

## Offre de doctorat en écologie forestière

---

Titre :	<b>Rôle du sanglier et de la bryoflore dans le réseau d'interactions forestières : implications pour la coexistence des espèces ligneuses</b>
Directeur de thèse :	Philippe Balandier (Equipe FORHET)
Encadrant :	Anders Mårell (Equipe FONA)
Unité d'Accueil :	Unité de Recherches sur les Ecosystèmes Forestiers (EFNO), Irstea
Ecole Doctorale :	549 – Santé, Sciences Biologiques et Chimie du Vivant (SSBCV) de l'Université d'Orléans
Disciplines Concernées :	Ecologie, Sciences forestières
Mots-clés :	Bryophyte, Chêne, Compétition, Facilitation, Filtre écologique, Forêt mélangée, Pin, Recrutement, Régénération, Sanglier

---

### Résumé

L'intérêt pour l'étude des peuplements mélangés en forêt est grandissant, pour les gestionnaires et les scientifiques, car ils sont souvent plus performants en termes de production et moins vulnérables face aux aléas que les peuplements purs. Cependant, le renouvellement et le maintien des peuplements mélangés est un défi majeur pour les gestionnaires à cause des différences autoécologiques entre espèces d'arbres. Pour relever ce défi, les gestionnaires ont besoin de maîtriser les mécanismes et les paramètres qui permettent la coexistence des espèces d'arbres. Selon la théorie contemporaine de la coexistence des espèces, elle est déterminée par les mécanismes (i) d'égalisation, qui réduisent la différence relative en fitness entre espèces et (ii) de stabilisation qui augmentent l'importance relative de la compétition intraspécifique vis-à-vis de la compétition interspécifique. Dans le cadre de ce projet de thèse, nous allons explorer la coexistence entre une espèce pionnière, le pin sylvestre (*Pinus sylvestris*), et une espèce post-pionnière, le chêne sessile (*Quercus petraea*) en forêt tempérée de plaine. L'objectif est d'étudier les différents mécanismes qui assurent la coexistence de ces deux espèces d'arbres en se focalisant sur le rôle en grande partie méconnu des bryophytes d'une part, et des perturbations dues aux grands ongulés sauvages d'autres part, en particulier celles dues aux sangliers. Plus particulièrement, la thèse a comme objectif de faire la part entre les interactions directes et indirectes au sein de la communauté du sous-bois (focalisé sur le triplet régénération forestière – bryophytes - sanglier) afin d'évaluer la magnitude des interactions négatives de type compétition et positives de type facilitation. La thèse se focalisera sur deux stades de développement, la germination des graines et l'installation des semis de nos deux espèces d'arbres objectifs. Le projet de thèse bénéficie du site expérimental à long-terme OPTMix (<https://optmix.irstea.fr>), mis en place en Forêt Domaniale d'Orléans pour étudier le fonctionnement des peuplements mélangés chêne sessile-pin sylvestre et dont les ongulés sauvages sont contrôlés par des enclos/exclos sélectifs.

## Description du projet

Les travaux proposés dans ce projet de thèse concourent à la gestion durable des forêts sous l'influence du changement climatique. Le projet de thèse s'inscrit dans le cadre du Plan National de la Forêt et du Bois 2016-2020, le Plan Recherche-développement et Innovation 2025 de la filière forêt-bois mais également la Stratégie Nationale Biodiversité et le Plan National d'Adaptation au Changement Climatique dans lesquels les peuplements forestiers mélangés apparaissent comme une mesure de gestion pour atténuer les impacts du changement climatique et la préservation de la biodiversité.

L'intérêt pour l'étude des peuplements mélangés en forêt est grandissant, pour les gestionnaires et les scientifiques, car ils sont souvent plus performants en termes de production et moins vulnérables face aux aléas que les peuplements purs. Cependant, le renouvellement et le maintien des peuplements mélangés est un défi majeur pour les gestionnaires. D'une manière générale, la difficulté réside dans le fait de créer et maintenir un environnement approprié (**filtre environnemental**) à l'ensemble des espèces d'arbres objectifs et d'éviter qu'une espèce prenne le dessus sur les autres via la compétition pour les ressources (exemple de **compétition par exploitation**), l'augmentation des déprédateurs spécifiques à l'espèce (exemple de **compétition apparente**) ou la libération de substances allélopathiques (exemple de **compétition par interférence**).

