

## Tree D



### Transpiration efficiency using 3D canopy structure

*Responsable scientifique* : Didier LE THIEC, UMR Silva

*Collaborations* : *Matthieu Dassot (Ecosustain)*

---

#### **Contexte** —

L'UE cherche à atteindre l'objectif de 20% de ses besoins en énergie primaire fournis par des sources d'énergie renouvelables. Le changement climatique en cours devrait entraîner une fréquence plus élevée des étés secs et chauds même pour les régions tempérées, augmentant ainsi le risque de sécheresse pour les plantations d'arbres ainsi que les populations naturelles, avec un risque accru de réduction de la production de bois. Par conséquent, l'optimisation de l'utilisation de l'eau pour la production de biomasse est un objectif de recherche important dans l'amélioration des variétés de peupliers. Des réponses appropriées à ces risques climatiques pourraient être trouvées dans la sélection de génotypes capables soit de trouver de plus grandes quantités d'eau dans le sol, soit d'utiliser plus efficacement l'eau transpirée, c'est-à-dire d'augmenter la production de biomasse par unité d'eau transpirée. L'efficacité d'utilisation de l'eau de l'ensemble de la plante (WUE), appelée ici efficacité de transpiration (TE), est généralement estimée par des méthodes lysimétriques pour déterminer la perte d'eau quotidienne et les mesures de la biomasse ou la récolte destructrice pour l'accumulation de biomasse. Pour des études à plus long terme, il est nécessaire d'utiliser des modèles, aussi bien pour l'utilisation de l'eau que pour l'accumulation de biomasse. Le modèle MAESTRA pourrait être utilisé pour prédire l'efficacité de transpiration de l'arbre.

**Objectifs** — L'objectif principal du projet est de déterminer l'efficacité de la transpiration à différentes échelles: au niveau des feuilles et à l'échelle des arbres à l'aide de mesures foliaires et d'une approche de modélisation (à partir d'un paramétrage au niveau des feuilles).

**Démarche** — Deux génotypes de peuplier (*Populus deltoides* × *P. nigra*, Carpaccio et I214) ont été sélectionnés en fonction de leur tolérance à la sécheresse. Les deux génotypes de peupliers choisis ont été plantés en 2014 en pépinière à l'INRA de Champenoux. La moitié des arbres a été soumise à un apport d'eau réduit grâce à un dispositif d'exclusion partielle des pluies, tandis que l'autre moitié a été irriguée si nécessaire.

Nous avons effectué des mesures d'échanges gazeux pour la dynamique stomatique, des analyses de  $^{13}\text{C}$  (proxy de WUE). Nous avons mesuré chaque semaine la croissance de tous les arbres (suivi de la hauteur et du diamètre). Nous avons mesuré la transpiration au niveau de la plante entière avec des capteurs de flux de sève et la biomasse aérienne sur la moitié des arbres après les avoir coupés. Nous avons effectué une analyse 3D sur 48 peupliers pour la morphologie des arbres et la position et l'angle des feuilles. Le volume de chaque partie des scans a été calculé permettant d'évaluer la distribution verticale du volume de la couronne et, cumulativement, le volume total de la couronne.

#### **Résultats marquants —**

- La dynamique de conductance stomatique était liée à la transpiration de la plante entière
- Malgré une réduction de la teneur en eau du sol et de la transpiration de la plante entière, la croissance a été stimulée dans la parcelle d'exclusion des pluies, probablement en raison d'une assimilation accrue de l'azote. Le classement des génotypes est resté assez constant pour la transpiration, la discrimination isotopique du carbone ( $\Delta$ ) et TE.
- Les efficacités d'utilisation de l'eau mesurées, comme  $\Delta$  ou TE n'étaient pas associées à une baisse de la production de biomasse. Une bonne relation a été trouvée entre  $\Delta$  et TE sur le terrain.
- La paramétrisation du modèle Maestra est en cours.

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

Nos résultats ont été comparés à une expérience similaire en serre avec les mêmes génotypes. Ces résultats suggèrent que  $\Delta$  peut être un bon indicateur indirect de TE, et pourrait être utilisé, à la fois comme cible de sélection pour la sélection des génotypes cultivés en serre, sans impact sur la production de biomasse lorsqu'ils sont plantés sur le terrain. Cependant, la disponibilité réduite en eau a modifié le classement des génotypes, suggérant une diversité de réponse du peuplier à la sécheresse qui devrait être prise en compte dans les stratégies de sélection.

#### **Perspectives —**

Nos résultats ont été comparés à une expérience similaire en serre avec les mêmes génotypes. Même si les conditions environnementales et l'âge des peupliers dans la serre et l'expérience sur le terrain étaient largement différents, les valeurs absolues de l'efficacité de transpiration étaient similaires et le classement des génotypes était bien maintenu. Il y avait une bonne relation entre TE et  $\Delta$  sur le terrain, ce qui suggère que les processus foliaires sont les principaux moteurs de TE sur plante entière. Ainsi, les mesures de  $\Delta$  pourraient être utilisées pour estimer WUE au lieu d'une mesure plus laborieuse de TE. De plus, alors que TE était contrôlée par l'eau utilisée dans l'expérience en serre et par la production de biomasse sur le terrain, les deux résultats suggèrent que les génotypes pourraient être sélectionnés à la fois pour une production de biomasse plus élevée et une consommation d'eau plus faible. Des recherches supplémentaires sont nécessaires, par exemple sur d'autres génotypes de peupliers, afin de valider ces conclusions. D'autres facteurs peuvent jouer un rôle majeur. Par exemple, les différences de dynamique journalière de conductance stomatique se sont avérées avoir un impact sur la transpiration de la plante entière et ceci en partie liée à la variation de la densité et de la taille des stomates (Durand et al., 2019). Dans des conditions de champ et de serre, la densité, la taille et la vitesse des stomates et leur relation avec la transpiration et WUE peuvent être différentes. La vitesse du vent plus élevée dans le champ que dans la serre peut conduire à une conductance très différente de la couche limite de la feuille, modifiant la relation entre les variations des conditions environnementales et la transpiration des feuilles. Cela met en évidence la

#### **Valorisation —**

- DURAND M, BRENDEL O, BURE C, COURTOIS P, LILY JB, GRANIER A, LE THIEC D. 2020. Impacts of a partial rainfall exclusion in the field on growth and transpiration: consequences for leaf-level and whole-plant water-use efficiency compared to controlled conditions. *Agricultural and Forest Meteorology* in press
- DURAND M, BRENDEL O, BURE C, LE THIEC D.. Distinct stomatal dynamics induced by changes in irradiance and vapour-pressure deficit under drought between glasshouse and field-grown poplars. *New Phytologist* submitted
- DURAND M, BRENDEL O, BURE C, LE THIEC D. 2018. Contrasting dynamics of water use efficiency under drought on four poplar genotypes: leaf level causes and whole plant consequences". Seventh International poplar Symposium, New bioeconomies: exploring the potential role of Salicaceae. October 28 - November 4, Buenos Aires, Argentina. Présentation orale.

#### **Effet levier du projet —**

Écriture d'un futur projet ANR sur cette thématique