



HAL
open science

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

Didier Le Thiec, Maxime Durand

► To cite this version:

Didier Le Thiec, Maxime Durand. 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, Dec 2017, Champenoux, France. hal-02949311

HAL Id: hal-02949311

<https://hal.inrae.fr/hal-02949311>

Submitted on 25 Sep 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



UP-TRANS

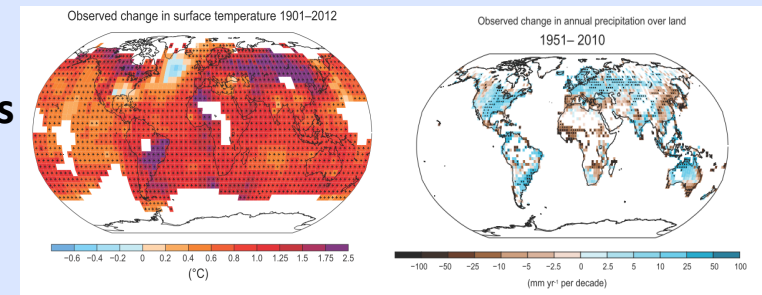
projet innovant

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

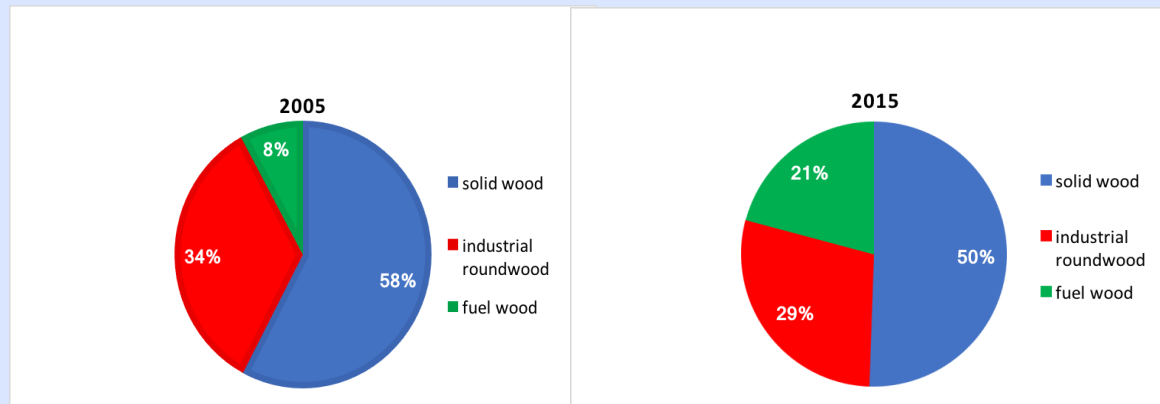
Didier Le Thiec - Maxime Durand



- **Climatic risks** : extreme **drought** and heat, windstorms, ozone pollution
- **Global changes** : climate, land use changes...
- The energy crisis and the **renewed interest in woody biomass**



IPCC (2013)



