Dynamique de l'efficience d'utilisation de l'eau sous sécheresse chez quatre génotypes de peupliers

Conséquences pour la plante entière

Académie d'Agriculture de France

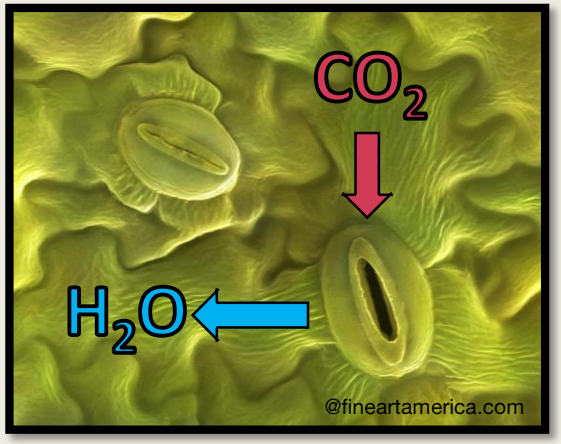
23 septembre 2020. Paris, France

Maxime Durand, Oliver Brendel, Cyril Buré et Didier Le Thiec

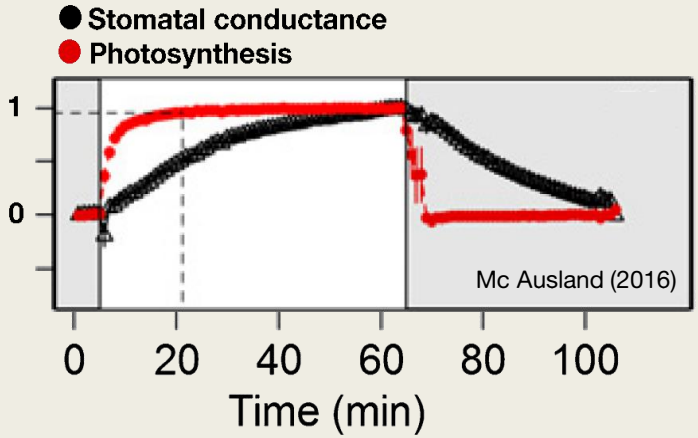
INRA, Université de Lorraine, AgroParisTech, SILVA, F-54280 Champenoux, France

La réponse des plantes à l'environnement n'est pas instantanée.

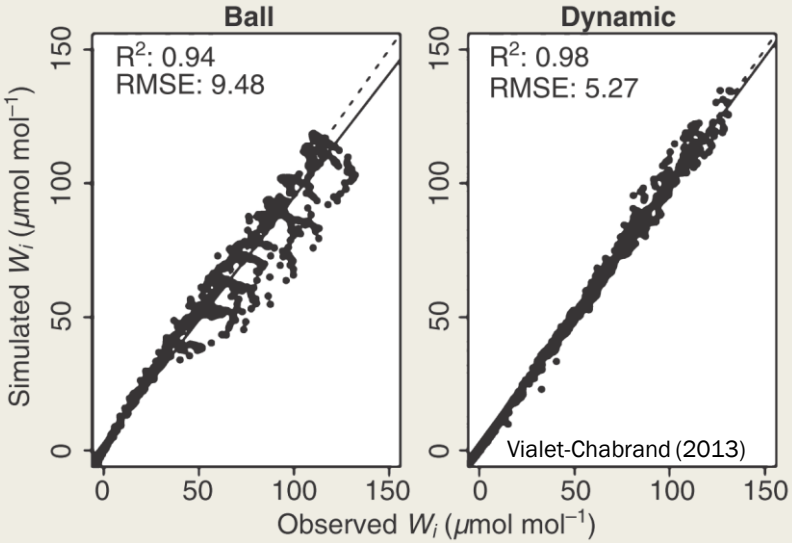
Les stomates sont au centre de la plupart des échanges gazeux entre la plante et l'atmosphère.



