



## REsilience of MIXed beech- Scots pine forests to climate change

*Responsable scientifique* : Ignacio BARBEITO, UMR Laboratoire d'Etude des Ressources Forêt Bois (LERFOB)

Partenaires Labex : Catherine Collet & François Ningre (UMR Lerfob), Myriam Legay & Alexandre Piboule (Office National des Forêts, ONF)

### **Contexte** —

Une gestion adéquate des forêts mélangées peut contribuer à l'optimisation de la production de bois et du stockage du carbone, tout en ayant des forêts plus résistantes au changement climatique. Cependant, il a été démontré que les effets du mélange varient avec les conditions environnementales et notamment avec les gradients de disponibilité en ressources. Il est donc nécessaire de réaliser des études pour mieux comprendre les relations entre la diversité des espèces et le fonctionnement des écosystèmes.

### **Objectifs** —

Pour répondre au risque élevé que représente le changement climatique, nous allons examiner la croissance du hêtre (*Fagus sylvatica* L.) et du pin sylvestre (*Pinus sylvestris* L.) dans des peuplements purs et mélangés, et analyser comment la réponse des arbres aux épisodes de sécheresse passés est influencé par le mélange. Nous allons analyser comment la structure du houppier est modifiée par des peuplements mixtes et comment cela est lié à la croissance des arbres.

### **Démarche** —

En collaboration avec des partenaires européens, nous mettrons en place un réseau de placettes temporaires du Sud au Nord de l'Europe. Le mélange choisi est le mélange pin sylvestre-hêtre, qui se rencontre dans une grande gamme de conditions écologiques et climatiques en Europe. Dans ce réseau, on installera deux "triplets" pin sylvestre-hêtre en France (un peuplement hêtre pur, un peuplement pin sylvestre pur, un peuplement mélangé), dans deux sites contrastés dans leurs conditions climatiques et leur richesse en éléments nutritifs. Pour estimer la croissance annuelle radiale et la résilience (c'est à dire le rapport entre l'acroissement après la perturbation et avant la perturbation) aux épisodes de sécheresse passés, des carottes de bois seront extraites de 20 arbres dans chacun des peuplements purs et de 40 arbres dans les peuplements mélangés (20 arbres pour chaque espèce). On utilisera le laser scanner terrestre à haute

résolution pour obtenir des informations sur les houppiers et comparer les propriétés structurales des arbres en conditions pures et mélangées.

### **Key results** — (en anglais)

- A unique network was established consisting of triplets of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and European beech (*Fagus sylvatica* L.) across Europe. The network consists of 32 triplets, 96 plots, 7555 trees and 4695 core samples. These data contribute to our understanding of mixed stand dynamics.
- In mixture standing volume (+12 %), stand density (+20 %), basal area growth (+12 %), and stand volume growth (+8 %) were higher than the weighted mean of the neighbouring pure stands.
- Our findings confirm that species mixing can stabilize productivity at the community level, whereas there is a neutral or negative effect on stability at the population and individual tree levels.
- Crowns in mixed stands were wider and lower-reaching than those in pure stands. Innovative TLS metrics revealed site effects not captured by traditional metrics.
- There was an overall positive effect of mixing on light absorption.
- Overyielding in mixed stands did not show any relationship with site index and climatic variables.
- However, the magnitude of mixing effect in crown structure differences increased in the two sites with higher productivity and heterogeneity over monocultures increases with water availability.

### **Main conclusions including key points of discussion** —

The unique empirical network built has demonstrated the higher stand productivity and forest structural changes in mixtures compared to monocultures. Using a combination of techniques, from classical dendrology to remote sensing and modeling, we have been able to highlight the importance of considering both site conditions and spatial scale when analyzing mixtures. Some of the next necessary steps which will be tackled partially with the project REFORM include considering the effect of forest management, and thinning in particular, in the overall differences between mixtures and monocultures.

