

➤ TRAMETES 2

➤ CONTRIBUTION DE LA TRAME DE VIEUX BOIS A L'ETAT DE CONSERVATION DES HABITATS FORESTIERS ET DES ESPECES

Métaprogramme BIOSEFAIR

Bilan de projet : 2021 - 2024

Mars 2025

L'évaluation de l'état de conservation des habitats forestiers repose sur des méthodes principalement indirectes décrivant l'habitat (indices structuraux et composition). En ce qui concerne les espèces à enjeux, la contribution des éléments de structure forestière à leur état est assez mal connue et, de fait, le lien entre conservation des habitats naturels et conservation d'espèces reste relativement méconnu, en particulier les rôles respectifs des dendromicrohabitats comme les cavités de pic noir et de la maturité forestière.

TRAMETES 2 a complété un projet financé par l'Office français de la Biodiversité.

Au travers de l'étude de 5 massifs forestiers en France métropolitaine, nous avons installé 80 placettes appariées entre celles présentant au moins une cavité de pic noir et une sans cavité (contrôle). La structure forestière de ces placettes a été décrites, puis elles ont été équipées de capteurs éco-acoustiques pour la détermination des communautés d'oiseaux et échantillonnées pour la détermination des communautés fongiques liées aux arbres morts et aux cavités de pic noir. Un travail parallèle (hors financement Biosefair) sur les colonies

sauvages d'abeilles a également été effectué et les principaux résultats seront présentés ci-dessous.

TRAMETES2 a permis :

- L'acquisition de données sur une série de sites supplémentaires de manière à augmenter la puissance statistique et la robustesse de l'échantillonnage ;
- L'utilisation approfondie des données éco-acoustiques pour la détermination d'espèces d'oiseaux et de chauve-souris (voir de la communauté entière) au-delà des quelques espèces initialement prévues dans le projet ;
- La recherche des vecteurs des champignons typiques des cavités (notamment abeilles), et l'approfondissement de la description des occupants des cavités de pic noir, par l'utilisation de méthodes d'ADN environnemental.

Les premiers résultats du projet montrent que la présence de cavités de pic noir a des effets différents selon la communauté considérée :

- Pour les oiseaux, il semble que la structure forestière, en particulier la présence de gros arbres, a un effet plus important sur les communautés que la seule présence de cavité. Cependant, certaines espèces, notamment des cavicoles secondaires, présentent une occurrence supérieure dans les zones à cavité ;
- Pour les champignons, les communautés que l'on retrouve dans les cavités sont différentes de celles du bois mort au sol, notamment, certains groupes fongiques sont exclusifs des cavités, ce qui montre le rôle prépondérant des cavités pour la biodiversité fongique ;
- Les colonies d'abeilles sauvages ne sont apparemment pas inféodées aux cavités de pic noir (partie hors financement Biosefair), mais se retrouvent plutôt dans des cavités plus petites (type pic épeiche). Ces colonies semblent viables à moyen terme (au moins 2 ou 3 ans)

Les principales perspectives du projet concernent la valorisation des données acquises, et la poursuite des travaux permettant de mieux cibler le domaine vital du pic noir, ses capacités de dispersion, ainsi que son rôle en tant que vecteur de communautés fongiques typiques des cavités.

Résultats

Communautés d'oiseaux

Cette étude visait à évaluer l'influence des cavités de pic noir (*Dryocopus martius*) sur les communautés d'oiseaux forestiers, en utilisant des indices spécifiques et acoustiques sur 68 placettes forestières réparties sur 5 sites en France.

Contrairement à notre hypothèse initiale, la présence de ces cavités n'a pas amélioré de manière significative la richesse spécifique au niveau de la communauté. Cependant, le diamètre moyen à hauteur de poitrine des arbres est apparu comme un facteur critique, positivement corrélé à la richesse spécifique dans tous les groupes d'oiseaux. Ce résultat souligne en partie l'importance de la maturité de la forêt pour soutenir des communautés aviaires diversifiées. Alors que les cavités elles-mêmes ont un impact subtil sur la présence d'espèces, favorisant les spécialistes forestiers, c'est le contexte environnemental plus large,

en particulier la présence de gros arbres, qui exerce une influence plus forte sur la diversité des oiseaux. Les réponses individuelles des espèces ont révélé des interactions nuancées avec la présence de cavités, soulignant l'importance de prendre en compte les préférences d'habitat spécifiques et les interactions entre espèces, telles que la compétition et la prédation. L'étude a également souligné le rôle des indices acoustiques pour fournir des informations supplémentaires sur le paysage sonore et la composition de la communauté d'oiseaux, malgré certaines limites dans leur application aux environnements forestiers