Les stomates pilotent les **gains de carbone par assimilation de CO_2** et les **pertes en eau par transpiration.**



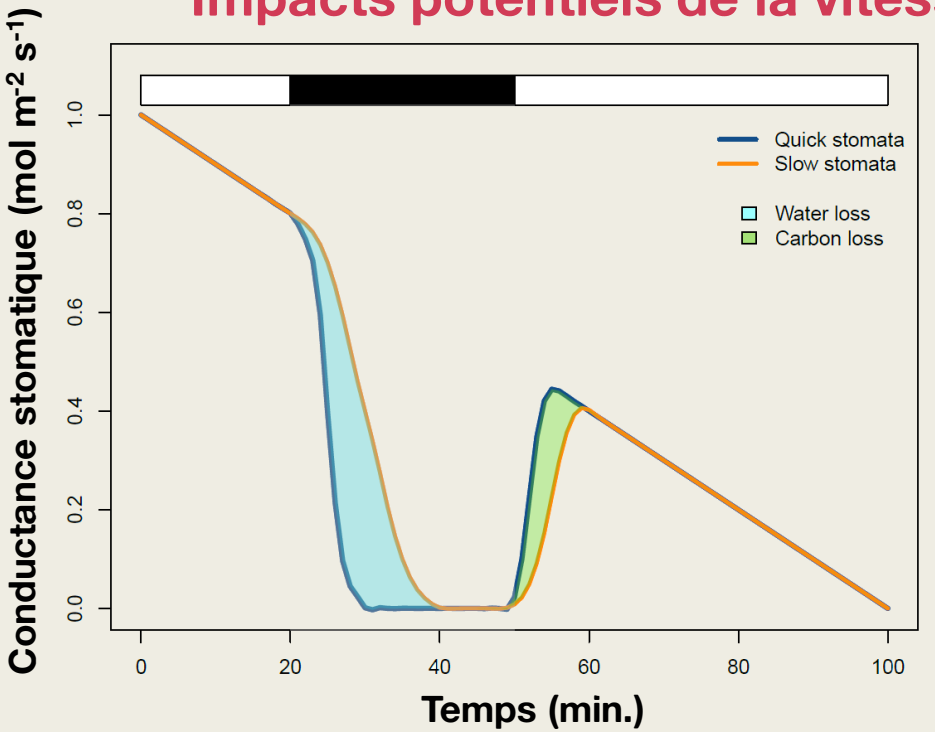
L'assimilation de CO_2 et la conductance stomatique n'ont **pas les mêmes temps de réponse.**



- A la suite d'un changement environnemental, **la photosynthèse et la conductance stomatique sont découplées.**

- **Les modèles d'échanges gazeux utilisés dans les modèles climatiques ne tiennent pas compte de cette dynamique.**

Impacts potentiels de la vitesse de la réponse stomatique



- Des **stomates plus rapides** pourraient **fonctionner de façon plus optimal.**
- **Augmentation des gains de carbone** et **réduction des pertes en eau.**
- **Prévenir** ou **délayer** un **déficit hydrique.**
- Réduction de l'exposition aux pathogènes.

Nos questions de recherche:

- Existe-t-il une **diversité des dynamiques stomatiques** entre **génotypes de peupliers** ?
- Est-ce que la **sécheresse et/ou les conditions de croissance** modifient ces dynamiques stomatiques ?
- Quels sont les **facteurs responsables** de la diversité des dynamiques stomatiques ?
- Est-ce que ces dynamiques **contribuent** à la **production de biomasse** et aux **pertes en eau** au niveau de la **plante entière ?**

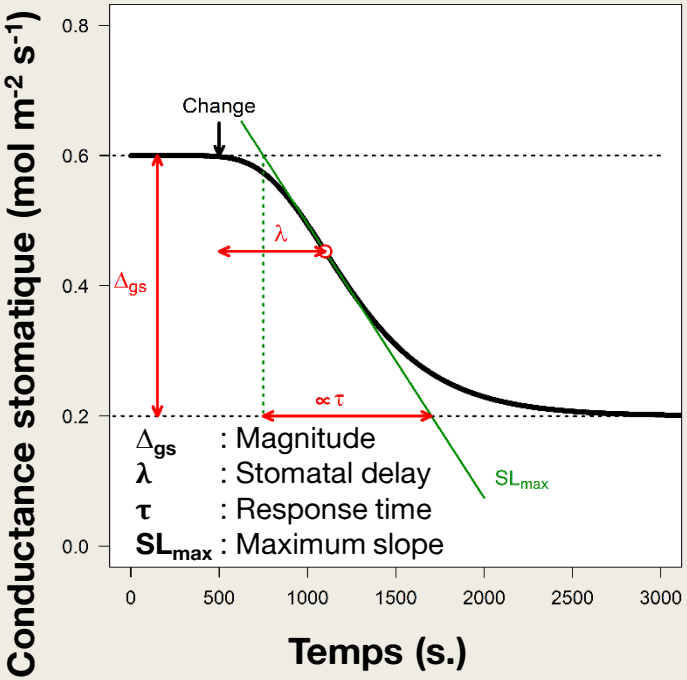
Méthode expérimentale

- Quatre génotypes de peupliers de deux espèces:
  - **Carpaccio** & **I214** (*P. euramericana*)
  - **6J29** & **N38** (*P. nigra*)

- **Stress hydrique modéré.**

- **Suivi de la croissance, de la consommation d'eau, du contenu en eau du sol et des échanges gazeux**

Modéliser un changement de conductance stomatique



- Changement **d'irradiance** de **1000 µmol.m^{-2}.s^{-1}** à **200 µmol.m^{-2}.s^{-1}** et inversement.