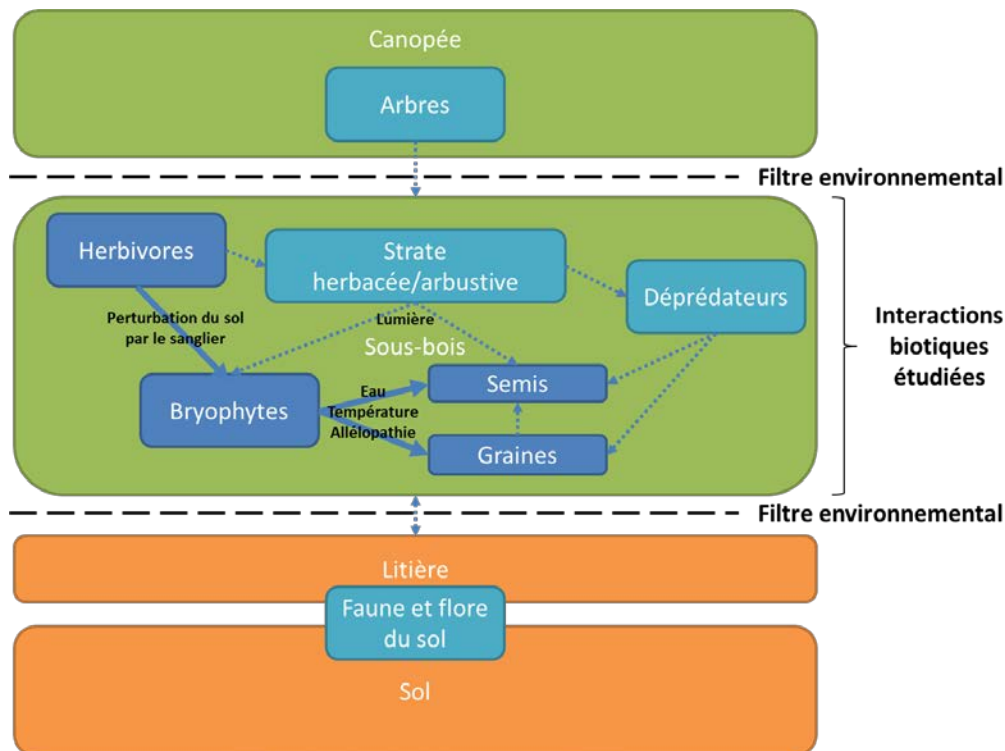


Figure 1. Schéma conceptuel de la communauté du sous-bois étudié par le projet de thèse. Nous considérons le milieu abiotique conditionné par les conditions stationnelles du sol et du peuplement arboré comme des filtres environnementaux externes au système étudié. La partie expérimentale de la thèse se focalisera sur le rôle des bryophytes (flèches en trait plein) pour la germination des graines (volet 1) et l'installation des jeunes semis (volet 2) via la modification et le partage des ressources en eau et en lumière (compétition par exploitation ou facilitation directe). La thèse étudiera aussi l'effet direct du retournement de sol par le sanglier sur l'abondance et la composition des communautés de bryophytes (volet 3, flèche en trait plein) et son effet indirect sur la germination des graines et l'installation des jeunes semis (facilitation indirecte). Les autres interactions biotiques (flèches pointillées) du système étudié seront prises en compte dans une approche de modélisation (cf. volet 4).

## Objectif de la thèse

Ce projet de thèse vise d'un point de vue fondamental à approfondir nos connaissances sur le rôle des bryophytes et du sanglier dans la dynamique de l'écosystème forestier tempéré, notamment dans le cadre du renouvellement des forêts mélangées. **En particulier, les bryophytes jouent-elles un rôle de compétiteur ou de facilitateur dans la coexistence des espèces ligneuses ? Comment les perturbations engendrées par le sanglier changent les patrons d'interactions ?**

D'un point de vue appliqué, la thèse vise à étudier les contraintes liées à l'installation d'une régénération en forêt mélangée. **En particulier, quelles sont les conditions abiotiques et biotiques qui favorisent l'installation d'une régénération composée de plusieurs espèces ?**

## Méthodologie

Le travail de thèse sera centré sur le dispositif OPTMix (Oak Pine Tree Mixture, <http://optmix.irstea.fr>) installé depuis 5 ans en forêt domaniale d'Orléans par Irstea (UR EFNO). Ce dispositif comporte 33 placettes correspondant à trois répétitions croisant composition du peuplement (mélange vs. monspécifique), densité du peuplement (faible vs. moyenne) et présence/absence d'ongulés sauvages (Korboulewsky *et al.*, 2015).

Le projet de thèse est divisé en quatre volets. Le premier volet consiste à étudier l'effet des bryophytes sur la germination des graines de chêne et de pin en s'appuyant sur une expérimentation en pot sous conditions contrôlées. Le deuxième volet vise à étudier l'effet des bryophytes sur l'installation des jeunes plantules de pin et de chêne. L'étudiant utilisera une approche par traits fonctionnels pour différencier les mécanismes par lesquels les bryophytes influencent la germination des graines et le succès d'installation des semis. Le troisième volet s'intéresse aux effets de la perturbation du sol par le sanglier sur le développement du couvert et de la composition en espèces de la strate muscinale. Les volets 2 et 3 se dérouleront principalement *in situ* sur le dispositif OPTMix. Enfin, le volet 4 mobilisera les mesures issues des trois premiers volets, des études précédentes et de la bibliographie, dans le cadre d'un modèle d'interactions entre espèces. Ce modèle permettra de tirer des conclusions quant aux possibilités de coexistence de deux espèces ligneuses (chêne et pin) au sein d'une parcelle ligneuse en intégrant explicitement le rôle de la bryoflore et d'une perturbation par un grand ongulé, le sanglier.

