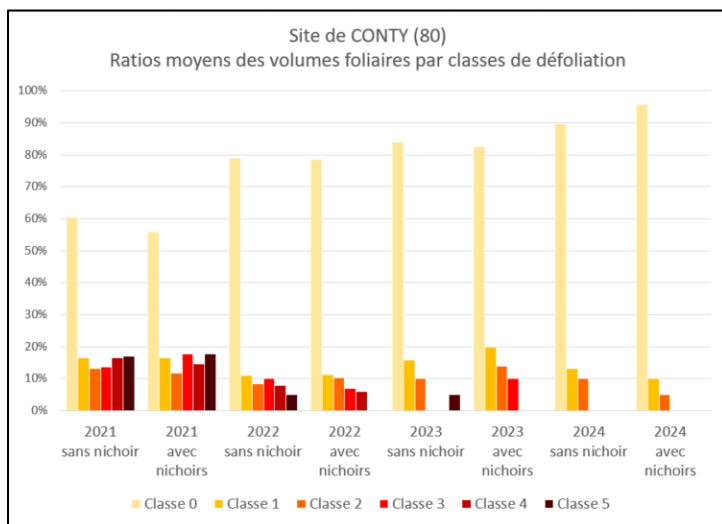
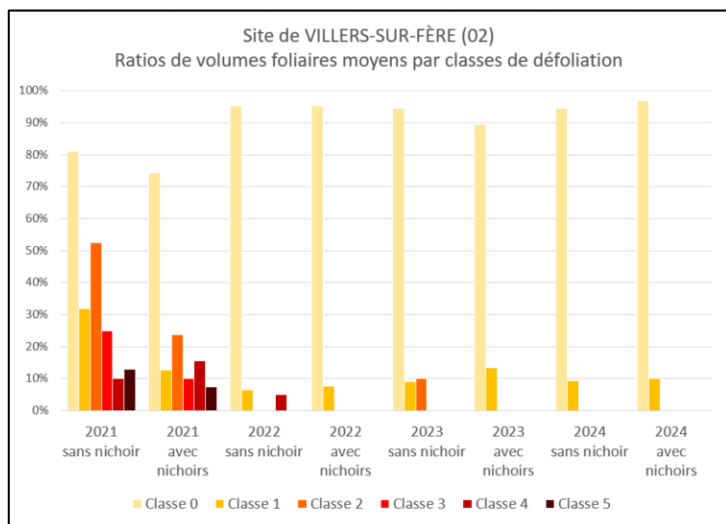


Figure 16 : Ratios de volumes foliaires moyens par classe de défoliation sur les deux sites d'étude