- Changement de **VPD** de **1 kPa** à **3 kPa** et inversement.

- **Le reste des conditions environnementales sont maintenues constantes** (CO_2, température).

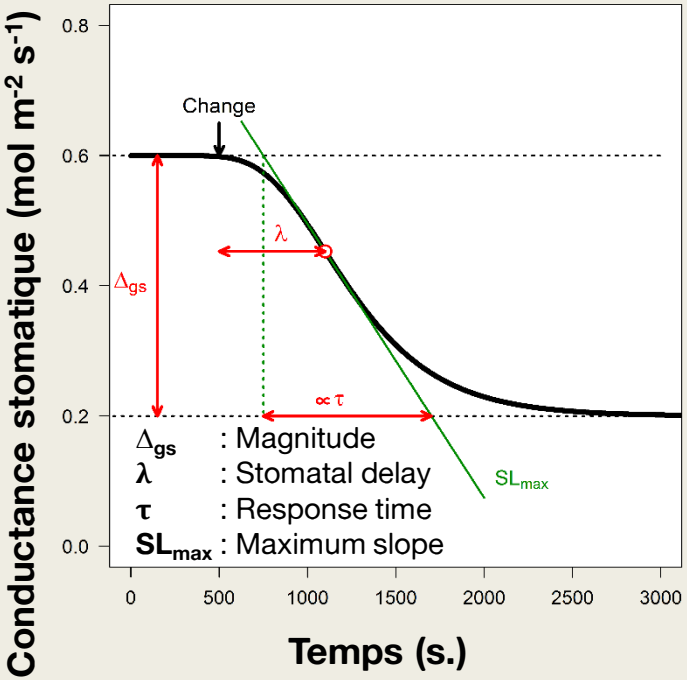
Méthode expérimentale

- Quatre génotypes de peupliers de deux espèces:
  - **Carpaccio** & **I214** (*P. euramericana*)
  - **6J29** & **N38** (*P. nigra*)

- **Stress hydrique modéré.**

- **Suivi de la croissance, de la consommation d'eau, du contenu en eau du sol et des échanges gazeux**

Modéliser un changement de conductance stomatique



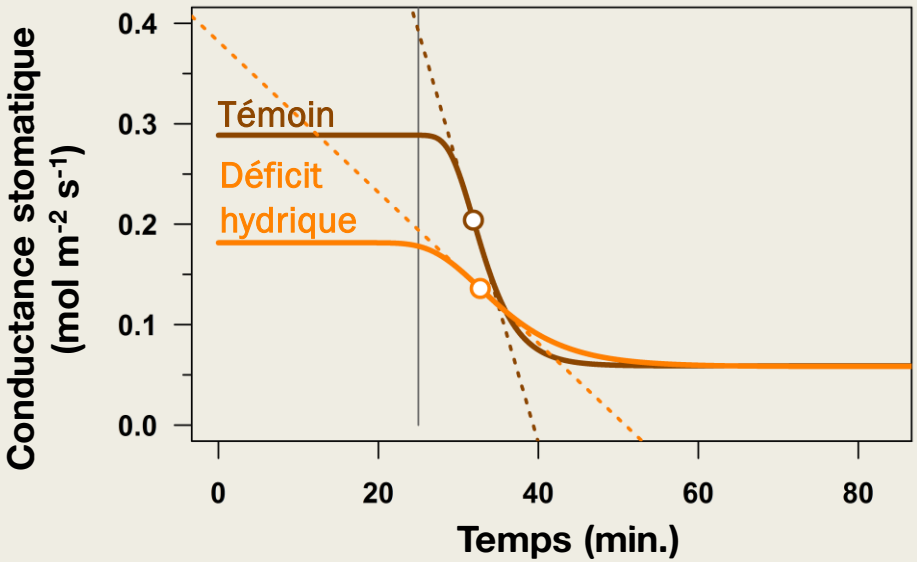
- Changement **d'irradiance** de **1000 µmol.m^{-2}.s^{-1}** à **200 µmol.m^{-2}.s^{-1}** et inversement.

