
Absorption racinaire d'eau et réponse à des situations climatiques extrêmes : sécheresses et inondations.

Christophe Maurel



Eau et changement climatique



Catalogne, Espagne, 2023

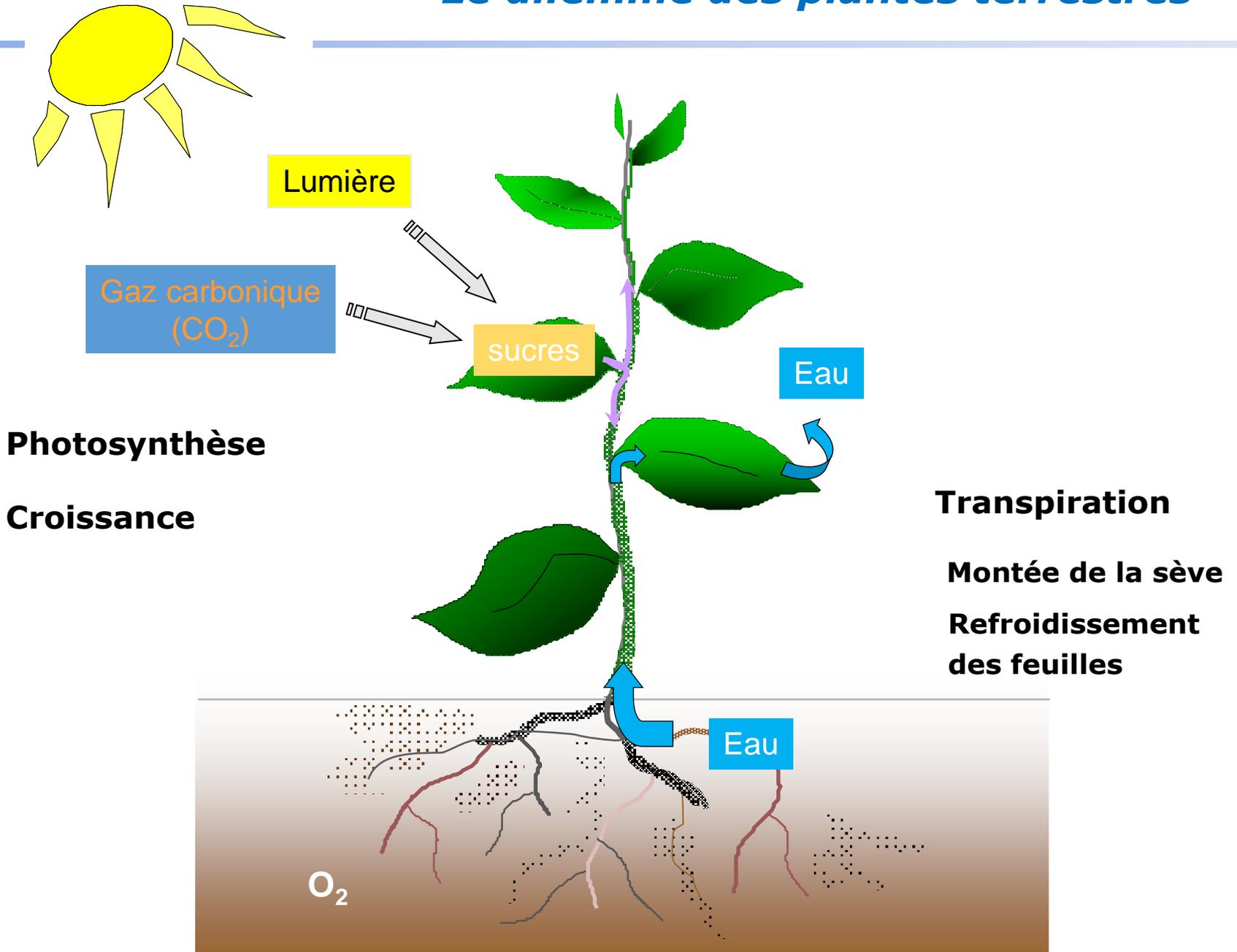


Australie, 2019

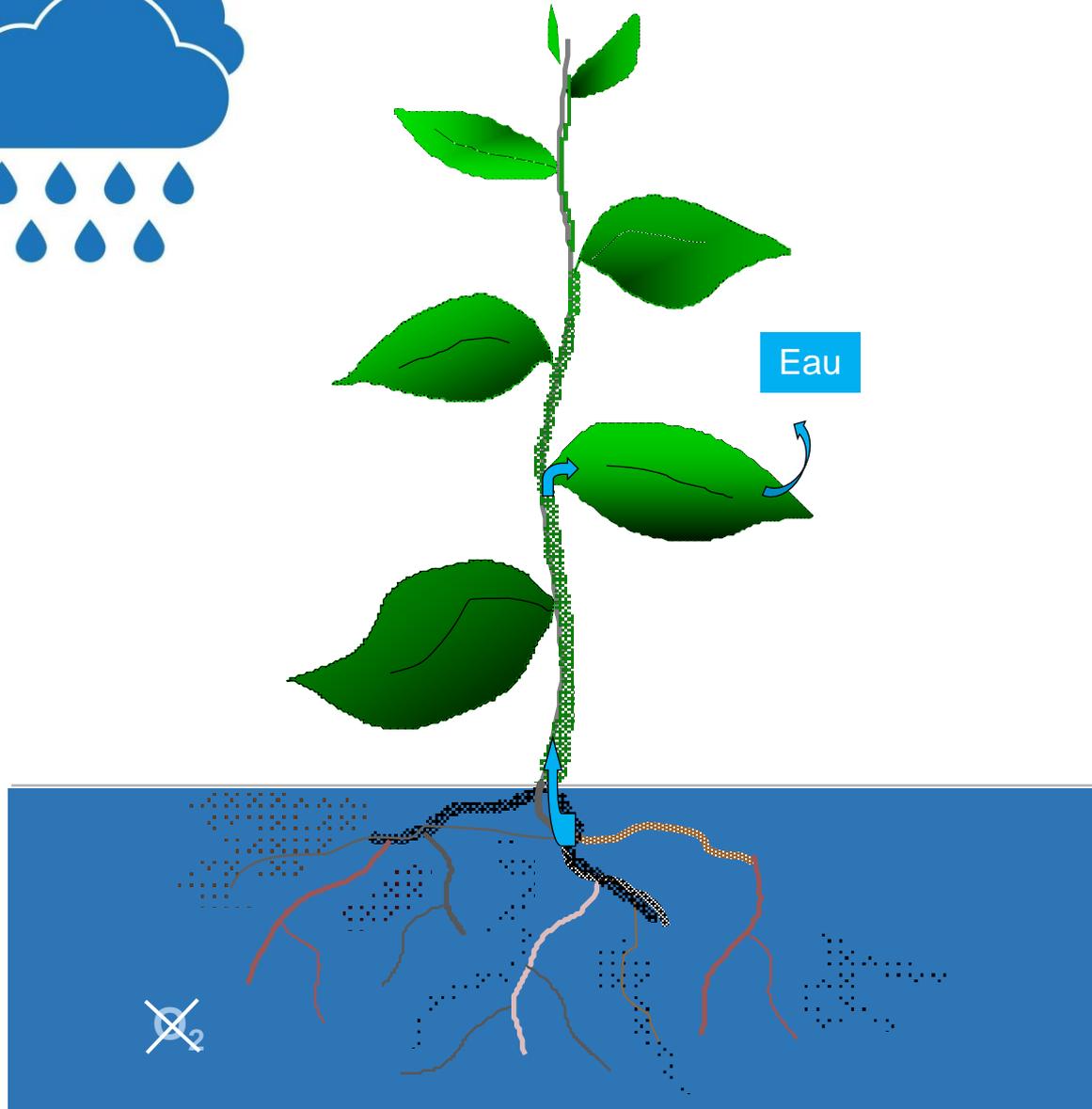


Pakistan, 2023

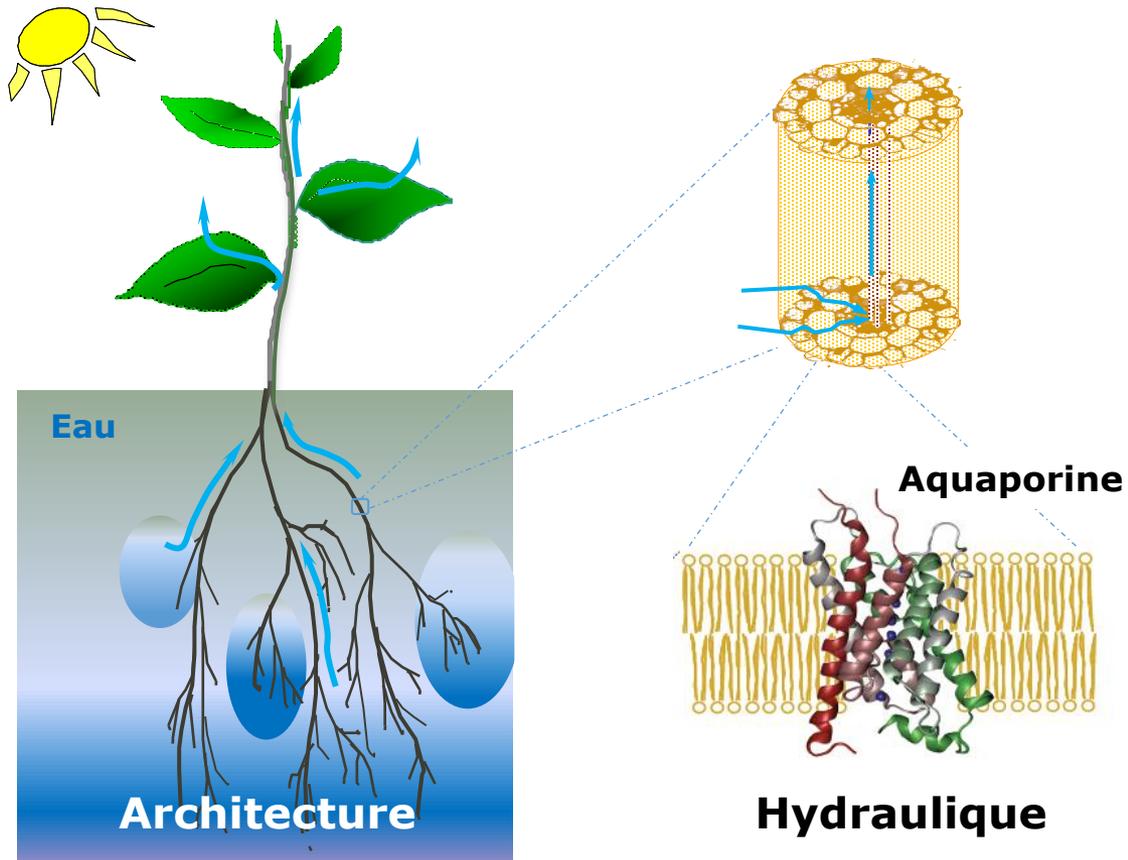
Le dilemme des plantes terrestres



Une inondation induit une forte hypoxie au niveau des racines