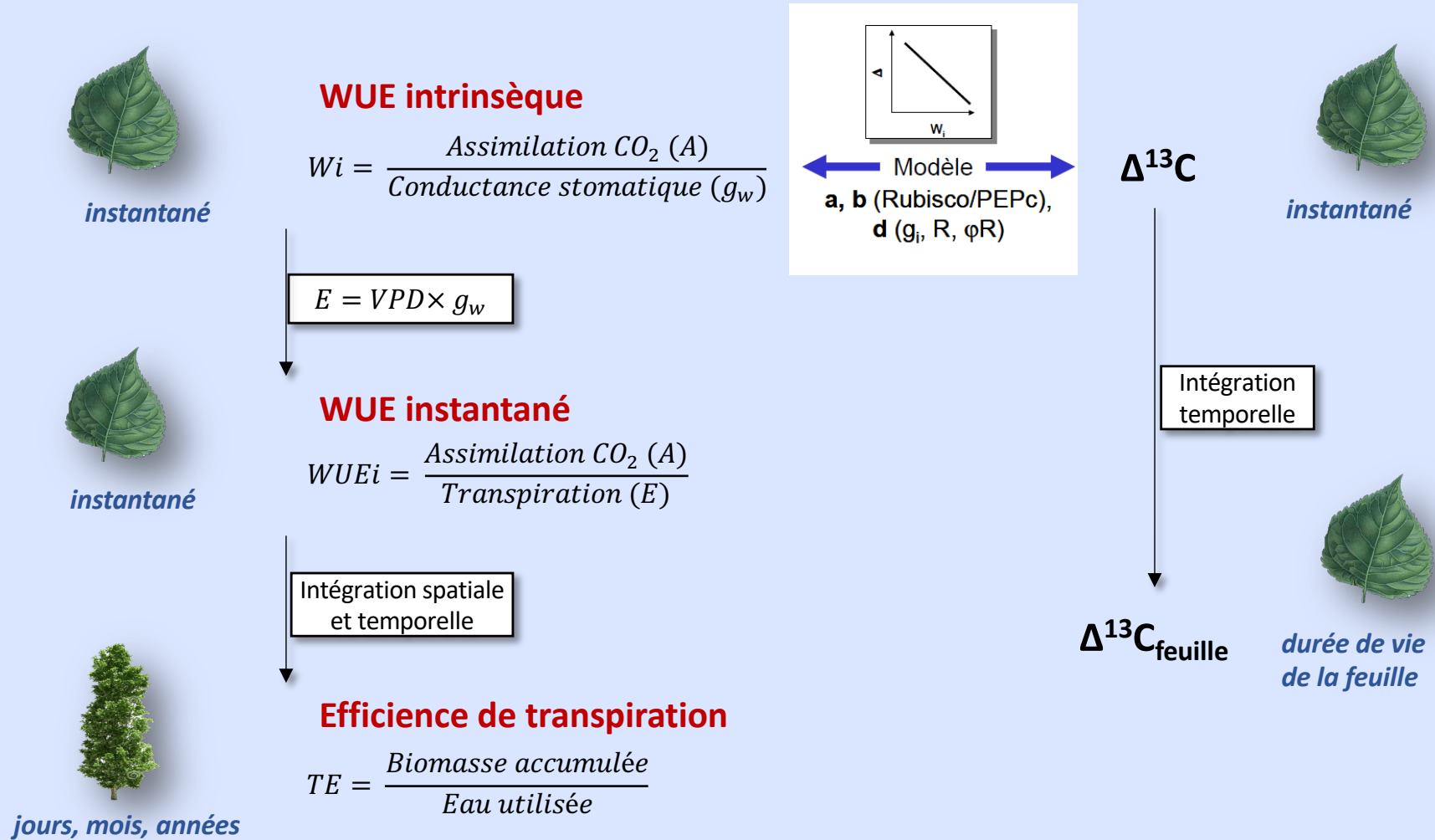
Harvested (volume)
source Agreste

Main expectation

- Strong societal expectations for forest production and different ecosystem services (adaptation, climate change mitigation, biodiversity, ...)
 - **Forests for future** : which species? Understanding mechanisms of responses and adaptation
- **The principal objective of the UP-TRANS project is to evaluate the relative importance of adaptive mechanisms of water transport in response to drought that are essential for maintaining or increasing the **transpiration efficiency** at different scales of space and time.**

Définitions de l'efficacité d'utilisation de l'eau (WUE)