### **Perspectives** —

The strong European network built during the COST action EuMixFor (and supported financially by the Labex for the French team) has been recently funded through the participation in the ERA-net European project “REFORM” (French team funded by ANR and led by H. Jactel, INRA Bordeaux). In this project we will analyze the combined effect of species diversity, density and drought on growth and on crown characteristics.

### **Valorisation** —

#### **Publications :**

1. Barbeito, I., Dassot, M., Bayer, D., Collet, C., et al. 2017. Terrestrial laser scanning reveals differences in crown structure of *Fagus sylvatica* in mixed vs. pure European forests. *Forest Ecology and Management* 405: 385-390.
2. Heym, M., Ruiz-Peinado, R., del Rio, M., Bielak, M., Forrester, D., Dirnberger, G., Barbeito, I. et al. 2017. EuMIXFOR empirical forest mensuration and ring width data from pure and mixed stands of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and European beech (*Fagus sylvatica* L.) through Europe. *Annals of Forest Science* 74: 63.
3. Forrester, D.I., Ammer, C., Anninghofer, P., Barbeito, I. et al. Effects of crown architecture and stand structure on light absorption in mixed and monospecific *Fagus sylvatica* and *Pinus sylvestris* forests along a productivity and climate gradient through Europe. *Journal of Ecology*, 2017.
4. Forrester, D.I., Ammer, C., Anninghofer, P., Avdagic, A., Barbeito, I. et al. Predicting the spatial and temporal dynamics of species interactions in *Fagus sylvatica* and *Pinus sylvestris* forests across Europe, *Forest Ecology and Management*, 2017, 405, 112
5. Del Rio, M., Pretzsch, H., Ruiz-Peinado, R., Ampoorter, E., Anninghofer, P., Barbeito, I. et al. 2016. Species interactions increase the temporal stability of community productivity in *Pinus sylvestris*-*Fagus sylvatica* mixtures across Europe. *Journal of Ecology*
6. Pretzsch, H., del Rio, M., Schutze, G., Ammer, C., Avdagic, A., Barbeito, I. et al. 2016. Mixing of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and European beech (*Fagus sylvatica* L.) enhances structural heterogeneity, and the effect increases with water availability. *Forest Ecology and Management* 373/ 149-166.
7. Pretzsch, H., del Rio, M., Ammer, C., Avdagic, A., **Barbeito, I** et al. 2015. Growth and yield of mixed versus pure stands of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and European beech (*Fagus sylvatica* L.) analysed along a productivity gradient through Europe. *European Journal of Forest Research* 134: 927-947.

*Presentations :*

1. *Terrestrial laser scanning reveals higher structural complexity of broadleaved species in mixed European forests.* Ignacio Barbeito\*, Mathieu Dassot, Leona J. Griebisch, Francois Ningre, Catherine Collet, Patrick Vallet. Presented at Silvilaser 2017, October 10-12, Blacksburg, VA, USA.
2. *La productivité du site influence l'occupation de l'espace des houppiers de Fagus sylvatica entre peuplements purs vs. mélangés le long d'un gradient européen.* 6ième édition de l'atelier T-Lidar pour la communauté francophone. Utilisation de nuage de points à haute densité pour l'écologie forestière. INRA d'Avignon, France - L'Université de Sherbrooke, Québec. 23 – November 2016.
3. *Canopy space filling in Mixed vs. pure stands of European beech and Scots pine.* Ignacio Barbeito\*, Mathieu Dassot, Catherine Collet, Francois Ningre. Presented at 10<sup>th</sup> IUFRO Beech Symposium, September 1-5, 2015. Kastamonou, Turkey.
4. *Croissance et occupation de l'espace par la canopée de hêtre-pin sylvestre en peuplements purs vs. mélangés le long d'un gradient européen.* Ignacio Barbeito, Catherine Collet, Mathieu Dassot, François Ningre, Myriam Legay, Alexandre Piboule. Presented at Les forêts mélangées : quel état des connaissances scientifiques? Nogent-sur-Vernisson, 8-9 June 2015.