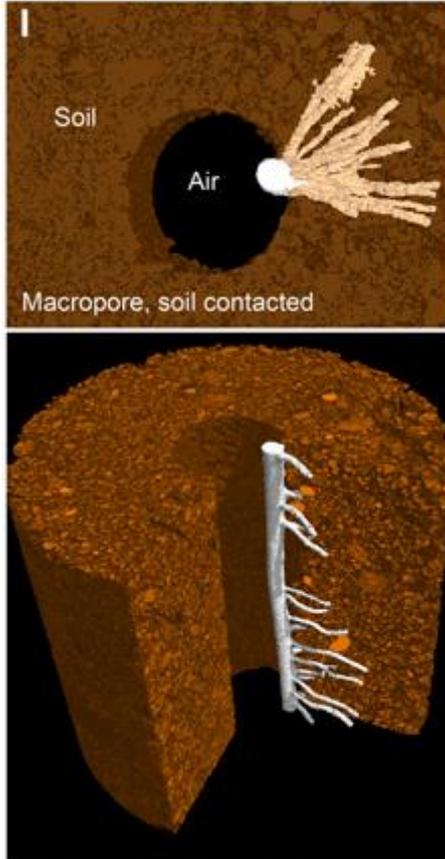
Transport racinaire d'eau



Rôle de l'architecture hydraulique racinaire?

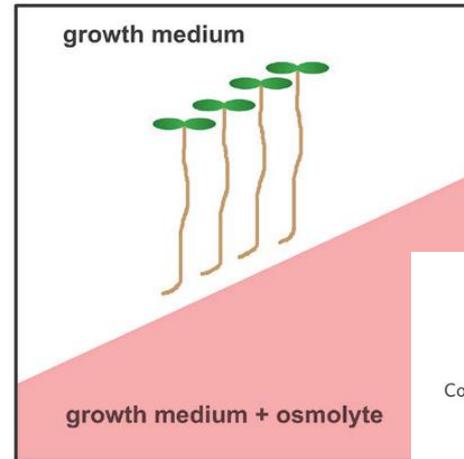
Réponses des racines à l'hétérogénéité de la teneur en eau dans le sol

Hydropatterning

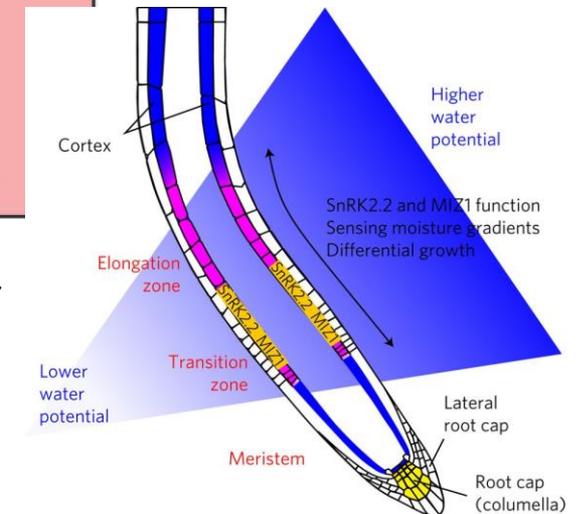


Bao et al., PNAS 2014

Hydrotropisme



Dietrich et al.,
Nature Plants 2017



Mécanismes de perception de la teneur en eau?

