



Etude du dépérissement du hêtre dans le Nord-Est de la France

Prénom, Nom du porteur : Catherine MASSONNET

Laboratoire d'appartenance : UMR SILVA

Partenaires Labex : Nathalie BREDA, Pierre-Antoine Gaertner Joseph LEVILLAIN, Vincent BADEAU, Bastien GERARD [UMR SILVA].

Collaborations : Mathieu MIRABEL, Romaric PIERREL, Tony Larousse, François Xavier SAINTONGE [Département de la Santé des Forêts (DSF)], Hubert SCHMUCK [ONF], Correspondants-observateurs réseau hêtre DSF en Grand-Est et Franche-Comté [ONF]

Action thématique concernée : WP2

Contexte —

Depuis 2019, les hêtraies du Nord-Est de la France présentent un dépérissement massif avec des mortalités d'arbres adultes au coeur de l'aire de distribution de l'espèce, suite aux sécheresses intenses et récurrentes de 2018 à 2020. Suite à ces aléas climatiques récurrents, des attaques biotiques ont été observées comme risques en cascade classique sur certains individus. La compréhension des facteurs de vulnérabilité et des capacités de résilience du hêtre, espèce forestière majeure en France, face à ces événements extrêmes est cruciale pour aider les forestiers à mieux gérer les crises, comprendre les risques et adapter la gestion de la forêt au climat de demain.

Objectifs —

Le principal objectif du projet DEP-HETRE est de mieux connaître les dysfonctionnements physiologiques à l'origine d'un point de bascule vers la mort ou à l'inverse favorisant la résilience des arbres. Le projet cherchait à comprendre tout particulièrement le rôle des réserves carbonées dans la capacité de résistance et de résilience des arbres, dans leur capacité de défense face aux ravageurs secondaires, facteur fortement aggravant de ces dépérissements.

Démarche — Deux dispositifs expérimentaux ont été mis en place :

1. Etude d'un peuplement dépérissant de hêtres subissant des attaques de ravageurs secondaires

En 2020, un peuplement dépérissant de hêtres a été sélectionné en forêt domaniale de Bliesbruck (57). Les paramètres de sol et de couvert végétal nécessaires au modèle de bilan hydrique BILJOU© ont été décrits. Par ailleurs, l'état sanitaire (déficit foliaire, [mortalité de branches et déficit de ramification = note DEPERIS]), l'intensité des attaques biotiques sur le tronc et les branches et le niveau de fructification de 32 arbres ont été décrits par le DSF (Département de la Santé des Forêts). Des échantillons de tronc, branches et racines ont été prélevés pour quantifier et cartographier les réserves carbonées (amidon et sucres solubles) à l'échelle de l'arbre entier. Des carottes à cœur à 1m30 ont également été prélevées pour déterminer l'âge des arbres et mesurer rétrospectivement la croissance cambiale par analyse dendrochronologique.

2. Etude d'un réseau de placettes semi-permanentes à large échelle géographique

En 2019, un réseau de 31 placettes semi-permanentes de 15 arbres présentant un état de santé de leur couronne contrastée a été mis en place par le DSF pour suivre pendant 5 ans l'évolution de l'état de santé des peuplements de hêtres en régions Grand-Est (GE) et Bourgogne Franche-Comté (BFC). Depuis 2019, le DSF fait un relevé symptomatologique annuel des houppiers et nous avons prélevé chaque automne de 2020 à 2022 des carottes à l'empatement de chaque arbre pour doser les réserves carbonées. Fin 2022, nous avons aussi prélevé une carotte par arbre à 1.3m pour avoir l'âge des arbres et réaliser une analyse dendrochronologique.

Résultats marquants —

1. Etude d'un peuplement dépérissant de hêtres subissant des attaques de ravageurs secondaires

- Les concentrations en amidon montrent de très faibles niveaux de réserves carbonées dans tous les compartiments. Les teneurs en amidon dans les racines et le tronc sont d'autant plus faibles que le niveau d'attaques biotiques est fort. Les résultats de l'analyse dendrochronologique montrent un âge moyen des arbres de 160 ans et les analyses de la largeur et de la surface des cernes montrent une tendance décroissante de la capacité de croissance des arbres depuis 2003 suggérant un affaiblissement de ces vieux arbres depuis près de 20 ans. Une relation linéaire décroissante a été mise en évidence entre le déficit foliaire de ces arbres observé en 2020 et la surface de cerne moyenne sur les 10 dernières années de croissance ($R^2=0.44$, $P<0.001$).

2. Etude d'un réseau de placettes semi-permanentes à large échelle géographique

- Les suivis de l'état de santé des arbres réalisés pendant 5 ans (2019 à 2023) montrent une dégradation progressive de l'état des couronnes au sein du réseau avec une augmentation du déficit foliaire moyen de 55.6% à 66.1% en GE et de 49.7% à 60.4% en BFC entre 2019 et 2021 puis une légère amélioration en BFC en 2022 (57.7%) qui s'est stabilisé en 2023 alors que la dégradation s'est poursuivie en GE en 2022 atteignant 68.5% de défoliation puis stabilisé en 2023. Des situations contrastées sont observées selon les arbres et les placettes.

- 7.2% des arbres sont morts en GE entre 2020 et 2022 avec le plus fort taux de mortalité annuel atteint en 2022 (3.6%). 9.2% des arbres sont morts en BFC entre 2020 et 2022 avec le plus fort taux de mortalité annuel atteint en 2021 (5.8%).