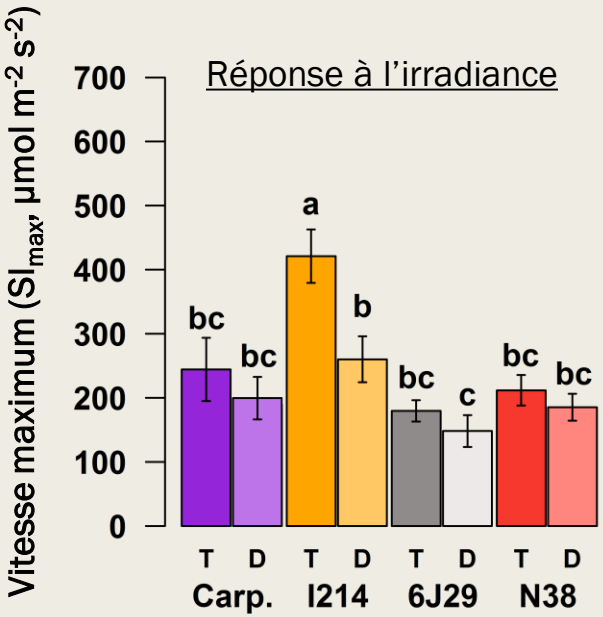
- Changement de **VPD** de **1 kPa** à **3 kPa** et inversement.

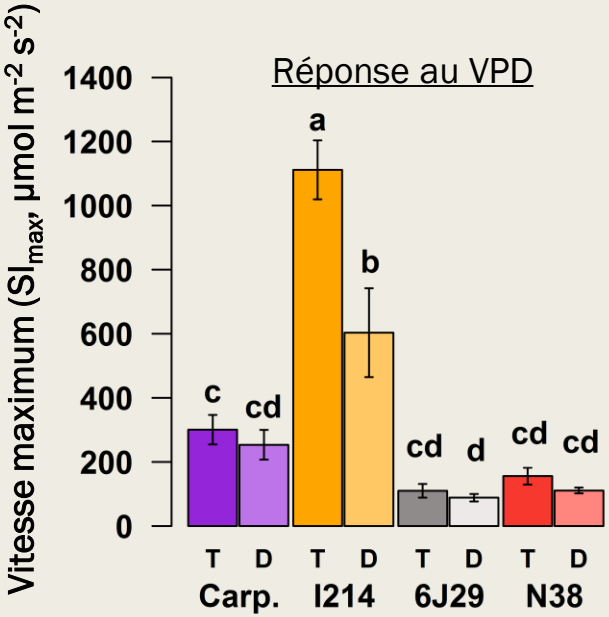
- **Le reste des conditions environnementales sont maintenues constantes** (CO_2, température).

Le déficit hydrique peut ralentir la réponse stomatique

Fermeture stomatique en serre.