Hydraulique racinaire et stress environnementaux

Eau et changement climatique



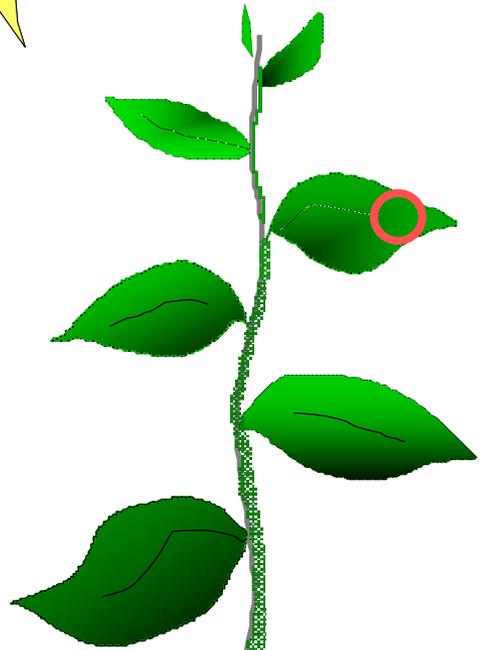
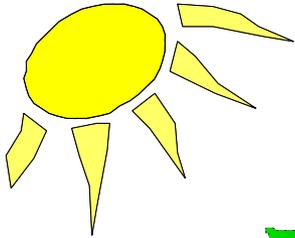
Sécheresse



Inondations

Ces deux stress diminuent la conductivité hydraulique racinaire

Les réponses rapides des plantes à la sécheresse



- Fermeture des stomates dans les feuilles



- Synthèse et transport d'une hormone de stress, l'acide abscissique (ABA)

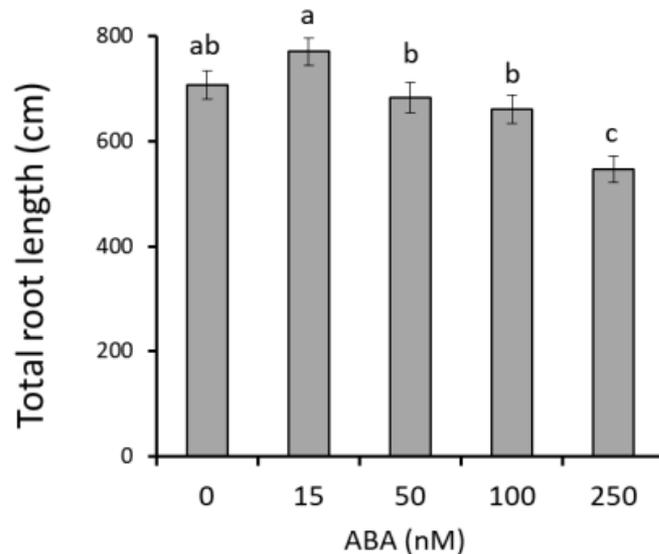
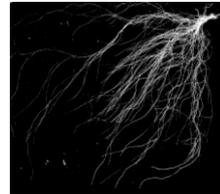


- Blocage du transport d'eau dans la racine

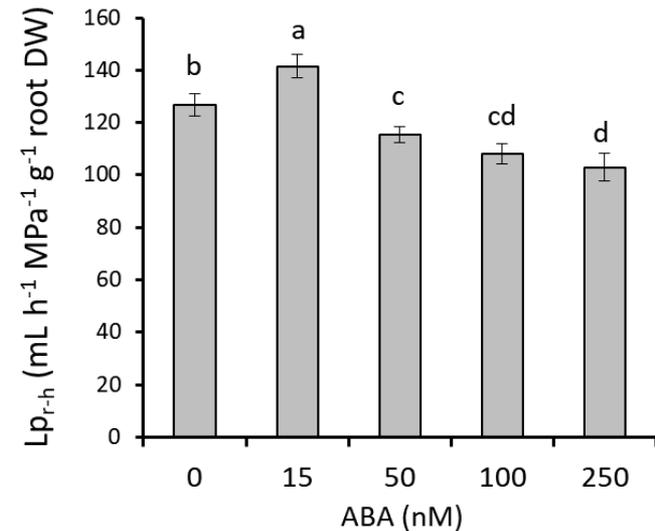
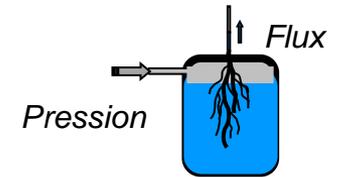
L'acide abscissique (ABA) coordonne les réponses de l'architecture hydraulique racinaire à un déficit hydrique

✓ Effet de d'un traitement par l'ABA (5j)

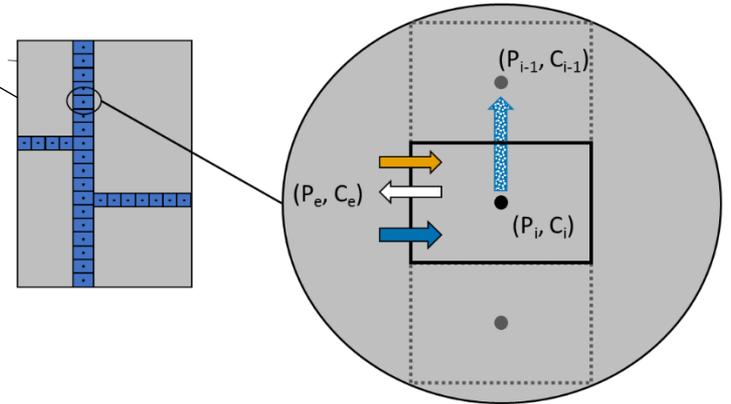
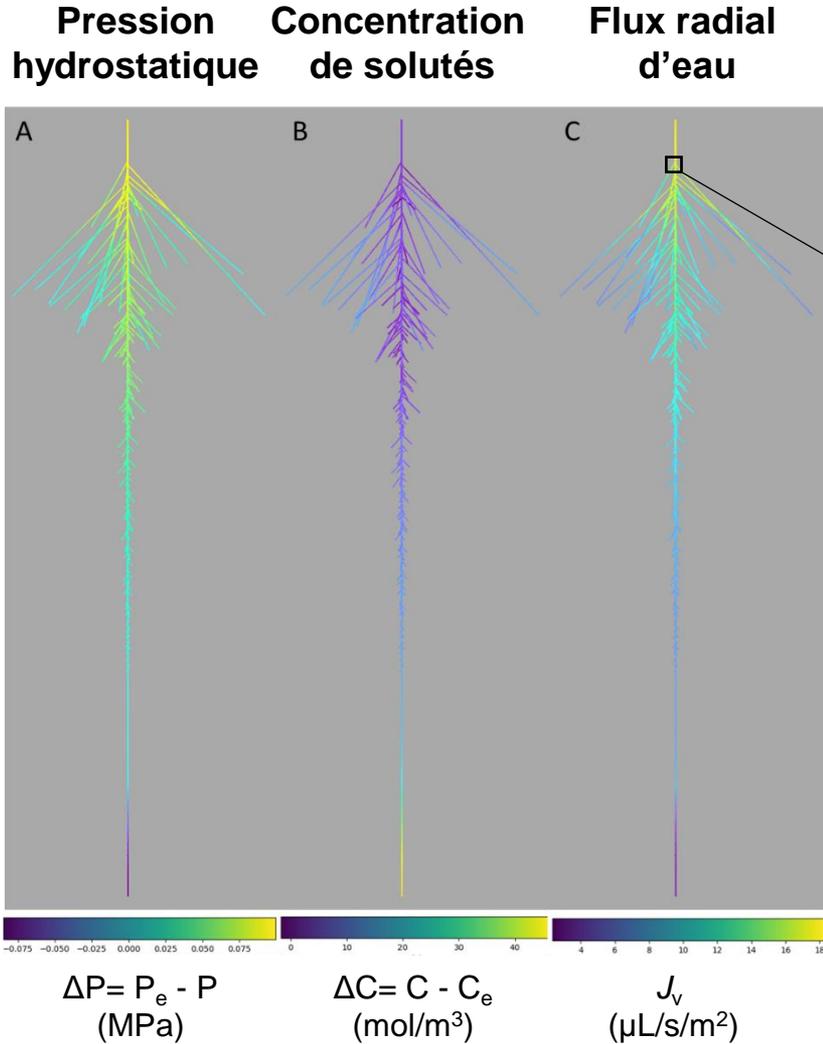
Longueur
des racines