- Les arbres ayant atteint un seuil de réserves carbonées dans le tronc inférieur à 10% de leur matière sèche ont présenté un risque de mortalité plus important dans les 3 années suivantes. Ainsi 52% des arbres ayant atteint ce seuil en 2020 sont morts dans les 3 années qui ont suivi.

- Pierre Antoine Gaertner (doctorant du projet) est parti 2 mois en Suisse pour réaliser les images des carottes avec des outils plus performants permettant une analyse haut-débit pour l'analyse dendrochronologique. Même si une tendance générale à une diminution de la croissance radiale des arbres est observée depuis 10 ans Les arbres ayant un niveau de défoliation supérieur à 75% en 2019 montrent une croissance radiale significativement plus faible depuis 2007 que les arbres ayant moins de 25% de défoliation. Les arbres ayant des réserves d'amidon dans les bois plus élevés à la fin de la sécheresse (2020) ont montré, en 2022, une meilleure résilience de la croissance cambiale à la sécheresse 2018-2020.

Principales conclusions incluant des points-clés de discussion —

Les résultats montrent l'idée d'un affaiblissement général des arbres consécutif aux sécheresses récurrentes récentes. Des faibles taux de réserves carbonées mesurés dans les arbres du dispositif de Bliesbruck confirmés par les arbres morts au cours du suivi du réseau DSF montrent que des seuils critiques d'épuisement des réserves carbonées pourraient induire des mortalités.



Perspectives —

1. Dispositif de Bliesbruck : finalisation des analyses de sucres solubles et des composés phénoliques de défense pour compléter le jeu de données et permettre la rédaction de la publication de ces résultats qui est prévu en 2024.
2. Réseau DSF : Les descriptions de sols réalisées suite à l'ouverture de fosses pédologiques fin 2023 vont être utilisées pour le paramétrage du modèle de bilan hydrique Biljou© qui permettra une quantification rétrospective des déficits hydriques sur chaque placette. L'ensemble de ces résultats seront valorisés dans une publication en cours de rédaction.

Ces résultats seront également mis en perspective avec ceux obtenus dans le cadre des projets Labex RiskForBeech (22PN02) et IsotopeANA (23PN04) pour globaliser notre compréhension des mécanismes physiologiques sous-jacents par lesquels les hêtres font face à des événements de sécheresse extrême.

Valorisation —

- Gaertner PA, Massonnet C, Breda N (2021) Sur-mortalités de hêtre depuis 2018 : une cascade d'aléas climatiques et biotiques ? Colloque de lancement du réseau scientifique RisqFor, Nancy. Présentation orale
- Massonnet et al. (2021) Vulnérabilité des forêts face aux changements climatiques. Colloque scientifique de la SNHF : le dérèglement climatique : un défi pour les plantes. Présentation orale
- Massonnet et al. (2022) Vulnérabilité des arbres aux événements climatiques extrêmes. Colloque AgroParisTech et ProSilva - Changement climatique : les hommes et les forêts au pied du mur ? Verdun. Présentation orale
- Gaertner et al. (2023) Réponse du hêtre à des sécheresses extrêmes et récurrentes : Partie 2-Rôle des réserves carbonées dans la résilience d'arbres adultes à la sécheresse de 2018-2020 dans le Nord-Est de la France. Colloque SOERE TEMPO - 4/10/2023. Présentation orale
- Massonnet et al (2023) Etude du dépérissement et de la résilience du hêtre suite à la sécheresse extrême de 2018 dans le Nord Est de la France. Colloque annuel du Labex Arbre-1/12/2023. Présentation orale
- Jade Stucky (2023) Comparaison de la dynamique pluriannuelle des réserves glucidiques entre hêtres présentant différents états sanitaires. Rapport de stage de 2ème année de BUT Génie biologique Thionville/Yutz.
- Massonnet et al. (2024) Recherche d'indicateurs de résilience du hêtre suite à la sécheresse extrême de 2018 dans le Nord-Est de la France. Journée INRAE – DSF.2/02/2024. Présentation orale.
- Massonnet et al. (2024) Recherche d'indicateurs de résilience du hêtre suite à la sécheresse extrême de 2018 dans le Nord-Est de la France. Lettre du DSF – Bilan du Hêtre en France
- Gaertner et al. (2024) Relationships between non-structural carbohydrates reserves and growth resilience of *Fagus sylvatica* to extreme drought events. EGU, Vienne, 14/04/2024-19/04/2024. Présentation orale
- Gaertner et al. Growth resilience of *Fagus sylvatica* to extreme drought events: complementary implication of carbohydrate reserves, soil water intensity and past growth. En preparation pour New Phytologist

Effet levier du projet —

- Une bourse de thèse financée à 100% par DG INRAE (département ECODIV) a été obtenue en 2021.
- Un financement du DSF (2021-2025) a aussi été obtenu pour environner les coûts de ce travail de thèse en complément du projet DEP-HETRE.
- Collaboration avec des chercheurs du WSL en Suisse (Georg Von Arx and Yann Vitasse) et acquisition de bourses complémentaires (INRAE Ecodiv, LUE programme DREAM et DEESSE programme Eira) pour un séjour du doctorant pendant 3 mois dans ce laboratoire.
- Guangqi Zhang (post-doc) a été recruté dans le cadre d'un projet innovant RiskForBeech (2022-2024, Labex ARBRE) cofinancé par la région Grand-Est pour effectuer un travail complémentaire à ce projet qui s'est poursuivi par un second projet innovant IsotopeANA (2023-2024, Labex ARBRE).