



## Effet de la sécheresse et des stress nutritifs induits sur les écosystèmes forestiers Effect of drought and induced nutritive stress on forest ecosystems.

Prénom, Nom du porteur : Marie-Pierre Turpault, UR Biogéochimie des Ecosystèmes Forestiers (BEF) 1138

Partenaires Labex : UMR Interactions Arbres/Micro-organismes (IAM) 1136 et UMR Silva

Collaborations : **Chercheurs** : Olivier Brendel (Silva) ; Aurélie Deveau (IAM) ; Didier Le Thiec (Silva) ; Caroline Plain (Silva) ; Stéphane Uroz (IAM) ; Bernard Zeller (BEF)

**Techniciens** : Carine Cochet (BEF) ; Serge Didier (BEF) ; Laure Fauchery (IAM) ; Cyril Bure (Silva)

**Doctorant** : Jeanne Touche (BEF/UL ; oct. 19-oct 23)

Actions thématiques concernées : WP2 WP1

---

### Contexte —

La fréquence accrue des sécheresses au printemps et en été ces dernières années en Europe (2013, 2015, 2018, 2019, 2020) a affecté le fonctionnement de la forêt et les services qu'elle procure (production de bois, stockage de C, biodiversité...). Elle a entraîné le dépérissement de certaines forêts. Parmi les stress induits par les sécheresses (hydrique, pathologique...), le stress nutritif est encore peu étudié.

### **Objectifs —**

Ce projet vise à déterminer si :

- 1- les sécheresses entraînent des carences nutritives en différents éléments (azote, phosphore, potassium, calcium et magnésium) au sein des peuplements forestiers, et le cas échéant, l'origine de ces carences,
- 2- une carence en potassium affecte la réponse des arbres au déficit en eau dans le sol et modifie le fonctionnement de l'arbre après l'épisode de sécheresse,
- 3- la structure des communautés microbiennes est affectée par la sécheresse ou par le double effet sécheresse et carence potassique.

### **Démarche —**

Les sécheresses en forêts adultes de hêtres sont appliquées tous les ans durant 2.5 mois à l'aide d'un dispositif d'exclusion de pluie amovible installé sous la canopée. Le dispositif comprend une placette « sécheresse » sous le toit (D) et un contrôle (C). Le fonctionnement biogéochimique est suivi à l'aide de nombreux capteurs. En complément, une expérience en serre sur jeunes plants permettra de suivre le comportement des arbres face aux stress hydrique et potassique. Les communautés microbiennes seront suivies dans les deux types d'expériences.

### **Résultats marquants —**

— L'expérience en serre et le suivi microbien *in situ* étant en cours de dépouillement (dernier prélèvement en janvier 2024), seuls les résultats biogéochimiques de l'expérience en hêtraie mature sont présentés.

- Des différences significatives entre les deux placettes, sécheresse et contrôle, ont été observées en 2021 et 2022
- Une réduction de 35 % de l'accroissement de la biomasse pérenne sur la placette sécheresse
- Une diminution de 26% de la biomasse de feuilles dans les retombées de litière et aucun changement pour les autres organes sur la placette sécheresse
- Cette diminution de biomasse des feuilles entraîne la baisse de l'indice de surface foliaire dans la placette sécheresse
- Une augmentation de 35% de la biomasse des racines fines dans les 30 premiers cm de sol sur la placette sécheresse
- Malgré la baisse de la biomasse annuelle produite, le prélèvement en nutriments reste constant sur la placette sécheresse
- Les cycles annuels sont globalement constants ou ralentis sur la placette sécheresse
- L'efficacité de résorption du potassium (mise en réserve à l'automne) diminue sur la placette sécheresse
- Une carence en potassium des arbres sur la placette sécheresse est constatée à partir des concentrations dans les feuilles
- Un double stress hydrique et nutritif affecte les arbres de la placette sécheresse
- La mortalité des arbres est liée à l'intensité de la sécheresse et peut atteindre 33% pour une sécheresse d'une durée de 3.5 mois consécutifs et répétée cinq années de suite.

### **Principales conclusions incluant des points-clés—**

Ces résultats confirment que la sécheresse induit une carence en potassium dans ce site et a un impact important sur le fonctionnement de l'arbre. Une origine de cette carence est la diminution de la résorption avec le maintien du prélèvement de nutriments lié à la forte concentration en nutriments dans les racines fines.

### **Perspectives 24—**

Cette année sera consacrée à la synthèse des résultats pour déterminer (i) l'impact de la sécheresse sur l'évolution des communautés microbiennes du sol dans l'expérience sur les arbres adultes, (ii) le changement de fonctionnement des arbres et des communautés microbiennes lors du double effet de la sécheresse et de la carence en potassium dans l'expérience en serre.

### **Valorisation —**

**Scientifique :** Touche J. (2023). Effet de la sécheresse sur les cycles biogéochimiques des nutriments dans une hêtraie en climat tempéré. Doctorat Univ Lorraine. 208p. 30 nov 2023.

Touche J, Calvaruso C., De Donato P., Turpault M-P. (2024). Drought events influence nutrient canopy exchanges and green leaf partitioning during senescence in a deciduous. Accepted in Forest Ecosystem. Gundersli Y., Joetzjer E., Cuntz M., Brendel O. (2024). Les conditions environnementales influencent-elles la dynamique stomatique ainsi que le découplage avec la photosynthèse lors d'une réponse à la lumière à l'échelle de la feuille chez le hêtre en serre ? Journée d'animation scientifique PHARE mardi 30 janvier 2024, 30 minutes. Gundersli Y., Joetzjer E., Cuntz M., Brendel O. (2023).



Les conditions environnementales peuvent-elles influencer la dynamique stomatique chez le hêtre ? Exposé  
Journée d'animation scientifique Silva Mardi 5 décembre 2023, 20 minutes  
Gundesli Y., Joetzjer E., Cuntz M., Brendel O. (2023). Influence du découplage de la réponse stomatique et de la photosynthèse sur les flux d'eau, de carbone et d'énergie de la feuille à l'écosystème. Séminaire flash mardi 23 mai 2023, 5 minutes

**Diffusion :** —

Ferrier N (2023) Sécheresse extrême provoquée en forêt : les conclusions de l'INRAE. Est Républicain 18 décembre 2023.

**Effet levier du projet** —

Deux effets leviers ont été réalisés. Les premiers résultats du projet Donuts et de la thèse de J. Touche relative à l'expérience d'exclusion de pluie *in situ* du site de Montiers ont permis de répondre avec succès à l'appel d'offre du PEPR FairCarboN avec le projet DroughtForC qui vise à quantifier l'effet de la sécheresse sur le stockage de carbone au niveau d'un réseau de sites (projet porté par JM Limousin). Le second effet levier concerne l'expérience de sécheresse en serre de Donuts qui est devenu le support de la thèse de Yasin Gundesli (UMR Silva) qui travaille sur l'influence du découplage de la réponse stomatique et de la photosynthèse sur les flux d'eau, de carbone et d'énergie de la feuille à l'écosystème.