Conductivité
hydraulique



Un modèle structure-fonction du transport d'eau et de solutés dans la racine de maïs

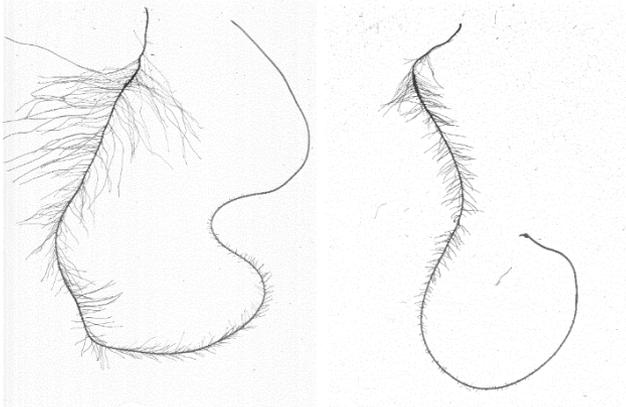


- Axial sap flux: K
- Active solutes uptake: J_s^*
- Solute leak: P_s
- Radial water flux: k

Rôle limitant du transport axial dans le xylème?

Effets du déficit hydrique sur l'architecture hydraulique racinaire du maïs

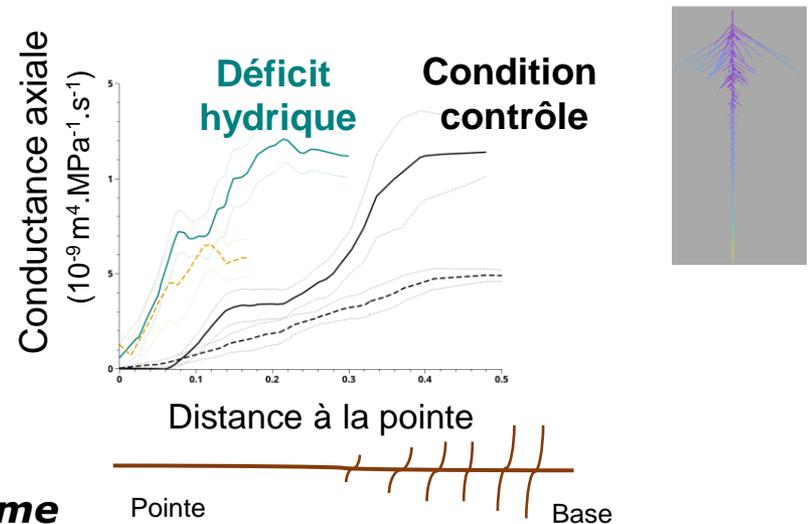
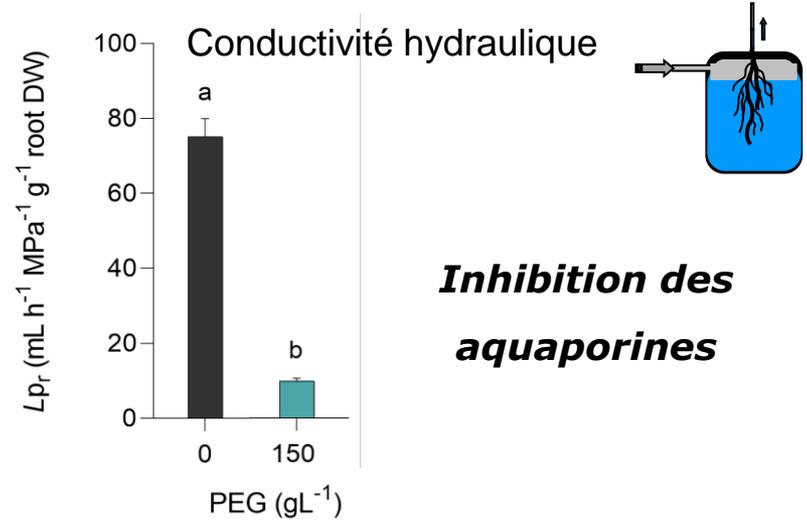
Racines primaires (plantules de 11 j)



Condition
contrôle

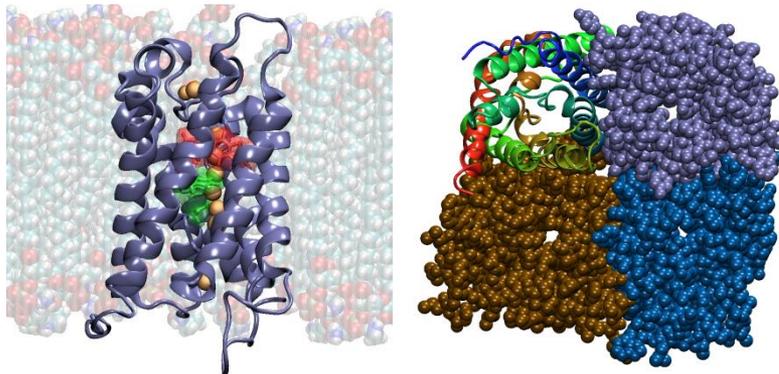
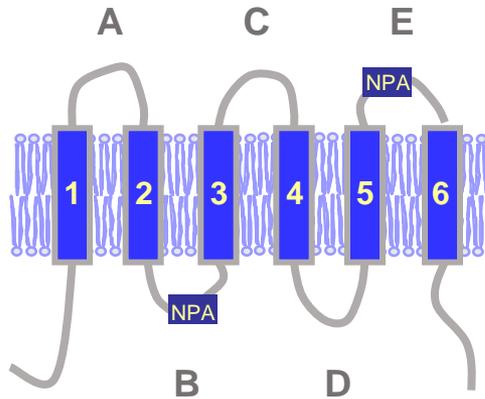
Déficit hydrique
(150g/L PEG; 5 jours)