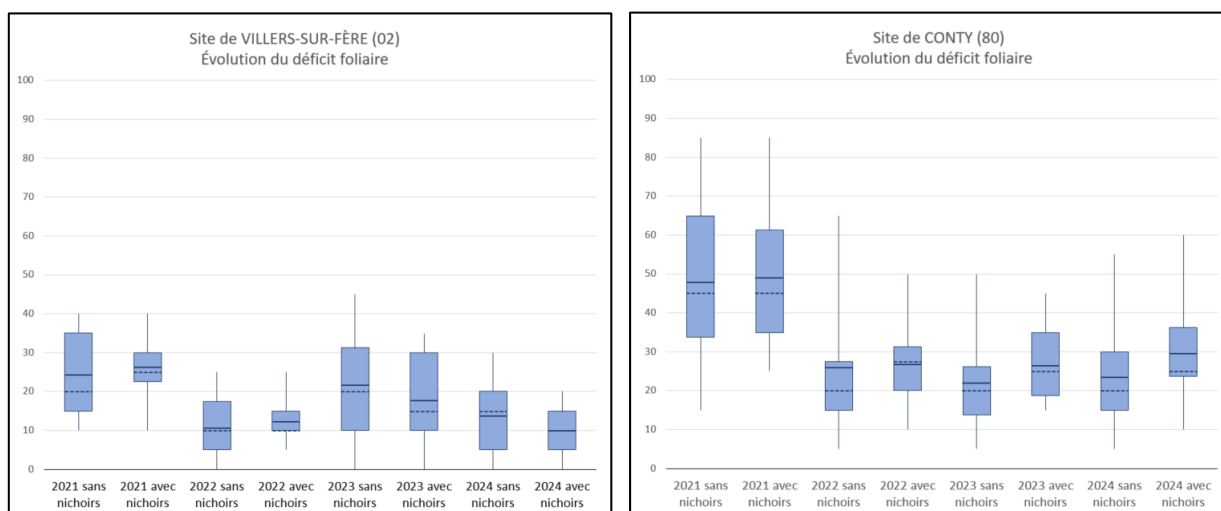
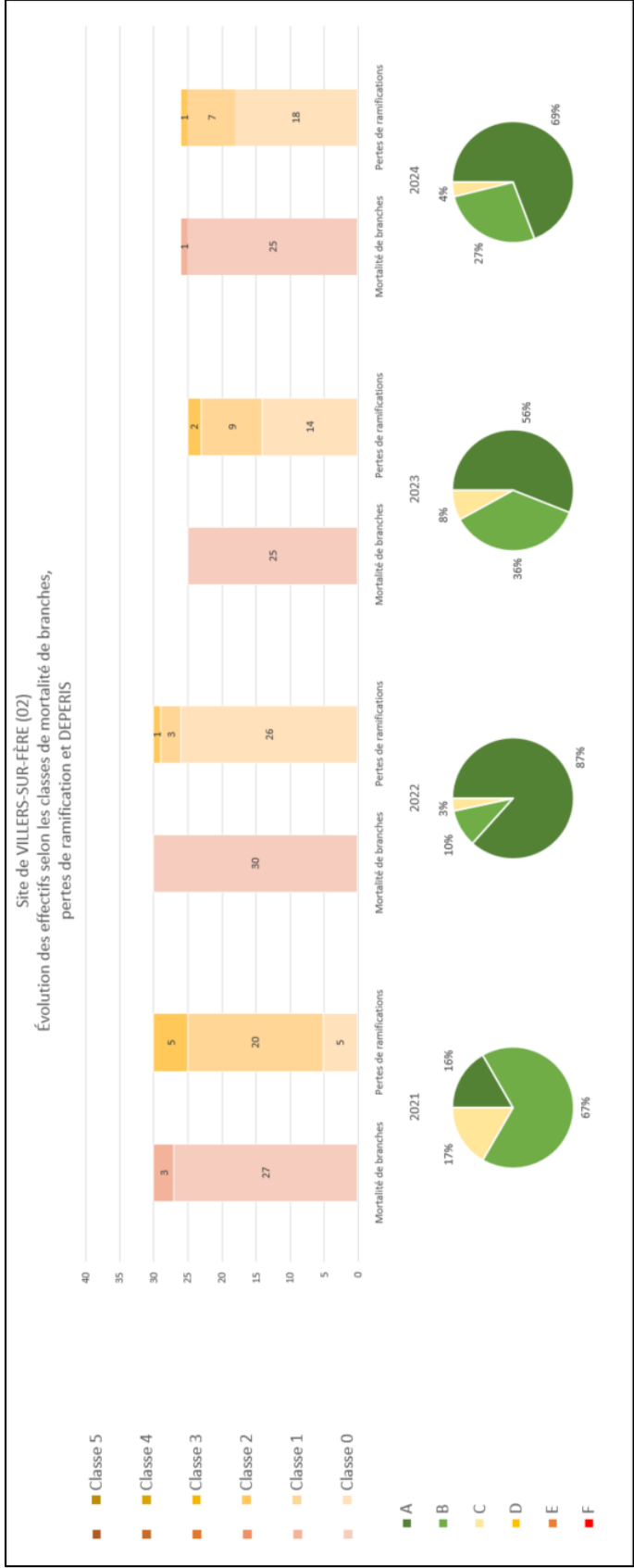


Figure 17 : Evolution du déficit foliaire par site d'étude

Qu'il s'agisse du suivi des populations de chenilles processionnaires ou des dommages liés aux défoliations, **les résultats des suivis montrent un écart très conséquent entre la première année d'étude et les années 2022 et 2023, illustrant une diminution forte des populations dans chacune des modalités des deux sites d'études.**

Pour rappel, les nichoirs à mésanges n'étaient pas encore installés lors de la campagne 2021 de suivi des populations des chenilles. Par ailleurs, les niveaux de population enregistrés a posteriori entre les modalités sans nichoirs et avec nichoirs **n'indiquent pas non plus une variabilité significative permettant de conclure à un effet de la prédation par les mésanges. L'effondrement des populations enregistré n'est donc pas attribuable à l'installation de nichoirs à mésanges mais bien à d'autres mécanismes de régulation** (parasitisme, infections pathogènes, autres causes ?).