Trait complexe se définissant à plusieurs échelles

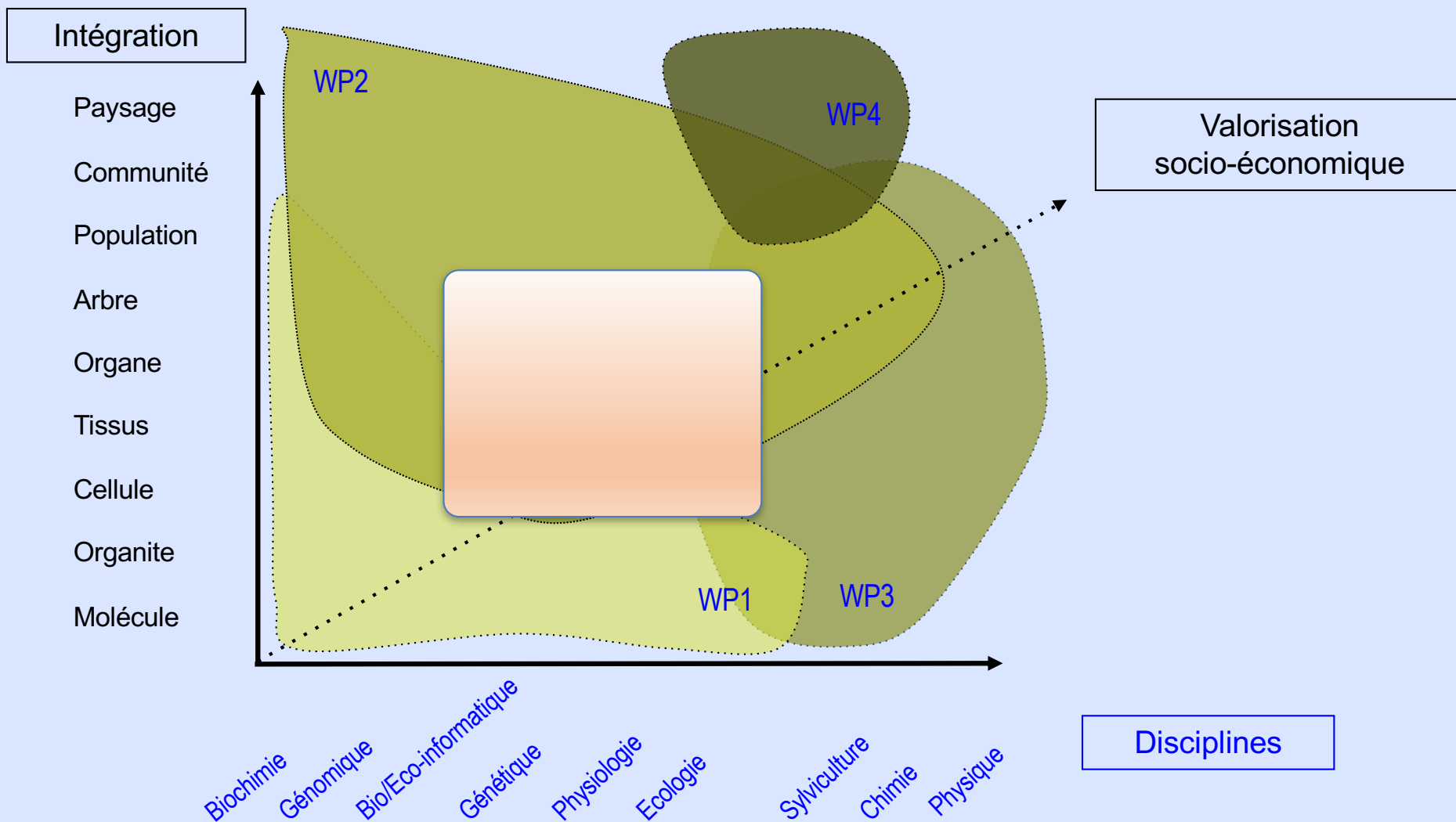


- Diversité génétique et déterminismes de WUE (la **régulation des stomates** est un **élément central** dans la **détermination de WUE**)