## Profil recherché

Master 2 ou équivalent en écologie, avec un intérêt particulier pour l'écologie forestière et/ou les réseaux d'interactions écologiques. Idéalement, nous cherchons un candidat avec un profil mixte écologie des communautés / modélisation.

## Environnement scientifique

La thèse se déroulera à Irstea Nogent-sur-Vernisson (Loiret) dans l'Unité de Recherche EFNO (Ecosystèmes Forestiers). L'étudiant(e) fera partie de la communauté scientifique qui travaille sur le dispositif OPTMix et bénéficiera des collaborations en interne avec les collègues ayant des compétences complémentaires notamment sur l'écologie des bryophytes, la biodiversité fonctionnelle, les effets d'ongulés sauvages sur la régénération forestière, la dynamique forestière, ainsi que la modélisation de la coexistence au sein des communautés.

## Pour en savoir plus

- **MÅRELL Anders** (Encadrant principal) – Chargé de Recherche, responsable d'équipe FONA  
[anders.marell@irstea.fr](mailto:anders.marell@irstea.fr) - 02 38 95 04 53
- **BALANDIER Philippe** (Directeur de thèse) – Directeur de Recherche, responsable d'équipe FORHET  
[philippe.balandier@irstea.fr](mailto:philippe.balandier@irstea.fr) – 02 38 95 03 51

## Références bibliographiques

- Allesina, S., Si, T., 2012. Stability criteria for complex ecosystems. *Nature* 483, 205.
- Balandier P., Collet C., Miller J.H., Reynolds P.E., Zedacker S.M., 2006. Designing forest vegetation management strategies based on the mechanisms and dynamics of crop tree competition by neighbouring vegetation. *Forestry* 79, 3-27.
- Barbier, S., Gosselin, F., Balandier, P., 2008. Influence of tree species on understory vegetation diversity and mechanisms involved--A critical review for temperate and boreal forests. *For Ecol Manag* 254, 1-15.
- Barrios-Garcia, M.N., Ballari, S., 2012. Impact of wild boar (*Sus scrofa*) in its introduced and native range: a review. *Biol Invasions* 14, 2283-2300.
- Chesson, P., 2000. Mechanisms of maintenance of species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 31, 343-366.
- During, H.J., Tooren, B.F.V., 1990. Bryophyte interactions with other plants. *Bot J Linn Soc* 104, 79-98.
- Gaudio, N., Balandier, P., Perret, S., Ginisty, C., 2011a. Growth of understorey Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) saplings in response to light in mixed temperate forest. *Forestry* 84, 187-195.
- Gosselin, M., Fourcin, D., Dumas, Y., Goselin, F., Korboulewsky, N., Toïgo, M., Vallet, P., 2017. Influence of forest tree species composition on bryophytic diversity in mixed and pure pine (*Pinus sylvestris* L.) and oak (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) stands. *Forest Ecology and Management* 406:318-329.
- HilleRisLambers, J., Adler, P.B., Harpole, W.S., Levine, J.M., Mayfield, M.M., 2012. Rethinking Community Assembly through the Lens of Coexistence Theory. In: Futuyma DJ ed. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 43, 227-248.
- Korboulewsky, N., Pérot, T., Balandier, P., Ballon, P., Barrier, R., Boscardin, Y., Emmanuelle, D.-R., Dumas, Y., Ginisty, C., Gosselin, M., Hamard, J.-P., Laurent, L., Mårell, A., NDiaye, A., Perret, S., Rocquencourt, A., Seigner, V., Vallet, P., 2015. OPTMix: Dispositif expérimental de suivi à long terme du fonctionnement de la forêt mélangée. *Rendez-vous techniques* 47, 60-70.
- Kraft, N.J.B., Adler, P.B., Godoy, O., James, E.C., Fuller, S., Levine, J.M., 2015. Community assembly, coexistence and the environmental filtering metaphor. *Funct Ecol* 29, 592-599.
- Laurent, L., Mårell, A., Korboulewsky, N., Saïd, S., Balandier, P., 2017. How does disturbance affect the intensity and importance of plant competition along resource gradients? *For Ecol Manag* 391, 239-245. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2017.02.003>
- Lett, S., Nilsson, M.-C., Wardle, D.A., Dorrepaal, E., 2017. Bryophyte traits explain climate-warming effects on tree seedling establishment. *J Ecol* 105, 496-506. doi:10.1111/1365-2745.12688
- Marialigeti, S., Nemeth, B., Tinya, F., Odor, P., 2009. The effects of stand structure on ground-floor bryophyte assemblages in temperate mixed forests. *Biodiversity and Conservation* 18, 2223-2241.
- Soudzilovskaia, N.A., Graae, B.J., Douma, J.C., Grau, O., Milbau, A., Shevtsova, A., Wolters, L., Cornelissen, J.H.C., 2011. How do bryophytes govern generative recruitment of vascular plants? *New Phytol* 190, 1019-1031. doi:10.1111/j.1469-8137.2011.03644.x
- Weiher, E., Freund, D., Bunton, T., Stefanski, A., Lee, T., Bentivenga, S., 2011. Advances, challenges and a developing synthesis of ecological community assembly theory. *Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences* 366, 2403-2413.