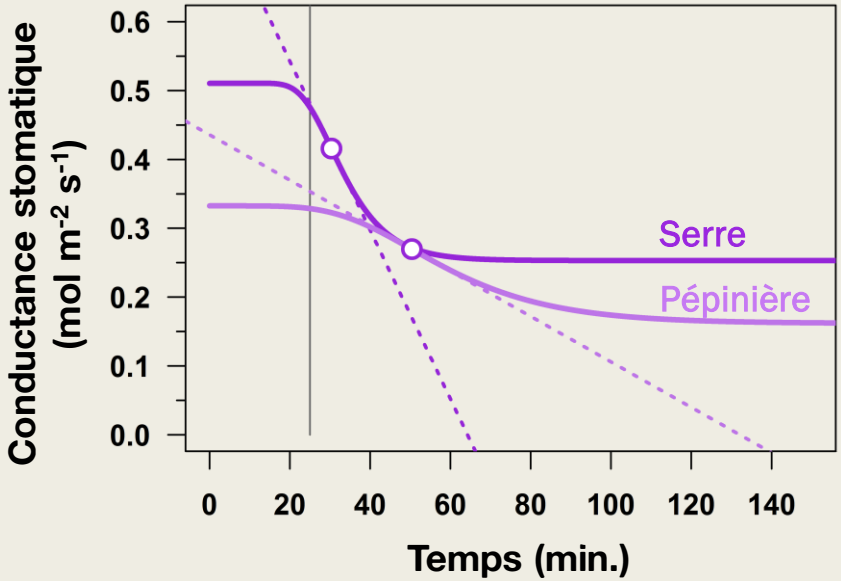


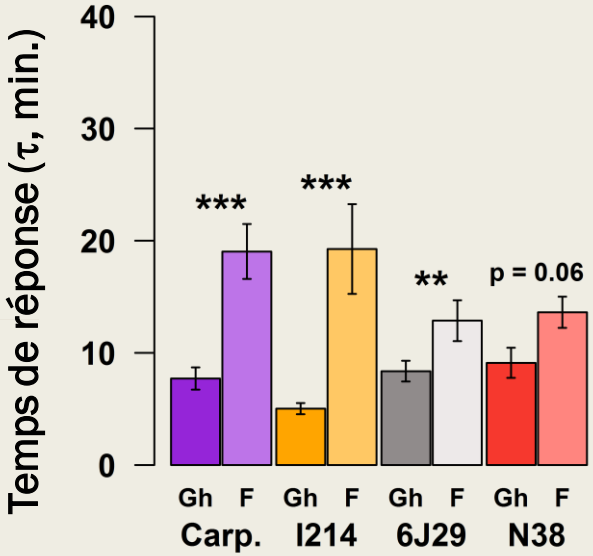


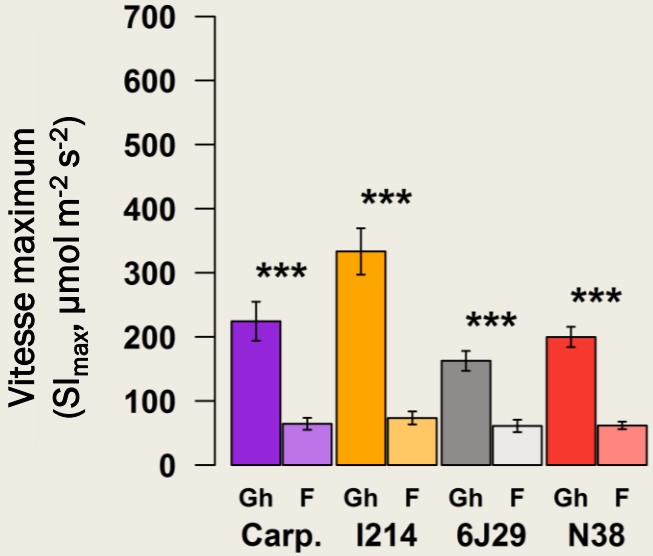


La dynamique stomatique est plus lente en pépinière qu'en serre

Fermeture stomatique en réponse à un changement d'irradiance.