Forest Economics	Scientific mediation
<p>WP4 : Meso-and macro-scale models, tools and options for decisions on environmental services</p> <p>4.1 - Building Biodiversity Indicators Taking Economic Constraints into Account</p> <p>4.2 - Building Economic Instruments Adapted to the Indicators</p>	<p>1 – For students and educators</p> <p>2 – For professionals in the forestry sector</p> <p>3 – For other audiences</p>

innovant Integrative Biology	Ecology	Wood Sciences innovant
<p>WP1 : Integrative Biology and Tree-Microbe Interfaces</p> <p>1.1 - Deciphering Tree-Microbe Interactions</p> <p>1.2 - Understanding Root Development and Functions</p> <p>1.3 - Characterizing Redox Pathways in Trees</p>	<p>WP2 : Forest Function & Dysfunction</p> <p>2.1 - soil microbial biodiversity and forest ecosystem functioning</p> <p>2.2 - Coupling biogeochemical cycles and forest adaptation</p> <p>2.3 - long term evolution of forest ecosystems – Future distribution of tree species</p> <p style="color: red; font-size: 2em; transform: rotate(-15deg); opacity: 0.5;">22 K€</p>	<p>WP3 : Wood Products & Properties</p> <p>3.1 - Wood durability and biodegradation</p> <p>3.2 - Innovative Green products</p> <p>3.3 - Support to decision tools for a Sustainable Use of Forest Biomass</p>

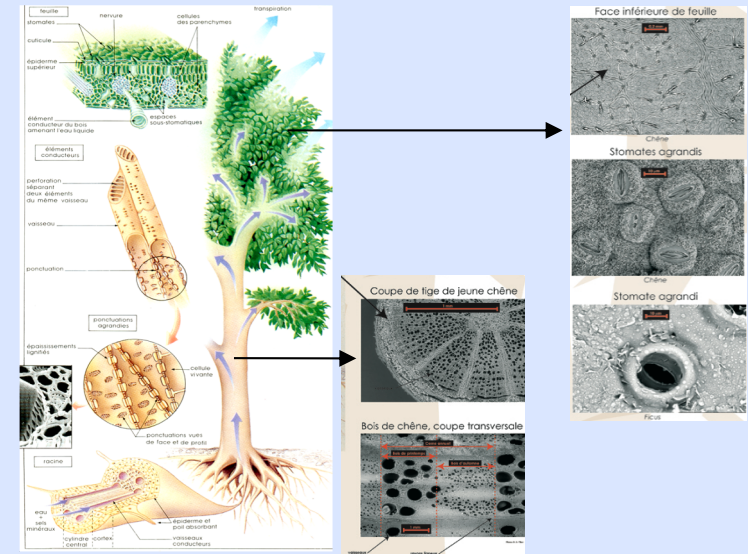


What are the key roles of both anatomy and functioning of stomata in plant adaptation to drought events? (task 1).

Which mechanisms relative to xylem and leaf hydraulic properties play a central role in the adaptation to drought? (task 2).

Do the traits associated to drought response (tasks 1-2) and correlated to transpiration efficiency allow to establish a ranking among poplar genotypes in SRC? (task 3).

How do anatomical adaptations in response to drought affect water use efficiency during the following years? (task 4).



➤ Unités du Labex participantes au projet

- **EEF : Physiologie et fonctionnement de l'arbre** (Oliver Brendel - Nicolas Marron - Stéphane Ponton)
- **LERFoB : Formation du bois** (Cyrille Rathgeber)
- **Plateformes : PTEF – Xylosciences** (Nicolas Angeli - Christophe Rose - Christian Hossann - Julien Ruelle)

