

Avis de soutenance de thèse de doctorat

Persistance ou adaptation de la flore forestière face aux effets conjugués du réchauffement climatique, de la fragmentation des forêts et du microclimat ?

Par

Jeremy Borderieux

Dirigée par

Jean-Claude Gégout et Josep Maria Serra-Diaz

Présentée publiquement

Le **14 décembre 2023** à **13h30** en **Amphi A**, centre AgroParisTech de Nancy

En ligne à l'adresse <https://inrae-fr.zoom.us/j/96204932677>

Devant le jury composé de :

Guillaume DECOQ , PR, UMR Edysan	Rapporteur
Georges KUNSTLER , HDR, INRAE UMR Lessem	Rapporteur
Laurent BERGÈS , HDR, INRAE UMR Lessem	Examineur
Anne GÉGOUT-PETIT , PR, UL IECL	Examinatrice
Sandra LUQUE , DR, INRAE UMR Tetis	Examinatrice
Sandrine PAVOINE , PR, MNHN UMR Cesco	Examinatrice

Mots-clés : Ecologie des communautés, Changement globaux, Modélisation, Microclimat, Fragmentation forestière, Diversité.



Résumé

Une contradiction réside dans nos prédictions de l'évolution des communautés forestières végétales face au réchauffement climatique du 21^{ème} siècle. D'un côté, les espèces de climat chaud pourraient coloniser les communautés en remplaçant des espèces de climat froid, un processus appelé thermophilisation. De l'autre, la fragmentation des forêts et la protection qu'offrent les microclimats créés par la canopée et la topographie sont supposées empêcher ce changement. Cette thèse vise à quantifier les processus (extinction vs colonisation) à l'origine des tendances récentes de thermophilisation des communautés (2005 -2021) et à identifier des facteurs biophysiques qui peuvent expliquer la persistance locale de communautés.

Nous avons d'abord utilisé les placettes de l'Inventaire forestier national (IFN) français (2005-2021) pour créer des paires de placettes équilibrées dans le temps. Nous avons utilisé les 14,167 paires pour étudier les tendances de thermophilisation et d'homogénéisation (augmentation de la similarité entre les communautés) des communautés végétales. Nous avons constaté une thermophilisation des communautés forestières française, expliquée uniquement par la perte d'espèces de climat froid. Nous n'avons pas détecté d'homogénéisation car les extinctions d'espèces de climat froid se sont produites indépendamment de leurs raretés. Ces résultats questionnent l'idée que la thermophilisation est une adaptation des communautés, mais plutôt une altération. Cela illustre la nécessité d'identifier des refuges locaux pour les espèces de climat froid.

Pour tester si un couvert forestier important peut abriter des communautés adaptées au froid, nous avons utilisé les placettes IFN pour coupler des parcelles avec différents taux de couvert forestier. Les 2,012 paires ainsi créées ont permis de comparer l'affinité climatique des communautés dans des paysages forestiers et moins forestiers. Nous avons montré que les paysages forestiers abritaient des communautés plus adaptées au climat froid. Ce 'refroidissement' s'explique principalement par des différences de conditions pédologiques, mais nous avons également observé un effet purement lié au paysage qui suggère un refroidissement microclimatique du couvert forestier.

Enfin, nous avons effectué des mesures de la température du sous-bois dans une vallée des Vosges afin de séparer l'effet de la canopée et de la topographie sur le microclimat et les communautés. Nous avons montré que la topographie l'emportait sur la canopée pour expliquer le microclimat et la composition des communautés. De plus, les communautés étaient plus riches et comportaient plus d'espèces de climat froids sur les pentes orientées vers le nord et dans les fonds de vallée ombragés que dans le reste de la zone.

Nos résultats confirment le déclin de la diversité prédit et le manque d'adaptation des communautés. Cette thermophilisation due à l'extinction est toutefois à nuancer par deux sources importantes de persistance des espèces : la couverture forestière et la topographie. Tirer parti du refroidissement offert par ces deux facteurs sera essentiel pour la conservation et la compréhension des communautés végétales.

Abstract

Predictions of how forest plant communities and their diversity will respond to the 21st century climate warming are ambiguous. On one hand, warm-adapted species are expected to colonize communities at the expense of locally extinct cold-adapted species, in a process called thermophilization. On the other hand, forest fragmentation and the cooling effects derived from canopy cover and topography on microclimates are thought to prevent such thermophilization. This thesis aims to quantify the processes (extinction vs colonization) behind the recent trends of community thermophilization (2005-2021) and to identify biophysical factors that can explain local persistence of communities.

We first used French National Forest Inventory (NFI) plots (2005-2021) to create a balanced temporal pairing of plots. We used the 14,167 pairs to study thermophilization and homogenization (increase in similarity between communities) trends in plant communities and partitioned their underlying processes. We found a significant thermophilization trend across French forests, which was solely explained by the regression of cold-adapted species. We found no homogenization because cold-adapted species extinctions occurred independently of their rarity. These results show that thermophilization in lowland temperate forests is a sign of community alteration, rather than adaptation to climate change. This further illustrates the need to identify local refugia for cold-adapted species.

To test how high amount of forest cover could shelter cold-adapted communities, we used the NFI to pair plots in contrasting mosaics of forest and agriculture differing in total forest cover. The 2,012 pairs created allowed to compare communities' affinity to climate of forested and less forested landscapes. We found that forested landscapes harbored colder-adapted communities. This cooling effect was mostly explained by difference of soil conditions, but we also found a unique landscape effect that hints a microclimatic cooling of landscape forest cover. This places forest cover as a landscape-scale driver of community affinity to climate.

Lastly, we conducted measurements of understory temperature in a valley of the Vosges to disentangle the relative effect of canopy and topography on microclimate and communities. By associating a microclimate model (48 loggers) with 306 vegetation plots we showed that topography (aspect and topographic position) outweighed canopy cover at explaining growing season microclimate. Similarly, the effect of topography –decoupled from elevation– explained community affinity to climate and species richness. Communities displayed richer and colder-adapted communities in north-facing slopes and shaded valley bottoms compared to other topographies. These results show that topography, a much stable microclimatic driver than canopy cover, effectively shelters diverse communities of cold-adapted species in mountain forests.

Our results are aligned with the prediction community reshuffling and diversity decline. This seemingly ubiquitous extinction-driven thermophilization is nuanced by two prominent landscape-scale sources of species persistence, forest cover and topography. Taking advantage of the cooling offered by these two factors will be key for plant community conservation and comprehension.