Le faible nombre de chenilles processionnaires depuis 2022, dans un tel processus d'effondrement, rend complexe la réalisation d'une mesure précise de l'effet spécifique de la prédation par les mésanges. Néanmoins, **il illustre parfaitement que le phénomène de gradation** bien documenté dans les études de démographie des populations d'insectes, s'applique à la Processionnaire du chêne et suggère que **les mécanismes les plus performants qui en gouvernent les phases d'effondrement ne reposent probablement pas sur les effets de la prédation, mais bien sur ces cycles naturels des populations d'insectes.**



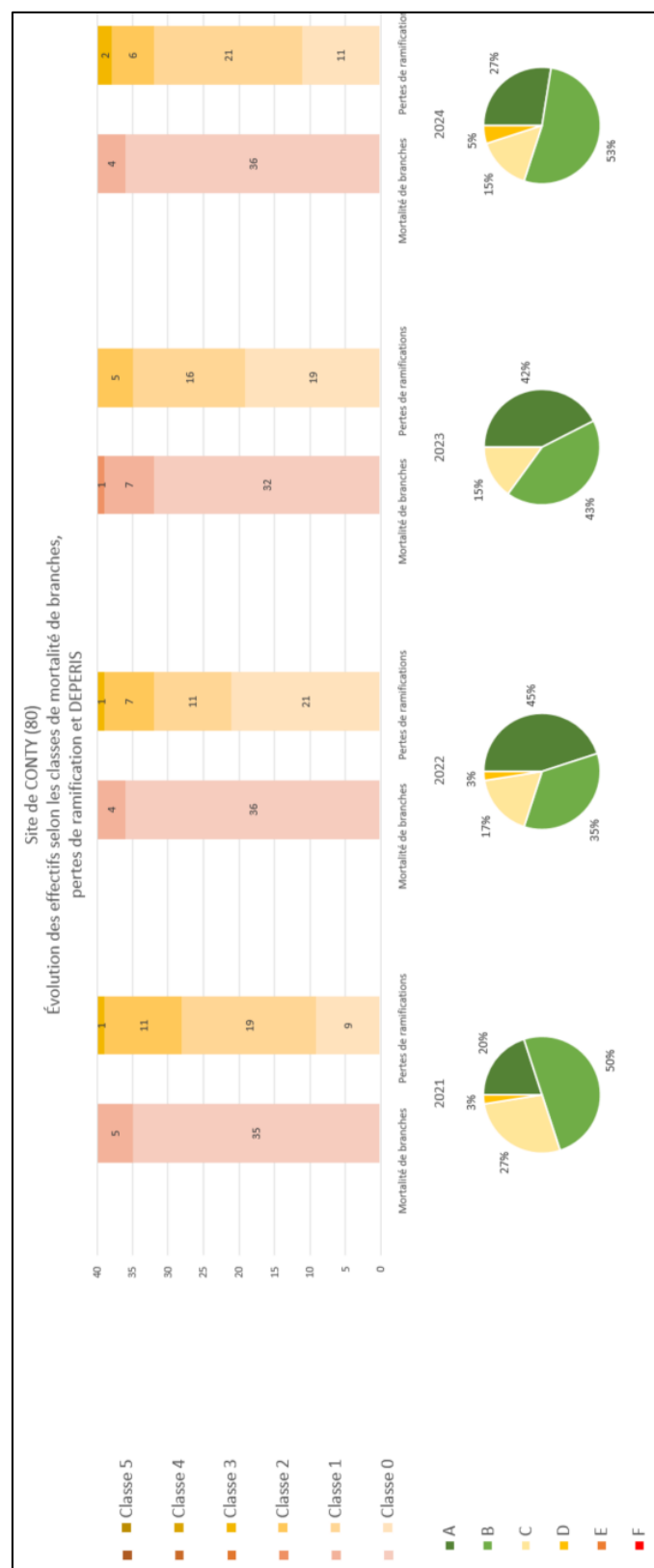


Figure 18 : Evolution des effectifs selon les classes de mortalité de branches, pertes de ramification et DEPERIS pour les deux sites d'étude (Protocole DEPERIS à retrouver en annexe)

