



UPscaling of anatomical, physiological and molecular determinisms of TRANSpiration at wood and leaf levels in poplar trees submitted to water stress

Responsable scientifique : Didier LE THIEC, UMR SILVA

Partenaires Labex : UMR SILVA

Collaborations : PTEF, Xylosciences, PIAF (Clermont-Ferrant)

Contexte — Les espèces feuillues les plus largement utilisées en plantation en Europe appartiennent au genre *Populus* et *Salix*. Leur productivité importante fait qu'ils utilisent de grandes quantités d'eau. Les différents scénarii de changement climatique prédisent des étés chauds et secs de plus en plus fréquents (IPCC, 2007, 2013, le scénario RCP8.5) même pour les régions tempérées, comparables avec ceux observés en 2003 et 2005. Ces événements augmentent le risque d'insuffisance d'approvisionnement en eau pour les plantations d'arbre aussi bien en populations naturelles, avec un risque augmenté de réduction de production de bois, que dans les régions où les terrains sont favorables à la populiculture. L'optimisation de l'utilisation de l'eau pour la production de biomasse est donc un axe de recherche important pour le peuplier. L'irrigation de telles plantations n'est pas une alternative pertinente d'un point de vue économique et environnemental. Les réponses appropriées à ces risques climatiques pourraient être trouvées dans la sélection de génotypes capables de trouver de plus grandes quantités d'eau dans le sol, ou de produire de la biomasse en limitant les pertes en eau transpiratoire.

Objectifs — L'objectif principal du projet UP-TRANS est d'évaluer l'importance relative des mécanismes adaptatifs du transport de l'eau en réponse à la sécheresse, et qui seraient essentiels dans le maintien ou l'augmentation de l'efficacité de transpiration à différentes échelles d'espace et de temps.

Démarche — Pour trouver les mécanismes d'adaptation mis en place, deux génotypes de peupliers (sélectionnés sur leur production de biomasse en réponse à la sécheresse) sont cultivés dans des conditions contrôlées (serres) et de nombreux paramètres écophysologiques sont mesurés. Les traits majeurs trouvés seront testés dans des conditions semi-contrôlées (en pépinière) (tâches 1 et 2). Après cette étape, la validation en conditions naturelles sera réalisée avec plusieurs génotypes installés dans des taillis à courte rotation (tâche 3) et sur des arbres adultes (tâche 4).

Résultats marquants — (présentés sous forme de puces séparées)

- En 2016, nous avons effectué une expérience de sécheresse en serre avec un robot d'irrigation. Tous les échantillons ont été prélevés et nous avons analysé la croissance, l'efficacité de transpiration, la conductance hydraulique et les échanges gazeux foliaires.
- En 2016, nous avons installé en pépinière, un dispositif d'exclusion des précipitations et effectué les mesures de croissance et d'échanges gazeux.

- En 2017, nous avons effectué une expérience de sécheresse en pépinière avec un système d'exclusion des pluies. Tous les échantillons ont été prélevés et nous avons analysé la croissance, l'efficacité de transpiration à l'aide de capteurs de flux de sève, et les échanges gazeux foliaires.
- En 2018 : nous avons soumis un premier article à la revue *The New Phytologist* sur la première expérience en serre: celui-ci est accepté après corrections. Nous attendons la réponse définitive. Un deuxième article est en cours d'écriture, il s'intéresse à l'expression des gènes dans les stomates. Il devrait être soumis mi-décembre 2018.
- Au printemps 2018 nous avons prélevé des échantillons de bois sur le site d'Echigey; ce site est un test clonal en TCR et TTCR.

Principales conclusions incluant des points-clés de discussion — Sur l'expérience en serre la conductance stomatique serait le facteur clé contrôlant l'efficacité d'utilisation de l'eau. Nous avons trouvé une variabilité génotypique significative de la dynamique de la conductance stomatique à la fois pour la lumière et le VPD. Les génotypes avec une dynamique stomatique plus rapide ont une densité stomatique plus élevée et des stomates plus petits.

La sécheresse a ralenti la dynamique des stomates, en particulier lors de la fermeture des stomates. Ceci est contraire aux recherches précédentes sur des espèces plus tolérantes à la sécheresse. Indépendamment du traitement, une dynamique stomatique plus rapide était négativement corrélée à la transpiration journalière de la plante entière, ce qui présente de nouvelles preuves d'une contribution précédemment supposée de la dynamique stomatique à l'efficacité de transpiration

Les analyses sur l'anatomie du bois montrent des différences génotypiques avec modification en réponse à la sécheresse mais sans affecter la conductance hydraulique. En pépinière, nous confirmons le rôle clé du fonctionnement stomatique, les analyses sur l'anatomie du bois sont encore en cours de réalisation, de même que celles sur le dispositif d'Echigey

Perspectives — Poursuite des analyses écophysiological et anatomiques. Ecriture de deux autres articles dans le cadre de la thèse de Maxime Durand.

Valorisation —

- Durand M, Brendel O, Le Thiec D. 2015. Upscaling morphological, physiological and molecular determinisms of transpiration from the leaf level to water use at the whole plant level in poplar trees. PEPG workshop, Lisbon, Portugal, 12th September 2015. Poster
- Durand M, Brendel O, Le Thiec D. 2016. Upscaling morphological, physiological and molecular determinisms of transpiration from the leaf level to water use at the whole plant level in poplar trees. EEF Doctorants and Post-Doctorants annual meeting, Nancy, France, 05th July 2016. Présentation orale
- Durand M, Brendel O, Le Thiec D. 2017. Upscaling morphological, physiological and molecular determinisms of transpiration from the leaf level to water use at the whole plant level in poplar trees. EEF Doctorants and Post-Doctorants annual meeting, Nancy, France, 25th June 2017. Présentation orale
- Durand M, Brendel O, Le Thiec D. 2017. Upscaling morphological, physiological and molecular determinisms of transpiration from the leaf level to water use at the whole plant level in poplar trees. IUFRO side event on WUE, Nancy, France, 18th September 2017
- Le Thiec D, Durand M. 2017. UPscaling of anatomical, physiological and molecular determinisms of TRANSpiration at wood and leaf levels in poplar trees submitted to water stress. Colloque annuel Labex ARBRE. 13 décembre 2017. Présentation orale invitée.
- Durand M, Brendel O, Buré C, Le Thiec D. 2018. Contrasting dynamics of water use efficiency under drought on four poplar genotypes: leaf level causes and whole plant consequences” for an oral presentation. Seventh International poplar Symposium, New bioeconomies: exploring the potential role of Salicaceae. October 28 - November 4, Buenos Aires, Argentina. Présentation orale.
- Durand M, Brendel O, Buré C, Le Thiec D. 2018. Altered stomatal dynamics induced by changes in irradiance and vapour-pressure deficit under drought: impacts on the whole plant transpiration efficiency of poplar genotypes. Soumis à *New Phytologist*.

Actuellement 2 autres articles sont en cours d'écriture /

- Durand M, Aubry N, Cohen D, Hummel I, Brendel O, Le Thiec D. Contrasted stomatal conductance between leaf sides and time of day shape guard cell element content and gene expression in poplars genotypes.
- Durand M, Buré C, Brendel O, Le Thiec D. Genotype differences in transpiration efficiency at leaf and whole-plant levels in four poplar genotypes, effect of drought.

Effet levier du projet —

Au sein de l'UMR SILVA, le dispositif en pépinière sera utilisé pour étudier la combinaison avec d'autres stress.