Inhibition de la croissance



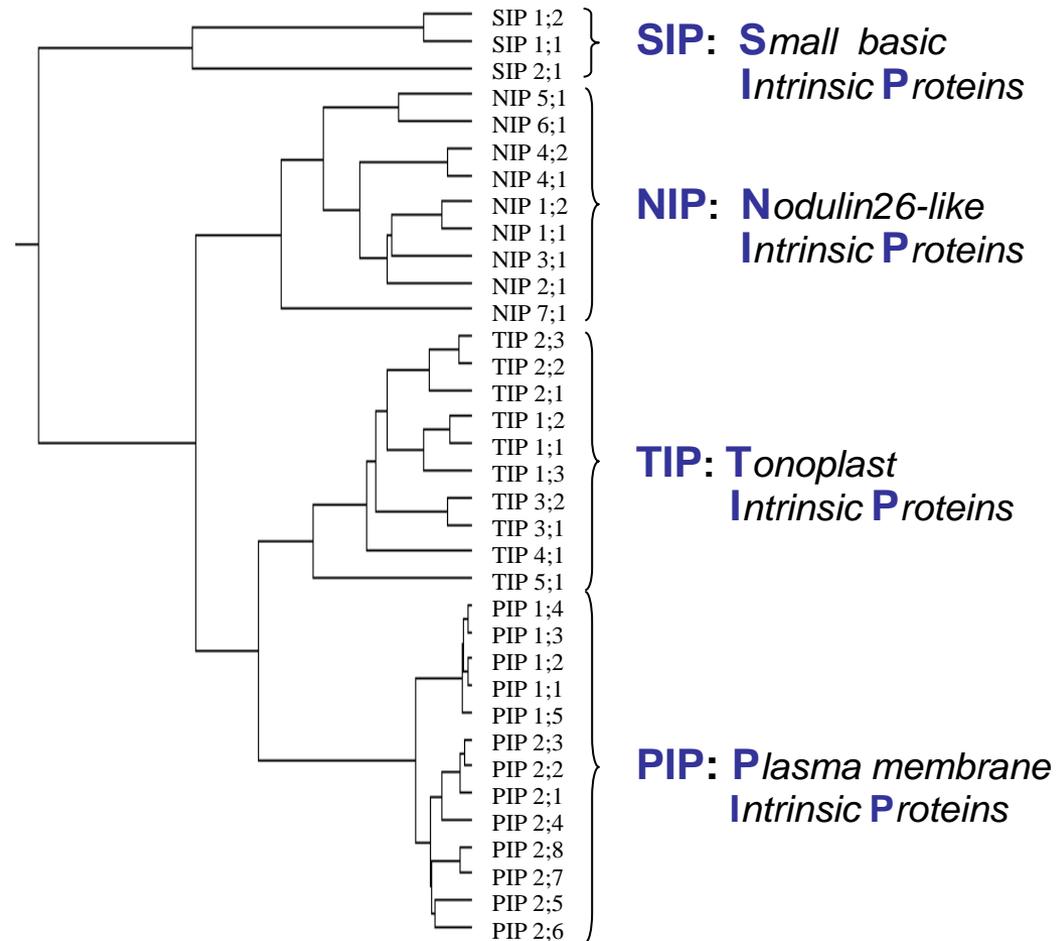
Les aquaporines de plantes

Une structure conservée



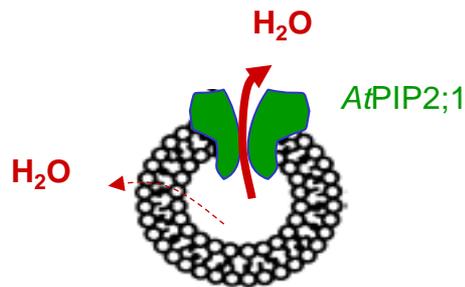
Törnroth-Horsefield *et al.*, *Nature*, 2006

Un grand nombre d'isoformes : 35 gènes, 4 sous-familles chez *Arabidopsis*

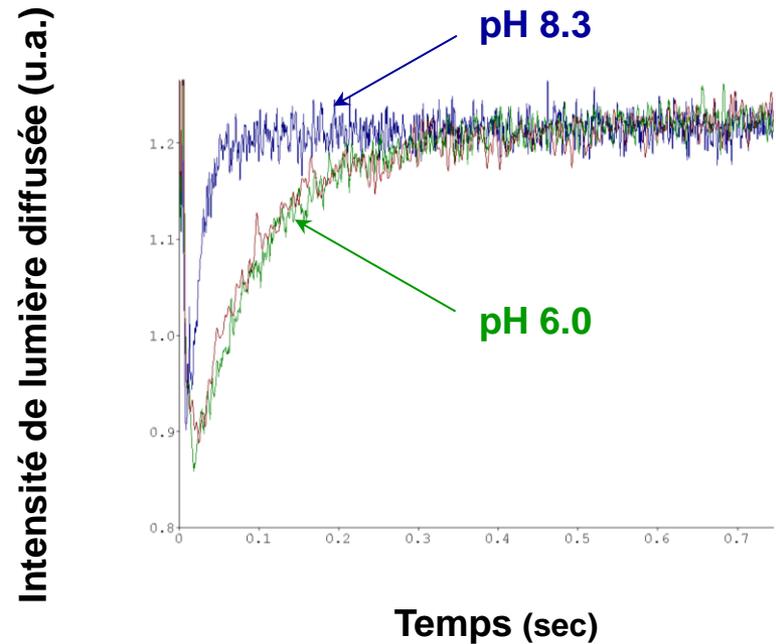


Régulation des PIPs par les protons et le calcium

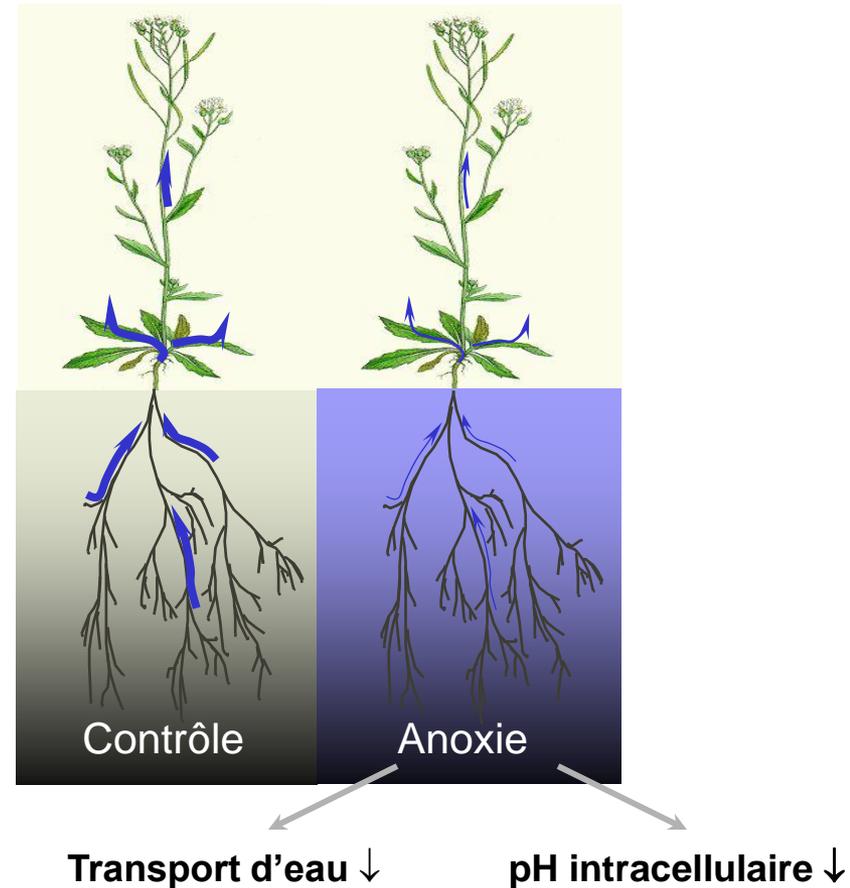
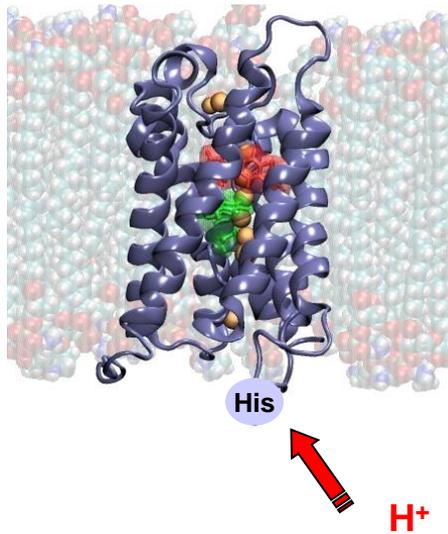
Production de AtPIP2;1 dans la levure
Pichia pastoris et reconstitution
en protéoliposomes