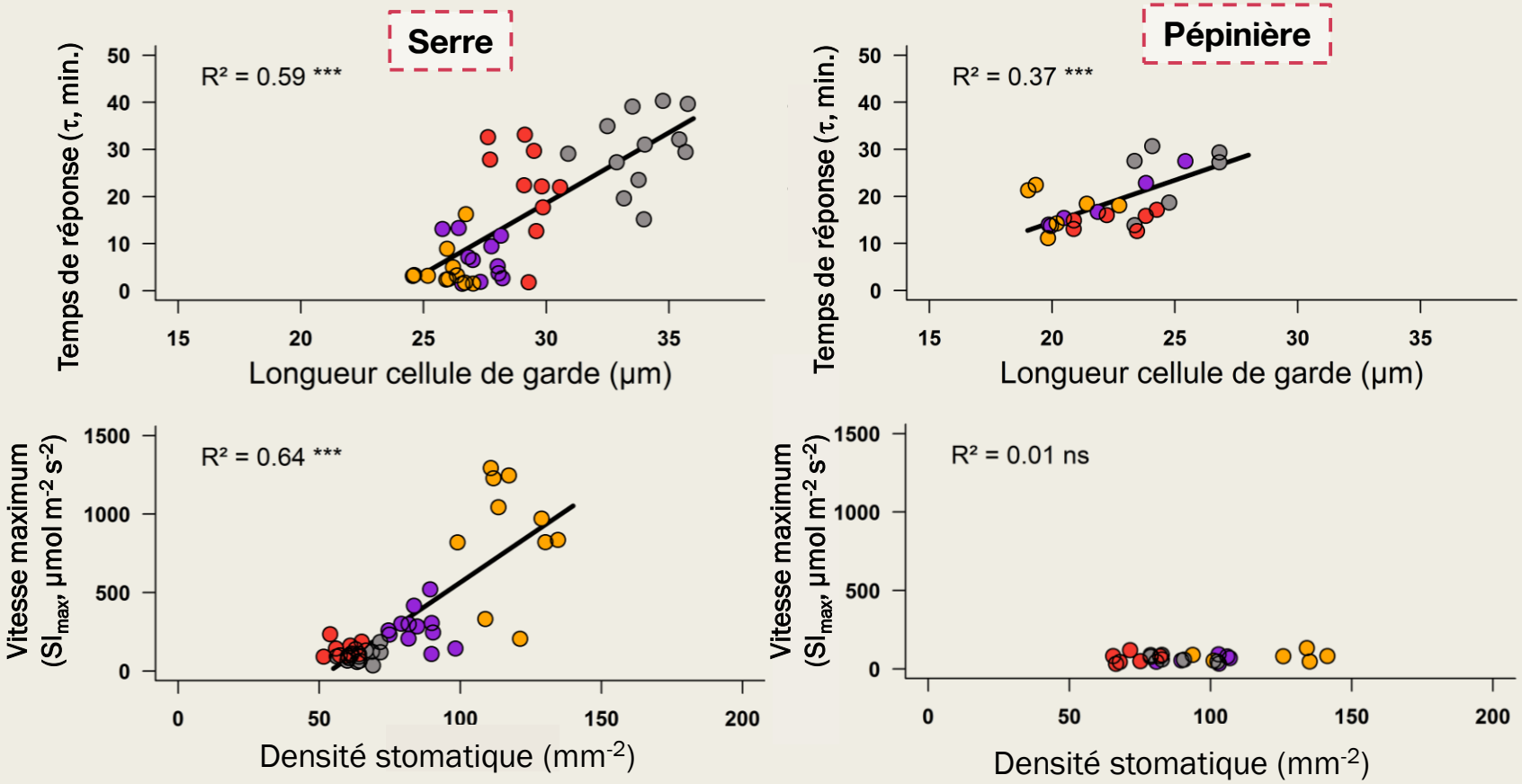






Au niveau génotypique, la taille et densité des stomates semblent être corrélées à leur vitesse de réponse

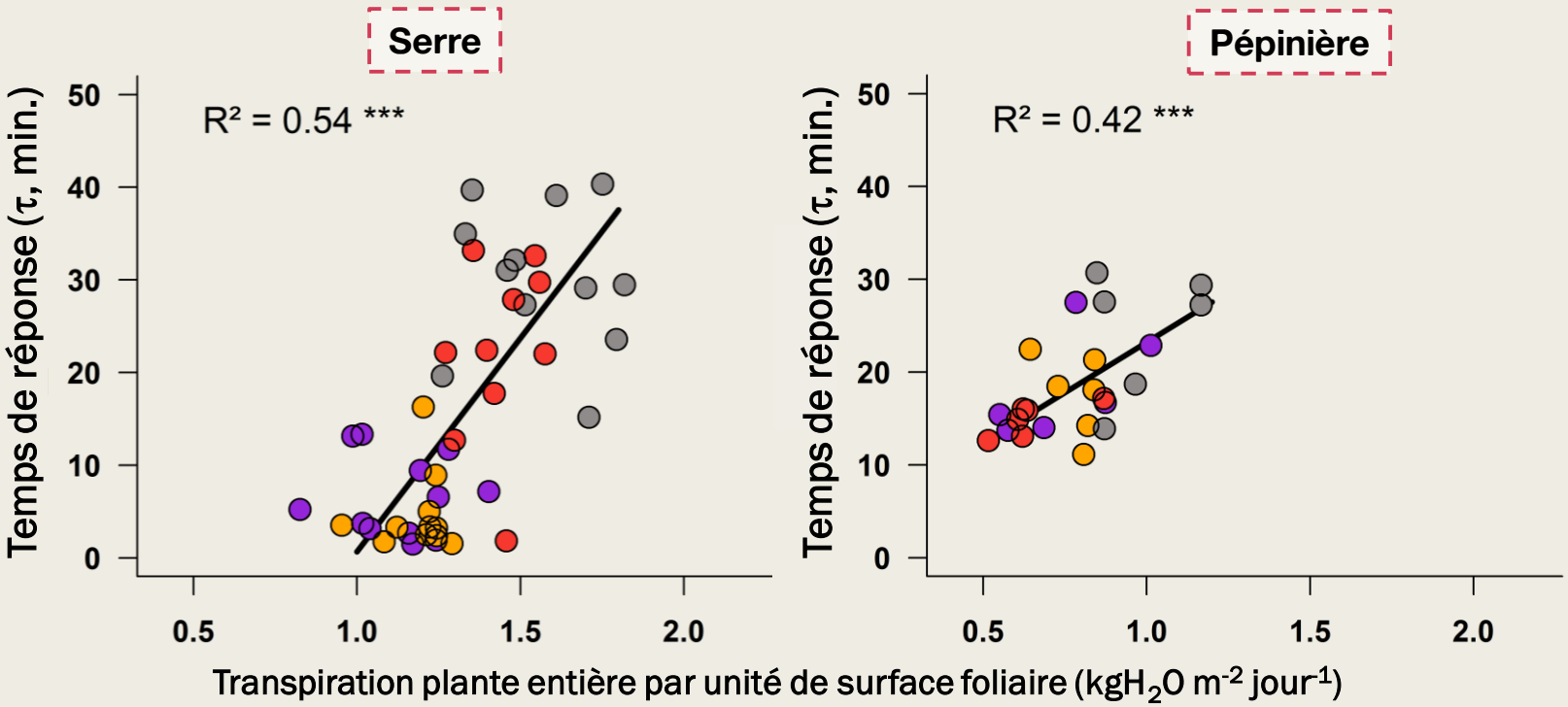
Fermeture stomatique en réponse à un changement de VPD.