➤ Collaborations externes au Labex

- **PIAF** (Tété Barigah - Hervé Cochard) : hydraulique

**Forte connection avec le projet
européen WATBIO**

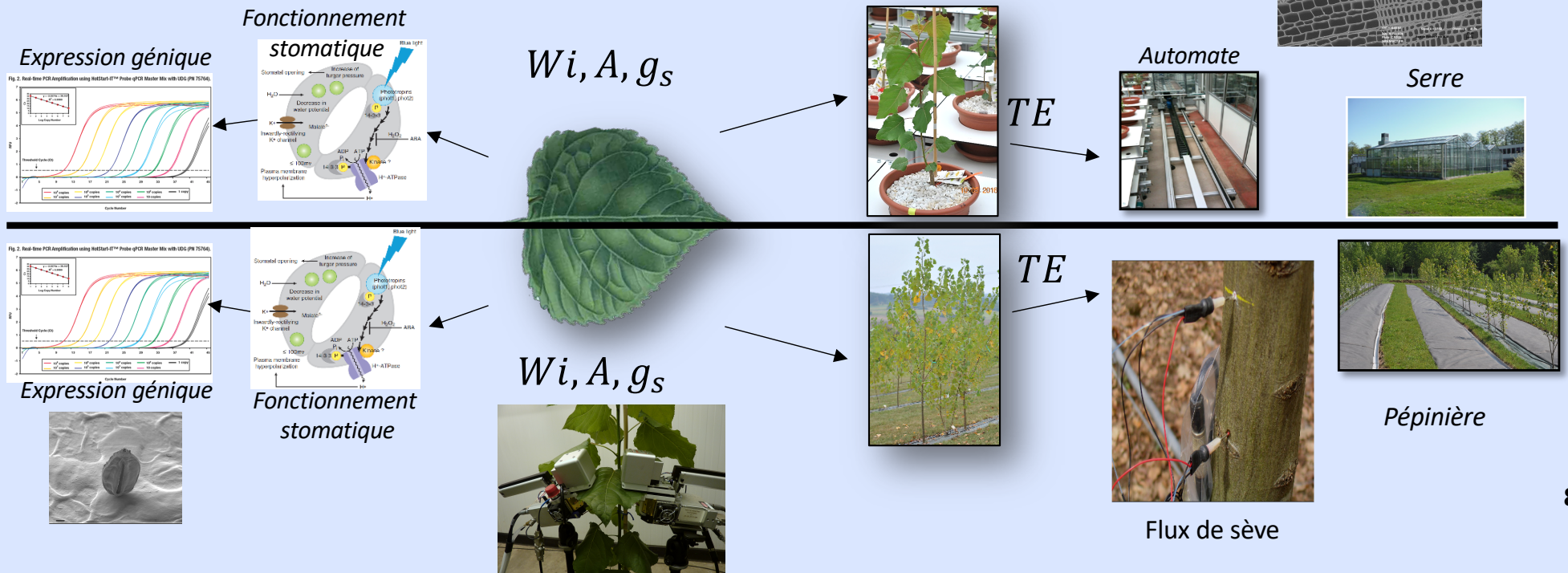
- 2 espèces de peupliers séparés en 4 génotypes :
 - **Carpaccio et I214 (*Populus euramericana*)**
 - 6J29 et N38 (*Populus nigra*)
- 2 régimes hydriques (contrôle et stress hydrique)

Une **sécheresse modérée** (65% de CC) maintenue pendant **25 jours en serre**
 Une **sécheresse modérée depuis 2016 à la pépinière**

La croissance, l'humidité du sol, la conductance stomatique et l'assimilation photosynthétique ont été suivi régulièrement.

Des **récoltes de biomasse** avant et après la mise en sécheresse, en relation avec **l'eau consommée : l'efficacité de transpiration.**

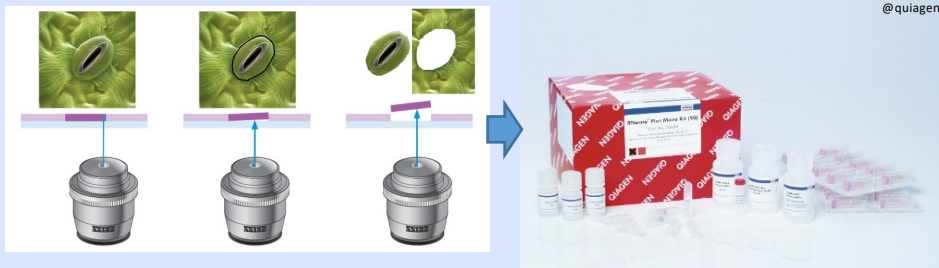
Des mesures de **conductivité hydraulique** et **d'anatomie du bois** ont également été réalisées.



