

Stage M2 / Ingénieur : Effet de l'historique d'exploitation forestière sur la composition des communautés floristiques.

Contexte

Ces dernières années, la question du maintien de la multifonctionnalité des écosystèmes, un concept englobant à la fois le bon fonctionnement de l'écosystème et sa capacité à fournir des services à notre société, a fait l'objet d'une attention croissante dans la littérature scientifique (Hector and Bagchi 2007; Manning et al. 2018). Cette question est tout particulièrement centrale pour les écosystèmes forestiers qui constituent l'un des principaux écosystèmes terrestres, abritent une biodiversité unique et fournissent à notre société des services essentiels de régulation (e.g. séquestration carbone, atténuation de l'érosion), d'approvisionnement (e.g. fourniture en bois), et culturels (e.g. valeur esthétique, usages récréatifs). En Europe, la grande majorité des forêts sont exploitées, de manière plus ou moins intensive selon les zones bio-géographiques (Suvanto et al. 2025). Malgré la hausse des perturbations naturelles, les coupes restent aujourd'hui la principale perturbation affectant les forêts européennes (Senf et al. 2018). Alors que de récentes études ont pu montrer que la diversité des communautés floristiques de sous-bois pouvait constituer un proxy de la multifonctionnalité des écosystèmes forestiers (Li et al. 2024; Schuldt et al. 2018), évaluer l'impact de la gestion forestière sur ces communautés apparaît comme essentiel afin de mieux comprendre comment les perturbations anthropiques affectent la multifonctionnalité des écosystèmes forestiers.

La théorie en écologie des perturbations prédit que les coupes, en augmentant la disponibilité en ressources pour la flore du sous-bois, favorisent la diversité spécifique (Sousa 1984). La majorité des études ayant soulevé la question de l'effet de la gestion forestière sur la richesse spécifique tendent à supporter cette théorie en montrant une flore plus diversifiée dans les forêts gérées à court terme (Paillet et al. 2010). Une incertitude demeure cependant sur ce résultat, en lien avec le temps depuis lequel les forêts n'ont plus été gérées : si la richesse est globalement plus élevée dans les forêts récemment abandonnées, un temps de non-exploitation plus long (> 40 ans) peut permettre de retrouver des niveaux de richesse floristique comparables voir supérieurs aux forêts gérées (Horvat et al. 2017).

Par ailleurs, plusieurs études suggèrent la nécessité d'aller au delà de la richesse spécifique pour caractériser la diversité d'une communauté et l'effet de cette diversité sur le fonctionnement de l'écosystème (Fletcher Jr. et al. 2025). Il a par exemple été montré que la diversité fonctionnelle pouvait mieux capturer l'effet de la diversité sur le maintien du fonctionnement de l'écosystème et des services associés (Cadotte et al. 2011). Au delà de métriques de diversité, de nombreux travaux montrent également l'importance de prendre également en compte l'influence des traits fonctionnels des espèces dominantes de la communauté (Lepš et al. 1982; Bello et al. 2021). En considérant le spectre économique foliaire, un axe majeur de variation fonctionnel des communautés végétales contrastant communautés dominées par des espèces à acquisition des ressources rapides vs conservatrices (Bruehlheide et al. 2018), l'effet d'un abandon long terme de l'exploitation forestière est largement incertain. En effet, si les forêts non gérées sont plus fermées, elles ont également tendance à être plus fertile que les forêts gérées en lien avec une plus grande quantité de bois mort au sol.

Objectif

L'objectif du stage proposé est de tester l'effet de l'abandon de la gestion forestière sur la composition des communautés floristiques de sous-bois, évaluée à travers plusieurs métriques :

- Richesse spécifique
- Diversité fonctionnelle
- Valeur moyenne de traits le long de plusieurs axes fonctionnels (e.g. leaf economic spectrum, stature)

Pour cela, l'étudiant.e recruté.e pourra s'appuyer sur un réseau de plus de 50 placettes réparties sur 6 sites forestiers (Vosges, Jura, Burat, Canigou, Vercors et Ventoux) incluant chacun des placettes gérées et non gérées. Des relevés floristiques (protocole Braun-Blanquet) ont déjà été effectués dans la moitié des sites (Vosges, Vercors et Burat) au printemps 2026. Accompagné.e de l'équipe technique du laboratoire d'accueil, l'étudiant.e recruté.e aura pour mission de mener la campagne de terrain de 2027 pour réaliser les relevés sur les 3 sites restants (Canigou, Jura et Ventoux).

Ce jeu de données, récolté dans le cadre du projet [SALUD](#), pourra éventuellement être enrichi d'un jeu de données similaire plus ancien (2010) mais englobant un nombre plus large de placettes (136 réparties sur 9 sites). Il s'agira ensuite de mettre en relation les données récoltées avec des données de traits fonctionnels pour évaluer statistiquement l'effet de la gestion sur la composition des communautés végétales, tout en contrôlant les effets confondants (e.g. site, topographie, structure du peuplement, climat).

Formations et compétences recherchées

Stage de niveau BAC+5 à pourvoir par un.e étudiant.e en sciences de l'environnement (M2 écologie ou école d'ingénieur agronome).

