



Figure : Perte d'eau supplémentaire par transpiration due à une conductance stomatique non stable pendant la fermeture des stomates (lumière), perte d'eau lorsque la conductance dépasse la valeur permettant d'obtenir 95 % de l'assimilation A_{95} (obscurité) et perte d'eau non due à une réponse lente des stomates pendant l'ouverture des stomates (obscurité)

Influence des réponses stomatiques lentes sur les flux de l'écosystème et l'efficacité de l'utilisation de l'eau

Prénom, Nom du porteur : Emilie Joetzjer , UMR SILVA

Partenaires Labex : : Yasin Gundesli(UMR SILVA/UL), Oliver Brendel (UMR SILVA, PHARE) ; Matthias Cuntz UMR SILVA/Forestree), Nikola Besic (IGN/LiF) Gabriel Destouet (UMR SILVA/ Forestree)

Collaborations : Oliver

Action thématique concernée : WP2

Contexte —

Les stomates sont des pores situés à la surface des feuilles qui permettent de contrôler selon les facteurs environnementaux tels que la lumière, la diffusion du CO₂ atmosphérique dans la feuille, nécessaire à la photosynthèse, tout en régulant les pertes d'eau. L'ouverture stomatique en réponse à une augmentation de la lumière est graduelle (i.e. plusieurs dizaines de minutes) tandis que la photosynthèse réagit plus rapidement (quelques secondes ou minutes). La plante fonctionne alors de manière sous optimale car la lente ouverture des stomates limite l'apport en CO₂. A l'inverse, une baisse de lumière induit une réponse instantanée de la photosynthèse mais la fermeture graduelle des stomates entraîne une perte d'eau par transpiration.

Objectifs —

Cette étude a deux objectifs principaux :

- Améliorer notre compréhension de la plasticité de la dynamique stomatique chez les hêtres soumis à différentes conditions.
- Affiner notre connaissance et notre modélisation des flux de CO₂, d'H₂O et d'énergie à l'échelle de la canopée dans des conditions non stables.

Nous nous demandons si les feuilles de hêtres européens cultivées dans différentes conditions de lumière présentent des variations dans la dynamique stomatique et le découplage avec la photosynthèse. Le stress hydrique entraîne une réduction de la conductance stomatique à l'état d'équilibre et une augmentation de la vitesse d'ajustement des stomates chez le peuplier et le tabac. Observe-t-on les mêmes changements en cas de déficit hydrique chez le hêtre européen ? Quels sont les effets de la carence en potassium sur la dynamique stomatique et le découplage avec la photosynthèse ? Et quels sont les effets combinés de la carence en potassium et du stress hydrique ?

Démarche —

Nous étudions donc ici les effets des réponses stomatiques graduelles et le découplage temporel qui en résulte avec la photosynthèse lors des changements de conditions lumineuses pour les feuilles de hêtre cultivées dans différentes conditions lumineuses représentant la position supérieure et inférieure de la canopée ainsi que pour les semis de hêtre avec un apport d'eau et des carences en potassium.

Un modèle sigmoïde de conductance non-steady state est appliqué afin de caractériser et comparer les dynamiques des conductances stomatiques mesurées.

Résultats marquants —

- On observe que les feuilles d'ombres minimisent les pertes en eau et limitent moins de l'assimilation de carbone par rapport aux feuilles de lumière grâce à un temps de réponse et une amplitude de réponse inférieures aux feuilles de lumière.
- Les plants soumis au stress hydrique présentent un comportement similaire aux feuilles d'ombre, mais sans la réduction de la limitation de l'assimilation de carbone.
- En cas de sécheresse, le plant carencé en potassium se comporte comme les contrôles.

Principales conclusions incluant des points-clés de discussion —

Nous avons observé qu'il existe un effet des conditions de croissance sur la dynamique stomatique des hêtres. L'exposition à l'ombre des feuilles tout au long d'une saison végétative ou l'exposition à la sécheresse du sol induit une diminution de la conductance stomatique maximale et une augmentation de la réactivité stomatique. La diminution de la conductance stomatique maximale sans changement de la taille des stomates chez les plantes exposées à l'ombre pourrait conduire à une réduction de la conductance maximale. En outre, une production supplémentaire d'ABA dans les plantes soumises à la sécheresse pourrait déclencher la fermeture des stomates. La sensibilité des transporteurs et leur nombre, ainsi que la composition et l'élasticité de la paroi cellulaire et du cytosquelette, pourraient influencer la réactivité stomatique.

La réduction de la conductance stomatique maximale permet de conserver l'eau pendant la fermeture, mais elle entraîne également une diminution du gain à l'ouverture, ce qui démontre un effet antagoniste des paramètres de conductance stomatique pendant l'ouverture et la fermeture, entre la perte et le gain. Pour obtenir une réduction de la perte d'eau pendant la fermeture tout en conservant l'eau pendant l'ouverture, une asymétrie des paramètres est nécessaire. Les hêtres adaptés à l'ombre donnent la priorité à l'assimilation avec des stomates plus rapides et plus réactifs qui s'ouvrent plus largement pendant l'ouverture. Cela réduit la limitation de l'assimilation mais entraîne une ouverture trop large des stomates par rapport à l'assimilation maximale, ce qui entraîne une perte d'eau inutile par transpiration.



Perspectives —

Campagne de mesure en forêt sur le site FR-Hes afin d'observer ces variations au sein du gradient de canopée pour évaluer l'effet du découplage temporel et de l'optimisation de l'assimilation du CO₂ tout au long de la journée et son impact éventuel sur les modèles de flux de CO₂ et d'eau à plus grande échelle

Valorisation —

Une publication scientifique est en cours de finalisation et devrait être soumise au journal *The new phytologist* dans les semaines à venir.

Ces résultats seront présentés par Yasin Gundesli lors de la conférence STOMATA en Chine

(Scientifique : publications, chapitre d'ouvrage, présentation lors de conférences...signaler d'éventuels prix) ;

économique : enveloppe Soleau, brevet, licence... ; **diffusion** : communiqué de presse, interview...)