Communautés fongiques

La présence de cavités de pic noir contribue à la diversité des communautés fongiques en apportant des taxons rares mais aussi des familles qui ne se retrouvent pas au sol comme celle des *Microascaceae*. Les résultats seront à confirmer avec l'analyse de l'ensemble des massifs concernés par le projet. Cela montre l'importance de garder ces habitats spécifiques qui participent à augmenter la diversité des espèces dans les écosystèmes forestiers et possiblement à la diversité des fonctions écosystémiques associées car les champignons saprotrophes peuvent dégrader la matière organique et participent à l'assimilation du carbone. Au niveau européen, il est estimé que 20 à 50 % des espèces saproxyliques sont menacées d'extinction et représentent 25 % des espèces forestières. Parmi ces espèces, des champignons sont présents et menacés du fait de la sylviculture intensive et l'abattage des vieux arbres. Une attention spécifique aux communautés fongiques commence à apparaître avec notamment une première liste rouge au niveau national présentant quelques groupes de champignons menacés. Pour préserver la biodiversité associée aux cavités de pics noir et notamment les communautés fongiques, il est nécessaire de protéger ces dendromicrohabitats et de préserver les continuités écologiques forestières pour le pic.

Analyses de la biodiversité assistées par l'intelligence artificielle

Dans le cadre de cette étude, des indicateurs s'appuyant sur l'état des connaissances et des publications scientifiques ont été utilisés pour la caractérisation bioacoustique des sites afin de pouvoir les comparer et de paramétrer leurs propriétés. Leur valeur informative est toutefois souvent limitée. Grâce à la quantité considérable de données acoustiques recueillies dans le cadre du projet TRAMETES et aux autres données collectées sur les placettes permettant de caractériser les habitats et espèces, un nouveau cadre d'analyse innovant pour les données bioacoustiques est à portée de main. Grâce à l'utilisation d'algorithmes de machine learning et d'IA, les données acoustiques peuvent être décomposées et examinées simultanément dans un nombre de dimensions/propriétés de l'ordre du millier. L'ordinateur apprend de manière autonome les différences essentielles de cet espace de données extrêmement complexe et développe ainsi ses propres propriétés discriminantes pour détecter les corrélations entre sites. Les métadonnées ainsi que l'expertise et l'expérience des naturalistes et chercheurs qui travaillent les données par la suite permettent ensuite d'évaluer et de développer ces propriétés de manière interactive. L'utilisation de l'IA est donc un outil supplémentaire permettant d'éclairer le choix du gestionnaire par de nouvelles visions des résultats d'études. Ce dialogue avec les algorithmes nous permet également d'affiner la reconnaissance, d'identifier les liens de causalité et d'adapter le système technique à la question locale. Une première interface est en cours de développement. Les données de fréquence acoustiques brutes, les indices bioacoustiques existants, les métadonnées (par ex. heure/date, lieu), les reconnaissances d'oiseaux par birdNET et d'autres sources de données ont été intégrés dans un pipeline d'apprentissage profond (deep learning).

Perspectives scientifiques

L'objectif principal du projet TRAMETES était d'évaluer la contribution des cavités de pic noir à la biodiversité forestière avec pour groupes cibles les oiseaux, la fonge et les abeilles sauvages (*Apis mellifera*). Les enseignements de ce projet sont multiples et méritent encore d'être affinés par des analyses plus poussées que celles présentées dans ce rapport. En résumé :