En ce qui concerne l'état sanitaire des arbres, bien que la mortalité de branches semble stable sur la période d'étude, on observe une perte de ramifications moins marquée en 2022 et 2024 en comparaison avec l'année 2021. On peut supposer que cette perte de ramification est consécutive à des mortalités de ramification antérieure, et liées en partie aux stress conjoncturels engendrés par les chenilles processionnaires durant les années précédentes. Quant au déficit foliaire, ce dernier a diminué depuis 2022 par rapport à 2021 sur le site de Conty (80) en conséquence de sa colinéarité forte avec les défoliations, qui ont également diminué. Ce déficit foliaire est resté relativement stable depuis le début de l'étude sur le site de Villers-sur-Fère (02) manifestant des niveaux de défoliations plus faibles mais sensiblement stables. Les défoliations de l'année 2021 ne semblent pas avoir de conséquences durables sur la vitalité des arbres à court terme (jusque 2024 au moins), confirmant les capacités de résilience des peuplements de chênes en conditions stationnelles favorables.

VI – Conclusions et perspectives

La gradation des populations de chenilles observée en Hauts-de-France en 2021 s'est démarquée par une intensité et une représentativité géographique inédites. La récession des populations ayant eu lieu sur tout le territoire et dans un gradient très variable de conditions environnementales locales, **il n'est pas possible d'avancer que la prédation des chenilles par les mésanges ait pu jouer un rôle dans la régulation des populations**. L'effondrement des populations de processionnaires du chêne n'est pas lié au cantonnement des mésanges sur les parcelles d'expérimentation, mais bien à des phénomènes biologiques naturels – les cycles de gradations – au cours desquels les populations d'insectes alternent entre périodes de pullulations et phases de récession, de façon plus ou moins fréquente.

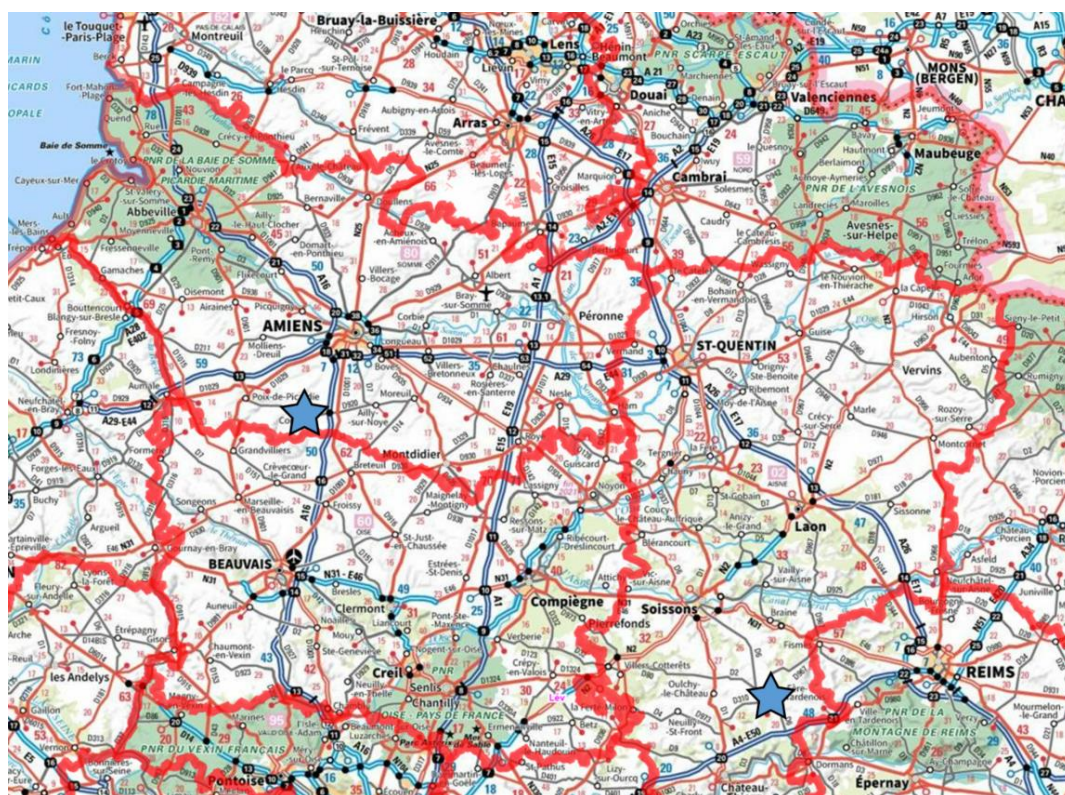
Néanmoins, l'installation de nichoirs s'est montrée très positive avec un succès de nidification observé.