Les **différences** potentiellement observées au niveau de **l'ouverture et de la fermeture des stomates** sont-elles **liées à des déterminants physiologiques et/ou morphologiques** ? Si oui, lesquels ?

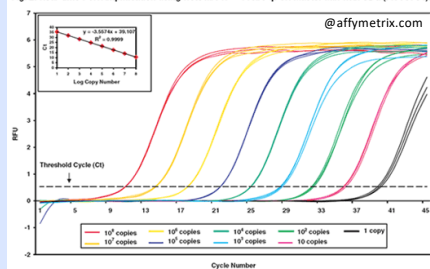
Expression génique

Etude de l'expression de **gènes liés aux mouvements stomatiques** (transporteurs d'ions, pompes à protons, anhydrases carboniques, aquaporines) sur des **feuilles en cours d'ouverture ou de fermeture des stomates**.



Microdissection des stomates au laser Extraction des ARN totaux

Fig. 2. Real-time PCR Amplification using HotStart-IT™ Probe qPCR Master Mix with UDG (PI 75764).

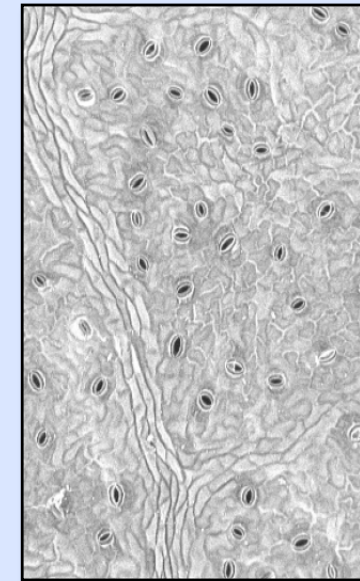
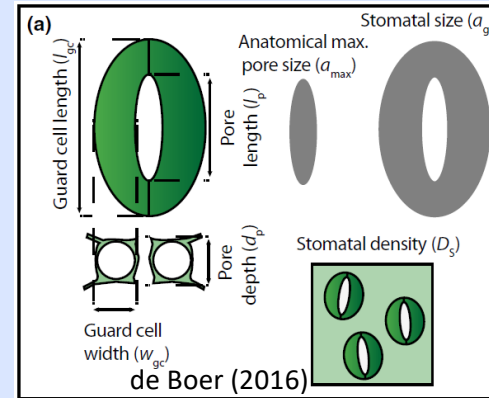


PCR quantitative

Microscopie électronique à balayage

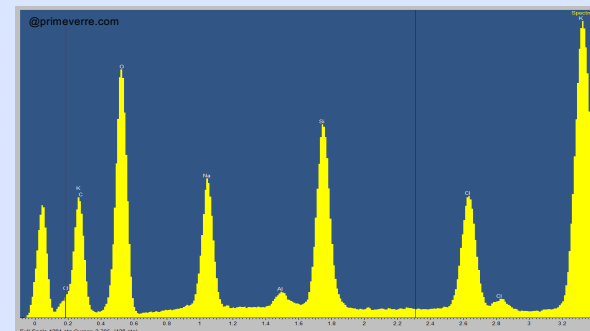
1) Anatomie foliaire

- Densité et index stomatique
- Longueur de l'ostiole
- Conductance maximum



2) Microanalyse X

Analyse spectrométrique (EDS) d'ions impliqués dans les processus d'ouverture et de fermeture des stomates (e.g. Ca, K, Cl).



Peut-on mettre en évidence une **différence de ces déterminants** et de leurs **contributions relatives** à WUE en **conditions contrôlées (serre)** par rapport aux **conditions naturelles (pépinière)** ?