- Le creusement des cavités de pic noir répond à une structure forestière dominée par le hêtre, sur des arbres légèrement plus gros que la moyenne mais surtout dans des zones où les petits arbres sont moins nombreux. Ce résultat confirme et quantifie les observations précédentes sur la biologie du pic. Il faudrait désormais mieux comprendre les facteurs qui contribuent à la sélection des cavités de nidification par ces oiseaux, notamment par l'utilisation de traqueurs GPS désormais suffisamment miniaturisés pour les équiper ;
- Les communautés d'oiseaux sont assez peu influencées par la présence de cavités de pic noir, et répondent plus à la structure forestière dominée par des diamètres supérieurs à la moyenne. Ainsi, les communautés d'oiseaux forestiers, mais aussi quelques espèces de cavicoles sont plus observées dans les zones à cavités. Ces résultats méritent d'être approfondis ;
- Les indices écoacoustiques n'ont pas démontré de réelle différence entre les zones avec ou sans cavité. Par contre, le projet a permis des développements méthodologiques intéressants sur la génération de ces indices, l'analyse de données éco-acoustiques massives et des collaborations directes avec BirdNet toujours en cours à l'heure actuelle ;
- Sur une partie des massifs forestiers de l'étude, l'analyse par ADN environnemental des communautés fongiques montre que la diversité liée aux cavités diffère fortement de celle trouvée au sol, ce qui confirme un rôle de ces cavités dans la diversité de la fonge en général. Ces résultats ouvrent des perspectives de travail sur la dispersion de la fonge entre ces cavités et les agents potentiellement vecteurs, dont le pic noir ;
- Le projet n'a pas permis de démontrer que les colonies d'abeilles étaient liées spécifiquement aux cavités de pic noir, contrairement à ce qui avait été montré en Allemagne et en Pologne. On trouve cependant ces colonies dans certains massifs, dans des conditions forestières qui restent à préciser. Ces colonies paraissent viables à moyen terme et un suivi plus poussé permettra d'affiner la réponse des indices démographiques déjà observés. Le projet a également permis d'affiner la génétique de ces colonies qui apparaissent fortement hybridées avec des origines domestiques, ce qui questionne leur caractère « sauvage ».

En termes d'état de conservation, les indicateurs qui concourent à son évaluation ne sont pas remis en question par l'étude actuelle. Si les cavités de pic noir, malgré leur intérêt pour des biodiversités à la fois ordinaires (oiseaux) et fonctionnellement importantes (fonge, abeilles), n'apparaissent pour le moment pas comme un indicateur supplémentaire d'état de conservation, elles démontrent néanmoins un intérêt pour cibler des zones riches en biodiversité. Les études futures devront porter sur d'autres dendromicrohabitats des arbres, voire des indices de diversité de dendromicrohabitats en lien avec la biodiversité pour déterminer s'ils sont plus à même de servir d'indicateurs d'état de conservation des habitats forestiers.

Valorisations

Breton, V., Guignot, M-E., Vincenot, L., Husté, A., Leclerc, L., Fuhr, M., Paillet, Y. (révision majeure). Black woodpecker preferences for cavity excavation: a multisite approach in temperate forests in France. *Annals of Forest Sciences*.

Moro, A., Albouy, V., Dickey, M., Kohl, P.L., McCormack, G.P., Remter, F., Requier, F., Rogenstein, S., Rutschmann, B., Thiele, M.J., Visick, O., Bila Dubaić, J. (2024) A protocol for monitoring populations of free-living Western honey bees in temperate regions. *Bee World* 1-5.

Panziera, D., Requier, F., Chantawannakul, P., Pirk, C., Blacquièrre, T. (2022) The diversity decline in wild and managed honeybees urges for an integrated conservation approach. *Frontiers in Ecology and Evolution* 10, 767950.

Guignot, M-E. (2023). Caractérisation de peuplements forestiers et biodiversité associés aux cavités de pic noir. Master 2 Sciences, Technologies, Santé, Université des Antilles. 57p.

Butters, S. (2024). Analysis of the influence of the presence of Black woodpecker (*Dryocopus martius*) cavities and the dendrometric characteristics of the stand on bird communities. Master 2 Ecology, Monitoring and Management of Ecosystems, université de Franche-Comté. 45p.

Lejosne, L. (2024). Biodiversité associée aux cavités de pic noir : analyse des communautés fongiques. Master 2 Biodiversité Ecologie Evolution, Sciences Sorbonne Université, Université Paris-Saclay. 34p.

Alexis PRETAT (2023) Suivi des colonies d'abeilles mellifères sauvages en zones naturelles françaises pour l'établissement d'un statut de conservation. Master 2 PATRIMOINE NATUREL ET BIODIVERSITÉ, Université de Rennes 1, 36 pages.

Sylvain PATRON (2022) Survie, taille de population et structure génétique des colonies d'abeilles mellifères sauvages. Master 2 Agrosiences, Environnement, Territoire, Paysage, Forêt. Faculté des Science de Nancy, 38 pages.

➤ A l'attention des professionnels

Documentaire (teaser) : <https://vimeo.com/884858970/c7afb5589f?share=copy>