

Acronyme : IsotopeANA



Efficienc e de l'utilisation de l'eau dans les hêtres suite à la sécheresse extrême de 2018 dans le nord-est de la France

Responsables scientifiques : Guangqi ZHANG / Catherine MASSONNET, UMR SILVA

Partenaires Labex : Nathalia BREDA, Stéphane PONTON, Loïc LOUIS

Collaborations : Département de la Santé des Forêts (DSF)

Action thématique concernée : WP2

Contexte —

Les épisodes de sécheresse extrême sont responsables du dépérissement généralisé des forêts et de la mortalité des arbres à grande échelle dans le monde entier, ce qui peut avoir des effets néfastes à la fois sur le fonctionnement des forêts à court terme et sur la dynamique des écosystèmes à long terme. Un déclin sans précédent du hêtre européen (*Fagus sylvatica* L.) a été observé en Europe centrale à la suite de l'épisode de sécheresse 2018-2020, et les hêtres pourraient avoir atteint un point de basculement où de nombreux individus ne sont plus en mesure de survivre. Il est essentiel de mieux comprendre les mécanismes physiologiques qui permettent aux hêtres de résister et de faire face à de graves déficits hydriques et ceux qui conduisent à la mort de l'arbre.



Objectifs —

L'objectif principal de cette étude est de mieux comprendre les propriétés physiologiques impliquées dans les trajectoires de résilience ou de mortalité des hêtres en réponse à un épisode de sécheresse extrême et prolongé. Nous avons analysé rétrospectivement des traits multiples, dont la composition isotopique du carbone des cernes ($\delta^{13}\text{C}$), utilisée pour calculer l'efficacité intrinsèque de l'utilisation de l'eau (iWUE), et la composition isotopique de l'oxygène ($\delta^{18}\text{O}$) étroitement liée à la transpiration des feuilles et à la demande évaporative, afin d'évaluer les effets de la sécheresse sur les hêtres.

Démarche —

Au total, 60 arbres ont été sélectionnés, répartis dans quatre peuplements du nord-est de la France présentant différents niveaux de déficit hydrique du sol qui ont été quantifiés rétrospectivement par le modèle de bilan hydrique BILJOU©. Des carottes ont été prélevées, au printemps 2023, à 1,3 m pour l'analyse rétrospective de la croissance radiale des 10 derniers cernes (cernes avant, pendant et après la sécheresse). $\delta^{13}\text{C}$ et $\delta^{18}\text{O}$ ont également été mesurés dans ces cernes afin de déterminer, respectivement, l'iWUE annuelle et les contraintes de l'eau et du carbone sur la variation de l'iWUE. La résistance, la récupération et la résilience des arbres à la sécheresse ont été quantifiées pour la croissance cambiale et l'iWUE.

Résultats marquants —

Jusqu'à présent, nous avons terminé l'échantillonnage et la collecte des données.

- Les déficits annuels en eau du sol au niveau du peuplement ont été précisément quantifiés par modèle BILJOU©. En plus des années de sécheresse 2018-2020, nous avons également identifié l'année 2015 comme une année de sécheresse.
- Une diminution de la croissance des arbres et une augmentation du $\delta^{18}\text{O}$ et de l'iWUE ont été observées en raison du déficit hydrique du sol.
- Le $\delta^{13}\text{C}$ et l'iWUE n'étaient pas significativement liés à l'indice de largeur des cernes, mais positivement liés au $\delta^{18}\text{O}$.
- Dans le site plus sec, la sécheresse récurrente a gravement affecté la résistance de la croissance des arbres et la récupération post-sécheresse de l'efficacité de l'utilisation de l'eau.

Principales conclusions incluant des points-clés de discussion —

Nos résultats démontrent que les traits isotopiques du xylème du hêtre et l'iWUE sont manifestement sensibles à la sécheresse, et que l'augmentation de l'iWUE due à la fermeture des stomates n'entraîne pas d'amélioration de la croissance de l'arbre. Notre étude met en évidence l'impact de sécheresses consécutives ou récurrentes dans la réduction de la résistance des hêtres et de la résilience de l'iWUE du xylème, en particulier dans les sites où l'intensité de la sécheresse est plus élevée. Ce travail contribue à la compréhension de la façon dont les arbres sensibles à la sécheresse font face aux événements de sécheresse extrême en termes de relations carbone-eau dans le contexte du changement climatique.

Perspectives —

Il serait intéressant d'explorer les relations globales entre les glucides non structuraux, l'anatomie du bois et les isotopes dans des conditions de sécheresse en intégrant les résultats de trois projets (DEPHETRE, RiskForBeech et IsotopeANA) financés par le Labex ARBRE, étant donné que ces projets ont travaillé sur les mêmes arbres. En outre, des études récentes mettent en avant le potentiel de l'analyse des isotopes de l'hydrogène ($\delta^2\text{H}$) comme proxy du fonctionnement métabolique des plantes. Adjointe aux proxies classiques des échanges gazeux foliaires dans le cadre du changement climatique, l'analyse de $\delta^2\text{H}$, complètera notre compréhension des mécanismes physiologiques sous-jacents par lesquels les arbres font face à des événements de sécheresse extrême.



Valorisation —

Les résultats de cette recherche ont fait l'objet d'un premier projet d'article qui sera publié dans une revue de haut niveau. Parallèlement, le chef de projet fera une présentation orale lors de la prochaine conférence de l'EGU.

Effet levier du projet —

Ce projet est un compagnon du projet RiskForBeech, également financé par le Labex ARBRE et la région Grand-Est. Les deux "projets jumeaux" ont des questions scientifiques indépendantes, mais des liens étroits et des complémentarités entre eux.