La fréquence des cycles de gradations des chenilles processionnaires reste difficile à prédire, voire impossible. De plus, l'année 2024, particulièrement pluvieuse, a impacté la population de chenilles processionnaires et pratiquement aucun nid n'a été observé. En l'état, et en l'absence de résultats probants d'une influence de l'installation de nichoirs à mésanges sur les populations de chenilles processionnaires du chêne, il a été décidé de mettre fin au suivi annuel de l'étude à la suite de cette année.

Toutefois, le CNPF reste attentif à une potentielle phase de gradation des processionnaires dans les années à venir, sur laquelle les mésanges présentes sur les parcelles d'expérimentation pourraient cette fois renvoyer un signal plus lisible.

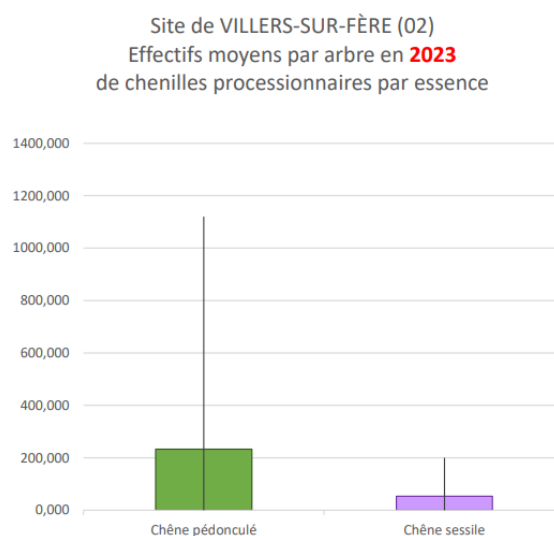
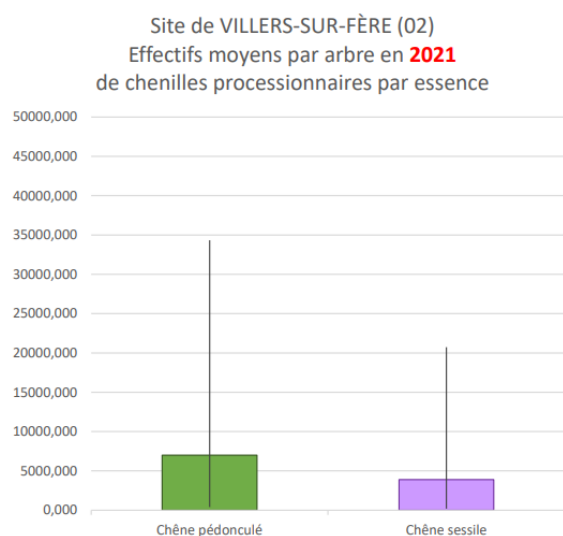
Annexes