Compétences techniques attendues : connaissances théoriques en écologie, connaissances en botanique fortement souhaitées, maîtrise d'un langage de programmation (de préférence R ou Python), analyses statistiques.

Compétences transverses : attrait fort pour la recherche académique, autonomie et prises d'initiatives, attrait pour le travail de terrain, sens du travail en équipe, maîtrise de l'anglais pour la lecture d'articles scientifiques, capacité de rédaction.

Conditions d'accueil

Vous serez accueilli à l'INRAE au sein de l'UMR RECOVER, dans l'équipe EMR qui porte des travaux dans le domaine de l'écologie forestière, du risque incendie et des services écosystémiques. Vous serez co-encadré par Julien Barrere (UMR RECOVER, INRAE Aix-en-Provence) et Yoan Paillet (UR LESSEM, INRAE Grenoble). L'INRAE est situé au Tholonet, à 25min en bus ou à vélo de la ville d'Aix-en-Provence. Trois déplacements de 2 à

4 jours chacun sont à prévoir pour le terrain. La date de démarrage et la durée du stage sont flexibles (entre 5 et 6 mois, avec un démarrage entre Janvier et Mars selon les disponibilités).

Pour candidater, merci d'envoyer CV, lettre de motivation et éventuellement lettres de recommandation à Julien Barrere (julien.barrere@inrae.fr). A noter que l'usage abusif de l'intelligence artificielle pour l'écriture de la lettre de motivation sera évalué et pris en compte dans la sélection des dossiers.

Bibliographie

Bello, Francesco de, Sandra Lavorel, Lauren M. Hallett, et al. 2021. "Functional Trait Effects on Ecosystem Stability: Assembling the Jigsaw Puzzle." *Trends in Ecology & Evolution* 36 (9): 822–36. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2021.05.001>.

Bruehlheide, Helge, Jürgen Dengler, Oliver Purschke, et al. 2018. "Global Trait–Environment Relationships of Plant Communities." *Nature Ecology & Evolution* 2 (12): 1906–17. <https://doi.org/10.1038/s41559-018-0699-8>.

Cadotte, Marc W., Kelly Carscadden, and Nicholas Mirotnick. 2011. "Beyond Species: Functional Diversity and the Maintenance of Ecological Processes and Services." *Journal of Applied Ecology* 48 (5): 1079–87. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2011.02048.x>.

Fletcher Jr., Robert J., Rhys E. Green, Eleanor K. Bladon, et al. 2025. "Beyond Species Richness for Biological Conservation." *Conservation Letters* 18 (4): e13124. <https://doi.org/10.1111/conl.13124>.

Hector, Andy, and Robert Bagchi. 2007. "Biodiversity and Ecosystem Multifunctionality." *Nature* 448 (7150): 188–90. <https://doi.org/10.1038/nature05947>.

Horvat, Vlatka, Idoia Biurrun, and Itziar García-Mijangos. 2017. "Herb Layer in Silver Fir – Beech Forests in the Western Pyrenees: Does Management Affect Species Diversity?" *Forest Ecology and Management* 385 (February): 87–96. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.11.037>.

Lepš, J., J. Osbornová-Kosinová, and M. Rejmánek. 1982. "Community Stability, Complexity and Species Life History Strategies." *Vegetatio* 50 (1): 53–63. <https://doi.org/10.1007/BF00120678>.

Li, Yi, Andreas Schuldt, Anne Ebeling, et al. 2024. "Plant Diversity Enhances Ecosystem Multifunctionality via Multitrophic Diversity." *Nature Ecology & Evolution* 8 (11): 2037–47. <https://doi.org/10.1038/s41559-024-02517-2>.

Manning, Peter, Fons van der Plas, Santiago Soliveres, et al. 2018. "Redefining Ecosystem

Multifunctionality.” *Nature Ecology & Evolution* 2 (3): 427–36.
<https://doi.org/10.1038/s41559-017-0461-7>.

Paillet, Yoan, Laurent Bergès, Joakim Hjältén, et al. 2010. “Biodiversity Differences between Managed and Unmanaged Forests: Meta-Analysis of Species Richness in Europe.” *Conservation Biology* 24 (1): 101–12. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2009.01399.x>.

Schuldt, Andreas, Thorsten Assmann, Matteo Brezzi, et al. 2018. “Biodiversity across Trophic Levels Drives Multifunctionality in Highly Diverse Forests.” *Nature Communications* 9 (1): 2989. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-05421-z>.

Senf, Cornelius, Dirk Pflugmacher, Yang Zhiqiang, et al. 2018. “Canopy Mortality Has Doubled in Europe’s Temperate Forests over the Last Three Decades.” *Nature Communications* 9 (1): 1–8. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-07539-6>.

Sousa, W. P. 1984. “The Role of Disturbance in Natural Communities.” *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 15 (Volume 15,): 353–91.
<https://doi.org/10.1146/annurev.es.15.110184.002033>.

Suvanto, Susanne, Adriane Esquivel-Muelbert, Mart-Jan Schelhaas, et al. 2025. “Understanding Europe’s Forest Harvesting Regimes.” *Earth’s Future* 13 (2): e2024EF005225. <https://doi.org/10.1029/2024EF005225>.