Test de transport d'eau par stopped-flow



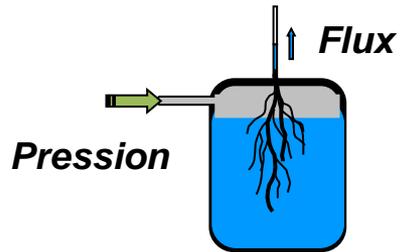
Régulation du transport d'eau dans des racines de plantes sous stress anoxique



Un mécanisme conservé de régulation des aquaporines PIP par les protons

explique la diminution du transport racinaire d'eau sous stress anoxique

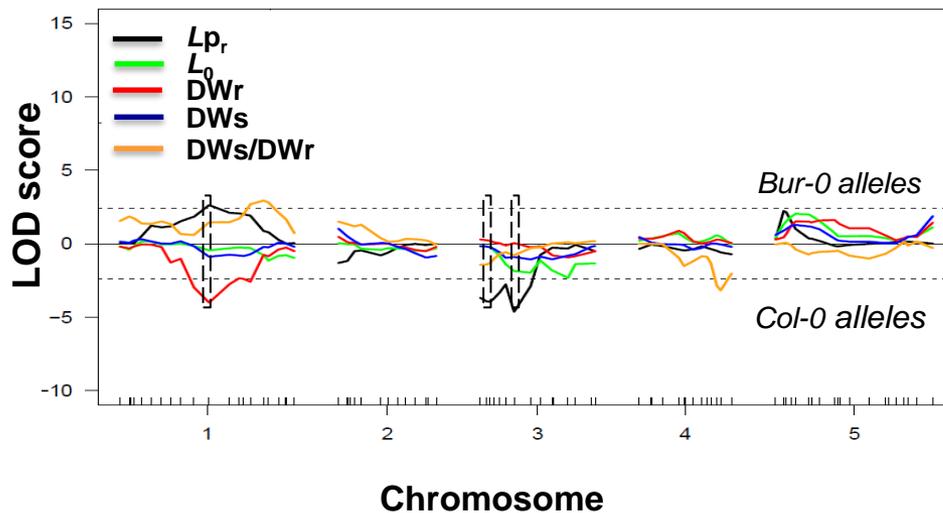
Génétique quantitative du transport racinaire d'eau



Conductivité hydraulique racinaire (Lp_r)

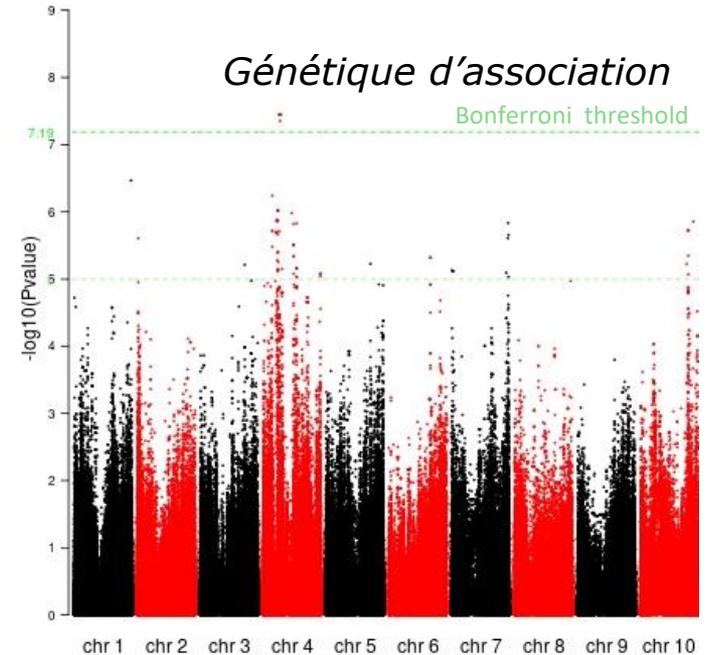
Arabidopsis

Cartographie de QTL à l'aide de lignées recombinantes biparentales

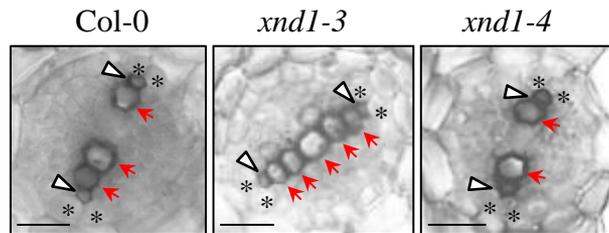


Maïs

Génétique d'association

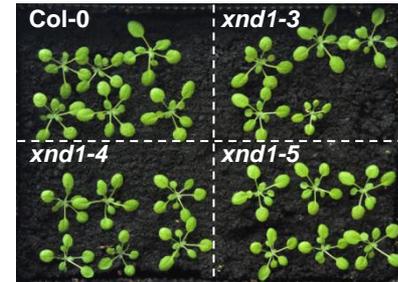


XND1 un facteur de transcription régulant la différenciation du xylème



sauvage *inactivé* *surexpresseur*

- XND1 régule négativement :**
- la différenciation du xylème
 - le transport racinaire d'eau
 - la résistance à la sécheresse