- **Plasticité phénotypique de la dynamique stomatique ?**

Le temps de réponse pendant la fermeture stomatique est corrélé avec la transpiration de la plante entière

Fermeture stomatique en réponse à un changement de VPD.



- **Pas de corrélation** entre les paramètres de la **dynamique stomatique et l'efficience d'utilisation de l'eau** (TE et $\Delta^{13}C$), à la fois en serre et en pépinière.

Conclusions et perspectives

- Il existe une **diversité génotypique de la dynamique stomatique**, dépendante de la condition environnementale considérée (irradiance & VPD).
- **Sous déficit hydrique,** la dynamique stomatique peut être **ralentie**, contrairement à des études précédentes sur des espèces plus tolérantes à la sécheresse (Haworth et al. 2018).
- Les génotypes ayant des **stomates plus rapides** ont tendance à avoir des **stomates plus petits et plus nombreux.**
- Les génotypes ayant des **stomates plus rapides** ont tendance à avoir une **plus faible transpiration** au niveau de la plante entière, mais aussi une **plus forte surface foliaire et consommation d'eau.**

Conclusions et perspectives

- Il existe une **diversité génotypique de la dynamique stomatique**, dépendante de la condition environnementale considérée (irradiance & VPD).
- **Sous déficit hydrique,** la dynamique stomatique peut être **ralentie**, contrairement à des études précédentes sur des espèces plus tolérantes à la sécheresse (Haworth et al. 2018).
- Les génotypes ayant des **stomates plus rapides** ont tendance à avoir des **stomates plus petits et plus nombreux.**
- Les génotypes ayant des **stomates plus rapides** ont tendance à avoir une **plus faible transpiration** au niveau de la plante entière, mais aussi une **plus forte surface foliaire et consommation d'eau.**

Articles:

Durand M, Brendel O, Buré C, Le Thiec D. 2019. Altered stomatal dynamics induced by changes in irradiance and vapour-pressure deficit under drought: impact on the whole plant transpiration efficiency of poplar genotypes. *New Phytologist 222: 1789-1802.*

Durand M, Brendel O, Bure C, Le Thiec D. 2020. Changes in irradiance and vapour pressure deficit under drought induce distinct stomatal dynamics between glasshouse and field-grown poplars. *New Phytologist 227(2): 392-406.*

Durand M, Cohen D, Aubry N, Bure C, Tomaskova I, Hummel I, Brendel O, Le Thiec D. 2020. Element content and expression of genes of interest in guard cells are connected to spatiotemporal variations in stomatal conductance. *Plant Cell & Environment 43(1): 87-102.*

Durand M, Brendel O, Buré C, Courtois P, Lily J-B, Granier A, Thiec DL. 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 282-283.*