1) Localisation des sites d'étude

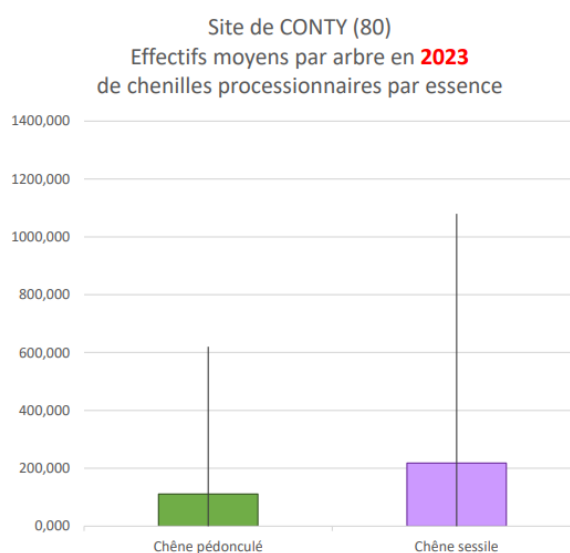
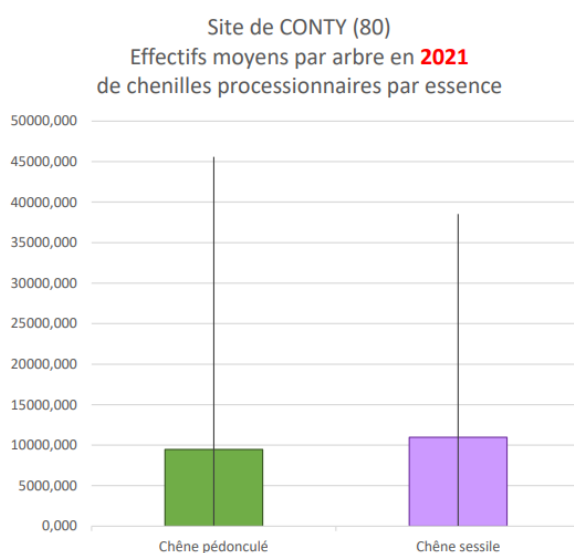


Annexe 1 : Localisation des deux sites d'études (étoiles bleues)

2) Analyses complémentaires



Annexe 2 : Effectifs moyens de chenilles processionnaires par arbre et par essence – Comparaison entre 2021 et 2023 pour le site de Villers-sur-Fère (02)



Annexe 3 : Effectifs moyens de chenilles processionnaires par arbre et par essence – Comparaison entre 2021 et 2023 pour le site de Conty (80)

Résultats : Bien que le niveau des défoliations ait été pressenti plus important sur le Chêne pédonculé, soutenant l'hypothèse d'une attractivité plus forte de cette essence, les résultats des comptages de colonies réalisés ne montrent finalement pas de tendance significative.

3) Protocole DEPERIS

La **méthode DEPERIS**, développée par le DSF, permet **d'évaluer la situation sanitaire de la forêt**. Elle peut s'appliquer à différentes échelles (parcelles, massifs, régions forestières, etc.), sur toutes les essences et quelle que soit la saison. C'est un outil facilement utilisable, même pour les non-spécialistes des sujets sanitaires. Le forestier peut évaluer la situation sanitaire de sa forêt et suivre son évolution, en apportant des éléments objectifs et quantifiés.

DEPERIS constitue en une **notation simplifiée du houppier des arbres**, qui s'appuie sur **2 critères** symptomatologiquement pérennes : **la mortalité de branches et les manques** (manques de ramifications pour les feuillus, manques d'aiguilles pour les résineux). Ces critères s'observent dans le houppier fonctionnel (qui a accès à la lumière), hors concurrence, sur les arbres des étages dominants et co-dominants, et par rapport à un arbre de référence, dont les caractéristiques sont définies dans des fiches descriptives. **Une note de 0 à 5 est attribuée pour chacun des deux critères, qui définissent ensemble une note synthétique DEPERIS d'état du houppier de l'arbre, allant de A à F** (tableau ci-dessous). Les arbres D, E et F sont considérés comme dégradés. L'évaluation du nombre d'arbres par classes, leur répartition et leur évolution aident le gestionnaire à estimer les dommages et la rapidité d'évolution de la situation, pour prendre des décisions adaptées.

		Manque de ramifications (feuillus) Manque d'aiguilles (résineux sauf mélèze)					
Mortalité de branches		0	1	2	3	4	5
	0	A	B	C	D	E	F
	1	B	B	C	D	E	F
	2	C	C	D	D	E	F
	3	D	D	D	E	F	F
	4	E	E	E	F	F	F
	5	F	F	F	F	F	F

En savoir plus sur la méthode DEPERIS sur le site du DSF : <https://agriculture.gouv.fr/la-methode-deperis-comment-quantifier-et-mesurer-letat-de-sante-dune-foret-et-son-evolution>