Déficit hydrique

Lignée sauvage

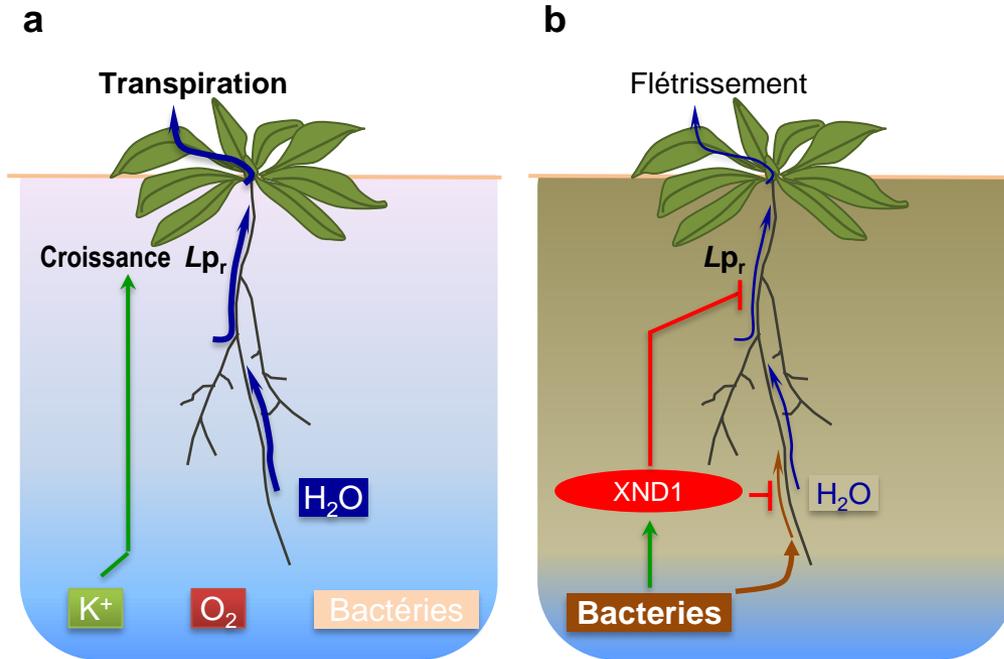


Irrigation

Mutant surexpresseur

Mutants inactivés

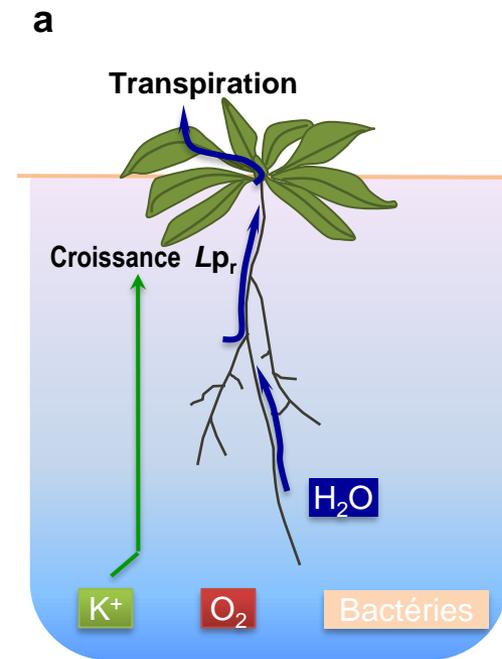
Hydraulique racinaire et acclimatation aux stress complexes de l'environnement



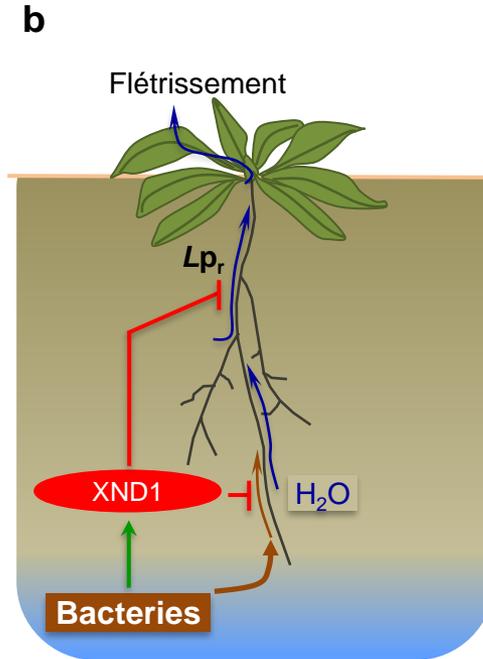
**Conditions favorables
de croissance**

**XND1:
Compromis de réponses
à la sécheresse et
aux pathogènes du sol**

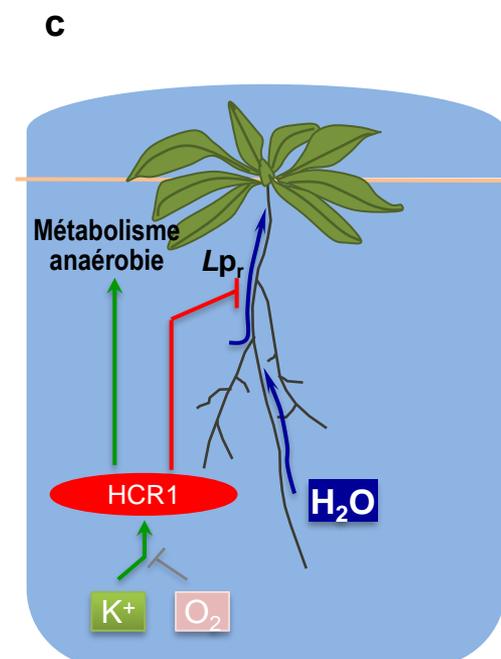
Hydraulique racinaire et acclimatation aux stress complexes de l'environnement