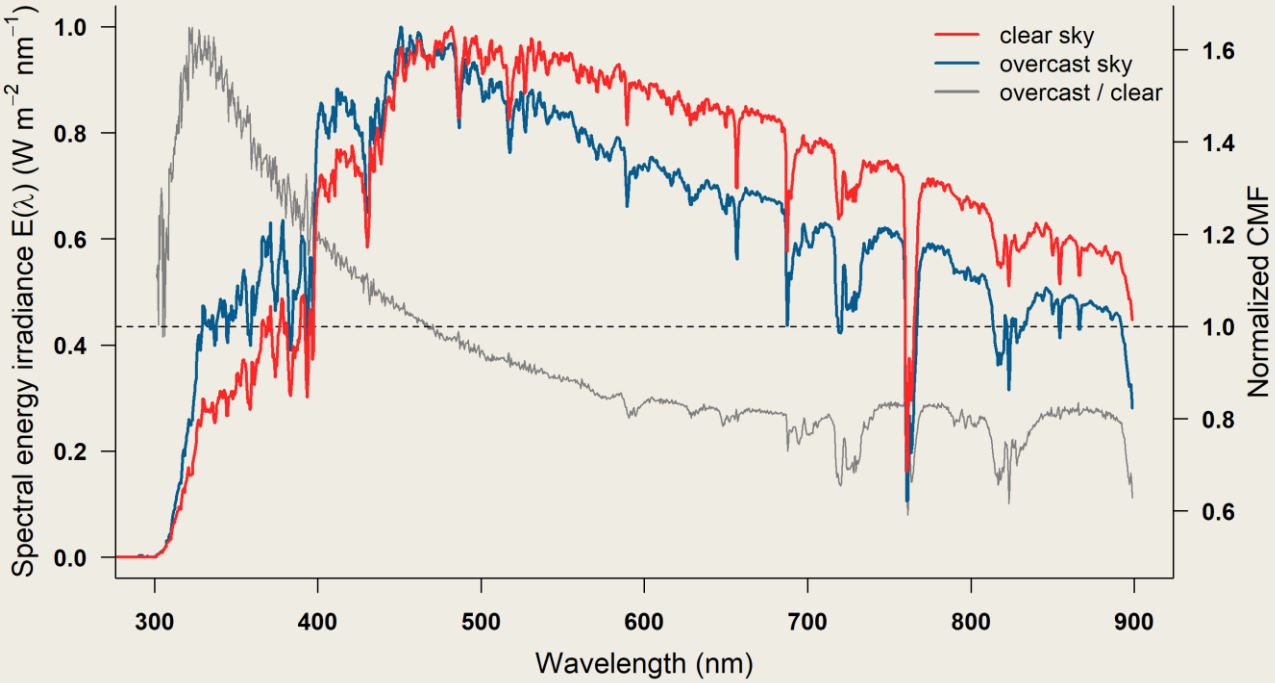
Et maintenant?

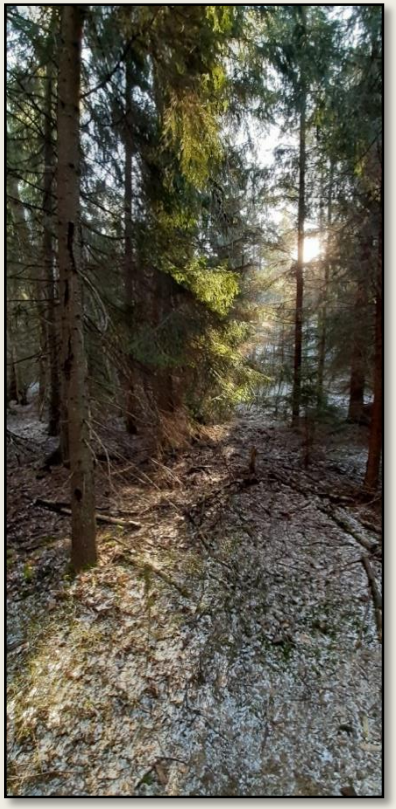
Postdoc: Photosynthèse au niveau du couvert forestier sous conditions de lumière directe et diffuse.

With: Dr. Matt Robson
Canopy Spectral Ecology and Ecophysiology Group (CanSEE)
Viikki Plant Science Centre

Helsinki University

Au vu des **fluctuations prévues de la couverture nuageuse** et de la **concentration atmosphérique en aérosols**, comment les **forêts vont répondre à une augmentation de lumière diffuse?**





Un grand merci à:

Mes superviseurs:
Dr. Didier Le Thiec
Dr. Oliver Brendel

Notre équipe de techniciens et ingénieurs
Cyril Buré
David Cohen
Christophe Rose

Stagiaires et aides temporaire:
Emmanuelle Ha
Marietou Diouf
Thibaud Salier
Antoine Bogeat
Déborah Thevenin

Commentaires & questions:
maxime.durand@helsinki.fi
duran1211@gmail.com

Merci de votre attention.