Expérimentation en pépinière

- 96 individus au total (12 répétitions)
- 2 espèces de peupliers séparés en 4 génotypes :
 - Carpaccio et I214 (*Populus euramericana*)
 - 6J29 et N38 (*Populus nigra*)
- 2 régimes hydriques (contrôle et stress hydrique)



Une sécheresse à été appliquée par la mise en place de de **bâches imperméables laissant circuler la vapeur d'eau sur 85% de la surface** du traitement « stress hydrique ».

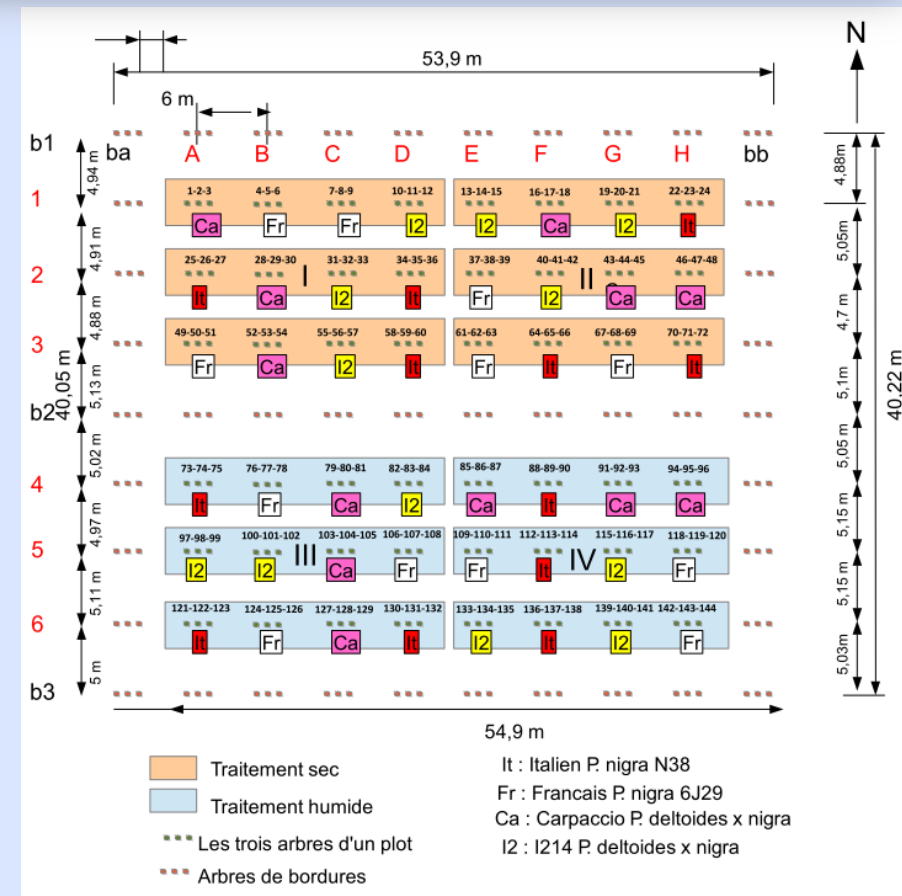
Une suivi pendant la période de croissance est effectué de façon analogue à l'expérimentation en serre (croissance, humidité du sol, échanges gazeux).

Des mesures de **dynamiques de la conductance stomatique** en réponse à un **changement de lumière ou de VPD** seront faites en 2017 selon le **même protocole que celui utilisé en serre**.

Des **prélèvements foliaires** ont été et seront fait de façon analogue à l'expérimentation en serre.

Le suivi de l'**humidité du sol** se fait par **sonde à neutron** et par **potentiels hydriques de base**.

Des **capteur de flux de sève** (sonde TDP) permettront de mesurer la **transpiration de la plante entière**.



➤ Suite ...

- **tasks 3 et 4 en 2018 malgré trop peu de crédits, prélèvements feuilles ($\Delta^{13}\text{C}$, densité stomatique, vaisseau xylème...)**