**Conditions favorables
de croissance**

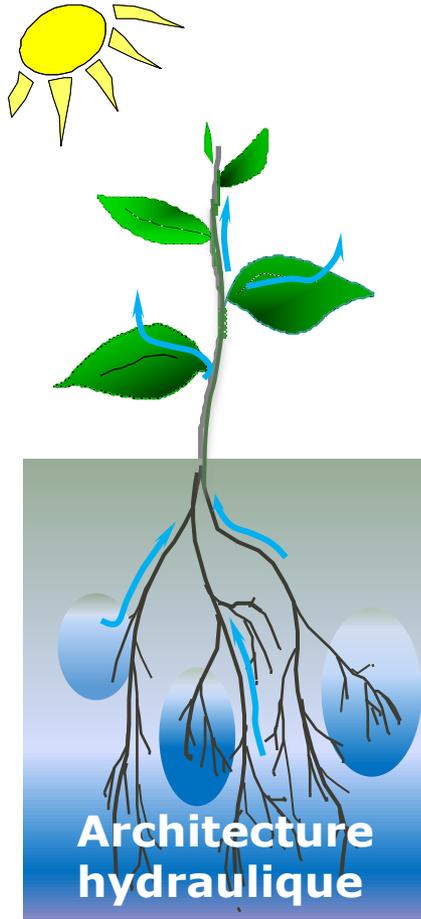


**XND1:
Compromis de réponses
à la sécheresse et
aux pathogènes du sol**



**HCR1:
Réponse combinée
aux inondations
et nutriments**

Conclusions & perspectives



Transport racinaire d'eau

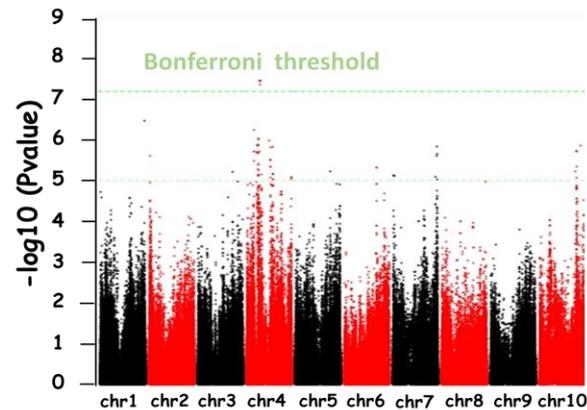
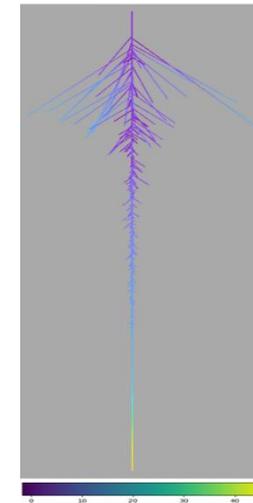
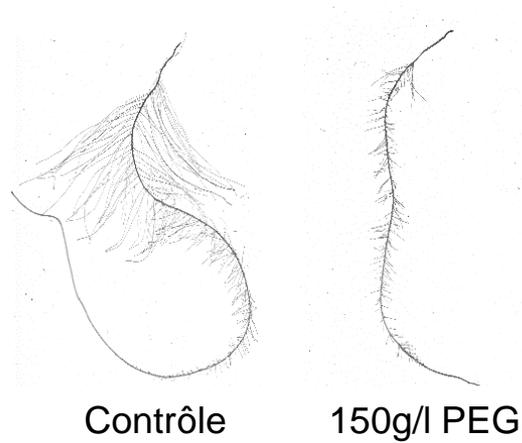
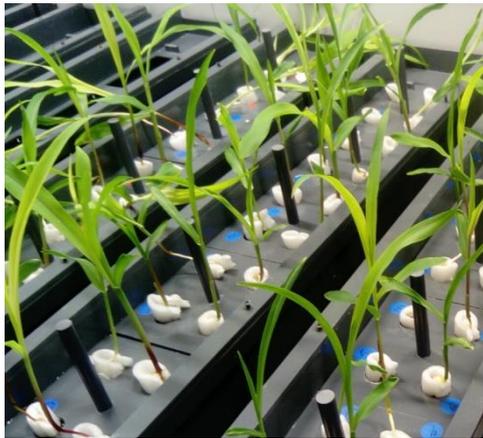
La racine : un organe sans système centralisé de traitement de l'information

Des signaux multiples provenant d'un environnement hétérogène et des parties aériennes



Stratégies optimales à court et à long terme pour l'acquisition d'eau

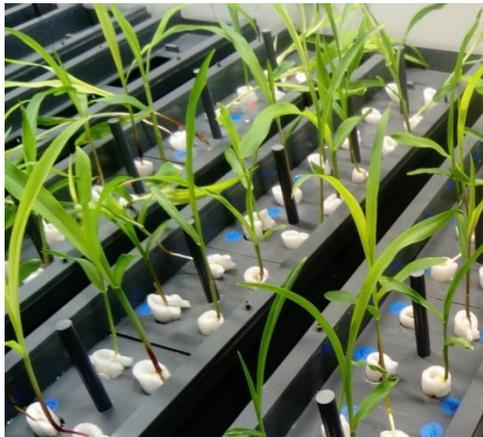
En cours: Architecture hydraulique racinaire du maïs sous déficit hydrique deficit



Génétique d'association
et validation génétique
(CRISPR-Cas9)

En cours: Architecture hydraulique racinaire du maïs sous déficit hydrique deficit

Hydraulique racinaire et croissance des plantes



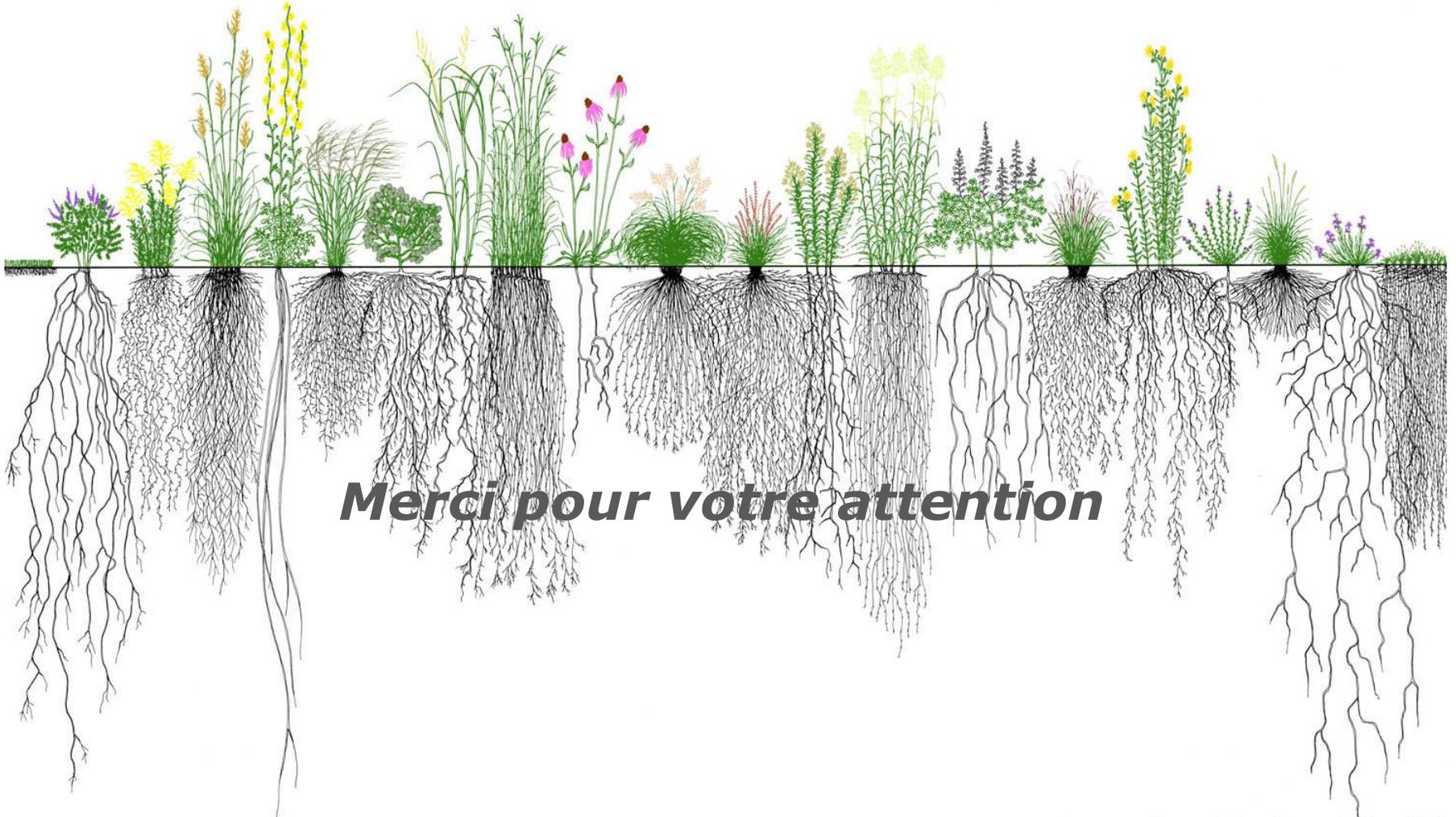
UMR
LEPSE

**Phénotypage de plantes de maïs
dont l'architecture hydraulique
des racines a été modifiée
génétiquement**

Transport racinaire d'eau et amélioration des plantes

Merci aux membres de l'équipe Aqua

et à nos collaborateurs ©



Merci pour votre attention